

A 5721

REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR DE ENERGÍA Y MINAS
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

SÍNTESIS GEOLÓGICA, MERCADO Y PERSPECTIVAS DE LOS MINERALES DE BARITINA, BORATOS, SALES Y AZUFRE EN EL PERÚ

Por:
Alejandra Díaz Valdiviezo
Martha Amésquita De La Riva
Julio C. Zedano Cornejo
Harmuth Acosta Pereyra

Laguna Salinas – Arequipa

 **INGEMMET**

Lima – Perú
Diciembre 2006

INDICE

	Pág.
Resumen	01
Introducción	04
A.- Baritina	
Capitulo I	
Síntesis Geológica de la Baritina	05
1.1 Generalidades	05
1.2 Mineralogía	05
1.3 Propiedades Físicas	06
1.4 Propiedades Químicas	06
1.5 Variedades de baritina	06
1.6 Tipos Genéticos de depósitos de baritina	06
1.7 Formas de presentarse en la naturaleza	09
1.8 Usos y Aplicaciones	09
1.9 Ocurrencias en el Perú	11
Capitulo II	
Mercado y perspectivas de la Baritina	15
2. Oferta y demanda de baritina en el Perú	15
2.1 Oferta	15
2.1.1 Oferta Potencial	15
2.1.2 Producción de baritina en el Perú	16
2.1.3 Producción de baritina por regiones	16
2.1.4 Principales Productores	17
2.2 Estructura de la Demanda	18
2.2.1 Consumo Aparente	19
2.3 Comercio Exterior	20
2.3.1 Importaciones	21
2.3.2 Importación por países de origen	21
2.3.3 Principales importaciones	24
2.3.4 Exportaciones	24
2.3.5 Exportación por países de destino	25
2.3.6 Principales exportaciones	27
2.4 Balanza Comercial	27
2.5 Precios	28
2.6 Oferta Mundial	30
2.6.1 Producción mundial	31
2.6.2 Producción mundial por principales países	31
2.6.3 Principales países importadores	35
2.6.4 Principales países exportadores	35
2.6.5 Consumo mundial	35
2.7 Perspectivas	36
Conclusiones	38
Bibliografía	40
Anexos y Mapas	
B.- Boratos	
Capitulo I	
Síntesis Geológica de los Boratos	42
1.1 Generalidades	44
1.2 Mineralogía	44

1.3 Propiedades Físicas	44
1.4 Propiedades Químicas	44
1.5 Minerales de boratos	45
1.6 Tipos genéticos de depósitos de boratos	45
1.7 Formas de presentarse en la naturaleza	47
1.8 Usos y aplicaciones	48
1.9 Ocurrencias en el Perú	50
1.9.1 Deposito de Laguna Salinas	50
1.9.2 Salinas de Chillicolpa	50
1.9.3 Laguna de Parinacochas	52
1.9.4 Laguna Blanca	52
Capitulo II	
Mercado y Perspectivas de los Boratos	
2. Oferta y demanda de boratos en el Perú	54
2.1 Oferta	54
2.1.1 Oferta Potencial	54
2.1.2 Producción peruana de boratos	55
2.2 Estructura de la demanda	56
2.2.1 Consumo aparente	58
2.3 Comercio exterior	59
2.3.1 Importaciones	59
2.3.2 Principales importadores de boratos y sus concentrados	60
2.3.3 Exportación	61
2.3.4 Principales exportadores de boratos	62
2.4 Balanza Comercial	63
2.5 Precios	64
2.6 Oferta y Demanda mundial	64
2.6.1 Oferta potencial mundial	64
2.6.2 Reservas mundiales	65
2.6.3 Producción mundial	65
2.6.4 Demanda de los boratos	67
2.6.5 Países exportadores	68
2.6.6 Países importadores	68
2.7 Perspectivas	68
Conclusiones	70
Bibliografía	72
Anexos y Mapas	
C.- Sales	
Capitulo I	
Síntesis Geológica de las Sales	74
1.1 Generalidades	74
1.2 Mineralogía	74
1.2.1 Sales comunes	74
1.2.2 Sales potasitas	74
1.2.3 Sales de magnesio	75
1.2.4 Sales alcalinas	75
1.2.5 Sales de nitrato	75
1.3 Propiedades Físicas	75
1.3.1 Halita	75
1.3.2 Silvita	75

1.3.3 Carnalita	76
1.3.4 Epsomita	76
1.3.5 Thenardita	76
1.3.6 Nitratina	76
1.3.7 Nitro	76
1.4 Propiedades Químicas	77
1.5 Tipos Genéticos de sales	77
1.6 Formas de presentarse en la naturaleza	78
1.7 Usos y Aplicaciones	79
1.7.1 Cloruros de sodio, halita	79
1.7.2 sales de potasa	79
1.7.2.1 Nitrato de potasio	80
1.7.2.2 Carbonato de potasio	80
1.7.2.3 Hidróxido de potasio	80
1.7.2.4 Clorato de potasio	80
1.7.3 Sales de magnesio, epsomita	80
1.7.4 Sulfatos de sodio, thernardita, glauberita	80
1.8 Ocurrencias en el Perú	81
1.8.1 Domos de sal	81
1.8.2 Domo sal de Pilluana	81
1.8.3 Depósitos salinos estratificados	82
1.8.4 Vertientes salinas y salmueras	82
1.8.5 Costras y eflorescencias	83
Capitulo II	
Mercado y Perspectivas de las sales	85
2. Oferta y Demanda de la sal en el Perú	85
2.1 Oferta	85
2.1.1 Oferta potencial de sal en el Perú	85
2.1.2. Producción de sal en del Perú	86
2.1.3 Producción de sal en el Perú por regiones	87
2.1.4 Principales Productores	88
2.2 Estructura de la demanda en el Perú	89
2.2.1 Consumo aparente	91
2.3 Comercio exterior	91
2.3.1 Importaciones	92
2.3.2 Importación por países de origen	93
2.3.3 Principales importadores	95
2.3.4 Exportaciones	96
2.3.5 Exportación por países de destino	97
2.3.6 Principales explotadores	98
2.4 Precios	99
2.5 Balanza comercial	100
2.6 Oferta y demanda en el mundo	101
2.6.1 Oferta Mundial	102
2.6.2 Producción mundial de sal	102
2.6.3 Producción mundial por piases	104
2.6.4 Países importadores	105
2.6.5 Países exportadores	105
2.7 Consumo mundial	105
2.7.1 Consumo de sal en los estados unidos	106

2.8 Perspectivas	107
Conclusiones	108
Bibliografía	110
Anexos y Mapas	
D.- Azufre	
Capítulo I	
Síntesis Geológica del Azufre	111
1.1 Generalidades	111
1.2 Mineralogía	112
1.3 Propiedades Físicas	112
1.4 Propiedades Químicas	112
1.5 Variedades de azufre	113
1.6 Tipos Genéticos de azufre	113
1.7 Formas de presentarse en la naturaleza	115
1.8 Usos y Aplicaciones	115
1.9 Ocurrencias en el Perú	116
1.9.1 Ocurrencias de tipo volcánico	116
1.9.2 Ocurrencias de tipo Sedimentario	117
Capítulo II	
Mercado y perspectivas del azufre	119
2 Oferta y Demanda en el Perú	119
2.1 Oferta	119
2.1.1 Oferta potencial de azufre	119
2.1.2 Producción de azufre	119
2.1.3 Producción del ácido sulfúrico en el Perú	120
2.2 Estructura de la demanda	121
2.2.1 Consumo aparente de azufre	123
2.2.2 Consumo aparente de ácido sulfúrico	123
2.3 Comercio exterior	123
2.3.1 Importaciones de azufre	125
2.3.2 Importación de azufre por países de origen	125
2.3.3 Principales importaciones	126
2.3.4 Exportaciones de azufre	126
2.3.5 Exportación de azufre por países de origen	127
2.3.6 Principales exportadores de azufre	127
2.3.7 Exportación e importación peruana del ácido sulfúrico	128
2.3.8 Importación y exportación de ácido sulfúrico por países de origen y destino	128
2.4 Balanza comercial del azufre y ácido sulfúrico	129
2.5 Precios	130
2.6 Oferta y demanda mundial de azufre	132
2.6.1 Oferta	132
2.6.2 Producción mundial de azufre	132
2.6.3 Producción mundial de azufre por países	134
2.6.4 Países importantes de azufre	135
2.6.5 Países exportadores	136
2.6.6 Consumo de azufre en el mundo	136
2.6.7 Consumo aparente de azufre en el mundo	136
2.7 Perspectivas	138
Conclusiones	139

Bibliografía	141
Conclusiones Generales	142
Bibliografía General	143
Anexos y Mapas	

RESUMEN

El presente estudio **Síntesis Geológica, Mercado y Perspectivas de los Minerales de Baritina, Boratos, Sales y Azufre en el Perú**, se basa en la información recopilada analizada y sistematizada, disponible en las entidades tales como: Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Aduanas del Perú, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Instituto Nacional de Concesiones y Catastro, Instituto Nacional de Estadística e Informática, Ministerio de la Producción Lima, y otras. Abarca un análisis general de los recursos, cuyo objetivo es aportar información tanto de la ubicación, distribución geográfica, características geológicas, genéticas y mineras. Así como la ubicación de posibles áreas prospectivas, los principales usos y aplicaciones que estos tienen en diversas industrias. Se analiza y evalúa el mercado desde una perspectiva nacional y mundial, conjugando las principales variables e indicadores que de una u otra manera están inmersas en la oferta y demanda de estas importantes sustancias no metálicas para el periodo 1995 – 2005.

Para una mejor comprensión el presente estudio se ha dividido en cuatro partes:

- A. Baritina
- B. Boratos
- C. Sales
- D. Azufre

Cada una de estas sustancias se ha dividido en dos capítulos

En lo referente a la síntesis geológica del mineral de **BARITINA**, se ha registrado la ubicación de 61 depósitos en el Perú, distribuidos en las diferentes regiones, siendo las más representativas: Lima, Junín, La Libertad, Lambayeque, Pasco, Huancavelica y Huanuco, los cuales tienen un origen hidrotermal, asociados a vulcanismo tipo submarino, conformando depósitos tipo VMS asociados a minerales de Pb, Zn, (Kluas Steinmuller 1987), asociados a las formaciones de los Grupos Oyotun, Lancones, Casma, Pucara y posiblemente en el sur estén asociados a las formaciones Río Grande, Jahuay, Guaneros, Volcánico Chocolate y Junerata. (Kluas Steinmuller 2000). El uso y aplicación de la baritina está estrechamente ligados a la industria del petróleo y gas, para estas debe contener 90% de pureza de sulfato de bario ($BaSO_4$), no dejando de ser importante los usos y aplicaciones en diversas industrias, como: la industria química donde se requiere baritina con un mínimo de 95% de $BaSO_4$, para el vidrio 96% de $BaSO_4$, como carga para diversa industrias se necesita baritina con un máximo el 97% de $BaSO_4$.

En cuanto al mercado de la baritina en el Perú se analiza y evalúa la oferta y la demanda, consideración que existe un potencial representado por las ocurrencias distribuidas en el territorio nacional. Siendo las regiones productoras más importantes Huanuco y Junín, donde se genera el 91% de la producción nacional de baritina, la cual esta dirigida al mercado interno y externo generalmente para lodos de perforación en la industria de hidrocarburos, así como a una gama de industrias: pinturas, áridos pesados, cerámicas, etc. Las exportaciones se dirigen en un 90% al mercado Latinoamericano, siendo Ecuador nuestro principal comprador con el 79% del total exportado. El consumo aparente de baritina en el Perú, indica que la demanda es satisfecha en más del 95% por la producción nacional, importándose una pequeña cantidad de minerales de bario con características especiales para cubrir las exigencias de algunas industria por ejemplo para medicina, representando altos precios debido a la incidencia del flete y seguros. En lo

referente a la balanza comercial peruana de baritina es históricamente positiva; generando un ingreso de divisas al país con tendencia ascendente. En el panorama internacional, China es el líder mundial en la producción de baritina; en el 2005 tuvo una participación del 53% en la producción mundial. Le siguen, India (13%), Estados Unidos (6%), Irán (4%), etc. Estados Unidos importa para su consumo más del 80% mayormente es procedente de la China.

En cuanto a la información de **BORATOS** se tiene registrado nueve canteras de las cuales cinco están ubicadas en Arequipa, dos en Tacna, una en Puno y uno en Ayacucho; siendo la de Arequipa las más importantes, las cuales están en producción. La génesis de estos depósitos está asociado a procesos evaporíticos relacionados con actividad volcánica, fuentes termales, cuencas endorreicas, clima árido. (Alonso, R. 1986). Los principales usos y aplicaciones de este importante mineral están relacionadas con la industria del vidrio, cerámica, fertilizantes, pesticidas, insecticidas, fungicidas, jabones, detergentes, textil, retardantes del fuego, fundentes abrasivos y diversas aplicaciones industriales.

En lo referente al mercado de los boratos se tiene conocimiento que en el sur del Perú existe un potencial importante de boratos, pero los que actualmente se explotan son aquellos ubicados en la región Arequipa, donde se viene produciendo desde hace más de 100 años. Es así que en el 2004 la producción registrada es de 9 729 t. de ulexita - boratos y 21 465 t. de ácido bórico, dirigidos a la exportación principalmente y a la demanda interna de la industrias relacionadas con los principales subsectores de la economía como químico - manufacturero, agroindustria, minero - metalúrgico y construcción. Siendo el consumo cubierto por la producción nacional en un 98% y el 2% es cubierto por la importación de minerales de boro procedente de Estados Unidos mayormente y otros países. El Perú durante la última década exportó a varios países del mundo entre ellos Colombia, Estados Unidos, Malasia, Nueva Zelanda, etc. Por una suma promedio anual de más de 3 millones de dólares, siendo por tanto la balanza comercial durante el periodo 1998 - 2006 positiva. En el ámbito internacional, Turquía es el líder mundial en la producción de boratos; en el 2005 tuvo una participación del 35% en la producción mundial. Le siguen Estados Unidos (25%), Chile, Argentina y Rusia, siendo el principal mercado consumidor de estas sustancias en el mundo Estados Unidos.

En lo que respecta a las **SALES**, se tiene 173 ocurrencias distribuidas en todo el Perú según datos MEM, INACC, Boletines Geológicos del INGEMMET entre otros. La génesis de las sales están asociadas a: Estructuras Salinas Diapíricas, Domo, Sal Marina Evaporítica, Sales Lacustrinas, Vertientes Salinas, Salmueras y Depósitos de Salitres. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980). Estas sustancias de mayor utilización, se emplea en todas las actividades productivas desde el pan hasta los medicamentos para el cáncer. Los usos de la sal son numerosos y distintos entre ellos se enumera la soda cáustica, cloruro de sodio, jabones y detergentes, tratamiento de aguas, procesado de metales, minería, farmacéuticos, curtiembre, fabricación de alimentos de consumo humano, concentrados para animales balanceados, nutrientes, y consumo directo, entre otros.

En cuanto al mercado, desde el punto de vista de la oferta vemos que existe un potencial considerable de ocurrencias registradas distribuidas en 20 regiones del país, siendo las más importantes Lima, San Martín, Piura, Lambayeque, Ica, etc. Sin embargo dos regiones aportan el 87% de la producción nacional Ica 48% y Lima 39%. La demanda de sales en el Perú está relacionada directa e indirectamente con los subsectores: químico, agroindustrial, metalúrgico y construcción, es abastecido en un 95% por la producción nacional, la diferencia se importa de países vecinos en un 60% y el resto de

Reino Unido, Estados Unidos y Nueva Zelanda. Es importante también resaltar que durante el periodo de estudio se ha exportado entre el 42% y 83% del volumen de la producción salina peruana a un precio FOB (en el puerto de embarque) promedio de US\$10/t, generando divisas al país en más de 5.5 millones de dólares. Estados Unidos es el primer productor y consumidor mundial de sal en el 2005, conjuntamente con China, Alemania, India y Canadá concentraron el 59% de la producción total. Asimismo Norteamérica es una de las regiones importadoras más importantes del orbe. Aproximadamente 39% de la demanda mundial es para plantas químicas en la producción de cloro y soda cáustica; 37% se destina al deshielo de calles y carreteras, principalmente en los mercados de los Estados Unidos, Canadá y Europa, mientras EL 24% restante es destinado a diversos usos industriales y al consumo humano.

Finalmente en lo referente al mineral de **AZUFRE** en el Perú se tiene registrado 49 ocurrencias según datos MEM, INACC, Boletines geológicos del INGEMMET. Estos yacimientos son mayormente de origen volcánico, asociado al Grupo Barroso, se presenta en depósitos de tipo sedimentario en la zona de Piura en la cuenca de Sechura (Caldas, J.; et al 1980), asociado a la Formación Miramar. Esta sustancia es importante para diversas industrias en especial es requerido en la obtención del ácido sulfúrico. (Peroni, J., 2005).

En cuanto al mercado del azufre, en el Perú se tiene un potencial importante de ocurrencias, pero actualmente no existe información disponible en cuanto a su producción. Sin embargo existe información de un apreciable volumen de producción de ácido sulfúrico de origen metalúrgico, que abastece la demanda nacional y parte se exporta, mayormente a Chile. Se estima que la estructura de la demanda de azufre y sus derivados en el Perú, está estrechamente relacionado con los principales subsectores económicos entre ellos: químico, metalúrgico, agroindustrial, y construcción, los que directa e indirectamente necesitan. Es así que, durante el Periodo 1998 - 2006 se importó azufre especialmente de Aruba, para abastecer la demanda nacional y parte se reexporta mayormente al Ecuador. La balanza comercial peruana de azufre es históricamente negativa, mientras que el saldo comercial del ácido sulfúrico es positivo, debido al volumen significativo que se exporta, generando un apreciable ingreso de divisas al país por este concepto.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio denominado **Síntesis Geológica, Mercado y Perspectivas de los Minerales de Baritina, Boratos, Sales y Azufre en el Perú**, tiene como objetivo analizar y sistematizar la información existente en las fuentes oficiales del Estado, como entidades privadas, donde ha sido posible acceder a la información. Con la finalidad de tener un conocimiento de la importancia que tienen los minerales industriales de baritina, boratos, sales y azufre, su utilización en las diversas industrias y especialmente la situación actual del mercado de estos recursos en el Perú.

En base a la información recopilada se ha tratado de analizar y enfocar brevemente las características generales de cada sustancia y dentro de un marco geológico, los aspectos mineralógicos, tipos genéticos de yacimientos, formas de presentarse de los minerales, usos y aplicaciones en la industria, ocurrencias principales en el Perú, su ubicación geográfica, estableciendo algunos antecedentes de edad en cuanto a su génesis formacional

Para una mayor comprensión del presente estudio se han elaborado mapas con las principales ocurrencias de baritina, boratos, sales y azufre en el Perú, así mismo mapas de las franjas para una posible exploración de los minerales según su origen, igualmente la base de datos de los depósitos de cada una de estas sustancias.

En cuanto al mercado, la información procesada acerca de la baritina, boratos, sales y azufre, nos han permitido realizar un análisis y evaluación de las principales variables e indicadores relacionados con la oferta y la demanda de estas importantes sustancias durante el periodo 1995 - 2006. Es decir se evalúa estadísticamente la estructura de la oferta potencial a través de la distribución de las ocurrencias minerales, la producción, la demanda y su relación con los principales subsectores económicos del país. Lo mismo que el comercio exterior y sus perspectivas de cada una de estas sustancias.

La oferta y la demanda de los minerales de baritina, boratos, sales y azufre en el Perú, se circunscriben al desarrollo de las industrias y a la aceptación que cada una de estas, las cuales van encontrando aceptación en el exterior, así como sus múltiples usos en diversas industrias en el país y en el mundo, se vislumbra la importancia y perspectivas de estos recursos.

Se analiza la oferta y demanda mundial de los principales países importadores y exportadores de éstos minerales, teniendo en cuenta la importancia e incidencia que estos representan en las diversas industrias. También se analiza la evolución e incidencia de las exportaciones e importaciones de estos minerales y sus derivados.

En lo que corresponde a la conformación de la balanza comercial en la última década, estas sustancias no metálicas a excepción del azufre, la de baritina, sales y boratos han registrado una notoria la importancia en las exportaciones, cuyos volúmenes superaron ampliamente a sus similares importados, obteniendo por tanto un saldo positivo en la balanza comercial y la generación de una mayor entrada de divisas al país.

Por tanto es importante que nuestro país lleve a cabo una sistemática exploración de los recursos minerales de baritina, boratos y sales existentes en las diferentes regiones, los que están asociados con determinadas características geológicas, y así tener un conocimiento actualizado que permita realizar estudios mas detallados que nos permitirán ubicar nuevas áreas de mayor potencial, así como el análisis de otros factores: accesibilidad, infraestructura, mercado y características de los depósitos existentes que permitirán definir la calidad y cantidad de cada uno de ellos.

A. BARITINA

CAPITULO I

SINTESIS GEOLOGICA DE LA BARITINA

1.1 Generalidades

La baritina, es un sulfato de bario ($BaSO_4$), llamada también espato pesado. Mineral de alta densidad, que presenta cristalizaciones de hábito prismático, tabular o masivo, con coloraciones que varía del blanco amarillento al gris claro, con variable transparencia o totalmente opaco. (Camacho, J., 2002).

El elemento bario no se encuentra libre en la naturaleza, sino combinado al estado de sulfato, carbonato, silicato, etc., está ampliamente distribuido en la corteza terrestre y también se encuentra en solución en el mar.

Las características más saltantes de la baritina, son las siguientes: Brillo perlado o vidrioso, color blanco amarillento a gris claro, peso específico elevado (4.3 a 4.6), dureza 2.3 a 2.5 en la escala Mohs, inercia química, alto contenido de bario, no es tóxica, y gran capacidad de absorción de rayos x. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980). Existen otros minerales de bario como: baritocalcita ($BaCO_3 \cdot CaCO_3$), alstonita (Ca, Ba) $CaCO_3$, baritocelstina (Ba, Sr) SO_4 , hialofanita (K_2Ba) $Al_2Si_4O_{12}$, gorceixita (Ba, Ca, Ce) $Al_2O_3 \cdot 5H_2O$ y harmotomo (H_2K_2Ba) $Al_2Si_5O_{15} \cdot 4H_2O$.

La baritina ocurre en los tres tipos principales de ambientes geológicos: ígneos, sedimentarios y metamórficos. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980). Se encuentra comúnmente en ambientes hidrotermales, en filones hidrotermales, suele estar asociada a sulfuros de plomo, plata y antimonio, así como rellenando cavidades kársticas de calizas y dolomías. Además de la baritina mineral de bario más común, existe la witherita o carbonato de bario que suele acompañar a la baritina, tiene la propiedad de disolverse con facilidad en un medio ácido. (Carr, D., 1994).

1.2 Mineralogía

Se presenta en hábito tabular, globular, prismático o terroso, en grandes masas granulares color blanco amarillento a gris claro, fibrosas o compactas y menor frecuencia en formas estalactíticas o nodulares. Los cristales son generalmente tabulares paralelos a la base, a veces tienen el aspecto de ataúdes. Si los cristales tabulares son divergentes (opuestos) forman lo que se llama "rosas de barita"; y otras formas variadas. (Carr, D., 1994).

El Sulfato de Bario anhidro, se presenta como cristales tabulares lenticulares, incoloros, amarillentos, rojizos o verdosos, a veces negruzco, coloreada por material bituminoso presente. Puede identificarse por su apariencia de crestas de gallo o de roseta debido a su agrupación laminar, así como por su alto peso específico (4.48) poco frecuente en minerales no metálicos. También suele presentarse en masas

granulares, compactas espáticas, terrosas y estalactíticas. Algunas variedades son luminiscentes bajo luz ultravioleta. Como mineral de alteración, es usualmente blanca. (Carr, D., 1994).

Los minerales asociados a la baritina son: Alunita, anhidrita, carbonato, caolinita, cuarzo y sericita, además de calcita, celestina, calcopirita, dolomita, fluorita, galena, manganita, pirita, siderita, esfalerita y estibina como accesorios. (Carr, D., 1994).

1.3 Propiedades Físicas:

La propiedad más importante de la baritina, es su alto peso específico (baritina pura arroja un valor de 4.6). Tiene una alta resistencia a los ataques químicos. (Suárez, D. 1994).

Color:	Varia de blanco amarillento a gris claro.
Raya:	Blanca.
Brillo:	Vítreo a perlado.
Dureza:	2.3 a 2.5 (Mohs)
Densidad:	4.50 g/cm ³
Óptica:	Biáxico positivo, relieve moderado y líneas de exfoliación marcadas
Absorción:	Absorbe las radiaciones.

1.4 Propiedades Químicas:

Contiene 65.7% de BaO y 34.3% de SO₃. Insoluble en ácidos, únicamente atacable por ácido sulfúrico concentrado cuando la baritina se presenta en polvo. (Suárez, D. 1994).

1.5 Variedades de Baritina

- Cristalino, de aspecto incoloro.
- Masas granulares, compactas espato satinado, siendo las de color blanco las de mejor cotización, debido al grado de pureza que presenta. Pues las inclusiones e impurezas en la baritina natural pueden reducir este valor considerablemente.
- Terrosas, frecuentemente se presenta como mineral de ganga en yacimientos de sulfuros de plomo y zinc.

1.6 Tipos Genéticos de depósitos de baritina

La baritina es generalmente de origen hidrotermal, estando asociada muchas veces a sulfuros metálicos en depósito de relleno de fracturas y grietas.

La baritina, esta ligada a procesos volcánicos exhalativos submarinos en rocas carbonatadas, debiendo su origen a la circulación de aguas de gran disolución, que al ascender estas depositan el sulfato en las paredes de las fisuras.

La baritina en depósitos de edad terciaria son depósitos menores, a lo largo de las pendientes occidentales de los Andes, que aun siguen inexplorados. (Dunin-Borkowski, E., 1996). (Ver Mapa 2-A Tipos genéticos de baritina).

Los depósitos de baritina con interés económico no suelen contener ninguna otra especie mineral o si tiene alguna, es en muy pequeña proporción. (Ver Anexo 2-A, Génesis de los depósitos de Baritina en el Perú y su localización).

Los principales tipos genéticos depósitos de baritina son los siguientes:

a) Depósitos de Rellenos de venas y cavidades.

Se relaciona genéticamente y espacialmente con fenómenos de origen hidrotermal. La baritina transportada por fluidos hidrotermales de aguas profundas es ampliamente distribuida en vetas, lentes, relleno de cavidades en fallas, diaclasas, planos de estratificación, zonas de brecha, canales de solución y otras estructuras. Las venas pueden tener varios centenares de metros de longitud a varios metros de espesor, está comúnmente acompañada de fluorita, pirita, plomo, zinc, sulfuros de cobre y minerales de tierras raras. (Carr, D., 1994).

b) Depósitos residuales.

La producción comercial de baritina residual viene de depósitos superficiales, en los cuales la baritina está en la forma de fragmentos embebidos en una arcilla residual. Frecuentemente se presenta en acumulaciones de poca importancia en depósitos arcillosos o como cementante en las areniscas, originados al meteorizarse la caliza.

Tanto la baritina como la arcilla se derivan de la meteorización de las rocas suprayacentes, generalmente dolomita. Estos depósitos contienen entre un 10 a 20% de baritina. (Carr, D., 1994).

c) Depósitos estratificados

La baritina ocurre como parte de cuerpos pertenecientes a una secuencia de rocas estratificadas, como componente principal o como agente cementante, o asociado con depósitos estratiformes de sulfuro masivo. Estos depósitos son los más productivos, debido a que están netamente relacionados a procesos de vulcanismo exhalativo submarino, asociado con los sulfuros masivos vulcanogénicos (VMS), donde se encuentra menas de baritina. (Carr, D., 1994). (Ver gráfico N° 01).

Los depósitos estratificados típicamente están asociados con chert, lutitas y limolitas. Los depósitos estratificados de baritina representan una alternativa de gran significado económico, debido a sus altas reservas, modernas técnicas de minería y el alto grado de simplificación en el beneficio, basado en la sucesión estratigráfica, posición tectónica y en la geoquímica. Estos depósitos contienen entre un 50 a 95% de baritina. (Ver gráfico N° 02).

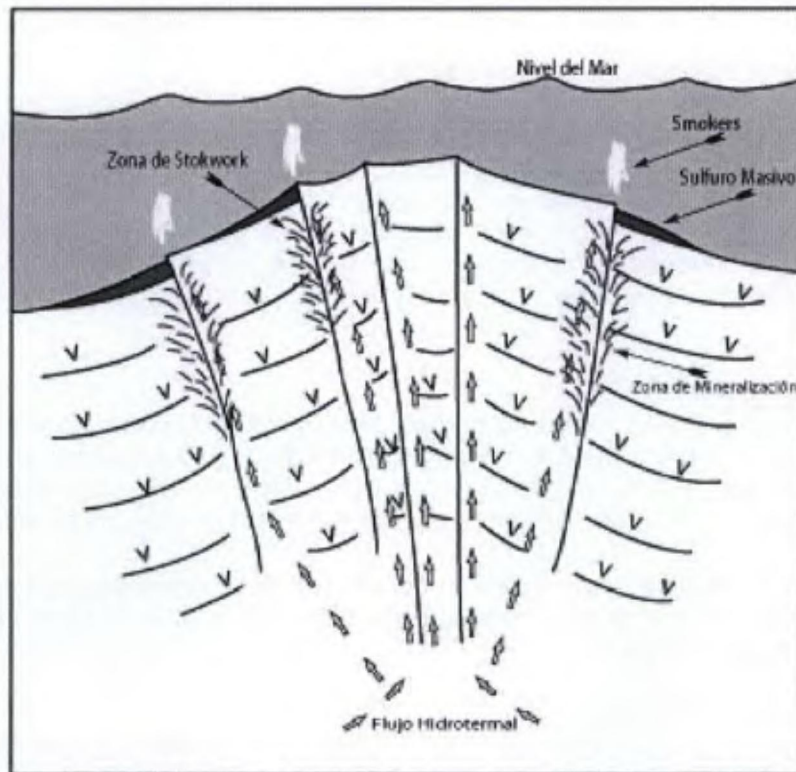


Gráfico N° 01. Ambiente Formacional de Yacimiento VMS
(Tomado de Injoque, J., 2000).

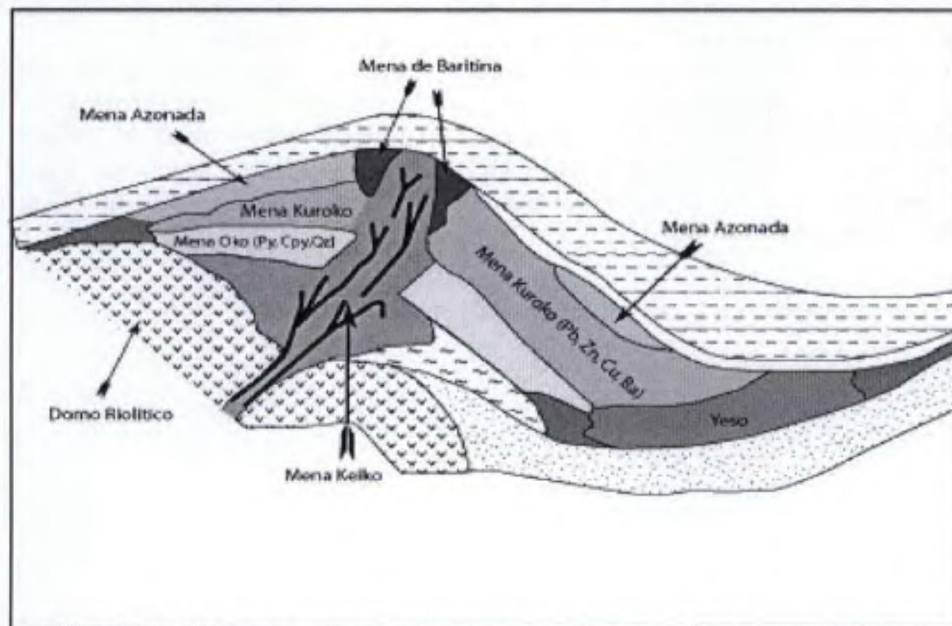


Gráfico N° 02. Esquema de tipo de Depósito de Baritina Asociada
a Sulfuros Masivos Volcanogénicos (Tomado de Valera, J. 1997)

1.7 Formas de presentarse en la naturaleza

No en todos los depósitos la baritina ofrece el mismo aspecto entre los distintos aspectos que puede presentar, destacaremos los siguientes:

- a) Capas o masas de reemplazamiento en formaciones de calizas, dolomíticas o arcillosas.
- b) Relleno de grietas y fisuras.
- c) Nódulos residuales de la alteración y descomposición de calizas y dolomías ricas en baritina.
- d) Rellenos de brechas
- e) Ganga de minerales metálicos, generalmente sulfuros. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980).
- f) Forma vetiforme, filones y bolsonadas.
- g) Cuerpos lenticulares.
- h) Forma estratiforme (INGEMMET-ENADIMSA, 1980).

Los depósitos peruanos de baritina explotables son cuerpos lenticulares, incluidos en la secuencia volcánica-sedimentaria del Cretácico. Genéticamente son depósitos de origen volcanogénico relacionados con mineralizaciones metálicas del tipo Kuroko. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980). En esta misma secuencia cretácica aparecen mantos estratiformes y rellenos de fracturas, que representan verdaderos depósitos filonianos de origen hidrotermal, relacionados con depósitos polimetálicos y vinculados a cuerpos intrusivos hipoabisales pequeños. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980). Al tipo de ocurrencia de cuerpos lenticulares pertenecen los yacimientos "Leonila Graciela" en Lima. (Ver Anexo 1-A, Ocurrencias de Baritina en el Perú).

1.8 Usos y Aplicaciones

- El mayor uso de la baritina (Aproximadamente el 75-80%) es en la preparación de los lodos pesados en las perforaciones petroleras, de pozos profundos, necesita preparar 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 e impermeabiliza las paredes del pozo. Para este uso la baritina debe ser de un 90% de pureza, pues el contenido está netamente ligado a la densidad. Siendo una densidad mayor a 4.20 g/cm^3 . También debe tener una cantidad menor de 0.1% de sales. La baritina puede tener cualquier color pero no debe contener materiales que contaminen el lodo. (Fernández, C., et al. 1989).
- En la industria química debe ser una baritina con un mínimo de 95% en pureza, para ello debe contener, BaSO_4 mayor a 94%, Fe_2O_3 menor a 1%, SrSO_4 menor al 1%, SiO_2 menor al 1%, Al_2O_3 menor al 1%, Flúor solo trazas. (Fernández, C., et al. 1989).
- Trozos gruesos de baritina en bruto, se usan en las corazas ó escudos de concreto que se emplean como revestimiento protector en la superficie exterior

de los recipientes donde se depositan productos y residuos radioactivos, utilizando la propiedad que tiene la baritina de absorber las radiaciones. (Fernández, C., et al. 1989).

- En la industria del vidrio se usa la baritina granular como flujo, desoxidante y disolvente, haciendo más fácil de trabajar el vidrio fundido y aumentando su brillo. Parcialmente triturada se emplea en los hornos para reducir el punto de fusión del vidrio. Se exige un porcentaje menor del 0.15% de Fe_2O_3 . Siendo necesario contar con 96% de pureza de BaSO_4 como mínimo. SiO_2 menor a 2.5%, TiO_2 solo trazas. También se emplea en la fabricación de cristales ópticos. (Fernández, C., et al. 1989).
- Se usa la baritina como material extendedor y carga inerte de relleno para dar consistencia a los productos en las manufacturas de cartones y papeles, siendo de especial utilidad cuando se trata de la fabricación de naipes y papeles lustrosos o esmaltados. Se necesita un máximo el 97% en pureza de BaSO_4 . (Fernández, C., et al. 1989).
- La resistencia a los agentes químicos permite utilizar a la baritina mezclada con sulfuro de zinc como un recubrimiento blanco protector denominado litopón. (Fernández, C., et al. 1989).
- La baritina es utilizada en la preparación de esmaltes para cerámica, de pinturas como pigmento blanco las pinturas a base de baritina son opacas y estables a la acción de vapores ácidos y gases corrosivos, siendo el óxido férrico un factor condicionante muy serio, en la utilización de pigmentos no se permite un porcentaje mayor de 0.05% de óxido férrico y mayor a 94% de pureza de baritina, peso específico entre 4.3-4.5 g/cm³, absorción aceite entre 6-12, un PH de 6-8, Fe_2O_3 menor a 0.05%, sales solubles menor a 0.05%, SiO_2 menor al 2%, humedad y volátiles menor a 0.5%. (Fernández, C., et al. 1989).
- En Medicina se usa la baritina, como medio opaco en el examen tracto-gastrointestinal con rayos X. La baritina pura sirve de materia prima para la elaboración de productos químicos. Siendo necesario contar con una pureza mayor al 95% de BaSO_4 , asimismo se requiere que la baritina sea de color blanco. (Fernández, C., et al. 1989).
- En las aplicaciones automotrices, la baritina se utiliza para sellar el interior de un vehículo (bajo alfombra) evitando ruidos del motor, así como el revestimiento de frenos: cojines, discos y balatas. (Fernández, C., et al. 1989).
- La baritina es usada también en la construcción, en la producción de hormigón pesado (Hormigón Barítico) que se obtiene mezclando el cemento con el mineral de baritina; en la fabricación de productos como ladrillos de hormigón barítico, etc. (Fernández, C., et al. 1989).
- La baritina es utilizada como material de relleno en la manufactura de marfil artificial y en la de botones. (Fernández, C., et al. 1989).

1.9 Ocurrencias en el Perú

En el Perú tenemos reconocidos 61 ocurrencias de baritina, las que se encuentran distribuidas desde Piura, el centro del Perú hasta Ica.

En el Norte del Perú a la baritina se le asocia con los volcánicos de la Formación Oyotun, el que aflora en lado oeste y este de la Cordillera Occidental. En los departamentos de Cajamarca, Lambayeque y La Libertad. (Ver gráfico N° 03).

Al Oeste de la Cordillera Occidental y al este de Chiclayo, los volcánicos descansan sobre secuencias carbonatadas del Triásico superior de (Formación La Leche). La formación Oyotun describe secuencias volcánicas con episodios efusivos y explosivos en fácies marinas someras, marginales al continente, con actividad biológica importante que dio lugar a los carbonatos. Seguido en el Jurásico inferior por episodios volcánicos que dieron lugar a aglomerados brechas, tobas y derrames andesíticos a dacíticos. (Palacios, O. 1997).

Del lado Este de la Cordillera Occidental la secuencia se extiende por la Cordillera del Cóndor hasta Ecuador (se le conoce aquí como volcánicos Misahualli). Esta constituida por tobas, brechas, localmente lavas y tobas cineríticas. Su composición es básicamente andesítica y ocasionalmente de tipo dacítica. (Palacios, O. 1997).

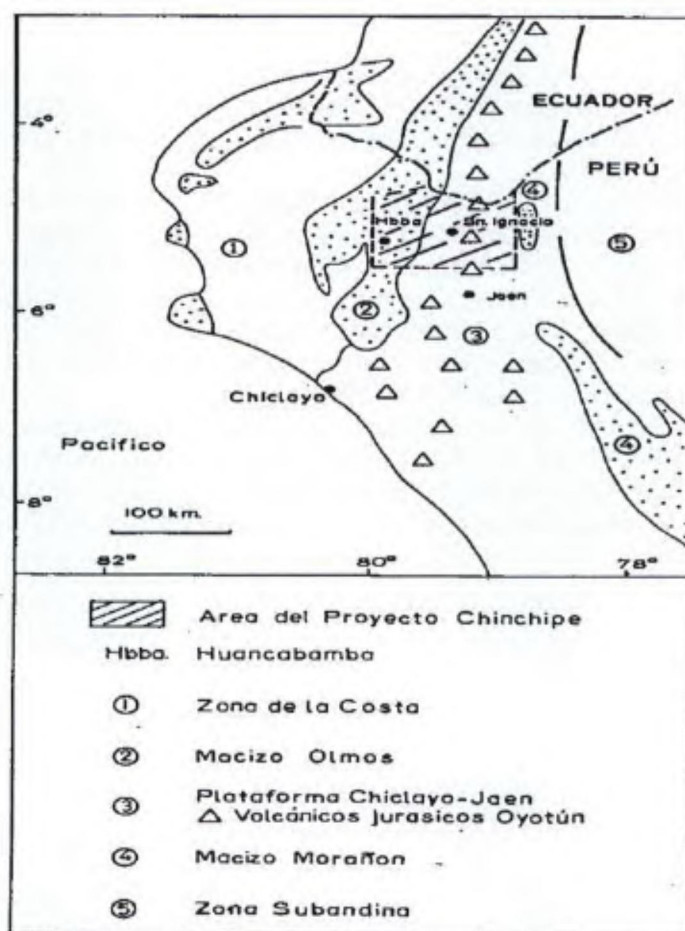


Gráfico N° 03. Afloramientos del Volcánico Oyatun en zona Norte del Perú y zona Sur de Ecuador (Tomado de Winkelmann, L., et al. 1989).

Las rocas volcano-sedimentarias fueron depositadas en un ambiente submarino situado al oeste de la plataforma marina, se considera que es un precursor de cuencas Cretáceas de tras arco. Se puede especular que las formaciones de Oyatun, Río Grande, Jahuay, Guaneros, Volcánico Chocolate, y Junerata, podrían ser metalotectos de depósitos minerales de tipo Sulfuros Masivos Volcanogénicos (VMS) y por lo tanto contener depósitos de Baritina. (Steinmuller, K. et al 2000). (Ver Mapa N° 3-A Blancos de exploración de baritina).

El ejemplo de este tipo de depósito es el yacimiento "San Felipe", ubicado en el distrito de San Felipe, Provincia Jaén, Región Cajamarca. Los depósitos de baritina están asociados con los minerales 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. (Dunin-Borkowski (1996).

La baritina se presenta en vetas de aproximadamente 1.00 m de grosor o en lentes dentro de intrusivos y rocas en los cuales estos intrusivos se emplazaron. Las leyes de baritina están entre los 60 y 85%. Se encuentra acompañada de óxidos de hierro. Las vetas con baritina cruzan en varios lugares a los volcánicos mesozoicos,

dichas vetas, igualmente como los yacimientos exhalativos-submarinos, provienen de la actividad volcánica. (Dunin-Borkowski, E., 1996).

En el Centro del Perú, en las regiones de Huancavelica, Lima, Junín, Pasco y Huanuco. La baritina esta relacionada con los volcánicos del Grupo Casma, el cual rellena las Cuencas Huarmey, y en Piura esta asociada a la Cuenca Lancones, son del tipo sulfuros masivos (VMS) y se extiende hasta el Ecuador y Colombia hacia el norte. Son cuencas marginales abortadas tipo transicional asociadas vulcanismo toleítico a calco-alcalino y a una corteza gradualmente más delgada. Los estudios realizados en los yacimientos de tipo VMS han demostrado la relación genética existente entre los depósitos minerales y la actividad hidrotermal volcánica submarina. (Injoque, J. 2000).

La Cuenca Huarmey esta localizada entre Lima y Trujillo, esta compuesta de 3000 m. de hialoclastitas, lavas almohadilladas y piroclásticos de composición basáltica y andesítica, con secuencias sedimentarias constituida por calizas, lutitas, y rocas clásticas, está relacionado con vulcanismo Albiano de tipo volcano-sedimentario. La baritina ocurre en forma vetiforme como producto de procesos de tipo volcánicos exhalativo submarino y Sub Tipo Andino. La metalogenia del Grupo Casma, clásicamente considerada como típica de VMS, con sus variantes Chipre y Kuroko. (Injoque, J. 2000)

La Cuenca Lancones se localiza en Piura, en el extremo norte del Perú y se extiende hacia el Ecuador, donde se conoce como Formación Celica. Esta cuenca comprende a las formaciones Ereo, La Bocana Lancones, de edades que van del cretaceo inferior al superior, las que alcanzan una potencia de mas de 2000 m. Las rocas consisten de lavas almohadillas, hialoclastitas y tufos de composición andesítica y basáltica, con contenidos menores de dacitas, calizas y areniscas. Es importante mencionar que existen horizontes de ignimbritas félsicas entre las localidades de Lancones e Higuerón. Esta cuenca es de orientación NNE-SSO, de tras arco localizada entre los complejos metamórficos de Olmos al este y Amotapes al oeste. (Injoque, J. 2000).

El ejemplo más saltante en esta formación es el yacimiento "Leonila Graciela", ubicado en el Distrito de Cocachacra, Provincia de Huarochiri, Región Lima, la baritina se presenta en forma de cuerpos lenticulares. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980). De acuerdo al análisis de fácies realizado por Steinmuller, (1987), sugiere que el cuerpo mineralización fue formado en un ambiente de cuenca marina anaeróbica sujeta a extensión a lo largo del noroeste de la fosa, así mismo cree que los fluidos hidrotermales responsables de la deposición de sulfuros tuvieron un bajo Ph, alto contenido de clorita, y temperaturas entre 200 a 250°C, basado en la mineralogía y composición química de los sulfuros. Los fluidos fueron depositados directamente en el piso oceánico o que formaron stockwork de sulfuros que se extendían verticalmente 100 a 200 m. debajo de la superficie oceánica. Este yacimiento se presenta en forma de cuerpos, contiene baritina estratiforme, sulfuros masivos y zonas de stockwork silicicos emplazados en el sinclinal Leonila Graciela y el anticlinal Juanita. La litología esta conformada por volcanoclasticos submarinos, flujos de lava, tufos, brechas con intercalaciones de calizas y margas, que estratigráficamente corresponde a la fase oriental del Grupo Casma, tienen un espesor de 600 m. Esta secuencia ha sido intruida al menos por 2 unidades separadas del Batolito de la costa del Cretaceo Superior. (Guadalupe, E. 1998). En Leonila Graciela la baritina cubre las zonas de sulfuros masivos y esta intercalada con lentes de calcita, pirita y esfalerita. La génesis

de este yacimiento es volcanogénico de tipo fácies estratoligado-sedimentario. (Guadalupe, E. 1998).

Otra ocurrencia tenemos en el Grupo Pucara Formación Chambara, Formación Aramachay, Formación Condorsinga, el mineral de baritina ocurre en la Formación Chambara, en la secuencia de dolomitas e intercalaciones de caliza y calizas dolomíticas, en depósitos de tipo Mississippi Valley, se presenta en forma estratoligado, en vetas pequeñas, Asociado a un volcanismo exhalativo submarino-tipo andino producto de un rifting incipiente relacionado a un régimen tectónico extensional con atenuación de la corteza. (Guadalupe, E. 1998).

En el Sur del Perú, en las regiones de Arequipa, Moquegua y Tacna, escasamente explorados, la ocurrencia de los yacimientos de baritina puede estar relacionada al Volcánico Chocolate, cuya litología es andesita gris a marrón oscuro, que incluyen lechos de calizas arrecifales con fauna del Sinemuriano. Al igual las formaciones Río Grande, Jahuay, Guaneros, Volcánico Chocolate, y Junerata, se formaron bajo el mismo contexto. Debido a que esta ligado a procesos volcánicos submarinos exhalativos. De acuerdo a las correlaciones estratigráficas el Volcánico Chocolate vendría a ser el metalotecto de la zona sur.

A continuación exponemos la cantidad de ocurrencias de baritina por departamentos asociados a las formaciones en el Perú. (Ver Mapa 1-A Principales ocurrencias de depósitos de baritina).

Baritina en el Grupo Oyotun:

Cajamarca (04 ocurrencias)

Lambayeque (03 ocurrencias)

Baritina en el Grupo Casma:

Ica (03 ocurrencias)

Lima (15 ocurrencias)

La Libertad (02 ocurrencias)

Baritina en el Grupo Pucara:

Huanuco (06 ocurrencias)

Huancavelica (05 ocurrencias)

Junín (04 ocurrencias)

Pasco (03 ocurrencias)

Otras formaciones:

Huanuco, Huancavelica, Junín, Lima (16 ocurrencias)

CAPÍTULO II

MERCADO Y PERSPECTIVAS DE LA BARITINA

2. OFERTA Y DEMANDA DE BARITINA EN EL PERÚ

Desde el agotamiento del yacimiento de Cocachacra, que fue por muchos años un generador de divisas al país, no se conoce otro igual, es decir un yacimiento de grandes proporciones, los que actualmente están en producción son pequeños y se encuentran ubicados en las regiones de Junín y Huanuco.

La principal demanda de la baritina en Perú se encuentra en la industria del petróleo y gas utilizada para lodos de perforación, la cual es mayormente satisfecha por la producción nacional; así también en otras industrias, las cuales requieren en parte de importación.

2.1 OFERTA

Se analiza desde el punto de vista de las ocurrencias registradas de baritina en el territorio nacional, la evolución y desarrollo de la producción de esta importante sustancia durante la última década.

2.1.1 Oferta potencial

La oferta potencial de baritina en el Perú (integrada por 61 ocurrencias de baritina) se ha localizado en 11 regiones, siendo las principales Lima 27%, Junín 25%, Huánuco 11%, Huancavelica 10%, Cajamarca 7% y el 20% restante esta distribuido en las otras 6 regiones como se puede apreciar en la tabla N° 1 y Fig. 1.

Actualmente, las regiones mineras con mayor potencial productor de baritina se encuentra en Junín y Huánuco, en donde se explota en forma subterránea aportando el 91% de la producción nacional.

Ocurrencias de Baritina en el Perú
Tabla N° 1

Regiones	N° de Ocurrencias
Cajamarca	4
Huancavelica	6
Huánuco	7
Ica	3
Junín	15
La Libertad	2
Lambayeque	3
Lima	17
Pasco	3
Piura	1
Total	61

Fuentes: Dirección General de Minería Del Ministerio de Energía y Minas (1999-2002), Est. Franjas y Otros INGEMMET

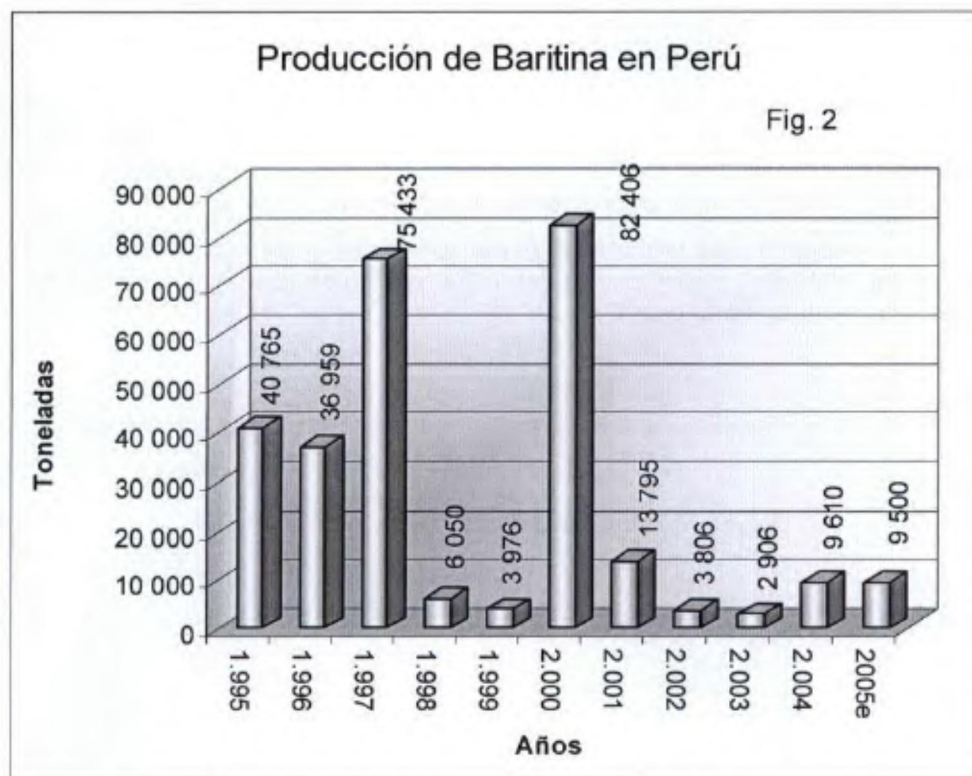


2.1.2 Producción de baritina en el Perú

Según los datos recopilados en las fuentes oficiales del Ministerio de Energía y Minas (Direcciones de Promoción Minera y Estadística), la producción nacional de barita durante el período 1995 - 2005, alcanzó los máximos volúmenes de producción en los años 1997 y 2000, como podemos ver claramente en la Fig.2. Asimismo ésta refleja que la producción ha sufrido notables descensos, los cuales en parte podrían estar relacionados con el agotamiento de las reservas del yacimiento de Cocachacra localizado en la Provincia de Huarochirí de la Región Lima, yacimiento explotado por más de 100 años, permitiendo al Perú ocupar posiciones importantes en la producción mundial.

Otro factor importante que se puede aludir es, la creciente informalidad en la explotación y la poca información registrada en los últimos años, debido a que el país actualmente atraviesa un proceso de regionalización y descentralización, factores que en muchos casos han generado una discontinuación informática.

La producción de baritina esta relacionada estrechamente con la producción la industria del petróleo (lodos de perforación) y el resto para la exportación y otras industrias tales como el de las pinturas, hormigón etc.



Fuente : Estadísticas de de Producción de la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas (1995 al 2005), e = estimado

2.1.3 Producción de baritina por Regiones

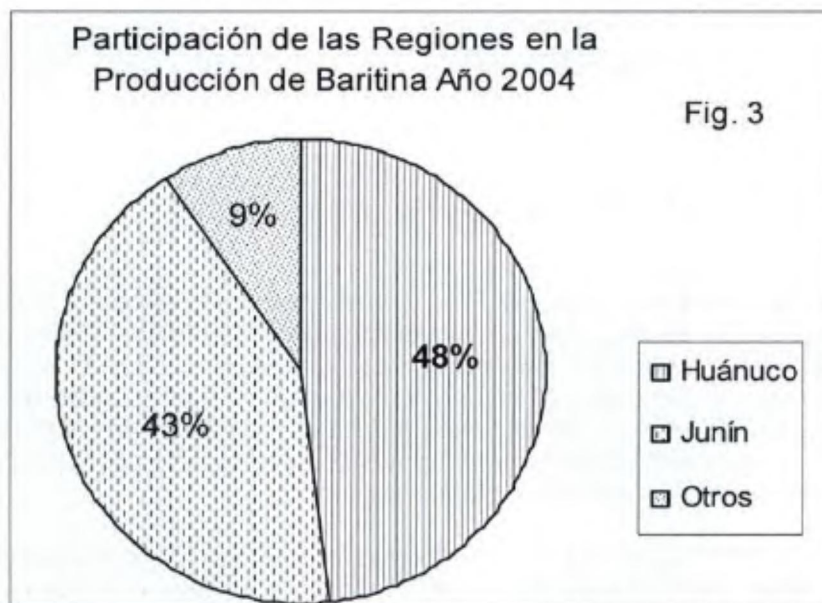
En la tabla N° 2, podemos ver que durante el periodo (1995-2005) más de 6 regiones participaron en la producción de baritina, con la excepción de la región Junín, las demás muestran una discontinuidad en el volumen de producción, siendo por tanto ésta y Huánuco en el año 2004 los principales productores de baritina como nos muestra la figura N° 3.

Producción de Baritina en el Perú por Regiones

Tabla N° 2

Región	1 995	1 996	1 997	1 998	1 999	2 000	2 001	2 002	2 003	2 004	2005e
Huancavelica	493	23	81	0	0	0	255				
Huánuco	6 000	1 172	5 878	0	1 077	3 859	0	0	0	5 086	5 000
Junín	2 094	2 000	2 448	4 025	2 899	3 347	6 356	3 321	2 906	4 524	4 500
Lambayeque	0	0	0	600	0	75 200	0				
Lima	31 578	33 764	67 026	1 425	0	0	6 349				
Pasco	600	0	0	0	0	0	835	485	0	0	0
Otros (1)								1 000	1 000	1 000	1 000
Total	40 765	36 959	75 433	6 050	3 976	82 406	13 795	4 806	3 906	10 610	10 500

Fuente : Estadísticas de de Producción de la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas (1995 al 2005) (1) = Estimado (no registrado e Informales)



Fuente: Elaborado con información del MEM (2004)

2.1.4 Principales Productores

Entre los principales productores de baritina registrados en el periodo 1995 -2005 tenemos:

1. Minerales Andinos
2. S. M. R. L. San Pedro de Huancayo
3. Cia. Minera Agregados Calcáreos
4. Cia. Minera Sierra Central S. A
5. Halliburton del Perú
6. Suárez Orbezo Augurio
7. SMR Tashaca 2
8. H. Torres Miranda Samuel
9. SMRL Pepe 1
10. Cia. Minera Barimayo S.A.
11. Soc. Minera Estrellas Unidas S.A.
12. Churanpi Licas Andrés
13. Huanes Vargas José Américo
14. SMRL Fausta de Huancayo

2.2. ESTRUCTURA DE LA DEMANDA

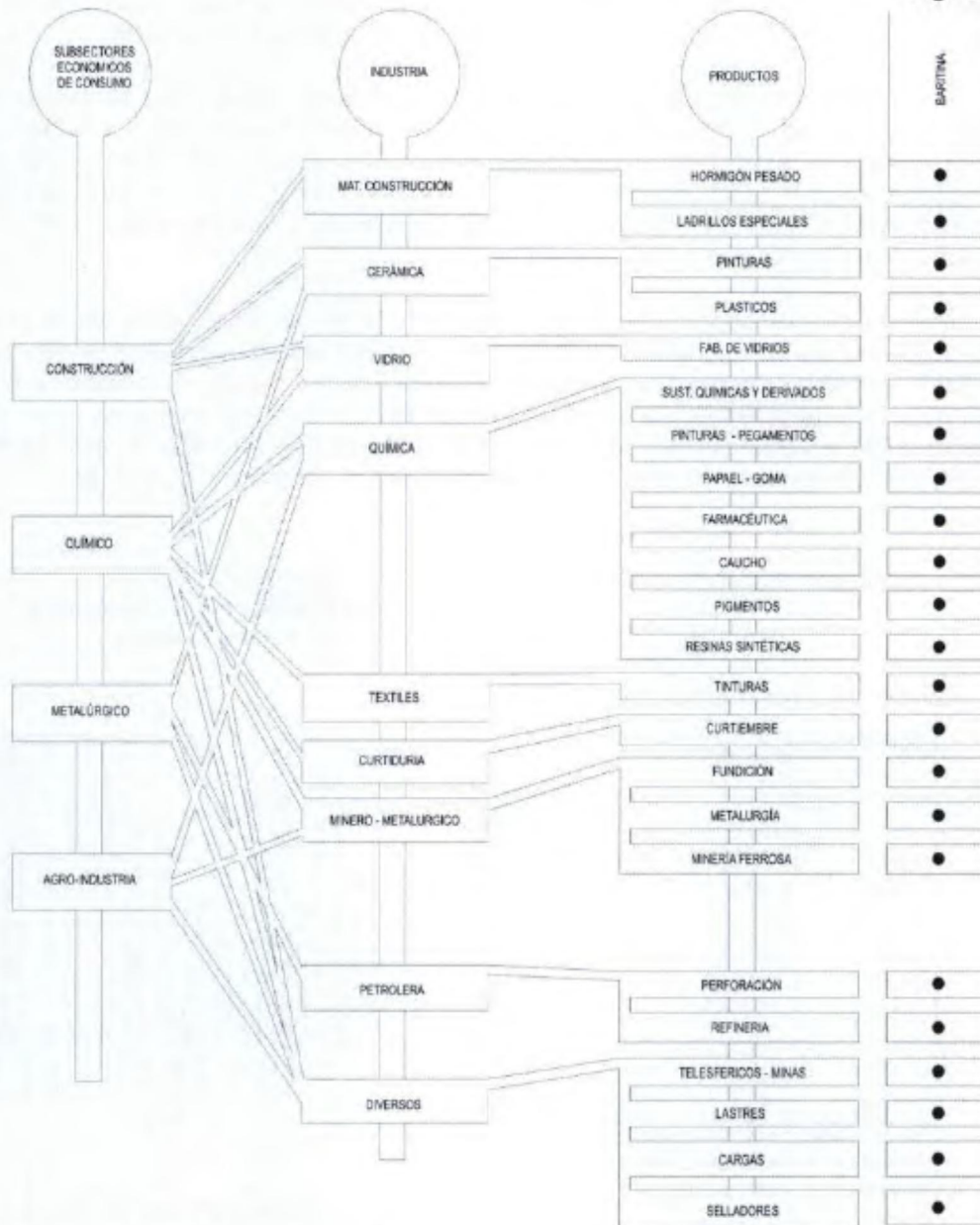
La demanda de la barita en Perú y en el mundo esta relacionada estrechamente con la perforación de pozos petroleros y gas natural, en Estados Unidos más del 90 % de la baritina es consumida para estos fines (Lorenz W. & Gwosdz w. 2003 en rocas carbonatadas y sulfatadas); por lo cual, la producción de baritina depende directamente de los planes de exploración de estas industrias y también diversas industrias que requieren de este importante mineral en sus procesos productivos (pinturas, química, farmacéutica, vidrio, metalurgia, construcción etc.)

En el Perú, no se cuenta con información detallada sobre el volumen de baritina consumida por cada una de las industrias, por lo que se asume que la demanda de este mineral esta estrechamente relacionada con el desarrollo de las industrias petrolera, tanto en el mercado interno como externo.

Con la finalidad de resaltar la importancia, aplicabilidad y usos de los minerales de bario se elaboró la Fig. 4, donde podemos ver claramente la relación directa o indirecta que estos minerales tienen en el proceso productivo, y su incidencia encada uno de los subsectores económicos de país.

ESTRUCTURA DEL CONSUMO DE BARITINA POR SUBSECTORES ECONÓMICO Y PRINCIPALES GRUPOS INDUSTRIALES EL PERÚ

Fig. 4



2.2.1 Consumo aparente

Con la información recopilada del Ministerio de Energía y Minas, ADUANET y del mercado, correspondiente a la producción y comercio de la baritina, se ha estimado su consumo aparente en el Perú para el periodo 1995 – 2006.

Los datos registrados en cuanto a la producción son bastante incompletos, deduciéndose la existencia de un gran porcentaje de informales, cuya producción es acopiada por un exportador, quien registra cifras de ventas al exterior por encima del volumen de producción declarada, especialmente en los años 2003 y 2004.

Así mismo se ha tomado en cuenta el volumen apreciable de producción registrado en los años 1997 (75 433 t) y 2000 (82 406 t), asumiéndose que parte de estos estarían representando un stock capaz de cubrir la demanda interna durante el período de estudio. Considerando que la actividad petrolífera en el país, principal consumidor de este importante mineral no ha paralizado y con ello corregir el sesgo ocasionado por la desinformación existente.

Por tanto el consumo aparente de baritina en el Perú, está dado por la producción menos las exportaciones las importaciones y más el stock acumulado, cuyo resultado podemos apreciar en la tabla N° 3 y Fig. 5, donde es notorio que las importaciones realizadas durante el periodo son mínimas a excepción de las cifras para los años 1997 y 1998 que se importó para la industria del petróleo, el resto viene a satisfacer las exigencias de algunas industrias (química, farmacéutica y otras).

Consumo Aparente de Baritina en el Perú
Tabla N° 3

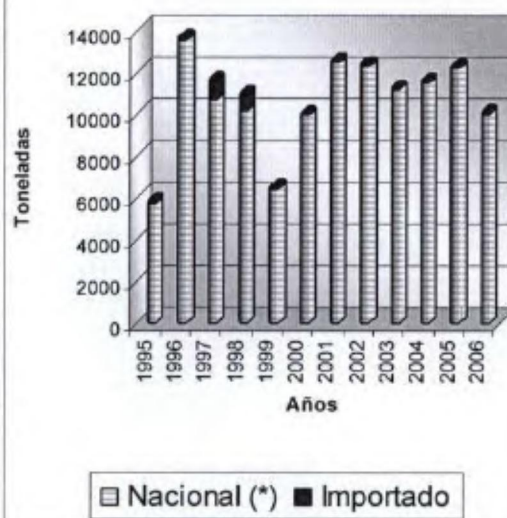
Años	Nacional (*)	Importado	Consumo Aparente
1995	5 778	4	5 782
1996	13 618	32	13 650
1997	10 736	876	11 613
1998	10 215	702	10 917
1999	6 474	1	6 475
2000	10 000	6	10 006
2001	12 513	6	12 519
2002	12 360	1	12 361
2003	11 246	0	11 246
2004	11 557	6	11 563
2005	12 255	2	12 257
2006e	10 062	2	10 064

Fuente : Estadísticas de Producción de la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas (1995 al 2005) y Sunat (ADUANET) e = estimado

(*) Producción más Stock

Evolución del Consumo Aparente de Baritina en el Perú

Fig. 5



2.3 COMERCIO EXTERIOR

En lo referente al comercio exterior de la baritina en el Perú, según la fuente oficial de información oficial de ADUANAS – SUNAT para el periodo 1995 – 2005, estas consistieron en la exportación de sulfato de bario natural y la importación de sulfato de bario natural o baritina y carbonato de bario natural o witerita, esta última viene sustituyendo a la primera por poseer similares propiedades.

2.3.1 Importaciones

En la tabla N° 4 presentamos la evolución de las importaciones peruanas de minerales de bario durante el período 1995 – 2005, donde podemos observar que la tendencia de éstas fue decreciente. Siendo muy pequeñas las cantidades importadas a excepción de las cifras registradas para los años 1997 y 1998 en el caso del sulfato de bario natural o baritina que fueron importadas para la industria petrolera, baritina como solución estándar para uso industrial. A partir del año 1999 se reduce drásticamente el volumen de importación, que tan solo fue dirigido a las industrias de la cerámica, pinturas, química, farmacéutica, explosivos y mineras las que requieren este mineral con características especiales.

En el caso del carbonato de bario natural o witerita se importó volúmenes pequeños, los que en algunos años no representaron ni a media tonelada. Estos minerales estuvieron dirigidos a las industrias: minera, cerámica y a la de fabricación de explosivos.

Evolución de la Importación Peruana de Baritina

Tabla N° 4

AÑO	Sulfato de bario natural		Carbonato de bario natural	
	Toneladas	CIF US\$	Toneladas	CIF US\$
1995	4	1 022	0	0
1996	46	48 243	20	18 253
1997	876	265 165	0	135
1998	695	317 945	0	0
1999	5	6 382	7	5 720
2000	6	5 590	2	2 458
2001	6	4 132	0	0
2002	1	1 059	0	0
2004	6	4 920	0	0
2005	1	2 253	1	1 752
2006e	1	2 289	1	1 752

Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (1998 - 2006) e = Estimado

2.3.2 Importación por países de origen

En las tablas N° 5 y 6 podemos ver claramente la participación por países de origen en la importación peruana de los minerales de baritina y witerita, siendo estas discontinuas mayormente durante los años del presente siglo. Sin embargo podemos mencionar que según la información obtenida de ADUANET del Perú. Los costos por flete y seguros tienen mucha incidencia en el costo CIF (puesto en el Puerto del Callao). Las Figs. 6, 7 y 8 nos dan una idea clara de la incidencia que tiene el flete y el seguro, lo mismo que la distancia del puerto de origen en la importación de estos minerales. Así también juega un papel importante la cantidad, cuando esta es mayor la incidencia es menor y viceversa.

Importación de Sulfato de Bario Natural (Baritina) por Países de Origen

Tabla N° 5

Países	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006e	
	Cant. T.M	Valor CIF US\$	Cant. T.M	Valor CIF US\$	Cant. T.M	Valor CIF US\$	Cant. T.M	Valor CIF US\$	Cant. T.M	Valor CIF US\$	Cant. T.M	Valor CIF US\$	Cant. T.M	Valor CIF US\$
Estados Unidos	1	694	6	4 132	1	1 059			0	263	1	500	1	439
Filipinas	4	2 437												
Bélgica	1	1 250												
Francia	1	1 208												
Holanda									1	914				
China									5	3 742				
Alemania											1	1 752	1	1 850
Total	7	5 590	6	4 132	1	1 059	0	0	6	4 920	2	2 253	2	2 289

Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (1998 - 2006) e = Estimado

Importación de Carbonato Natural (Witerita) de Bario por Países de Origen

Tabla N° 6

AÑO	1996		1997		1999		2000		2005		2006	
	Cant. T.M	Valor CIF US\$	Cant. T.M	Valor CIF US\$	Cant. T.M	Valor CIF US\$	Cant. T.M	Valor CIF US\$	Valor CIF US\$	Cant. T.M	Valor CIF US\$	Valor CIF US\$
Reino Unido	20	18 253										
Estados Unidos			0	135								
Chile					4	2 277						
Alemania					3	3 443						
Bélgica							1	1 250	1	1 752	1	1 752
Francia							1	1 208				
Total	20	18 253	0	135	7	5 720	2	2 458	1	1 752	1	1 752

Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (1998 - 2006) e = Estimado

Estructura de los precios de Importación de Sulfato de Bario Natural (baritina) en

Años	Puerto de origen	Incidencia			Puerto de destino		
	FOB_US \$	Flete US \$	Seguros US \$	CIF US \$	Toneladas	Precio US\$/t.	
1 995	203	816	4	1 022	4	282	
1 998	230 255	84 244	3 446	317 945	695	458	
2 000	1 860	1 251	20	3 131	4	765	
2 002	876	179	4	1 059	1	1 993	
2 005	221	279	1	500	0	1 161	

Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (1998 - 2006) e = Estimado

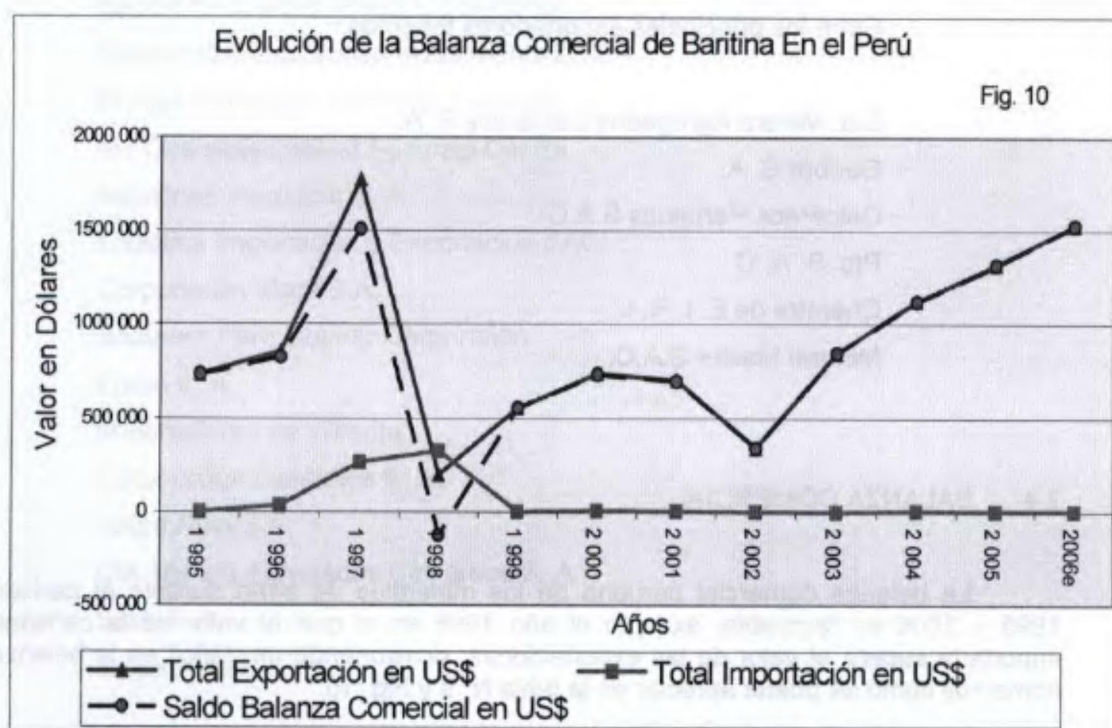


Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (1998 - 2006e)
e = estimado

2.3.3 Principales importadores

Entre los principales importadores durante el periodo de estudio figuran los siguientes:

Summit Drilling Fluids South Suc. en Lima



Fuente: Elaborado en base a la información de SUNAT - ADUANET (Estadísticas de Comercio Exterior 1995 - 2006 Lima, Perú) e = Estimado

2.5 PRECIOS

Los precios recopilados de la revista Industrial Minerals (1995 – 2006) y que se presenta en la tabla N° 10, reflejan una variación en relación al tipo del mineral y al uso industrial que esté dirigido, también se registra un descenso en la cotización de los minerales en algunos años, así también un sostenimiento de algunos productos (como el micronizado) y la subida de otros (por Ej. la calidad para pinturas), Sin embargo se debe tener presente que estos precios son indicativos o referenciales en cuyos rangos deben estar fluctuando los precios reales .

Durante 1996 – 2006 la barita china experimentó variación en su cotización promedio anual de alrededor de 9%, es decir del precio CIF costa del Golfo la cual en 1996 era 52-55 dólares/tonelada pasa a 62-64 dólares/tonelada para el año 2006. La barita de la India y de Marruecos, también experimentaron descenso en sus cotizaciones entre los años 1998 a 2003 para luego a partir de este año presente un incremento en los últimos 3 años,

Exportación Peruana de Sulfato de Bario Natural (Baritina).

Tabla N° 7

Años	Cantidad Toneladas	Valor FOB US\$
1 995	34 987	734 616
1 996	23 341	856 705
1 997	64 697	1 772 866
1 998	835	198 612
1 999	3 502	557 212
2 000	7 591	740 629
2 001	7 281	703 835
2 002	2 446	342 311
2 003	7 660	846 590
2 004	11 053	1 125 185
2 005	13 245	1 317 642
2006e	15 438	1 528 333

Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (1998 - 2006) e = Estimado

2.3.5 Exportación por países de destino

Según la información de ADUANET Perú correspondiente a las exportaciones peruanas de baritina durante el periodo 2000 – 2006, y que se resume en la tabla N° 8, y Fig. 9, donde se puede apreciar que éstas estuvieron mayormente dirigidas al mercado Latino Americano, siendo nuestro principal comprador Ecuador con 79% en relación a los demás países.

Durante este periodo se registró la exportación de minerales de baritina de tipo blanca y gris micronizada, cuyos precios varían de país a país en un rango de US\$ 99 /t. a US\$ 294/t.



Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (1998 - 2006) e = Estimado

Exportación de Sulfato de Bario Natural (Baritina) por Países de Destino

Tabla N° 8

Años	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006e	
	Cant. T.M	Valor FOB US\$	Cant. T.M	Valor FOB US\$	Cant. T.M	Valor FOB US\$	Cant. T.M	Valor FOB US\$	Cant. T.M	Valor FOB US\$	Cant. T.M	Valor FOB US\$	Cant. T.M	Valor FOB US\$
Bolivia	10	2 630	35	9 205	57	14 991	50	13 150	30	7 890	45	12 352,5	100	27 450
Chile	591	180 116	412	121 876	527	141 071	1 477	298 724	527	142 929	527	155 006	600	176 594
Colombia	80	27 680	161	55 700	140	48 444	160	55 360	160	55 360	240	87 607	250	91 258
Ecuador	6 890	526 136	6 657	513 934	1 701	133 500	5 974	479 357	6 251	450 914	10 408	850 709	12 000	982 635
Italia	0	168												
Panamá	20	3 900	16	3 120	20	3 900			14	2 730	5	1 047	5	1 047
Australia					1	385			1	385				
Estados Unidos					0	10					1 166	120 348	1 300	125 000
Venezuela					0	10			4 069	464 972	833	85 962	1 160	119 734
Sud África									0	5				
Turquía											22	4 610	23	4 615
Total	7 591	740 629	7 281	703 835	2 446	342 311	7 660	846 590	11 053	1 125 185	13 245	1 317 642	15 438	1 528 333

Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (1998 - 2006) e = Estimado

2.3.6 Principales exportadores

Entre los principales exportadores tenemos:

Cia. Minera Agregados Calcáreos S. A.

Geobar S. A.

Calcáreos Peruanos S.A.C

Ptc. S. A. C

Chemtra de E. I. R. L.

Mineral Master S.A.C.

2.4 BALANZA COMERCIAL

La balanza comercial peruana de los minerales de bario durante el periodo 1995 – 2006 es favorable, excepto el año 1998 en el que el valor de la cantidad importada supera al valor de las exportaciones, ocasionando un déficit en la balanza comercial como se puede apreciar en la tabla N° 9 y Fig. 10.

La caída de la producción peruana por motivos expuestos en el presente informe, motivó la disminución considerable de las exportaciones y por ende el menor ingreso de divisas al país. Sin embargo en los últimos años de la presente década la exportación se torna positiva con tendencia al crecimiento, al contrario de las importaciones que tienen una tendencia casi estacionaria.

Evolución de la Balanza Comercial Peruana de Baritina

Tabla N° 9

Años	Balanza Comercial		
	Total Exportación en US\$	Total Importación en US\$	Saldo Balanza Comercial en US\$
1 995	734 616	1 022	733 594
1 996	856 705	32 463	824 242
1 997	1772 866	265 165	1 507 701
1 998	198 612	325 935	-127 323
1 999	557 212	662	556 550
2 000	740 629	5 589	735 040
2 001	703 835	4 132	699 703
2 002	342 311	1 059	341 252
2 003	846 590	0	846 590
2 004	1125 185	4 919	1 120 266
2 005	1317 642	2 252	1 315 390
2006e	1528 333	2 252	1 526 081

Fuente: Elaborado en base a la información de SUNAT - ADUANET (Estadísticas de Comercio Exterior 1995 - 2006 Lima, Perú)

Evolución de los Precios Internacional de la Baritina

Tabla N° 10

Tipos	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Baritina para pintura											
Molida blanca 350 #, 96-98% BaSO ₄ , \$/t	122-138	118-133	118-133	118-133	137-155	134-152	134-152	134-152	134-152	134-152	134-152
Micronizada, min. 99 % < 20 µ, \$/t	88-94	85-91	85-91	85-91	99-106	97-103	97-103	97-103	97-103	97-103	97-103
Baritina para lodos											
Sin moler, OCMA/API, granel, fob Marruec., \$/t	40-42	40-42	40-42	39-41	39-41	39-41	39-41	39-41	39-41	39-41	39-41
Molida, empaquet., p.e. 4,22, fob Marruec., \$/t	75-80	75-80	75-85	75-85	75-85	75-85	75-85	75-85	75-85	75-85	75-85
Molida OCMA/API, empaq., fob Turquía, \$/t	60-64	64-66	64-68	68-70	68-70	68-70	68-70	68-70	68-70	68-70	68-70
Molida, granel, OCMA, deliver. Aberdeen, \$/t	28-33	27-32	30-33	30-33	35-39	34-38	34-38	34-38	34-38	34-38	34-38
Molida, granel, OCMA, deliver. Gt Yarmouth, \$/t	33-38	32-36	35-39	35-39	41-46	40-45	40-45	40-45	40-45	40-45	40-45
API, en trozos, cif costa del Golfo, \$/t											
• China	52-55	50-53	44-66	42-44	43-46	45-48	42-46	42-47	50-64,50	58-60	62-64
• India	52-53	52-55	50-52	42-45	48-51	48-51	48-50	47-49	69-71	69-71	68-70
• Marruecos	52-54	52-54	51-53	50-52	50-52	50-52	50-52	50-52	62-65	67-69	67-69

Fuente: Industrial Minerals (1996 - abril 2006)

En la tabla N° 11 podemos observar los precios de la baritina peruana, varían de país a país, también en relación al volumen y calidad de los mismos, de allí el precio mas bajo representa los minerales de bario que van al Ecuador que es nuestro principal comprador de esta materia prima. Cabe señalar que los precios de exportación de nuestra baritina están por encima de la cotización internacional.

Precio de la Baritina Peruana por
Países de Destino Año 2005

Tabla N° 11

País	US\$/t
Bolivia	274,5
Chile	294
Colombia	365
Ecuador	82
Panamá	208
Turquía	210
Estados Unidos	103
Venezuela	103

Fuente: Elaborado en base a la Información de ADUANET (2005)

En la tabla N° 12 se presenta los precios promedios referenciales correspondientes a la baritina que consumen los diversos grupos industriales en el Perú. Estos precios varían de industria a industria y también guardan relación con el tipo y procedencia de los mismos, siendo más significativos aquellos que requieren de la importación para cubrir sus necesidades.

Precios Referenciales de Baritina por Grupos Industriales (CIU = Codificación industrial internacional única)

Tabla N° 12

CIU	Actividades Industriales	Precios US\$
1110	Extracción de petróleo crudo y gas natural	40-50
1120	Actividades de tipo servicio relacionadas con la extracción de petróleo y de gas, excepto las actividades de prospección de minerales	45-60
1911	Curtido y adobo de cueros	70-85
2102	Fabricación de pasta de papel, papel y cartón	120-150
2320	Fabricación de productos de refinación del petróleo	60-70
2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos de nitrógeno	250-700
2413	Fabricación de plásticos en formas primarias y de caucho sintético	30-50
2422	Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas	100-200
2423	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos	120-300
2429	Fabricación de otros productos químicos	100-300
2610	Fabricación de vidrio y de productos de vidrio	30-75
2691	Fabricación de productos de cerámica no refractaria para uso no estructural	100-300
2692	Fabricación de productos de cerámica refractaria	120-150
2693	Fabricación de productos de cerámica no refractaria para uso estructural	50-90
2695	Fabricación de artículos de hormigón pesados	40-150
2710	Fabricación de productos primarios de hierro y acero	50-75
2732	Fundición de metales no ferrosos	45-80
2811	Fabricación de productos metálicos para uso estructural	40-70

Fuente: Estimado en base a la inf. de ADUANET, MEM, el Mercado e Industrial Minerals (2005-2006) (CIU = Codificación industrial Internacional única)

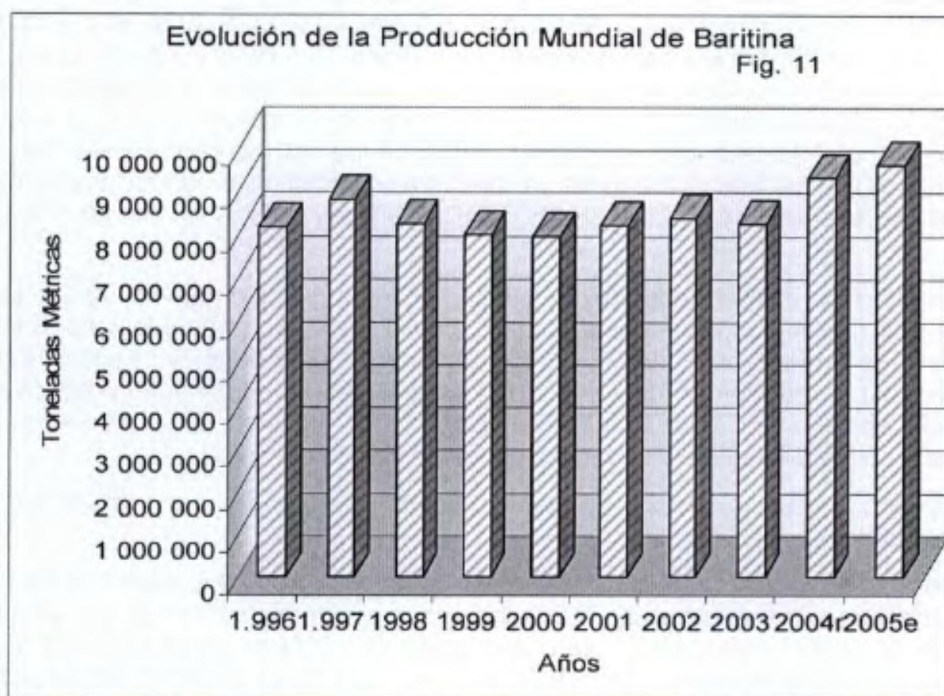
2.6. OFERTA MUNDIAL

La baritina es un mineral relativamente común, de bajo precio y producido en más de 40 países. El comercio internacional es muy intenso, se exporta crudo en grandes volúmenes principalmente para la perforación de pozos petroleros. Según la información del Minerals Yearbook (2002 – 2004) del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS), señala que la producción de cada uno de los países productores de baritina en el mundo durante las cuatro últimas décadas fue variada. Se desarrolló de acuerdo al área de influencia y al grado de avance alcanzado por los países petroleros a excepción de la China, que su participación ha crecido en forma vertiginosa.

La participación de Perú en la producción y exportación de baritina, que en décadas pasadas tuvo una apreciable posición, descendió considerablemente, es decir de 331 695 toneladas en 1977 bajo a 9610 toneladas en el año 2005.

2.6.1 Producción mundial

La Fig. 11, indica que la producción mundial total de baritina durante el periodo 1996 - 2005, en conjunto muestra una lenta tendencia ascendente, siendo la tasa de crecimiento promedio anual del 2.9%, es decir de 6 090 000 t. en 1996 pasó a 9 870 000 t en el año 2005 como producto de las alzas y bajas experimentadas en sus producciones de cada uno de los países participantes.



Fuente:Elaborado con información de Minerals Yearbook , USGS, Estadística (1996 - 2006)

2.6.2 Producción mundial por principales países

En la tabla N° 13 y Fig. 10 se puede ver la estructura de la producción mundial de baritina durante la última década. En el año 2005 China ocupa el primer lugar con el 53% seguida por la India con el 13%, Estados Unidos 6%, Maruecos 5%, Irán 4% y el 19% restante los demás países.

Durante el periodo 1996 - 2005, los países productores de baritina experimentaron variaciones en el volumen anual de producción, destacándose entre aquellos los que influyeron positivamente como: China que creció a un ritmo promedio anual del 5%, India registra un sorprendente crecimiento promedio anual de más del

17%, Irán con el 7% de crecimiento promedio anual, Marruecos creció a un promedio anual del 2.5%. También crecieron positivamente Australia, Argelia, Brasil, Bolivia, Francia, Kazakhstan, Pakistán, España, Tailandia, Turquía, Vitnan. etc.

Al contrario los países que registraron descensos en el volumen de sus producciones de baritina durante la última década fueron: Estados Unidos que registra una baja promedio anual del 2.5%, México lo hace a un ritmo promedio anual del 4.2%, también disminuyen su volumen de producción Canadá, Argentina, Chile, Perú, Bulgaria, Reino Unido, Egipto, Rusia, etc.

El mercado Chino viene siendo el principal productor y exportador barato de baritina a los mercados mundiales. Sin embargo, entre el 2003 al 2005, el precio de importación registrado para la baritina china creció cerca de 33%, y los precios para la baritina de los otros países de exportación principales (la India y Marruecos) se levantaron semejantemente. Según Mineral Commodity Summaries. U.S. Census Bureau 2004 los factores que empujaron hacia arriba los precios chinos fueron ocasionados por altos costos de la carga marítima, congestión portuaria, problemas con logísticas internas de la carga, y la rebaja de impuestos a la exportación de baritina.

China representa prácticamente más de la mitad de la producción mundial de baritina. Siendo la principal región productora Guangxi, con el 50% del total de la producción; otras regiones importantes son Hunan, Guizhou, Guangdong y Fujian. Está concentrada su producción de barita exclusivamente para la industria del petróleo en la provincia de Guangxi. Casi todas las exportaciones siguen siendo de barita en trozos y el proceso de molienda se realiza en los países de consumo.

India, segundo productor mundial de baritina cuenta con grandes reservas de barita en Andhra Pradesh.

En Mercado de los Estados Unidos se estima que los recursos identificados de barita ascienden a 150 millones de toneladas; los recursos hipotéticos le suman 150 millones de toneladas más. Los recursos mundiales de barita en todas las categorías son alrededor de 740 millones de toneladas, pero sólo alrededor de 200 millones están identificadas (Mineral Commodity Summaries. U.S. Census Bureau 2004).

Estados Unidos tercer productor de baritina en el mundo, en este mercado existen menos productores de barita que en Europa. En los últimos años el mercado ha sido sumamente competitivo y como resultado muchos productores comentaron sobre una situación prolongada de precios bajos.

La producción interna del mineral proviene principalmente de Nevada y pequeños montos de Georgia. Alrededor del 95% de la barita se utilizó como agente de carga en líquidos de perforación de pozos de petróleo y gas natural. Los embarques se destinaron principalmente a la industria de perforación de gas natural en Colorado y Wyoming. El Golfo de México y los Estados de Louisiana, Texas, New México y Oklahoma tienen alrededor del 70% de la producción total de gas en Estados Unidos. Origen de las importaciones: China, 89%; India, 8% y otros, 3%.

Marruecos, ocupa el cuarto lugar en la producción mundial de barita, compite con China y la India, la mayor parte de su producción está enfocada a materias primas para lodos de perforación. La principal productora Cia. Marocaine des Barytes (Comabar) actualmente no está produciendo barita para los mercados de no-perforación.

Irán, es un gran productor de barita con empresas como Irán Barite Falat Co. con barita para lodos de perforación.

En el mercado Europeo, los productores más importantes relacionados con las actividades industriales de la baritina son: Alemania (Sachtleben Bergbau, su filial

pertenece al mismo grupo que Chemical Products Corp (CPC). Las minas de NRO tienen una capacidad de 50 mil ton/año sin realizar importaciones. Las reservas de barita están calculadas para 15 a 20 años al ritmo de minado actual. La barita de Georgia es un mineral residual, lo que significa que la roca de barita está suspendida en arcilla con restos de hierro.

CPC es el principal productor de carbonato de bario y compra una tercera parte de sus insumos de China, y las dos terceras partes restantes a NRO, ésta última es el proveedor líder del nicho de mercado americano, que contempla desde aplicaciones de hospitales, salas de terapia radioactiva, hasta plantas de investigación nuclear. En general NRO y Cimbar atienden diferentes mercados pero compiten en el mercado de fricción. Cimbar Performance Minerals es una de las empresas líderes del mercado americano, ofreciendo barita de alta blancura tanto para pinturas como para polímeros y grados más bajos para aplicaciones de relleno en general.

Después del cierre inexplicable de las minas de Cartersville en 2002/2003 y en Missouri en 1999, quizá por la decisión de enfocarse a importar mineral barato; el cual proviene en su mayoría de China.

La producción interna del mineral proviene principalmente de Nevada y pequeños montos de Georgia. Alrededor del 95% de la barita se utilizó como agente de carga en líquidos de perforación de pozos de petróleo y gas natural. Los embarques se destinaron principalmente a la industria de perforación de gas natural en Colorado y Wyoming. El Golfo de México y los Estados de Louisiana, Texas, New México y Oklahoma tienen alrededor del 70% de la producción total de gas en Estados Unidos. Origen de las importaciones: China, 89%; India, 8% y otros, 3%.

Marruecos, ocupa el cuarto lugar en la producción mundial de barita. Compite con China y la India, la mayor parte de su producción está enfocada a materias primas para lodos de perforación. La principal productora Cia. Marocaine des Barytes (Comabar) actualmente no está produciendo barita para los mercados de no-perforación, pero es una importante proveedora mundial de productos para lodos de perforación. La segunda mayor productora es Ste Nord Africaine de Recherches et d'Exploitation des Mines d'Argana ubicada en Argana. La empresa Industrie Miniere Marocaine (IMM) tiene una capacidad de 40 mil ton/año, de la que la mitad se dirige a un mercado diferente a la perforación.

Irán, es un gran productor de barita con empresas como Irán Barite Falat Co. con barita para lodos de perforación.

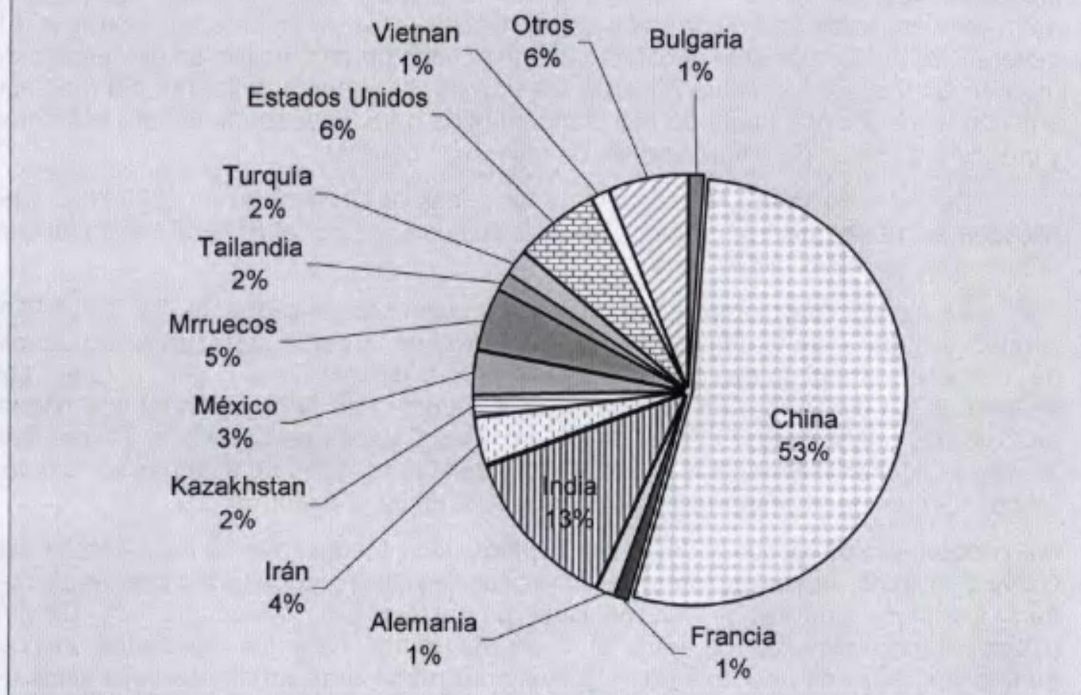
En el mercado Europeo, los productores más importantes relacionados con las actividades industriales de la baritina son: Alemania (Sachtleben Bergbau, su filial Deutsche Baryt Industrie-Rudolf Alberti, Fluß und Schwerspatwerke, perteneciente ésta al grupo BAYER), Francia (Société Barytine de Chaillac, filial de la alemana Kali Chemie), Italia (Bariosarda) y Reino Unido (M-I Great Britain Ltd, Swan Industrial Minerals Ltd, Laporte Industries, etc.).

El Mercado Iberoamericano, está representado por la producción de México y Brasil los que parte de su producción se exporta a los Estados Unidos.

México, es un país productor de Baritina siendo la principal empresa explotadora de Sonora SA. El principal uso de la barita en México, es en la perforación de pozos petroleros; en promedio el 95% de la producción nacional se destina a esta actividad; por lo cual la producción de barita depende directamente de los planes de exploración minera y/o petrolera. El 5% restante lo consume la industria de la pintura (pintura para automóviles) y para las salas de rayos X.

Participación de los Principales Países en la Producción de Baritina Año 2005

Fig. 12



Fuente: Elaborado con información de Minerals Yearbook, USGS, Estadística (1996 - 2006)

Producción Mundial de Baritina por Países
(En toneladas Métricas)

Tabla N° 13

Pais	1 996	1 997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004r	2005e
Afganistan	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	1 500
Argelia	31 348	39 140	37 006	50 150	51 925	43 501	45 000	45 649	47 945	52 813
Argentina	14 038	13 121	13 500	4 365	4 500	3 536	3 005	3 261	3 500	3 000
Australia	12 000	15 000	13 000	18 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
Bélgica	30 000	30 000	40 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000
Bolivia	4 745	4 402	2 500	6 005	3 050	6 253	6 100	1 851	2 000	5 800
Bosnia Herzegovina	500	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	1 851	1 900	1 900
Brasil, beneficiated	39 682	51 961	46 632	44 906	53 741	55 000	55 000	55 000	59 612	60 500
Bulgaria	120 000	120 000	100 000	120 000	120 000	100 000	90 000	95 000	95 000	95 000
Birmania	24 679	17 111	22 004	24 651	30 370	31 015	20 000	2 000	2 224	3 000
Canadá	58 000	77 000	90 000	123 000	67 000	23 000	13 000	23 000	20 601	21 000
Chile	2 559	2 654	1 430	823	1 026	584	600	229	31	30
China	2 800 000	3 500 000	3 300 000	3 500 000	3 500 000	3 600 000	3 100 000	3 500 000	3 900 000	4 200 000
Colombia	6 800	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Ecuador						1 181	1 180	2 139	2 350	240
Egypte	7 840	1 125	300	500	500	500	500	500	500	500
Francia	75 000	75 000	75 000	75 000	75 000	75 000	75 000	81 000	82 000	82 000
Georgia	20 000	20 000	20 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000
Alemania Ba2SO4e vend	121 476	118 698	120 000	120 000	120 000	120 000	120 000	109 500	93 624	95 000
Grecia oree toscó	671	905	800	800	800	800	800	800	800	800
Guatemala	2 776	2 800	0	75	113	100	100	100	70	70
India	369 500	409 498	749 412	360 000	840 000	850 000	600 000	675 000	723 000	1 000 000
Iran	150 000	181 174	187 677	183 850	185 000	218 000	220 000	180 000	275 607	280 000
Italye	80 463	26 300	30 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	12 000
Kazakhstan	50 000	38 000	9 000	13 300	14 000	45 000	40 000	40 000	120 000	120 000
Kenia	20	20	10	0	0	0	0	0	0	0
Corea, Northe	110 000	120 000	100 000	70 000	70 000	70 000	70 000	0	0	0
Corea, Republic de	80	105	0	0	30	0	0	0	50	100
Laos	6 000	8 000	9 050	7 900	2 000	1 700	2 000	18 070	10 470	15 000
Malasia	17 458	2 606	1 580	13 506	7 274	649	700	0	0	0
México	470 028	236 606	161 555	157 953	127 420	145 789	150 000	287 451	306 668	274 700
Marruecos	288 308	343 314	353 436	328 945	320 243	343 557	471 102	356 394	355 800	360 000
Nigeria	0	4 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
Pakistan	18 582	23 390	20 657	20 505	21 234	22 000	25 000	25 000	44 200	44 000
Perú	37 103	63 727	7 506	3 512	11 403	11 031	11 500	2 906	3 606	3 700
Rumania, procesado	12 541	12 000	10 327	4 641	4 268	2 849	3 000	2 000	8 000	5 000
Rusia	70 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000	63 000	63 000
Arabia Saudita	8 000	8 000	8 000	7 000	8 000	9 000	9 000	9 000	10 000	0
Eslovaquia, concentrado	45 000	62 000	15 000	16 000	14 000	14 000	15 000	14 000	14 000	10 000
Sudáfrica	7 428	2 071	610	2 844	1 628	0	0	0	0	0
España Ba2SO4 vendibk	28 000	28 000	28 000	28 000	26 000	26 000	26 000	44 660	45 000	45 000
Tailandia	48 074	54 817	105 221	76 092	56 180	23 559	25 000	115 600	211 278	120 000
Túnez	15 360	12 841	8 011	530	3 702	2 208	5 539	3 000	1 800	0
Turquia, la carrera - de -	104 872	226 594	160 042	150 058	120 893	100 000	120 000	119 648	134 504	155 000
Reino Unido	102 000	74 000	68 000	59 000	55 000	60 000	60 000	59 000	60 000	60 000
Estados Unidos	662 000	62 000	476 000	434 000	392 000	400 000	420 000	468 000	532 000	489 000
Vietnam					52 529	41 114	60 228	81 456	101 040	116 000
Otros	15 089	627 418	99 132	196 489	39 573	134 655	417 226	5 474	4 679	3 747
Total	6 090 000	6 780 000	6 560 000	6 360 000	6 580 000	6 741 181	6 441 180	6 586 139	7 434 459	7 870 000

Fuente: Minerals Yearbook, USGS, Estadística (1996 - 2006). R = revisado, e = estimado

2.6.3. Principales países importadores

Entre los principales países importadores de baritina figuran (Estados Unidos) es el principal importador (1 - 2 millones de toneladas) provenientes de China en más de 80%. Solvay es una de las empresas consumidoras de mineral chino, en el 2004 demandó un volumen promedio de 80 mil toneladas de baritina requerida por la industria química y para la producción de carbonato de bario y otros productos. Otra empresa importante es Sachtleben Chemie que importa una cantidad similar de baritina para su producción de blanco fijo y suma más del 50% del total de la producción de barita sintética en Europa con una producción anual de 75 mil toneladas. Así también las empresas Sachtleben importa baritina blanca de Europa y Sibelco importan sobre las 30 mil toneladas (directamente o a través de traders).

Canadá, es otro importador importante de baritina en trozos para su aplicación en diversos productos, así también son importadores la India, Marruecos, Irán, Kazakhsan, Alemania, Reino Unido, Venezuela y Japón

2.6.4 Principales países exportadores

China es el principal exportador de baritina y por muchos años viene abasteciendo a bajos precios a los diversos mercados en el mundo, esta reconocida que la mejor barita blanca de la China es incomparable en términos de calidad y disponibilidad de volumen en el mundo, actualmente abastece a los mercados de Europa y Norteamérica.

También son exportadores India, Marruecos, Estados Unidos, Irán, Canadá, México, Kazakhsan, Alemania, Reino Unido, Brasil, Argentina, etc.

2.6.5 Consumo mundial

Según la información del Minerals Yearbook (2005), alrededor del 80% de la baritina que se produce en el mundo es empleada para acondicionamiento de los lodos de perforación de pozos de petróleo y gas natural, por lo que su consumo está íntimamente ligado al desarrollo de la actividad de hidrocarburos. Durante la última década los mercados en el mundo fueron inundados por exportaciones chinas e indias a bajo precio, lo que provocó el cierre de numerosos productores de Estados Unidos, Europa Occidental y Japón. Así mismo durante este periodo se abrieron nuevos proyectos de explotación, como los de MI Great Britain Ltd. en Escocia (200 kt/a de calidad para lodos), Compañía Minera Sarda (Cominsur) en Desulo (Cerdeña, 20 kt/a) (Italia) y el de Minersa en Almería (España).

Se visualiza una tendencia creciente en la demanda mundial de baritina durante los próximos años, pero desplazándose paulatinamente de Estados Unidos hacia la CEI (comunidad de estados independientes), Sureste asiático y Sudamérica.

El consumo en China de baritina para relleno, está creciendo con la rápida expansión de las industrias de revestimiento, plástico y automotriz, etc. Sin embargo, también los consumidores finales se están modernizando, lo que significa que los proveedores chinos están teniendo que producir con mejores especificaciones. Los

- El proceso de regionalización y descentralización en marcha en el país, exige un desarrollo y habilitación a nivel nacional de infraestructura hospitalaria y otras obras de infraestructura especial. Estas demandarán también un mayor consumo de este importante mineral no metálico en el futuro (como hormigón pesado)
- Actualmente existe perspectivas que buscan fomentar y propiciar el desarrollo de la actividad industrial, la cual directa e indirectamente requerirán de este recurso mineral para su proceso de producción.
- Las exportaciones actualmente muestran una tendencia a incrementarse, debido a las mayores operaciones en actividades petroleras especialmente en el mercado Latinoamericano (Ecuador)
- Según el USGS Minerals Yearbook (2005), existe una tendencia a un mayor consumo en el principal mercado del mundo (E.E.U.U.). Desde el año 2002, el consumo en este mercado se ha incrementado en casi 61%, como consecuencia de una mayor demanda en la explotación del gas natural. Actualmente importa más del 80% de la baritina que consume.
- Se visualiza una tendencia creciente en la demanda mundial de baritina durante los próximos años, pero desplazándose paulatinamente de Estados Unidos hacia la CEI (comunidad de estados independientes), Sureste asiático y Sudamérica.
- Consecuentemente, la actividad perforadora en general a nivel mundial siga siendo alto, por lo tanto se espera que esa tendencia de continuar en los próximos años asegurando una mayor demanda de baritina.
- Existe una cierta indicación que los minerales de alto grado se están agotando en los países que actualmente producen, creando buenas expectativas para aquellos que cuentan con esos recursos.

CONCLUSIONES

1. Los yacimientos de baritina más importantes del punto de vista económico son los de ocurrencia en forma de mantos y estratiformes de origen Sulfuros Masivos Volcanogénicos (VMS) tipo Kuroko. En especial los metalotectos, de la Cuenca Lancones, Formación Oyotun, Cuenca Huarmey (Grupo Casma), Grupo Pucara. Se puede especular que también las formaciones Río Grande, Jahuay, Guaneros, Volcánico Chocolate, y Junerata, podrían ser metalotectos de depósitos minerales de tipo Sulfuros Masivos Volcanogénicos (VMS).
2. Los depósitos estratiformes de baritina representan una alternativa de gran significado económico, debido a sus altas reservas y a las modernas técnicas de minería y el alto grado de simplificación en el beneficio. Basados en la sucesión estratigráfica, posición tectónica y en la geoquímica.
3. En el Sur del Perú, las regiones de Arequipa, Moquegua y Tacna, existen ocurrencias de baritina aun no exploradas y que puede estar relacionadas al Volcánico Chocolate Andesita gris a marrón oscuro, que incluyen lechos de calizas arrecifales con fauna del Sinemuriano. Debido a que esta ligado a procesos volcánicos submarinos exhalativos.
4. La demanda de baritina en el Perú y en el mundo seguirá indefectiblemente ligada a las fluctuaciones de la actividad de prospección y extracción de hidrocarburos, así como a los planes y programas de expansión de los mismos.
5. Del análisis de los datos e información correspondiente a la última década, se deduce que la producción nacional de baritina en el Perú, alcanzó un máximo notable en los años 1997 y 2000 superando las 80 000 toneladas. Ha sufrido notables descensos desde entonces, y parece que viene recuperándose ligeramente en los tres últimos años.
6. Las regiones Huanuco y Junín son las principales fuentes nacionales productoras baritina, dirigida especialmente para la elaboración de lodo de perforación petrolífera y gas, cuya demanda fue satisfecha por la producción nacional y la importación.
7. El mercado peruano se encuentra en un momento de especial receptividad para la oferta exportable principalmente a países vecinos, debido a la cercanía física y complementariedad productiva. Además el proceso de dolarización de la economía ecuatoriana mejoró la competitividad de nuestra oferta exportable convergiéndose así en nuestro principal mercado para esta sustancia.
8. El comercio de la barita peruana es casi un monopolio, ante la situación que existe un gran acopiador a nivel nacional de las producciones de pequeños productores formales e informales, adquiere este producto a un precio

relativamente bajo para luego vender en el mercado interno y exportarlo a precios internacionales.

9. Una gran parte de la producción de baritina se exporta, cuyos precios fluctúan entre 82 y 365 US\$ por TM, mientras que los precios internacionales de baritina molida a la malla N° 350 oscilan alrededor de US\$ 122 155/tonelada
10. Sería de utilidad para los pequeños mineros un mayor interés en su capacitación y organización, de tal forma que en conjunto hicieran un frente común con el fin de ofrecer baritina que garantice volúmenes constantes y calidades homogéneas capaces de competir y mejorar sus ventas nacionales e internacionales.
11. La producción China representa prácticamente la mitad de la producción mundial. Siendo su principal región productora Guangxi, con el 50% del total; otras regiones importantes como Hunan, Guizhou, Guangdong y Fujian. Sin embargo actualmente su principal problema es el costo de transporte especialmente a países lejanos, razón oportuna para los mercados como el Latinoamericano que puede abastecer a Estados Unidos y Canadá a más bajo precio por su situación estratégica.
12. De los resultados obtenidos mediante la información geológico-económica acerca de la situación actual de desarrollo de la baritina en el Perú. Se considera oportuno que INGEMMET, debería promover e impulsar las investigaciones geológicas que incrementen nuevas áreas potenciales de esta importante sustancia no metálica, necesaria para las industrias del petróleo y gas, las cuales se vislumbran con una tendencia positiva de crecimiento futuro, actividad fundamental para la generación de empleo y el consecuente bienestar social.

BIBLIOGRAFIA

- AGRAMONTE, J. GRIFFO, J. LEAL, J. (1980) - Perfil de baritina, en Misión Española de Cooperación Técnica Geológica Minera, 1978-1980. Lima: Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, 1980. Tomo 15, 10 p. ilus.
- ATLAS MINERO (1995 – 2000) GAJARDO, A (1997) - Definición de Oportunidades de Inversión para la Pequeña y Mediana Minería, en Recursos No Metálicos, entre las Regiones Primera y Décima, Servicio Nacional de Geología y Minería – Ministerio de Minería de Chile, 77 p.
- BOSSE H..R, et al, (1989) - Reconocimiento y Evaluación Preliminar de los Minerales Industriales, Rocas y Tierras en los Departamentos de La Libertad y Cajamarca Tomos II y III
- BRUNI, E. C. (1973) - Perfil analítico da Barita en Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral. Boletín. n. 3, 44 p
- CABRERA LA ROSA, A.(1962) - Baritina en el Perú, en Instituto Nacional de Investigación y Fomento Minero. Boletín. Serie Memorandum. n. 6, pp. 1-67, p.
- DÍAZ, A. & ALVAREZ M. (1980) - Perfil Analítico de la Producción, Consumo Nacional y Comercio Exterior de la Baritina en el Perú, INGEMMET, Lima, 42 p.
- FERNÁNDEZ, C., et al (1989) - Distribución y caracterización de los yacimientos de barita de la comunidad valenciana (SE Española): Posibilidades de uso Industrial. Boletín Geológico y Minero, vol. 100, n. 4, pp. 144-158, Jul.- Agosto 1989.
- GUADALUPE, E. (1998) - Mineralización volcanogenética en el Centro del Perú Universidad Nacional Mayor De San Marcos. Escuela De Postgrado de Geología. Lima, 194h.
- INJOQUE, J. (2000) - Distribución de yacimientos de sulfuros masivos (VMS) y de cobre tipo manto (CuTM) en el arco volcánico Cretáceo de los Andes peruanos y sudamericanos. Universidad Nacional de Ingeniería, Seminario Metalogenia y Exploración de Yacimientos Polimetálicos. Lima: INGEMMET 2000, pp. 219-242
- PALACIOS, O. (1997) – Ocurrencias de mineralizaciones en volcánicos Jurasicos en el norte del Perú. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú. V 86 (1997). P 45-47.
- ROJAS, E.A. (1971) - Geología de yacimientos de barita con especial referencia a la mina "Chamodada". Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Programa Académico de Ingeniería Geológica, 60 p. fotos, maps
- ROSELLÓ, G (1999) - La Minería No Metálica en el Perú. Documento N° 5, Inst. M. Samamé Boggio.
- STEINMULLER, K, et al (1987) – Geology and mineralogy of the Central Peru. Zentralblatt fur Geologie und Palaontologie, 7/8: 995-1005.

- SUÁREZ, D. (1994) - Rocas Ornamentales y Minerales Industriales (no metálicos). Lima: Empresa Editora Rosel, 173 p.
- TYLER, P (1960): Industrial Minerals. Handbook of Mineral Dressing. A.F.Taggart
- VALERA, J. INJOQUE J. & et - al (1983) - Manifestaciones de baritina hidrotermal en el batolito de la Costa, en: Sociedad Geológica del Perú. Boletín. vol. 70, p
- VALERA, J. (1997) - Geología de los depósitos de minerales metálicos. Lima: s.e., 1997. 449 p.

B. BORATOS

CAPITULO I

SÍNTESIS GEOLÓGICA DE LOS BORATOS

1.1 Generalidades

El Boro es un elemento químico que no se encuentra libremente en la naturaleza que combinado con oxígeno forma un óxido estable, B_2O_3 , sal o ácido bórico. De los más de 230 minerales de boro existentes sólo tres tienen significado relevante económico bórax, colemanita y ulexita. (Alonso, R.1991).

La totalidad de los yacimientos de boratos conocidos en Sudamérica abarcan parte del sur del Perú, la parte centro-oriental del Norte Grande de Chile, y los sectores altiplánicos del noroeste de Argentina y del suroeste de Bolivia. (Ver gráfico N° 01).

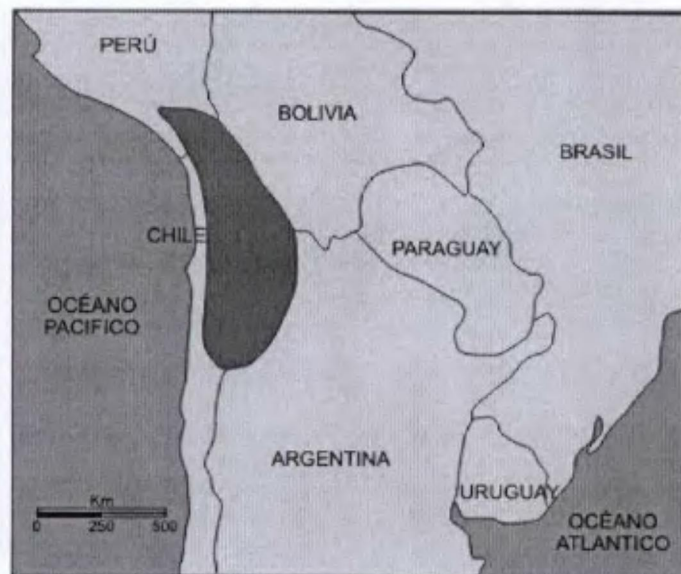


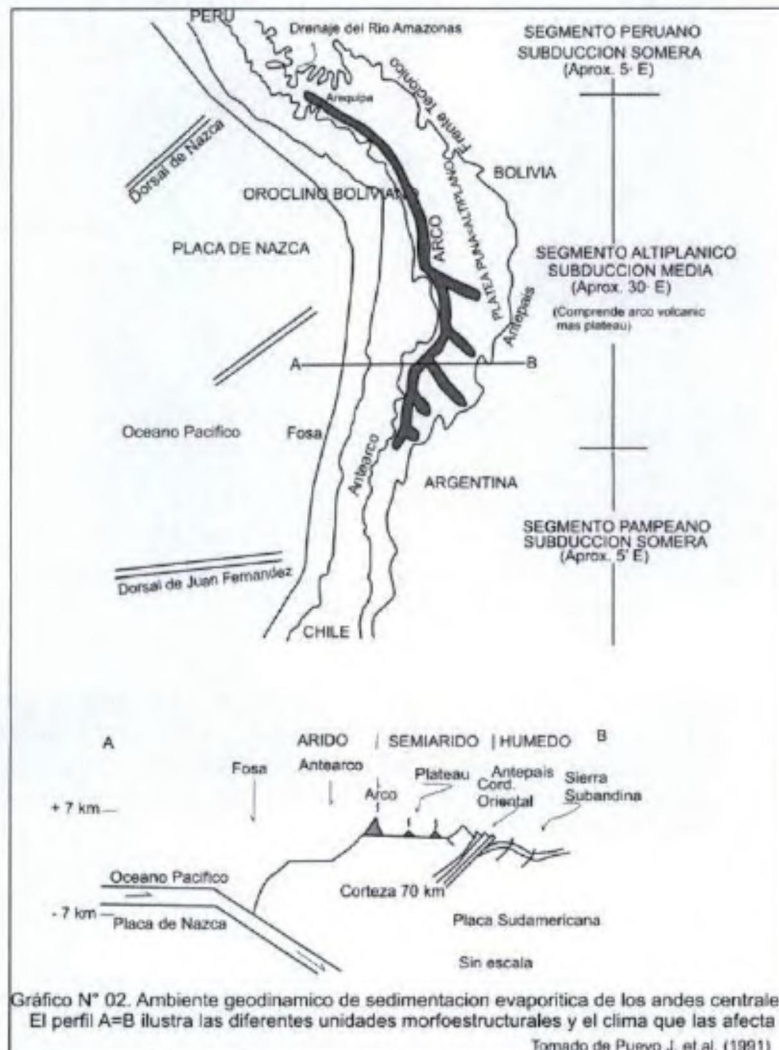
Gráfico N° 01. Ubicación de la provincia boratífera centro andina. tomado de CHONG et al. (2000)

El bórax se origina de forma natural en los depósitos de evaporita producidos por la evaporación continua de los lagos estacionarios, en la naturaleza, se encuentra en forma de boro en los océanos, las rocas sedimentarias, esquisto y algunos suelos. La mayor fuente de boro en el mundo son los boratos de depósitos Evaporíticos. (Alonso, R., & de los Hoyos, L 2004)

En el Perú, los recursos de boro se ubican en la zona sur de nuestro territorio, principalmente en la Laguna Salinas en Arequipa, es uno de los depósitos de boratos más importantes de la Provincia Boratífera Centroandina. (Ver grafico N° 02). Se trata de una cuenca endorreica ínter volcánico (rodeado en más de un 90% de aparatos volcánicos y sus productos), en un medio ambiente árido, esta relacionada genéticamente con la actividad volcánica del Terciario superior-Cuaternario (Plio-Pleistoceno).

El borato predominante en la Laguna Salinas es ulexita con cantidades reducidas de inyoita. Se trataría del mayor depósito de ulexita de salar de América del Sur, con espesores de hasta 2,5 m de mineral y un área con borato comprobado de 2.800 hectáreas. (Alonso, R., & de los Hoyos, L., 2004).

El yacimiento pertenece a Inka-Bor (subsidiaria del Grupo Bitossi de Italia). La Compañía Minera Ubinas S.A., que es la rama minera de Inka-Bor, es concesionaria de las siguientes pertenencias: Martha Patricia, Fermín, Bórax I, Carlos Edmundo, Milagros Adela, Amigos, Amigos 2, Amigos 3, Amigos 4, Amigos 7 y Bórax que cubren un área aproximada de 6.000 hectáreas. De ese total permanecen sin explorar 1.600 Has de la pertenencia Amigos 7, donde se ha visto que el mineral se encuentra muy profundo (más de 2,5 m) pero con importantes espesores. (Alonso, R., & de los Hoyos, L., 2004).



1.2 Mineralogía

El Boro en la naturaleza se presenta en grandes cristales incoloros, blancos y suaves que se disuelve fácilmente en agua. Si se deja reposar al aire libre, pierde lentamente su hidratación y se convierte en tincalconita ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Se conocen en el mundo del orden de 230 minerales de boro y se estima que el mejoramiento de las técnicas analíticas ofrece una posibilidad de encontrar varios en el mediano plazo (Garrett, D., 1998). Sin embargo, desde el punto de vista económico, se reconocen sólo algunos, separándose en boratos de sodio como tincal o bórax, tincalconita o mohavita y kernita; de calcio, colemanita, priceita, inyoita y datolita; de sodio y calcio como la proberita y ulexita; de calcio y magnesio, hidroboracita y los de magnesio como la szalbelita. (Chong, G., 2000).

1.3 Propiedades Físicas:

Bórax:

- Color: Incoloro, blanco
- Raya: Blanca
- Brillo: Vítreo a perlado
- Exfoliación: perfecta
 - Peso específico: $1,72 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
- Dureza: 2-2.5 (Mohs)
- Fractura: Concoidea. (Pueyo, J., 1991)

Colemanita:

- Color: Blanco o incoloro
- Raya: Blanca
- Brillo: Vítreo a perlado
- Peso específico: $2.26-2.48 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
- Dureza: 4-4.5 (Mohs)

Ulexita:

- Color: Blanco a incoloro
- Raya: Blanca
- Brillo: Sedoso satinado
- Exfoliación: perfecta
- Peso específico: $1,9 - 2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
- Dureza: 2.5 (Mohs)

1.4 Propiedades Químicas:

- Borax: Contiene 36.5% de B_2O_3 (o 11.4% de boro metálico)
- Ulexita: Contiene un 43% de óxido bórico (1.3 % de boro metálico)
- Kernita: Contiene 50.9% de óxido bórico (representa 15.8% de boro metálico).
- Colemanita: Contiene 50.9% de óxido bórico (15.8% de boro metálico). (INGEMMET -ENADIMSA, 1980).

1.5 Minerales de Boratos

Los más conocidos son los siguientes:

Cuadro N° 01 Principales Minerales de Boratos

Nombre	Fórmula	%B ₂ O ₃	Dureza	Densidad	Sistema Cristalización
Tincalconita o Mohavita	Na ₂ [B ₄ O ₅ (OH) ₄].3H ₂ O Na ₂ O 2B ₂ O ₃ 5H ₂ O Na ₂ B ₄ O ₇ 5H ₂ O	47.8	2.5	1.88-1.91	Hexagonal Rombohedral
Borax o Tincal	Na ₂ [B ₄ O ₅ (OH) ₄] 8H ₂ O Na ₂ O 2B ₂ O ₃ 10H ₂ O Na ₂ B ₄ O ₇ 10H ₂ O	36.51	2-2.5	1.711-1.715	Monoclínico
Kernita o Rasorita	Na ₂ [B ₄ O ₅ (OH) ₂] 3H ₂ O Na ₂ O 2B ₂ O ₃ 4H ₂ O Na ₂ B ₄ O ₇ 4H ₂ O	50.95	2.5	1.906	Monoclínico
Colemanita o Boracita	Ca ₂ [B ₃ O ₄ (OH) ₃] H ₂ O 2CaO 3B ₂ O ₃ 5H ₂ O Ca ₂ B ₆ O ₁₁ 5H ₂ O-I	50.81	4.5	2.42-2.43	Monoclínico
Priceita o Pandermita	Ca ₂ [B ₅ O ₇ (OH) ₅] H ₂ O 4CaO 5B ₂ O ₃ 7H ₂ O Ca ₄ B ₁₀ O ₁₉ 7H ₂ O	49.83	3-3.5	2.41-2.48	Triclínico
Inyoita	Ca[B ₃ O ₃ (OH) ₅] 4H ₂ O 2CaO 3B ₂ O ₃ 13H ₂ O Ca ₂ B ₆ O ₁₁ 13H ₂ O	37.62	2	1.87-1.88	Monoclínico
Datolita	Ca ₄ [B ₄ (SiO ₄) ₄ (OH) ₄] 4CaO 2B ₂ O ₃ 4SiO ₂ 2H ₂ O Ca ₂ B ₂ Si ₂ O ₉ H ₂ O	21.76	5-6	2.97-3.02	Monoclínico
Probertita	Ca ₂ Na[B ₅ O ₇ (OH) ₄] 3H ₂ O Na ₂ O 2CaO 5B ₂ O ₃ 10H ₂ O NaCaB ₅ O ₉ 5H ₂ O	49.56	3-3.5	2.13-2.14	Monoclínico
Ulexita o Boronatrocalcita	NaCa[B ₅ O ₆ (OH) ₆] 5H ₂ O Na ₂ O 2CaO 5B ₂ O ₃ 16H ₂ O NaCaB ₅ O ₉ 8H ₂ O	42.95	2.5	1.955-1.961	Triclínico
Hidroboracita	CaMg[B ₃ O ₄ (OH) ₃] ₂ 3H ₂ O CaO MgO 3B ₂ O ₃ 6H ₂ O CaMgB ₆ O ₁₁ 6H ₂ O	50.53	2-3	2.167-2.173	Monoclínico
Szalbelyita o Ascharita	Mg ₂ (OH)[B ₂ O ₄ (OH)] 2MgO B ₂ O ₃ H ₂ O Mg ₂ B ₂ O ₅ H ₂ O	41.38	3-3.5	2.60-2.76	Monoclínico

Fuente: Garrett D, 1998

1.6 Tipos Genéticos de depósitos de Boratos

La génesis de los yacimientos está estrechamente relacionada a procesos volcánicos que serían los que proporcionan los boratos, cuencas endorreicas, mecanismos de evaporación, en climas áridos a semiáridos y fuentes termales que son las que se encargan de transportar las soluciones, que favorecerían los procesos de concentración de boro en cuencas evaporíticas y/o lacustres. (Chong, G., 2000).

Las observaciones de los autores indican que en la actualidad, hay una depositación significativa de boratos a través de fuentes termales, y que todos los yacimientos conocidos en los salares se ubican, en relación con el nivel freático, en los primeros metros, a partir de la superficie de las secuencias salino-detríticas de las cuencas. (INGEMMET -ENADIMSA, 1980).

Podemos dividirlos en tres grandes grupos de acuerdo a su origen y ambiente geológico:

- Depósitos de cuencas no marinas (Salares Andinos y/o Lagos Salinos).
- Depósitos de cuencas Evaporíticas Marinas
- Depósitos relacionados con rocas graníticas

a) Depósitos de cuencas no marinas (Salares Andinos y/o Lagos Salinos)

Estos depósitos están genéticamente relacionados a sobresaturación de las salmueras en boratos en cuencas endorreicas y posterior precipitación de estos. Asociado a procesos volcánicos activos, que serían los que proporcionan las soluciones de boro. El volcanismo activo determina un alto gradiente geotérmico que incrementa, cuantitativa y cualitativamente, la lixiviación de grandes volúmenes de roca por el hidrotermalismo, cuyos solutos son transportados y acumulados en las cuencas salinas. Las cuencas son someras y pueden alcanzar más de 100 m de espesor de relleno sedimentario - evaporítico.

Además de los salares andinos están los Lagos Salinos Andinos que consisten en cuerpos lacustres ubicados en el mismo tipo de cuencas, pero con una masa de agua libre significativa. Dado que se presentan estadios intermedios, se habla de salar cuando la superficie salina cubre una superficie superior al 50% de la cuenca evaporítica, y lago cuando es el agua la que supera este porcentaje. En algunos casos esta diferencia es difícil de precisar. (Alonso, 1986, en Chong et al. 2000).

Numerosos manantiales de aguas calientes asociados a volcanismo básico contienen concentraciones de boro sumado a esto mecanismos de precipitación continua en un marco de interrelación química - evaporítica, sumado a ello climas áridos a semiáridos, que favorecerían los procesos de concentración en cuencas evaporíticas no marinas y/o lacustres. (Orris, G., 1992). (Ver gráficos N° 03 y 04).

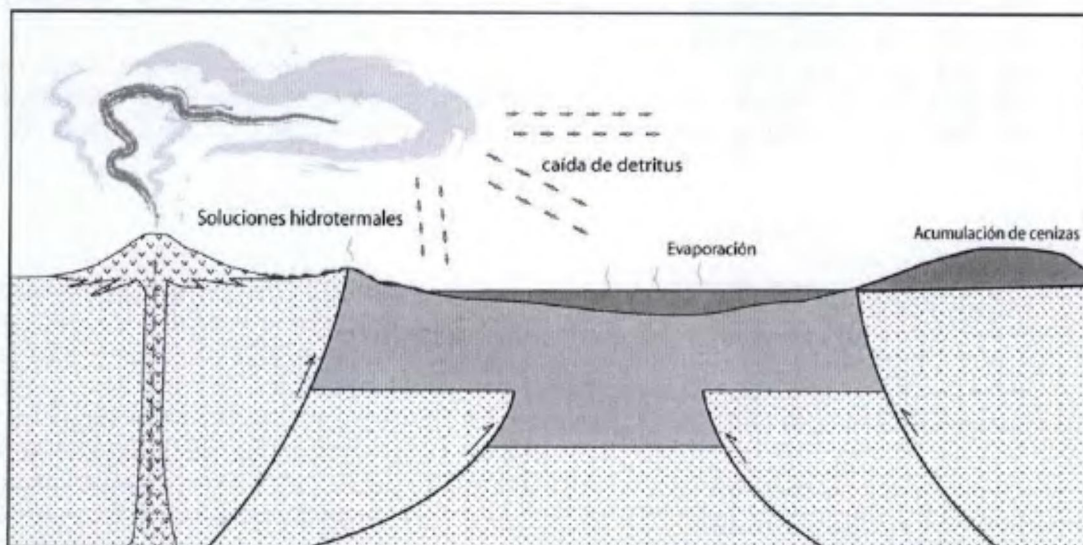


Gráfico N° 03. Marco para la generación de evaporitas en las cuencas de intra-arco/intra-plateau andinas, con volcanismo activo con termalismo asociado, cuencas cerradas con drenaje interior y clima árido.

Tomado de Alonso, R. 1986.

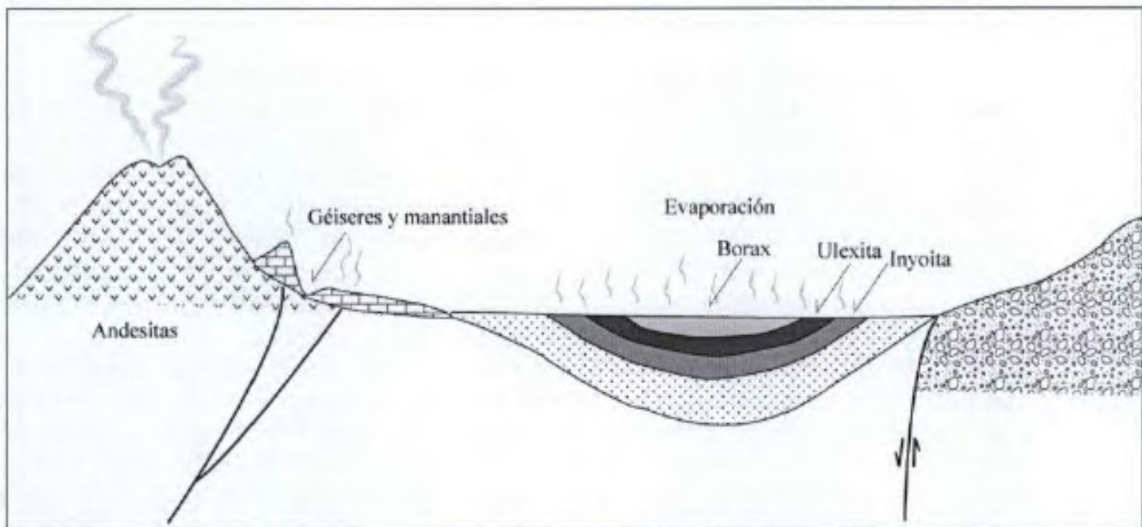


Gráfico N° 04. Modelo Genético y Evapofacial de minerales de borato. Tomado de Alonso, R. 1986

b) Evaporitas Marinas

Su génesis esta asociada a depósitos de origen marinos, generalmente son la boracita y boratos de magnesio, asociados a capas evaporíticas del Pérmico, formados por evaporación de aguas marinas, donde los boratos se presentan asociados a yeso y anhidrita. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980).

La formación de estos depósitos representa una concentración de boro no frecuente en las aguas marinas, lo cual estaría asociado a vulcanismo submarino existente que aportaría manantiales calientes con soluciones de boro. (Orris, G., 1992).

c) Cuerpos Magmáticos

Su génesis esta relacionada a pegmatitas, contactos de rocas metamórficas estas contienen ensambles de varios minerales boro como datolita, y turmalina éstos representan las concentraciones del boro que relacionan más y menos directamente con la cristalización del magma granítico intrusivo. Las concentraciones de boro en los granitos es de 10 ppm pudiendo llegar a 300 ppm. Las soluciones tienden a salir del sistema, bajo condiciones de temperatura y presiones altas, esto ocurre en las zonas de contacto de la formación granítica. (Orris, G., 1992). (Ver Anexo 2-B, Génesis de los depósitos de Boratos en el Perú y su localización).

1.7 Formas de presentarse en la naturaleza

Bórax

El bórax es una de las especies más importantes que contienen boro. En la naturaleza se presenta en grandes cristales incoloros, ocurren en forma estratiforme e irregular, que al aire se convierten rápidamente en opacos, transformándose en tincalconita. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980).

Ulexita

La ulexita es un mineral bastante común. En la naturaleza, se hallan en masas fibrosas blancas de varios centímetros de largo, que transmiten las imágenes de una forma característica de una parte a la otra de las fibras. Son raros los cristales individualizados, aciculares, o reunidos en grupos radiales.

La ocurrencia en los depósitos evaporíticos marinos, se presentan en forma de venas, llegando a tener estos complejos salinos grandes dimensiones.

Los depósitos asociados a cuerpos magmáticos, se presentan formando compuestos, esto los hace poco comerciales. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980). (Ver Anexo 1-B, Ocurrencias de Boratos en el Perú).

1.8 Usos y Aplicaciones

Cuadro N° 02 Diferentes usos industriales de los minerales de Boro. Tomado de Garcés et al., 1999.

Uso Industrial	Propiedad del Mineral	Características
Fertilizantes (hervicidas e insecticidas)	- El Boro participa en la migración de carbohidratos. -La ulexita 30/40. - H_3BO_3 -Bórax y H_3BO_3	-Favorece el crecimiento de: vegetales, células, y participa en el metabolismo de los glúcidos. -Participa en la formulación de los micronutrientes. -Fertilizante foliar, que unido a fertilizantes nitrogenados, produce pérdidas de amonio. -Utilizado por su toxicidad en ciertos microorganismos, por ejemplo: microorganismos taladradores de la madera, por lo que son usados en preservación de la madera, en la industria de la construcción
Fibras de aislamiento térmica	Boratos de Na - Resistencia. Térmica. Y Prop. Físicas	Fibra "S", fibra de aislamiento térmica, el contenido de B_2O_3 en la fibra aislante es de 6-7%
Vidrios, cristales y fibra de vidrio	-El Boro /brillo, resistencia térmica, dureza física, resistencia al ácido. -Bórax y H_3BO_3 /bajan el punto de fusión	-El B_2O_3 penetra en la red del vidrio, dando una mejora en la expansión térmica, esto lo hace más resistente al choque y a las temperaturas, ejmp: vidrios Pyrex, de automóviles, etc -Disminuye el consumo de combustible. Son utilizados como fundentes en óxidos ácidos, incluyendo sílice
Jabones y detergentes	-Perborato de Na -Borato de Na diluido	-Blanqueador, sobretodo en caliente -Neutraliza la acidez y favorece la acción de detergentes
Esmaltes vítreos y cerámicas	-El Boro aumenta el índice de refracción - B_2O_3 excelente fundente, propiedad física y	-Mejora el brillo, aspecto, resistencia mecánica, química y resistencia al rayado -Se favorece la vitrificación de pisos y cerámicos. Se pueden obtener vidriados de borosilicato de Pb

	química.	
Fibra Textil	H_3BO_3 y colemanita	Ambos de alto grado, la Fibra "E", debe ser exenta de sodio
Retardantes de fuego	Bórax y H_3BO_3	Utilizados en tratamientos antillamas de materiales combustibles en construcción y materiales celulósicos naturales
Fundentes y aleaciones metalúrgicas	-Bórax -Colemanita y ulexita - B_2O_3	-Se utiliza en la refinación del oro, en desgasificación y refinado de la textura de algunas aleaciones de Cu con Al -Sustituto de la fluorita en la fabricación de aceros -Disolvente de los óxidos no-metálicos, por lo que es ampliamente usado en la metalurgia, aleaciones de cobre, y otras aplicaciones industriales
-Carburo de Boro		-Facilita la elaboración de aceros de molibdeno y de ferroboro, adicionándole pequeñas cantidades aumenta el poder de temple del acero
Abrasivos	-Carburo de Boro/ dureza -Bórax y H_3BO_3	-Sólido negro lustroso y brillante que se emplea como abrasivo. Dureza próxima al diamante Se emplean como fundentes para dar origen
Adhesivos	-Bórax pentahidratado y decahidratado disolvente alcalino	-Presenta alta disolución y conserva la caseína, neutraliza la acidez en las colas orgánicas, aumenta la viscosidad y conserva almidones y dextrina
Anticorrosivos	Bórax	Anticorrosivo en sol. Anticongelantes. Inhibidor de la corrosión de metales de Fe, en aceites hidráulicos y de cortes
Pinturas, Cauchos, Barnices	- H_3BO_3 + Bórax -Bórax	-Junto con el NH_3 y otros productos químicos, prolongan la conservación y evitan la coagulación del látex de caucho -Este actúa como retardante al fuego en las pinturas al cloro-caucho. Además sirve de fungicida inhibiendo el desarrollo de microorganismos (mohos) en pinturas y barnices
Cementos	- H_3BO_3	-Reduce la velocidad de fraguado en cementos y hormigones
Combustibles	Borano, basado en Boro e Hidrógeno alto poder	Por su alto poder se utiliza como combustible en la aviación y cohetes espaciales
Plantas Nucleares	Boro como elemento -aleaciones de ferroboro -Boratos naturales	-Se utiliza en revestimientos en donde se requiere una superficie de absorción de neutrones y resistencia a la corrosión. -La aleación de ferroboro sirve como absorbente de neutrones y se utiliza en las varillas de control de reactores. -El isótopo B_{10} , se encuentra en los boratos naturales, son absorbentes de neutrones, por lo que se utiliza en la radioterapia de tejidos cancerígenos inyectando previamente en la sangre, fármacos derivados de boro
Plásticos	H_3BO_3 + Bórax regula el pH, prop. Físicas	Actúan como regulador de pH durante la polimerización, además confiere buena resistencia térmica y de presión, a los plásticos utilizados en la industria aeronáutica

Papel	Boratos de sodio regulador de pH	-Amortiguan las colas que se agregan en las pastas de papel. -En papel satinado, es un buen disolvente de la caseína.
Farmacología	H ₃ BO ₃ . Bórax y penta-borato de Na reguladores de pH, prop. Físicas	Se emplean como antisépticos suaves, emulsionantes y soluciones buffer, en gran variedad de fármacos, como polvos y pastas de uso externo, cremas y lociones baño etc.

1.9 Ocurrencias en el Perú

La franja con importantes concentraciones de boratos que se proyecta desde Argentina, se prolonga a Bolivia y Chile, continuando en la región sur del Perú desde Tacna, Puno, Arequipa hasta Ayacucho. El depósito con mayor concentración de boratos se encuentra ubicado en Arequipa, en la Laguna de Salinas. Geológicamente esta relacionado al tectonismo, vulcanismo activo con termalismo asociado, cuencas cerradas con drenaje interior y clima árido. En esta zona se tiene elevaciones que van desde los 4000 m.s.n.m. a 4500 m.s.n.m., los Andes Centrales alcanzan un considerable engrosamiento de la corteza, con particulares condiciones geotectónicas y marco geológico, incluyendo una intensa actividad volcánica. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980). (Ver Mapa N° 1-B con las principales ocurrencias de depósitos de boratos).

Los principales depósitos son:

1.9.1 Depósitos de la Laguna Salinas

Este depósito se encuentra ubicado a 50 Km., al este de Arequipa en el altiplano de Arequipa. Laguna Salinas es el depósito de boratos más importante del Perú. Se trata de una cuenca endorreica intervolcánica (rodeada en más de un 90% de aparatos volcánicos: Pichupichu, Ubinas, Misti, Chachani y Coropuna), en un medio ambiente árido. El borato predominante es ulexita con cantidades reducidas de inyoita. Se trataría del mayor depósito de ulexita de salar de América del Sur, con espesores de hasta 2,5 m de mineral y un área con borato comprobado de 2.800 hectáreas, permaneciendo seca la mayor parte del año a excepción en la temporada de lluvias en los meses de Noviembre a Marzo. (Alonso, R., 1996).

La evaporación es alta en la Laguna Salinas, con temperaturas extremas en invierno durante el día llegando a 30 °C y -30°C. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980).

Se presenta el borato formando una capa que se extiende de un modo discontinuo e irregular, disponiéndose de alargados lentejones subhorizontales de pequeños espesores, separados por niveles arenosos impregnados de boratos. Siendo de profundidades variables, la distribución caprichosa de la capa de boro, parece ser consecuencia de la deposición in situ del borato formado, teniendo que admitirse que el ácido bórico que ha desprendido el derrame lávico ha ascendido a través de la masa acuífera sin regularidad. Es aquí donde se ha encontrado el borato "Ulexita" que da importancia al yacimiento (INGEMMET-ENADIMSA, 1980). (Ver gráfico N° 05).

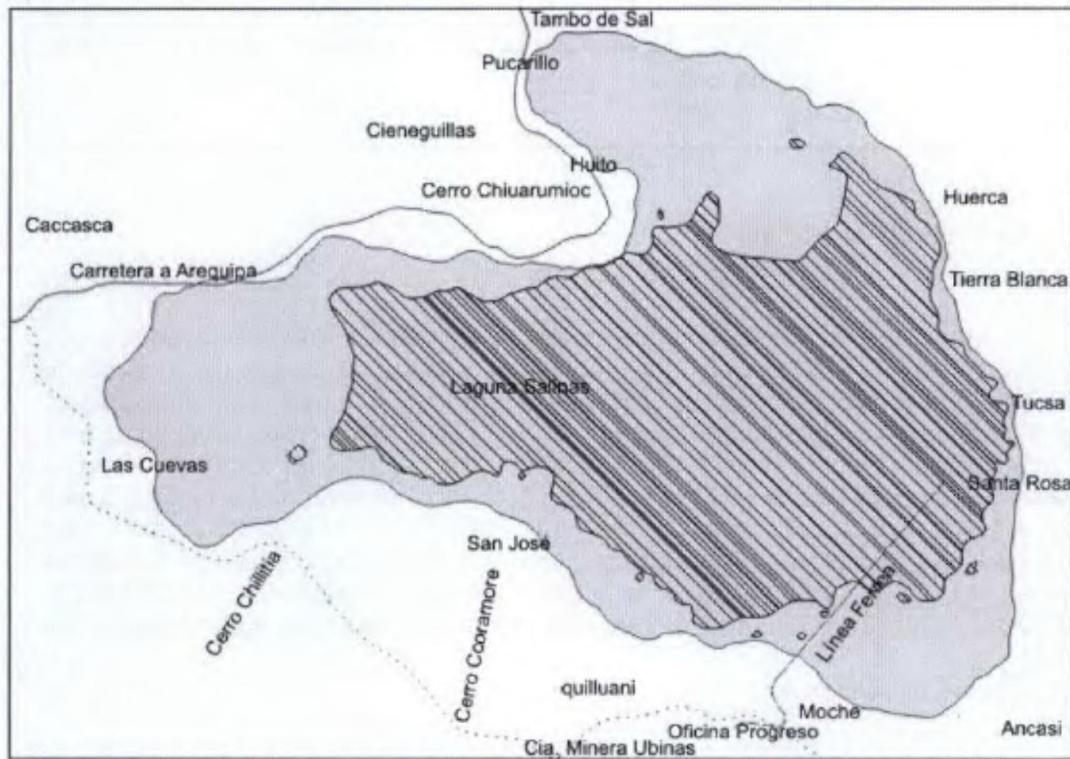


Gráfico N°05. Ubicación del yacimiento de Borato en la Laguna Salinas Arequipa. Tomado del Boletín N° 49 del Cuerpo de Ingeniero de Minas del Perú, modificado.

El borato que se encuentra en Salinas, es una boronatrocalcita ó ulexita ($\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$), presentándose bajo dos aspectos; el "sedoso" que es la ulexita fibrosa y de brillo sedoso, más pura que la clase "corriente" que se impregna con más facilidad de agua e impurezas, el boro se presenta principalmente como nódulos y en capas irregulares, asociados con cloruros y sulfatos de sodio, calcio y magnesio. (Jochamowitz, A. 1907).

La capa de material cuaternario que cubre los alrededores de la laguna de Salinas, está constituido por conglomerados, gravas, arenas, arcillas y algunos niveles de tufos, procedentes de la erosión de las rocas volcánicas circundantes, los que corresponden a las diferentes erupciones volcánicas. Complejo Pichu Pichu (lava andesítica porfírica), Complejo Tacune-Huayruntune (brechas polimícticas y andesitas) y el complejo Pucasaya-Bongarane (andesita porfírica fluidal), cuyas edades fluctúan desde el Plioceno hasta el pleistoceno. (De La Cruz et al. 2000)

1.9.2 Salinas de Chillicolpa

Este depósito de boratos conocido con el nombre de Boratera de Sapiatupa, se encuentra ubicada entre los 12 y 15 Km. al oeste de Challapalca en la Quebrada Putina Grande, Pampa de Chillicolpa, a lo largo del Río Maure, entre los departamentos de Tacna y Puno. Esta asociada al vulcanismo reciente del Grupo Barroso, Formación Purupurine (Qpl-vpu). Los minerales principales de boratos presentes en este yacimiento, son bórax y ulexitas, que se hallan asociados con

epsomita, cloruro de sodio, geyserrita y material arcilloso. (Convenio PET-INGEMMET, 1995).

Los boratos se encuentran en bandas alargadas, costras de oeste a este, alternándose con sínter, de sílice o campos de boratos llamados borateras, son superficiales generalmente de pocos centímetros entre 0.10 y 0.50 m de espesor, cubierto por tierra y vegetación. Los boratos juntamente con las otras sales, son depositados por las aguas termales y fumarolas que surgen a lo largo de la Quebrada Putina Grande; tal es el caso de las aguas termales de Sapiatupa, que brotan con ruido y al estado de ebullición. (Rospigliosi, C., 1981). (Ver gráfico N° 06).

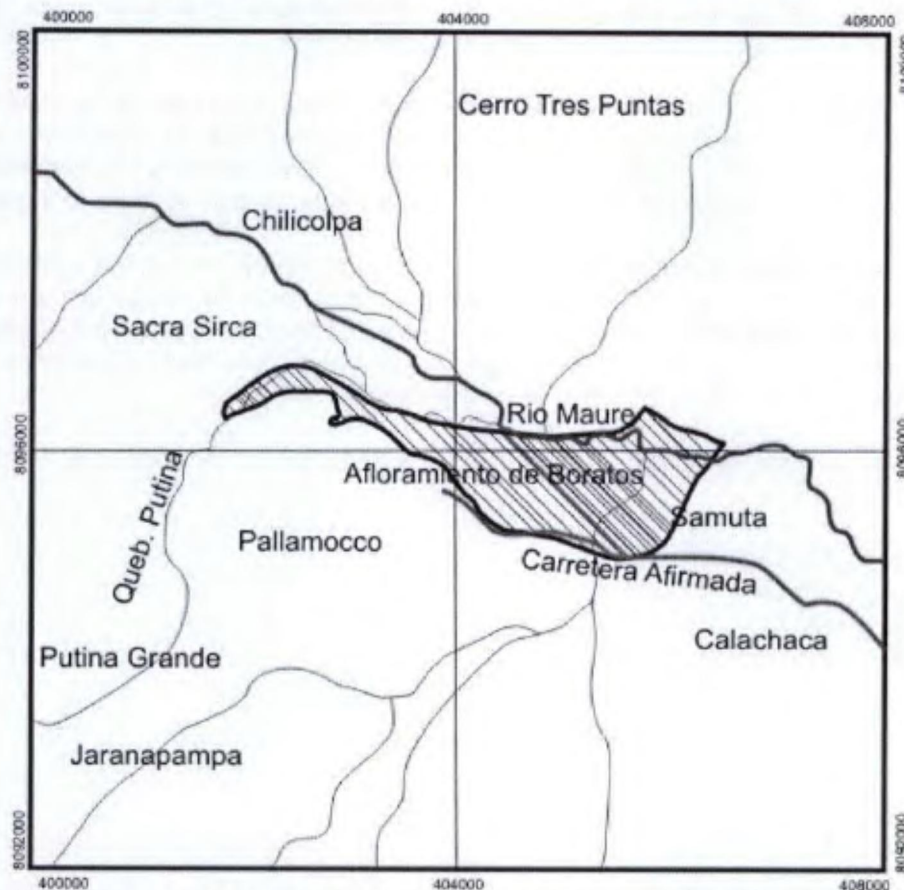


Gráfico N° 06. Ubicación de ocurrencia de boratos en el Río Maure, sector Chilicolpa

1.9.3 Laguna de Parinacochas:

Ubicada en el departamento de Ayacucho, donde se encuentran pequeños depósitos de boratos, los que están asociados al volcánico del Grupo Barroso, ocurren en forma de masas irregulares de aspecto terroso. (Borkowski, E., 1996).

1.9.4 Laguna Blanca:

Se encuentra ubicada en el distrito de Palca, Provincia y departamento de Tacna, a unos 4,240 m.s.n.m. Exactamente entre la frontera peruano-chilena, de tal manera que las 2/3 partes de la laguna corresponden al Perú, el resto a Chile, constituyendo una laguna internacional. (Rospigliosi, C., 1981).

La cuenca del Salar Laguna Blanca se encuentra en depósitos fluvioglaciales, los que están constituidos por cuerpos extensos de conglomerados, gravas y arena, estos depósitos cubren al volcánico Barroso en gran parte del área.

El salar es una cuenca de sedimentación, cuyos drenajes le proporcionan material químico y sedimentos. Durante gran parte del año se encuentra seca, cubriéndose de agua en los meses de lluvias. Los boratos "colemanita" y probablemente contengan litio, se presentan en forma de costras en toda la superficie de la laguna.

Las fuentes de origen se encuentran en las aguas que drenan al salar, así como las de origen geotermal proveniente del volcán Tacora. La presencia de litio en salmueras se debe a la naturaleza volcánica de las rocas lixiviadas por las aguas que drenan al salar, como también de las aguas surgentes termales próximas. (Rospigliosi, C., 1981). (Ver Mapa N° 2-B de Blancos de exploración de boratos).

A continuación exponemos las ocurrencias por departamentos de depósitos de Borato en el Perú:

Tacna:	(02 Ocurrencias)
Arequipa:	(05 Ocurrencias)
Puno:	(01 Ocurrencia)
Ayacucho:	(01 Ocurrencia)

CAPÍTULO II

MERCADO Y PERSPECTIVAS DE LOS BORATOS

2. OFERTA Y DEMANDA DE BORATOS EN EL PERU

La oferta de boratos en el Perú, esta representado por las ocurrencias y producción de los depósitos ubicados en la región Arequipa, cuya demanda esta determinada por la aceptación que esta materia prima y sus productos finales van alcanzando en el mercado nacional y mundial.

2.1 OFERTA

La oferta peruana se boratos se sustenta, en las ocurrencia existentes y en la actual producción de algunas de ellas localizadas en el sur del Perú.

2.1.1 Oferta Potencial

La oferta potencial de boratos en el Perú, se ha localizado en el sur del país, como se puede ver en la tabla N° 1 y Fig. 1, el 56% está en Arequipa y son los únicos que se encuentran en producción. Mientras que las ocurrencias que se señala en Tacna, Puno y Ayacucho faltan mayores estudios detallados para evidenciar su explotación económica.

Ocurrencias de Boratos
en el Perú

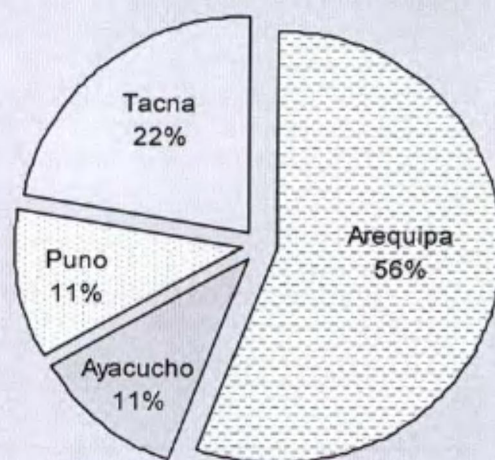
Tabla N° 1

Regiones	N° de Ocurrencias
Arequipa	5
Ayacucho	1
Puno	1
Tacna	2
Total	9

Fuentes: Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas (1999-2002), Est. Franjas y Otros INGEMMET

Oferta Potencial de Boratos en el
Perú

Fig. 1



2.1.2 Producción peruana de boratos (ulexita)

En el Perú, se producen boratos – ulexita solamente en la región Arequipa desde hace más de un siglo. A partir de 1985 el principal productor es la empresa Inkabor S.A.C., que nace como resultado de una fusión de siete productores independientes de Boro entre ellas Cia. Minera Ubinas S. A. que son adquiridas por el Grupo Colorobbia Inversiones de Italia, quienes vienen implantando una nueva tecnología y maquinaria para mejorar la eficiencia del proceso de producción.

En 1987, instalan una nueva planta para la calcinación de los minerales del boro en el área de Laguna Salinas, en 1997 instalan una planta para la producción del ácido bórico en Río Seco, en el 2000 instalan otra planta para la producción de Octoborato de Sodio Tetrahidratado en la región Callao – Lima, en el 2002 instalan una nueva planta para la producción de borax en su refinería de Río Seco – Arequipa, y en el año 2004, instalan una nueva planta para la producción del Boro líquido su refinería ubicada en la Región Callao – Lima.(INKABOR ®)

Inkabor SAC, es una empresa que pertenece al Grupo Colorobbia con oficina central en Italia. El Grupo Colorobbia es uno de los principales proveedores internacionales de fritas, esmalte, pigmentos, silicatos de circonio, materiales de alúmina para molienda en la industria cerámica y del vidrio. Inkabor S.A.C., con oficina central en Arequipa Perú, es un fabricante y proveedor de productos de Boro de alta calidad, exportados alrededor el mundo para numerosos usos en industrias y productos incluyendo: vidrio, cerámica, agricultura, madera, papel, lubricante, pesticidas, etc.

Según la información obtenida y analizada del Ministerio de Energía y Minas DAC (1995 – 2004), se ha elaborado la tabla N° 2 y Fig. 2, donde vemos claramente que durante este periodo la extracción de ulexita se ha incrementado apreciable alcanzando una tasa de crecimiento promedio anual de más de 22%, mientras que sus productos derivados como el boro y ácido bórico lo hicieron a un ritmo de 3% y 7% respectivamente

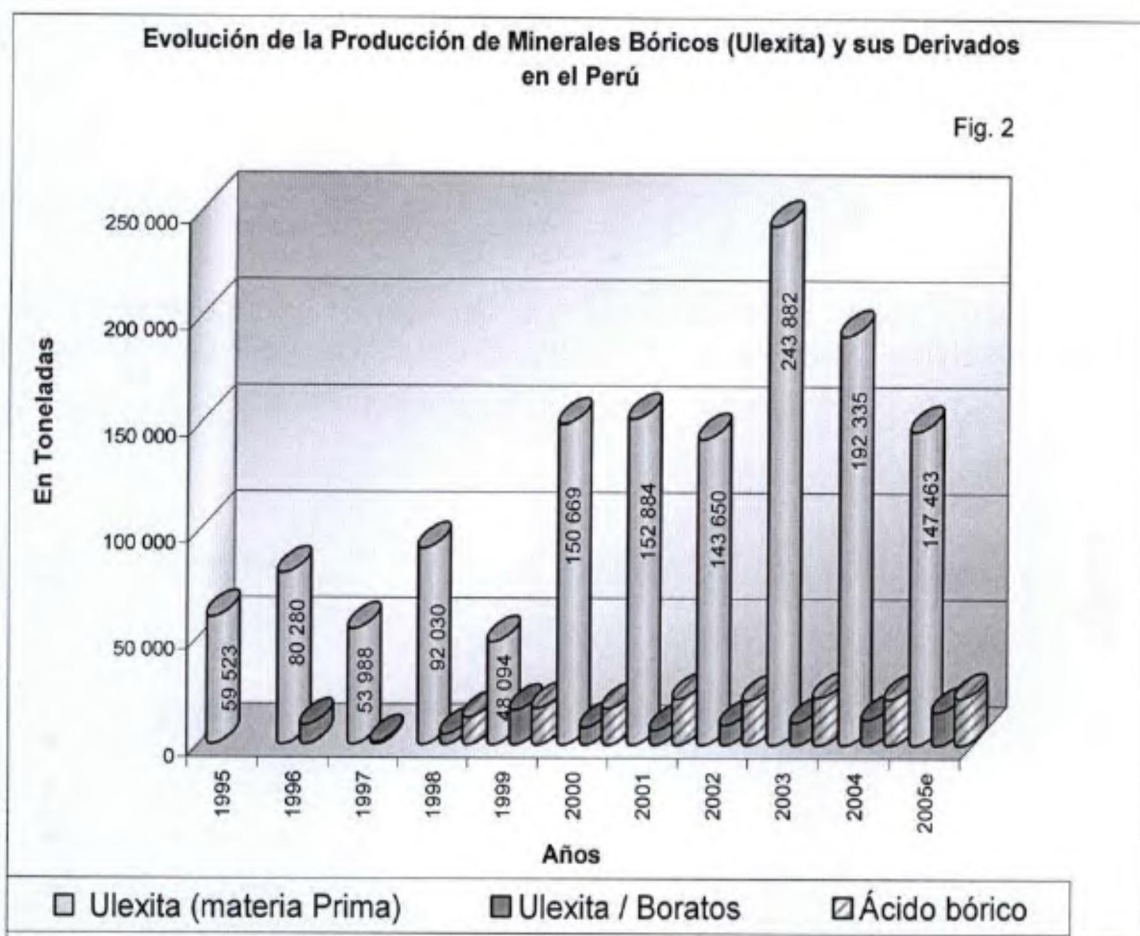
Es importante resaltar que, la producción de minerales de boráticos se incrementado significativamente, debido a un mayor consumo en sus plantas de tratamiento, por la expansión y diversificación de productos, los cuales viene compitiendo en el mercado interno y externo actualmente.

Producción de minerales Boricos (Ulexita) y sus Derivados en el Perú En toneladas métricas

Tabla N° 2

Producto Extraído	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005e
Ulexita S/pallaqueo	59 523	80 280	53 988	92 030	48 094	150 669	152 884	112 760	182 067	169 974	114 852
Ulexita >C/pallaqueo								30 890	61 815	22 361	32 611
Ulexita (materia Prima)	59 523	80 280	53 988	92 030	48 094	150 669	152 884	143 650	243 882	192 335	147 463
Producto Obtenido											
Ulexita / Boratos		8 920	1 146	4 680	15 917	7 946	6 708	9 015	10 252	11 640	15 383
Ácido bórico				12 442	16 962	16 727	21 316	20 779	22 068	21 465	22 000

Fuente: Elaborado en base a las Estadísticas de de Producción de la Dirección General de Minería del Ministeriode Energía y Minas (1995 al 2005) e = Estimado



Fuente: Elaborado en base a las Estadísticas de de Producción de la Dirección General de Minería del Ministeriode Energía y Minas (1995 al 2005)

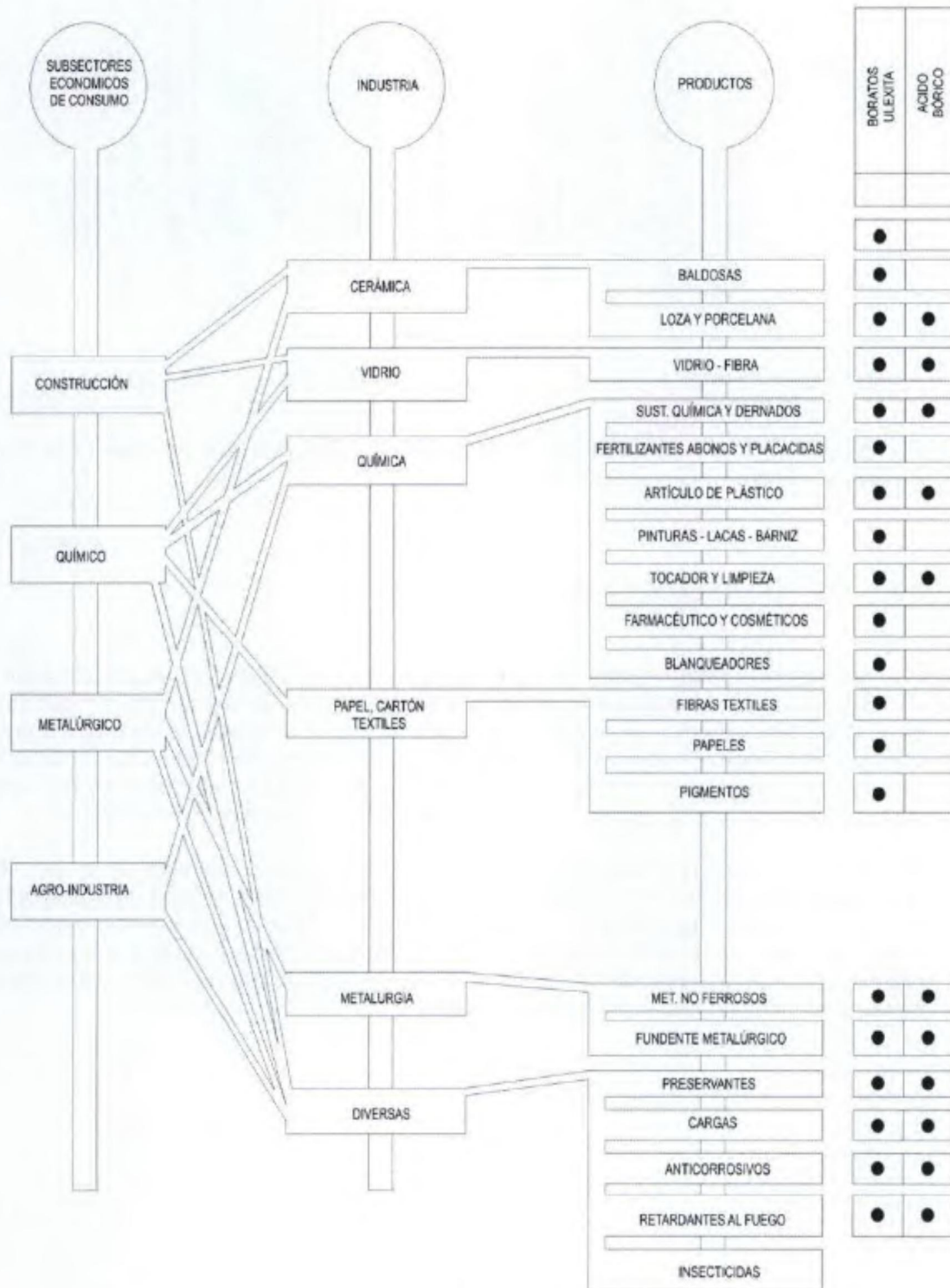
2.2 ESTRUCTURA DE LA DEMANDA

Debido a la falta de información en cuanto a la demanda, no es posible estimar una estructura del consumo real de boratos para cada uno de los sectores industriales en el país. No obstante, se puede afirmar que el mayor consumo de la materia prima borática esta dirigida a abastecer la demanda de sus plantas de tratamiento y refinación de Inkabor SAC establecidas en Arequipa y Lima, en donde se elaboran los productos como: boratos naturales, bórax, boro líquido, ácido bórico, y otros compuestos, etc.

Estos productos a su vez tienen como principales consumidores la industria cerámica y revestimientos, la industria de vidrio y fibra de vidrio, fertilizantes, pesticidas, pinturas, agricultura, metalurgia, química, farmacéutica, cosméticos, plástico, papel etc. Para una mayor comprensión, se ha tratado de identificar los principales subsectores y grupos industriales demandantes de boratos, ulexita y productos derivados entre ellos el ácido bórico, cuya estructura podemos apreciar en la Fig. 3

ESTRUCTURA DEL CONSUMO DE BORATOS/ULEXITA/ACIDO BÓRICO POR SUBSECTORES ECONÓMICO Y PRINCIPALES GRUPOS INDUSTRIALES EN EL PERÚ

Fig. 3



2.2.1 Consumo aparente

El consumo aparente en el Perú está íntimamente relacionado con la producción del ácido bórico, bórax, boratos naturales y otros compuestos fabricados por Inkabor S.A.C. en sus plantas de Río Seco en Arequipa y Lima. Esta provee productos de boro de alta calidad, abastece el mercado interno y también exporta a varios países del mundo, para numerosos usos industriales y productos incluyendo: vidrio, cerámica, agricultura, madera, papel, lubricante, pesticidas, etc.

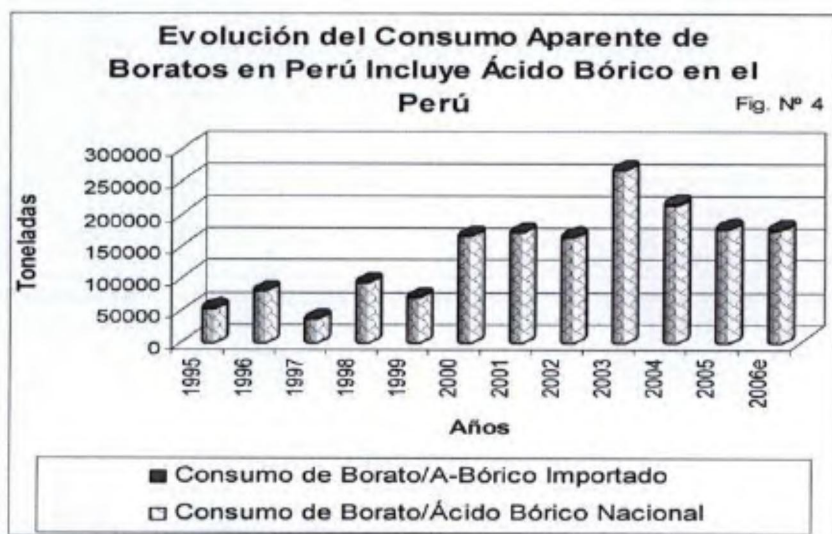
En la tabla N° 3 y Fig. N° 4 se puede apreciar la evolución del consumo aparente de boratos en el Perú en los últimos 10 años. Siendo la demanda satisfecha por la producción nacional, en un promedio anual de más del 98%. Las importaciones son poco significativas comparadas con los volúmenes de producción y consumo, solo representan el 1% en promedio del total del consumo. Estas vienen para satisfacer las necesidades y exigencias de ciertas industrias y también como estándares para la investigación de productos.

Consumo Aparente Peruano de Boratos Naturales y sus
(Cantidad en T.M)

Tabla N° 3

AÑOS	Producción de Boratos/Ulexita/Ac. Bórico	Exportaciones de Boratos/Ácido Bórico	Consumo de Borato/Ácido Bórico Nacional	Consumo de Borato/A-Bórico Importado	Total Consumo Aparente
1995	59 523	7 339	52 184	2	52 187
1996	89 200	9 378	79 822	2	79 824
1997	55 134	20 189	34 945	0	34 945
1998	109 152	15 569	93 583	0	93 583
1999	80 973	11 871	69 102	25	69 127
2000	175 342	9 217	166 125	111	166 236
2001	180 908	10 594	170 314	50	170 364
2002	173 444	9 597	163 847	228	164 075
2003	276 201	9 318	266 883	311	267 194
2004	225 440	12 508	212 932	1 455	214 387
2005	184 846	9 068	175 778	1 326	177 104
2006e	185 000	10 048	174 952	1 935	176 887

Fuente: Elaborado en base a la información de: Superintendencia Nacional de Administración Tributaria SUNAT- Superintendencia Nacional (1995 - 2006) e = Estimado



Fuente: Elaborado en base a la información de: Superintendencia Nacional de Administración Tributaria SUNAT- Superintendencia Nacional (1995 - 2005)

2.3 COMERCIO EXTERIOR

El comercio exterior de los boratos se ha fortalecido, debido a un mayor dinamismo de los mercados (esencialmente de América Latina) por los usos y aplicaciones que estos vienen encontrando en diversos sectores de la producción.

2.3.1 Importaciones

En la tabla N° 4, se puede apreciar la evolución de la importación de boratos, concentrados y ácido bórico durante la última década, no representan volúmenes significativos. También es importante apreciar qué el costo por flete y seguros tienen una incidencia en el precio CIF entre 11% y 17%, con la excepción de la importación realizada en el año 2002 procedente de Bolivia la cual significó más de dos veces su valor FOB.

El volumen máximo importado se registró en los últimos dos años, en el 2005 aproximadamente el 92% tuvo su origen en Estados Unidos, 3.3% España, Italia 2.1%, Bolivia 1.5%, México 1.3% e India como se puede ver en la Fig. N° 5

Importación Peruana de Boratos Naturales, Concentrados (Incluye calcinados) Ácido Bórico

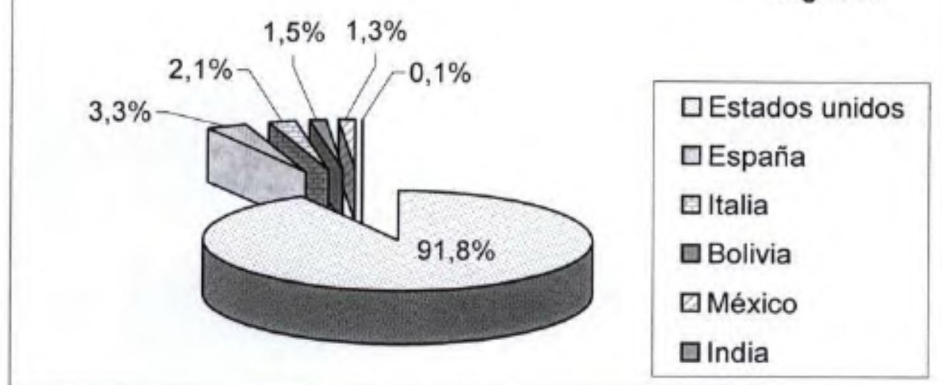
Tabla N° 4

Años	Boratos Naturales					Naturales y sus Concentrados (Incluye calcinados), Ácido Bórico					Importación Total de Boratos	
	FOB US\$	Flete US\$	Seguro US\$	CIF US\$	Toneladas	FOB US\$	Flete US\$	Seguro US\$	CIF US\$	Toneladas	CIF US\$	Toneladas
1995	209,07	50,06	3,62	263	0	4 710	1 153	81	5 944	2	6 207	2
1996	34,22	23,95	0,51	59	0	993	149	15	1 157	2	1 216	2
1997	341,7	53,54	5,09	400	0	16	1	0	17	0	418	0
1998	250,5	54,91	3,5	309	0	448	60	18	526	0	834	0
1999						5 371	514	16	5 900	25	5 900	25
2000						21 893	2 537	27	24 457	111	24 457	111
2001						9 992	978	30	11 000	50	11 000	50
2002						2 560	5 905	36	8 500	228	8 500	228
2003	13 312	5 602	200	19 113	270	7 683	1 071	14	8 768	41	27 882	311
2004	94 235	18 921	1 414	114 569	1 057	6 087	6 002	90	12 178	399	126 747	1 455
2005	122 596	18 270	1 839	142 705	1 322	8 259	612	53	8 915	4	151 621	1 326
2006e	125 000	18 750	2 500	146 250	1 350	8 500	680	55	9 235	5	155 485	1 355

Fuente: Elaborado en base a la información de: Superintendencia Nacional de Administración Tributaria SUNAT-Superintendencia Nacional (1995 - 2005) e= Estimado

Importación Peruana de Boratos Naturales y sus Concentrados (Incl. Calcinados), Ácido Bórico por Países de Origen Año 2005

Fig.N° 5



Fuente: Elaborado en base a la información de: Superintendencia Nacional de Administración Tributaria SUNAT- Superintendencia Nacional (1995 - 2005)

2.3.2 Principales Importadores de Boratos y sus concentrados

Durante el periodo 1995 -2005, alrededor de 20 empresas en el Perú importaron bórax natural, semirrefinado, ácido bórico, y otros dirigidos especialmente para la agricultura. También ulexita, boratos de sodio, calcio, naturales y sus concentrados a granel para uso industrial (humedad 9.8%, B₂O₃: 26.90%), bórax en polvo, bórax fundente, para la industria minera, boro con pigmentos para la industria cerámica, ácido bórico para la industria química y muestras para realizar pruebas. Estas importaciones se efectuaron haciendo uso de los puertos y terminales de: Paíta, Tacna, Pucallpa, Callao, Salaverry, Pisco, etc.

Entre los principales importadores tenemos:

- Halliburton del Perú S. A.
- Compañía Minera Ubinas S. A.
- Petro Tech Peruana S. A.
- Faenadora de Aves S. A.
- Bolinter Amazonas S. A.
- Cene Cambridge Lima
- C.E.P. Las Casuarinas
- Empresa Minera del Centro del Perú S. A.
- Sqm Perú S. A.
- Misión Suiza en el Perú
- Sam Perú S. A.
- Crédito Leasing S. A.
- Ulexandes S. A. C.
- Christensen Chile S. A.

Tecnosanitaria S.A.
 Boyles Bros Diamantina S. A.
 Als Perú S.A.
 Negociar S. A. C.
 Agrovet Market S. A.
 Bionet S. A.

2.3.3 Exportación

En la tabla N° 5 podemos observar, que las exportaciones de boratos y sus derivados como el ácido bórico, durante el periodo 1995 – 2005 reflejan mucha variabilidad, siendo la mayor cifra registrada en el año 1997 (20 189 t.). A partir del año 2000 el volumen exportado fluctúa entre 9 000 t y 12 000 t anuales.

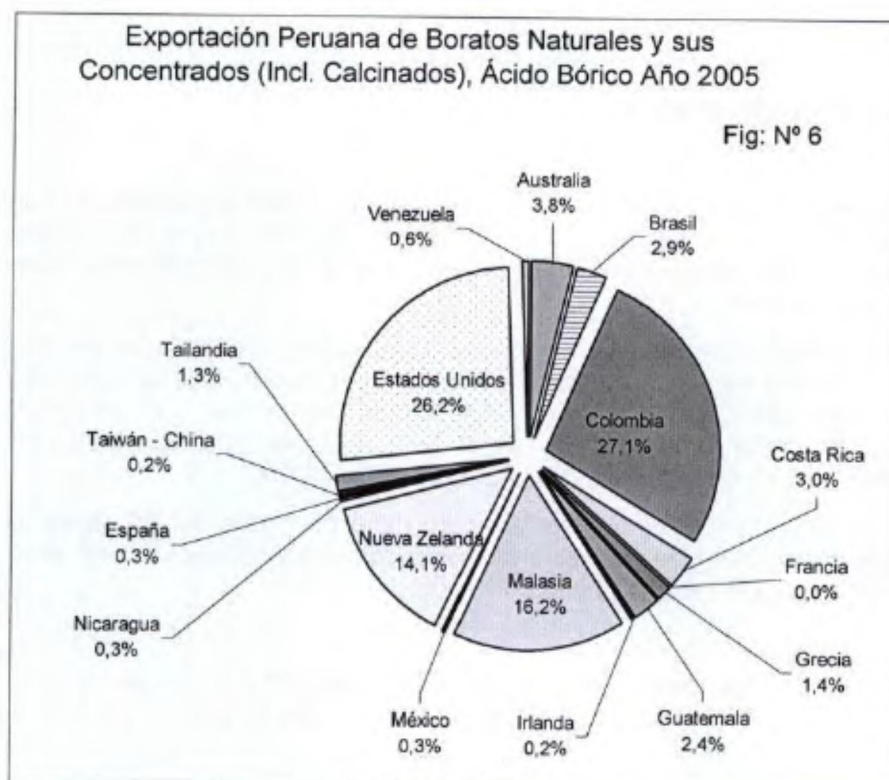
Según los datos de ADUANET (1995 – 2006), el Perú exportó borato de sodio y calcio granulado (B2O3 11%, 30%, 32%), ulexita granular B2O3 30 – 32% y fertilizantes (Fertibagra o Bórax Decahidratado) entre otros a diversos países. En el año 2005 las exportaciones peruanas de boratos tuvieron su destino, el 27 % a Colombia, 26% E.E.U.U., 16% Malasia, Nueva Zelanda 14% y el 17% y el resto a diversos países como se puede apreciar en la Fig. N° 6

Exportación Peruana de Boratos Naturales, Concentrados y Ácido Bórico

Tabla N° 5

Años	Boratos Naturales y sus Concentrados (Incl. Calcinados), Ácido Bórico		Boratos de Sodio Naturales		Total Exportación	
	Toneladas	FOB US\$	Toneladas	FOB US\$	Toneladas	FOB US\$
1995	7 339	1 763 110			7 339	1 763 110
1996	9 378	2 704 679			9 378	2 704 679
1997	20 189	5 212 710	61	16 502	20 250	5 229 212
1998	15 569	4 189 237			15 569	4 189 237
1999	11 871	3 334 000			11 871	3 334 000
2000	9 217	2 504 739			9 217	2 504 739
2001	10 594	2 483 071			10 594	2 483 071
2002	9 597	2 392 730			9 597	2 392 730
2003	9 318	2 305 050			9 318	2 305 050
2004	12 508	3 267 872	90	20 350	12 598	3 288 222
2005	9 068	2 627 325			9 068	2 627 325
2006	10 600	3 063 400	283	78 700	10 883	3 142 100

Fuente: Elaborado en base a la información de: Superintendencia Nacional de Administración Tributaria SUNAT- Superintendencia Nacional (1995 - 2005) e = Estimado



Fuente: Elaborado en base a la información de: Superintendencia Nacional de Administración Tributaria SUNAT- Superintendencia Nacional (1995 - 2005)

2.3.4 Principales exportadores de boratos

Durante la última década se registró los siguientes exportadores:

Compañía Minera Ubinas S. A.

Minera Italboro S. A.

Carlo Mario Camusso S. A.

Química Oquendo S. A. C.

Ulexandes S. A. C.

Ins. No Metalic. y Quimic de Exp. E Imp. S.A.

Inkabor S. A. C., es la más importante en la producción y exportación de boratos en el Perú, pertenece al Grupo Colorobbia con oficina central en Italia, quien es uno de los principales proveedores internacionales de fritas, esmalte, pigmentos, silicatos de circonio, materiales de alúmina para molienda en la industria cerámica y del vidrio. Representa una ventaja comercial en las relaciones internacionales. (INKABOR ©)

2.4 BALANZA COMERCIAL

Durante el periodo 1995 – 2006 la Balanza Comercial peruana de boratos y sus derivados ha sido positiva, como resultado de un mayor crecimiento de las exportaciones con relación a las importaciones variables y con tendencia ascendente en los últimos tres años.

La relación superávit de la Balanza Comercial referido a las exportaciones ha llegado a niveles muy significativos debido a que las importaciones son muy pequeñas, especialmente entre 1996 al 2003 significaron menos del 1% en relación a las exportaciones. Sin embargo, no deja de ser importante los altos precios que representan los minerales de boro y productos importados.

Las exportaciones han crecido a un ritmo promedio del 8% anual en los diez años en estudio, mientras que las importaciones mostraron variaciones como podemos ver claramente en la tabla N° 6 y Fig. 7

Evolución de la Balanza Comercial Peruana de Boratos, Concentrados y Ácido Bórico

(Valor en US \$)

Tabla N° 6

Años	Exportaciones	Importaciones	SBC
1 995	1763 110	268 694	1494 416
1 996	2704 679	2 014	2702 665
1 997	5229 212	417	5228 795
1 998	4189 237	835	4188 402
1 999	3334 000	5 900	3328 100
2 000	2504 739	13 430	2491 309
2 001	2483 071	22 026	2461 045
2 002	2392 730	8 500	2384 230
2 003	2305 050	28 881	2276 169
2 004	3288 221	126 747	3161 474
2 005	2706 025	150 820	2555 205
2006e	3192 740	225 088	2967 652

Fuente: Elaborado en base a la información de: Superintendencia Nacional de Administración Tributaria SUNAT- Superintendencia Nacional Adjunta de Aduanas Estadísticas de Comercio Exterior 1995 - 2005 Lima-Perú



Fuente: Elaborado en base a la información de: Superintendencia Nacional de Administración Tributaria SUNAT- Superintendencia Nacional Adjunta de Aduanas Estadísticas de Comercio Exterior 1995 - 2006 Lima-Perú e = estimado

2.5 PRECIOS

Los precios de boratos en el mercado mundial se cotizan y se venden basados en el contenido de óxido bórico del mineral y los compuestos varían según la ausencia o la presencia del sodio y del calcio, esto se puede apreciar en la tabla N° 7, que corresponde al mercado de los Estados Unidos y Turquía.

Los precios de los minerales y de los compuestos del boro producidos en Perú como es la ulexita y boratos naturales varían según los datos de MEM entre 200 a 220 US \$/t, y tienen su principal mercado Colombia, Estados Unidos, Malasia, Nueva Zelanda y Brasil.

Precios Internacionales Promedios de los Boratos
Valor en US \$/t

Tabla N° 7

Tipos de boro, Concentrados y Ácido Bórico	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006e
Bórax anhidro	521-556	505-539	505-539	505-539	587-627	575-614	560-600	560-600	560-600	560-600	560-600
Bórax decahidrato, granular, técnico	283-318	275-308	275-308	275-308	319-358	276-310	267-300	267-300	267-300	267-300	267-300
Bórax pentahidrato, granular, refinado	246-281	239-273	239-273	239-273	277-317	241-276	233-267	200-233	200-233	200-233	200-233
Ácido bórico, granular, técnico	409-444	396-430	396-430	396-430	461-500	224	210-217	233-267	233-267	233-267	233-267
A granel, FOB California											
Bórax decahidrato, técnico	286	286	312	314-321	324-331	324-331	340-380	340-380	340-380	340-380	340-380
Bórax pentahidrato, refinado	327	327	365	376	388	388	400	400-430	400-430	400-430	400-430
Bórax decahidrato	742	742	802	837-839	862-864	862-864	862-864	862-864	862-864	862-864	862-864
Ácido bórico, granulado, técnico	743	743	773	788	812	812	812	812	812	812	812

Fuente: Industrial Minerals (1996 - 2006) * dejó de cotizar en IM en octubre 2002, e = Estimado

2.6 OFERTA Y DEMANDA MUNDIAL

La oferta de boratos actualmente en el mundo está dada por un conjunto de alrededor de 10 países, mientras que la demanda esta relacionada casi con todos los países a través del consumo, ya sea como materia prima o productos derivados de estos dirigidos en las diversas industrias.

2.6.1 Oferta potencial mundial

Según los datos estadísticos preparados por Regina R. Coleman, coordinadora internacional de los datos, del USGS Boron Commodity Specialist – 2004, más de 200 minerales contienen óxido bórico, pero solamente algunos son de importancia comercial (tabla N° 8), entre ellos cuatro minerales que suman casi el 90 % de los boratos son utilizados por la industria mundial: bórax, kernita (boratos de sodio), colemanita (borato de calcio), y ulexita (borato de sodio – calcio). Estos minerales son extraídos principalmente en California Estados Unidos y Turquía, en menor grado en Argentina, Rusia, Kazakhstan, Bolivia, Chile, China, y Perú.

Principales Minerales de boratos de Comercialización Mundial

Tabla N° 8

Mineral	Concepción Química	Porcentaje de B ₂ O ₃ ,
Boracita (stassfurita)	Mg ₃ B ₇ O ₁₃ Cl	62,2
Colemanita	Ca ₂ B ₆ O ₁₁ ·5H ₂ O	50,8
Datolita	CaBSiO ₄ OH	24,9
Hydroboracita	CaMgB ₆ O ₁₁ ·6H ₂ O	50,5
Kernita (rasortia)	Na ₂ B ₄ O ₇ ·4H ₂ O	51,0
Priceita (pandermita)	CaB ₁₀ O ₁₉ ·7H ₂ O	49,8
Probertita (kramerita)	NaCaB ₃ O ₉ ·5H ₂ O	49,6
Sassolita (ácido bórico natural)	H ₃ BO ₃	56,3
Szaibelyita (ascharita)	MgBO ₂ OH	41,4
Tincal (bórax natural)	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	36,5
Tincalconita (mohavita)	Na ₂ B ₄ O ₇ ·5H ₂ O	47,8
Ulexita (boronatrocálcita)	NaCaB ₄ O ₉ ·8H ₂ O	43,0

Fuente: USGS Boron Commodity Specialist - 2004

2.6.2 Reservas Mundiales

Según la información estadística del USGS Geological Survey Comodity Summaries, (Enero 2006), los principales yacimientos de boratos en el mundo se encuentran localizados en Turquía donde las reservas indicadas rondan los 150.000.000 t. de minerales correspondientes a bórax, colemanita y ulexita principalmente. En segundo lugar se encuentra Rusia con 100 000 000 t. de reservas, Estados Unidos registra reservas indicadas cercanas a las 80.000.000 t. sus depósitos se encuentran localizados en California donde son explotados por cuatro compañías, siendo la U.S. Bórax (USA) quien lidera a nivel mundial la producción y comercialización de boratos. China presenta cifras de reservas por 47 000 000 t. Perú registra reservas indicadas por 22 000 000 t, Argentina presenta reservas por 9 000 000 t. Irán 1 000 000 t, Mientras que Chile, Bolivia y Kazakhsan no registran información al respecto.

2.6.3 Producción Mundial

Según la información estadística del World Mineral Statistics (1996 – 2005), la producción mundial de boratos durante este periodo experimentó un lento crecimiento promedio anual de 1.1%, como se puede ver en la tabla N° 9 y Fig. N° 8. Turquía primer país productor de boratos en el mundo, en el año 2005 participa con el 34.95% en la producción mundial, en segundo lugar Estados Unidos con el 25.29%, en tercer lugar Chile con 12.34 %, cuya producción boratera estimada sobre pasa a la producción Argentina, país que hasta el 2004 ocupaba éste lugar, pasando al cuarto lugar con el 11.31% y Rusia con el 10.28% ocupa el quinto lugar con relación a los demás países productores de boratos.

Producción Mundial de Boratos por Países
Miles de Toneladas

Tabla N° 9

País	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005e
Argentina	242	423	350	360	513	634	510	545	560	550
Bolivia ⁽¹⁾	9	12	7	7	43	32	40	110	110	100
Chile ⁽¹⁾	149	171	280	200	338	328	431	401	401	600
China ^{a, (2)}	157	136	137	110	145	150	145	130	135	140
Alemania ⁽³⁾	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Iran ⁽³⁾	1	1	2	4	4	3	2	3	3	3
Kazakhstan ^a	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Perú	39	40	40	40	9	9	7	9	9	10
Rusia ^a	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	500	500
Turkia ⁽³⁾	1 451	1 569	1 650	1 410	1 402	1 493	1 346	1 370	1 450	1 700
Estados Unidos ⁽⁴⁾	1 250	1 190	1 170	1 220	1 070	1 050	1 050	1 150	1 210	1 230
Total	4 330	4 573	4 667	4 382	4 555	4 731	4 562	4 750	4 410	4 864

Fuente: World Mineral Statistics 1996 - 2005, U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2006

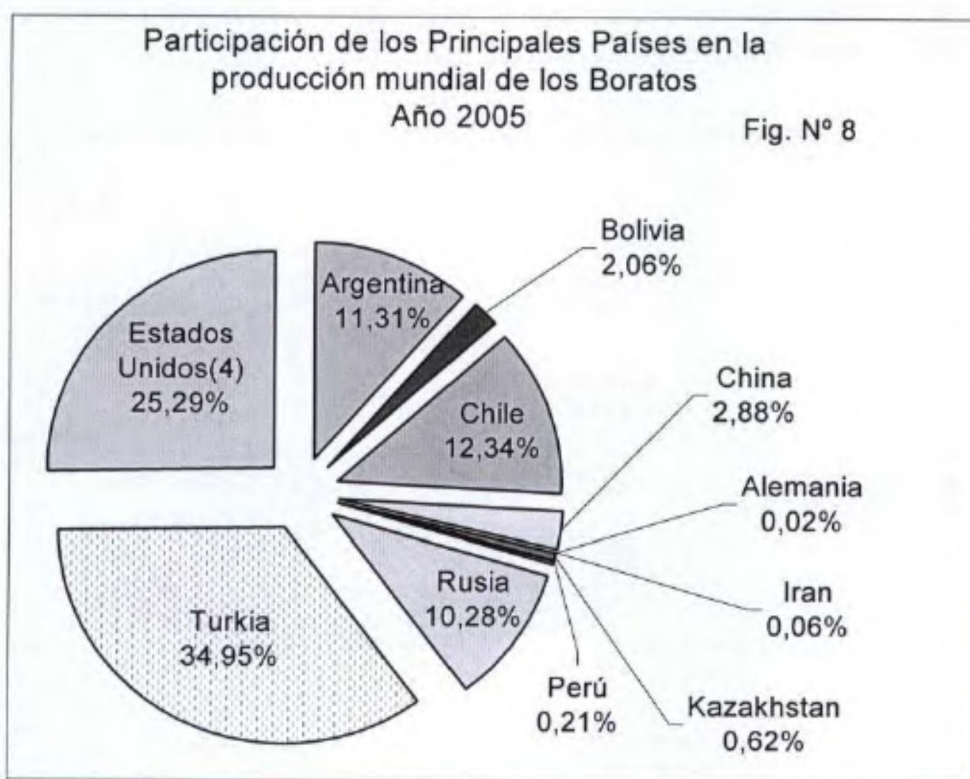
** Estimado

(1) = ulexita

(2) = incluye concentrados

(3) = borax

(4) = Minerales y concentrados



Fuente:Elaborado con información de World Mineral Statistics 1996 - 2005

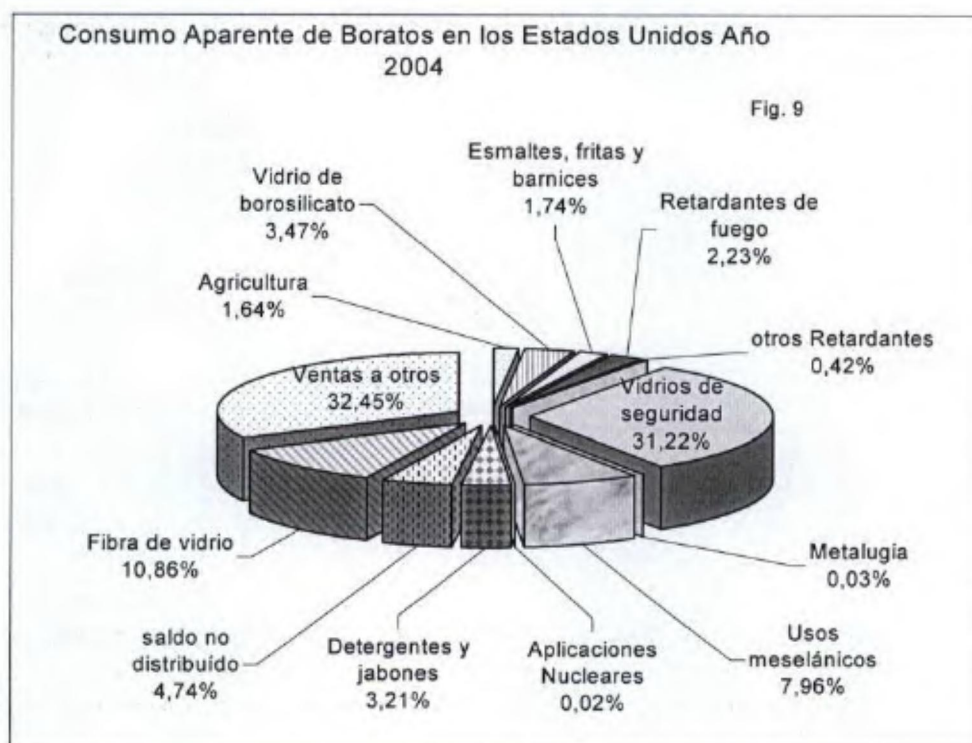
2.6.4 Demanda de los Boratos

No se cuenta con datos, que permitan determinar la demanda mundial de boratos, sin embargo se asume que el consumo de boro y ácido bórico esta dirigido mayormente al sector del vidrio y fibra de vidrio, tanto para aislamiento como textil, así también a la fabricación de jabones, detergentes, usos agrícolas, productos cerámicos, ignífugos y otros. Entre las aplicaciones menores que están en aumento cabe citar su empleo como aditivo en aleaciones para núcleos de transformadores y motores eléctricos; en forma de nitruro y carburo, para compósitos cerámicos; como nitruro, para endurecimiento superficial, y como cristal, para duplicadores de frecuencia en rayos láser.

La demanda mundial de materias primas minerales de boro, se abastece a partir del bórax (borato sódico) en sus variedades (tincal, bórax decahidrato, y kernita, bórax tetrahidrato), sassolita (ácido bórico), colemanita (borato cálcico), ulexita (borato calcisódico) y salmueras, con leyes en B_2O_3 (tabla N° 8).

Según USGS Barón Commodity Specialist 2004, el principal mercado consumidor de boratos en el mundo es Estados Unido, cuyo consumo aparente está concentrado en los estados al norte y este del mismo y la estructura podemos ver claramente en la Fig. N° 9. Siendo la industria de vidrio, fibra de vidrio y materiales para cerámica alrededor del 52%. El resto lo conforman los demás consumidores como detergentes, jabones, blanqueadores, retardantes de fuego, agricultura, usos meceláneos, y otros.

Debemos tener en cuenta que cada tipo de aplicación se traduce en requerimientos y especificaciones técnicas que recaen sobre los productos de boro, que actualmente son comercializados como refinados (bórax, ácido bórico, octoborato de sodio), calcinados, concentrados y hasta como mineral crudo.



Fuente: USGS Boron Commodity Specialist 2004

2.6.5. Países Exportadores

De acuerdo a los acontecimientos, tendencias y publicaciones relacionadas a los boratos en el año 2005, según información estadística U.S G.S Geological Survey Minerals Yearbook - 2004. Los Estados Unidos segundo productor mundial de boratos, principal productor del mundo de los compuestos y refinados en el mundo exporta cerca de una mitad de su producción interna, sus volúmenes exportados rondan las 500.000 t. a: Canadá 33%, China 17%, Japón 13%, México 6%, Corea 4%, Tailandia 5% Taiwán 3%, demás países 5%. Otros países exportadores son: Turquía, Chile, Argentina, hasta el 2004 fue el tercer productor mundial de boratos y diversos derivados como ácido bórico, bórax anhidro, bórax pentahidratado y ulexita anhidra, siendo Brasil su principal comprador con más del 50%, también exportan Bolivia, Perú y China. No es posible determinar cuales son los volúmenes exportados.

2.6.6 Países Importadores

Las importaciones consisten sobre todo en el bórax, ácido bórico, la colemanita, y la ulexita, siendo los principales países importadores de boratos son europeos, que a falta de producción deben satisfacer su demanda vía importación, los mismos son Holanda, Francia, Italia, y España. Otros países importadores son Japón, Estados Unidos, México, Canadá, Brasil, Taiwán y Australia.

Estados Unidos es principal importador del mundo, cuyo volumen importado durante el año 2004 tuvo origen en: Turquía 52%, Chile 26%, Perú 9%, Bolivia 5%, Argentina 3% y el 5% restante de otros países del mundo.

Los principales países importadores de boratos son europeos, que a falta de producción deben satisfacer su demanda vía importación, los mismos son Holanda, Francia, Italia, y España. Otros países importadores son Japón, USA, México, Canadá, Brasil, Taiwan y Australia.

2.7 Perspectivas

Existen perspectivas de desarrollo para los minerales de boratos y sus derivados en el futuro, por las siguientes razones:

- Existe buenas perspectivas para el incremento de la producción boratera, debido a la tendencia al crecimiento de la industria de construcción, la cual por su efecto multiplicador es el motor del desarrollo de muchas industrias, entre ellas las industrias del vidrio, cerámica, pinturas, pigmentos, etc. principales consumidores de minerales de boratos.
- La industria del vidrio y fibra de vidrio es principal consumidora de los minerales de borato, y por sus múltiples usos que esta representa se augura una importante perspectiva de desarrollo, especialmente para el Perú se encuentra en proceso de industrialización.

- En los Estados Unidos, la utilización de los boratos en la industria del vidrio y cerámica representó el 70% de la demanda total para el año 2004, esto muestra que hay buenas perspectivas de demanda debido a la tendencia creciente de la misma
- Lo mismo la demanda como fertilizantes seguirá siendo alta, debido a las proyecciones de desarrollar intensivamente el agro en el Perú, según los planes del actual gobierno y por el incremento de las exportaciones de productos agrícolas en el último lustro.
- Así también, es posible que las exportaciones de los productos químicos del boro peruano crezcan, porque se espera que los derivados manufacturados del boro aumenten debido a su valor agregado (ácido bórico, octoborato de sodio tetrahidratado, etc.).
- Otra perspectiva importante es, la sustitución de piezas de metal por plásticos reforzadas de fibra de vidrio por algunos fabricantes de automóviles, para reducir el peso y así aumentar la eficacia del consumo de la gasolina. Esto aumentaría una mayor demanda del boro en la fabricación de compuestos reforzados.
- La demanda para los generadores económicos no contaminantes de energía, ocasionaría una demanda creciente de los boratos en células de combustible. Ejemplo fabricación de baterías a base de células combustibles para vehículos.

CONCLUSIONES

1. La ocurrencia de boratos en el Sur Perú esta asociado al vulcanismo activo de la Franja Cenozoica, tectonismo activo, cuencas cerradas, clima árido a semi árido y fuentes termales. Fueron los factores propicios para la generación de los boratos y otras materias minerales no metálicas de interés industrial.
2. Los boratos en el territorio peruano se encuentran distribuidos de sur a norte, en la región Tacna está el depósito (de Laguna Blanca, boratos del tipo colemanita; en Arequipa tenemos los depósitos de la Laguna Salinas de tipo Ulexita siendo el único depósito en actividad; en la región Puno tenemos el Salar de Chilicolpa, cuyos minerales principales son boratos (bórax y ulexitas) que se hallan asociados con epsomita, cloruro de sodio, geysierita y material arcilloso. Los depósitos ubicados en Ayacucho en la Laguna Parinacochas, son pequeñas ocurrencias en forma de masas irregulares de aspecto terroso. Estos por la falta de vías de comunicación, deficiente infraestructura así como el desconocimiento de sus propiedades, hasta la fecha no pueden ser aprovechados.
3. La posibilidad para nuevos descubrimientos sigue latente, sobre todo en los depósitos de los salares del Mioceno donde podrían aún encontrarse ocultas valiosas evaporitas fósiles con boratos aun no determinados como una prolongación de la Provincia Boratífera Centroandina, constituyendo el sur del Perú un objetivo importante para la búsqueda de este mineral, debido a la prolongación de la franja de grandes yacimientos en Chile, Argentina y Bolivia.
4. Para la exploración de boratos debemos tener en cuenta que, éstos se encuentren cubiertos por materiales volcánicos a recientes, para lo cual se tendría que realizar mapeos geológicos detallados, utilizando imágenes satelitales, para demarcar las áreas favorables.
5. El Perú, es uno de los pocos países en el mundo que tiene depósitos de boratos con reservas renovables, están localizados en Arequipa y actualmente se explotan. Así también se han localizado ocurrencias en las regiones de Ayacucho, Tacna y Puno.
6. Las cifras de producción peruana de boratos durante 1995 al 2005, ha experimentado variaciones, en los cinco primeros años fue entre 97 000 t. a 50 000 t. para luego descender drásticamente en el segundo lustro entre 9 309 t. a 12 000 t, por lo que asumimos que estos resultados obedecen en gran parte a un sesgo en la información.
7. Se estima que, gran parte de la drástica reducción del volumen la producción peruana de boratos, a partir del año 2000 comparado con 1999, puede ser el resultado de volúmenes de producciones no registradas, las cuales se emplea directamente como materia prima para la producción de ácido bórico y otros productos derivados en sus plantas de tratamiento de la misma empresa productora. Esto se explica por el volumen de producción registrada de ácido bórico para el mismo periodo con una tendencia ascendente.
8. El consumo de boratos en el Perú esta relacionado mayormente con los subsectores químico (fertilizantes, papel y otros), agrícola, minero - metalúrgico y construcción (vidrio, cerámica, pinturas). Esta demanda es satisfecha por la producción nacional en un 98%, debiéndose importar alrededor de un 2% de boratos concentrados inclusive calcinados, para cubrir las exigencias de la industria, los que tuvieron su origen en más del 91% de los Estados Unidos.
9. Durante el periodo 1995 - 2006 el Perú exportó boratos y sus derivados a más de 18 países del mundo, representando el mercado Latinoamericano y Estados Unidos mas de 57% del total exportado, cuyo valor fue altamente significativo comparado

con el valor de las importaciones, obteniendo por tanto un saldo comercial favorable de US\$ 1 494 414 en el año 1995 a US\$ 2 967 652 en el 2006, significando una entrada de divisas al país con una tendencia ascendente.

10. El mercado de boratos en el ámbito mundial, está en expansión. Siendo el principal productor Turquía, seguido de Estados Unidos, Chile y Argentina para el año 2005.
11. El principal mercado consumidor e importador de boratos en el mundo es Estados Unidos, cuyo consumo aparente está relacionado con la industria de vidrio, fibra de vidrio y materiales para cerámica alrededor del 52%. El resto lo conforman los demás industrias como: detergentes, jabones, blanqueadores, retardantes de fuego, agricultura, usos misceláneos, y otros.

BIBLIOGRAFIA

- ALONSO, R. (1991) - Evaporitas Neógenas de los Andes Centrales. Génesis de Formaciones Evaporíticas, Modelos Andinos e Ibéricos. Barcelona, p267- p329.
- ALONSO, R. (1996) - El yacimiento boratífero de Laguna Salinas, Perú. XIII Congreso Geológico Argentino. Actas, Vol. III, pp. 297 308. Buenos Aires.
malonso@uolsinectis.com.ar. Publicaciones de Internet.
- BOSSE H..R & et al, (1989) - Reconocimiento y Evaluación Preliminar de los Minerales Industriales, Rocas y Tierras en los Departamentos de La Libertad y Cajamarca Tomos II y III.
- CHONG, G; et al (2000) - Los yacimientos de boratos de Chile. Rev. geol. Chile, jul. 2000, vol. N° 27, no.1, 99p-119. ISSN 0716-0208.
- DÍAZ A. & ALVAREZ M. (1980) - Perfil Analítico de la Producción, Consumo y Comercio Exterior de la boratos en el Perú, INGEMMET, Lima, 56 p.
- DE LA CRUZ, J & HERRERA I. (2000) – Mapa Geológico del Cuadrángulo de Characato (33-t). INGEMMET. Boletín N° 23. Lima.
- GARRET, D. (1998) – Borates. Handbook of Deposits, Procesing, Properties and Use. Academic Press. 483p.
- INGEMMET (1995) - Evaluación de zonas Hidrotermales en las pampas de Kallapuma y alrededores. Convenio PET-INGEMMET). Tomo I. Lima. 142p.
- INEI, Compendio Estadístico 2005, Lima 1022 p.
- INDUSTRIAL MINERALS, (1996 – 2006) varios N°s.
- JOCHAMOWITZ, A. (1907) – Informe Relativo a las Pertenencias Ubicadas sobre el Yacimiento de Bórax de la Laguna de Salinas. Cuerpo de Ingeniero de Minas del Perú, Lima, 24p.
- JOCHAMOWITZ, A. (1917) - Boratos de América y en especial los boratos del Perú, en Congreso Nacional de la Industria Minera, Lima: Imprenta Torres Aguirre, 87 p. plus., mapa.
- MEDINA H. & LARA J. (1987) - Perspectivas del estaño-manganeso-boratos del Perú meridional para fines siderúrgicos, en Simposium Nacional de Minería, 7. Puno: 1987. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 1987. pp. 133-147
- MENDIVIL, E. (1965) - Geología de los Cuadrángulos de Maure (35-X) y Antajave (35-Y). Ministerio de Fomento y Obras Publicas de la Republica del Perú, Lima 99p.
- ORRIS, G., (1992) - Industrial Mineral Deposit Models: Descriptive Models For Three Lacustrine deposit types. U.S. Geological Survey. Tucson, Arizona. 14p.
- ROCAS Y MINERALES, (2005) Diciembre N° 408, Ed. Fueyo Editores Madrid
- ROSPIGLIOSI, C., (1980) – Prospección Geológica por litio en salares del sur del Perú. Archivo Técnico INGEMMET. Lima, 51P.

SUNAT, (1995 – 2006) - Superintendencia de Adjunta de la Dirección General de Aduanas del Perú Información en Digital de comercio Exterior (1995 al 2004).

USGS, MINERALS YEARBOOK (1995 -2006), Vol. I Metales y Minerales

U.S. GEOLOGICAL SURVEY, Mineral Commodity Summaries, Januarios (1996 – 2006)

C. SALES

CAPÍTULO I

SÍNTESIS GEOLÓGICA DE LAS SALES

1.1 Generalidades

Son minerales que cubren grandes extensiones, siendo el resultado de procesos evaporíticos, los que dan origen a depósitos salinos de tipo continental o marino, que contienen importantes concentraciones de sales minerales de interés económico. (Gajardo, A., 1988).

Los principales depósitos salinos o salares se componen de tres fracciones: Una fracción sólida, o costra salina, una fracción líquida o salmuera, la que contiene aniones y cationes en diferentes concentraciones y una fracción detrítica o clástica en arcillas y limos. (Gajardo, A., 1988).

Los componentes salinos principales de los depósitos reconocidos en el Perú, son los cloruros de sodio y potasio, sulfatos de sodio y magnesio. Dentro de las cuales la halita es el mineral de mayor ocurrencia en el Perú, la sal es el mineral más importante de los minerales industriales, porque es indispensable para la vida humana y para la sociedad. La sal es esencial para la vida. El cuerpo humano contiene cerca de 227 g de sal, y cada año una persona consume en promedio de 7 a 9 kg de sal. La sal es un vehículo para la introducción de yodo en la dieta humana, cuya deficiencia puede ocasionar severos desórdenes mentales. Abunda en la naturaleza formando grandes masas sólidas (sal gema) o disuelta en el agua de mar (sal marina) y de algunos manantiales (salmueras). Comúnmente incolora o blanca, pero ofrece una amplia variación según las impurezas que contenga. Sabor salado, al tacto es húmedo muy soluble en agua. (Carr, D., 1994).

1.2 Mineralogía

1.2.1 Sales Comunes

- Halita (NaCl), Se presenta en la naturaleza como cloruro de sodio, constituyente esencial de evaporitas el nombre mineralógico para la sal común es halita. Hábito usualmente cúbico, rara vez octahedral, presenta coloraciones que va de incoloro a blanco amarillo. (Pueyo, J., 1991).

1.2.2 Sales Potásicas

- Silvita (KCl), es un cloruro de potasio, hábito cúbico, y fractura irregular. Gusto menos salado que halita, algo metálico y picante, diatérmico. Presenta impurezas de Br, He y U. (Pueyo, J., 1991).
- Carnalita ($\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), es un cloruro de potasio y magnesio, de hábito tabular, fractura concoidea. Brillo graso apagado, Incoloro, blanco, a menudo rojizo y rara vez amarillo o azul. De sabor amargo. Impurezas químicas usuales Br por Cl, Fe por Mg, y Rb, Cs, Tl y NH_4 por K. (Pueyo, J., 1991).

1.2.3 Sales de Magnesio

- Epsomita ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$), o sulfato de magnesio hidratado puro, el color es blanco o gris claro, con un brillo que puede ser vítreo, sedoso o terroso en la variedad fibrosa compacta. Presenta un hábito acicular o fibroso. Se le conoce como sal inglesa, sal amarga o sal de La Higuera, el peso específico del mineral es 1.78 y su dureza es 2 en la escala de Mohs. Se le encuentra en los depósitos de sal gema. (Pueyo, J., 1991).

1.2.4 Sales Alcalinas

- Thenardita (Na_2SO_4), es un sulfato de sodio, con colores que van del gris a débilmente amarillentos. Cristaliza en el sistema rómbico, de hábito tabular, cuneiforme bipiramidal, es menos común prismático. Dureza 2.5 – 3 en escala de Mohs. (Pueyo, J., 1991).

1.2.5 Sales de Nitrato

- Nitratina (NO_3Na) es un nitrato de sodio. Generalmente se presenta en forma granular, masiva en incrustaciones, incoloro o blanco, con impurezas también rojo, pardo, gris y amarillo limón. Brillo vítreo, diamagnético y deflagrante. Dureza 1-2 en escala de Mohs, Densidad 2.29
- Salitre o Nitro (KNO_3), compuesto por nitrato de potasio, mineral blanco, translúcido y brillante, de fractura concooidal. (Suárez, D., 1994).

1.3 Propiedades Físicas

1.3.1 Halita:

Color: Incolora a blanca, a veces roja, amarillo, azul y violeta.
 Raya: Blanca.
 Brillo: Vítreo al tacto sedoso.
 Dureza: 2.5 (Mohs)
 Densidad: 2.17 g/cm³
 Fractura: Concoidea
 Exfoliación: Perfecta según caras del cubo
 Tenacidad: Blanda a frágil.
 Al fuego: Produce llama amarilla (Suárez, D., 1994).

1.3.2 Silvita:

Color: Incolora a blanca, a veces roja, amarillo, azul y violeta.
 Raya: Blanca.
 Brillo: Vítreo
 Dureza: 2.0 a 2.5 (Mohs).
 Densidad: 1.993 g/cm³
 Fractura: Irregular
 Tenacidad: Blanda a frágil.
 Al fuego: Produce llama violeta rojiza. (Suárez, D., 1994).

1.3.3 Carnalita:

Color: Incoloro, blanquecino, amarillento, pero sobre todo rojo a rosado.
 Raya: Blanca.
 Brillo: Graso apagado
 Dureza: 2.5 (Mohs).
 Densidad: 1.6 g/cm³
 Fractura: Concoidea
 Al gusto: Picante por el potasio y amargo por el magnesio
 Tenacidad: Frágil. (Suárez, D., 1994).

1.3.4 Epsomita:

Color: Incoloro a blanco, blanco verdoso.
 Raya: Blanca.
 Brillo: Vítreo a sedoso
 Dureza: 2.0 a 2.5 (Mohs).
 Densidad: 1,67 g/cm³
 Fractura: Concoidea
 Tenacidad: Blanda a frágil. (Suárez, D., 1994)

1.3.5 Thenardita:

Color: Incolora a azulado
 Raya: Blanca.
 Brillo: Vítreo o resinoso
 Dureza: 2.5 a 3 (Mohs).
 Densidad: 2.66 g/cm³
 Tenacidad: Blanda a frágil. (Suárez, D., 1994)

1.3.6 Nitratina:

Color: Incoloro, gris, blanco amarillento
 Raya: Blanca.
 Brillo: Vítreo.
 Dureza: 1.5 a 2.0 (Mohs).
 Densidad: 2.27 g/cm³
 Tenacidad: Frágil. (Suárez, D., 1994)

1.3.7 Nitro:

Color: Incoloro, gris, blanco.
 Raya: Blanca.
 Brillo: Vítreo
 Dureza: 2.0 (Mohs).
 Densidad: 2.11 g/cm³
 Tenacidad: Blanda a frágil. (Suárez, D., 1994)

1.4 Propiedades Químicas

- Halita: Contiene el 39.3% de sodio y el 60.7% de cloro, a veces con impurezas de Sulfatos y cloruros de magnesio y calcio. Fácilmente soluble en agua.
- Silvita: Contiene el 52,45 % potasio y el 47,55% de cloro.
- Carnalita: Cloruro potásico-magnésico hidratado, fórmula $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
- Epsomita: Sulfato de magnesio hidratado, siendo su composición química de 32.5% de SO_3 , 16.3% de MgO y 51.2% de H_2O .
- Thenardita: Sulfato de sodio, cuya composición química es 43.6% de Na_2O y 56.4% de SO_3 .
- Nitratina: Cuya composición química es 63.5% de N_2O_5 y 36.5% de Na_2O . (Suárez, D., 1994).
- Nitro (Salitre): Cuya composición química es 53.5% de N_2O_5 y 46.5% de K_2O

1.5 Tipos Genéticos de Depósitos de Sales

Los depósitos de sales que se han reconocido son de los siguientes tipos:

- a) Estructuras Salinas Diapíricas, Domos y capas salinas.- Los domos se forman por la concentración de masas salinas que por tener menor densidad con respecto a las rocas que las suprayacen, tienden a salir hacia la superficie atravesando las rocas. Las sales aprovechan grandes fallas inversas o normales a lo largo de las cuales se desplazan constituyendo verdaderos cuerpos intrusivos. Iniciándose por sobrecarga sedimentaria y complementado por esfuerzos compresivos laterales vinculados a las fases de deformación. (Sánchez, A. 1998). (Ver gráfico N° 01).

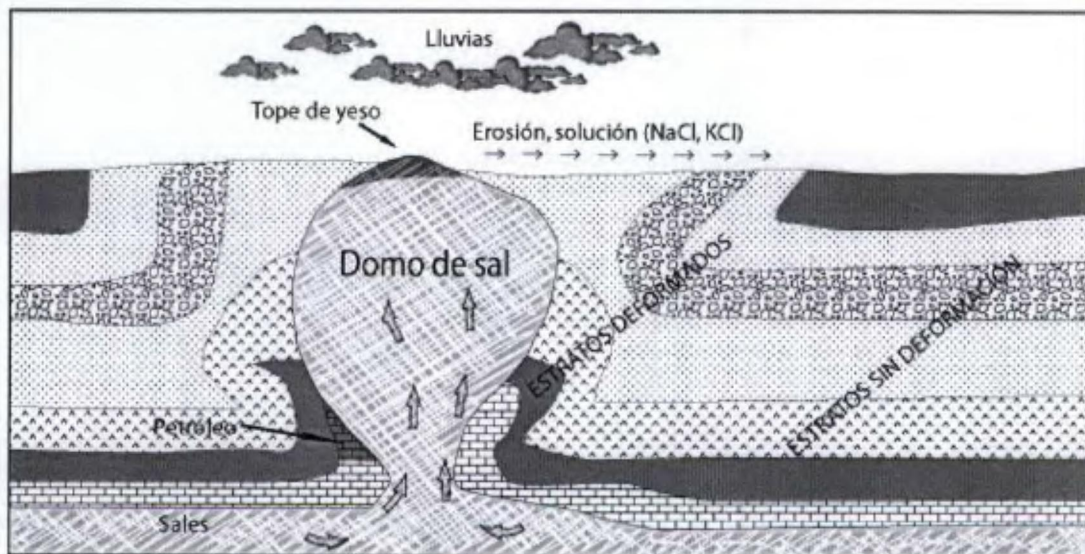


Gráfico N° 01. Tipo genético de depósito salino "Domo de Sal". Tomado de Belousov, V. 1979 modificado.

- b) Sal Marina Evaporítica.- Estos depósitos estratificados de sal de origen marino ocurren en cuencas marinas marginales, cerca de márgenes continentales en áreas de rápida subsidencia y de extensiones, variadas. Estas

cuencas tenían afluencia periódica del agua de mar que era la fuente principal del cloruro de sodio. Los depósitos estratificados de sal marina son con frecuencia de gran extensión y de potentes estratos. (Orris, G., 1991).

c) Sales Lacustrinas.- Estos depósitos masivos y estratificados de sales se formaron en cuencas continentales, cerradas o semi cerradas en lagos salados, cuando las aguas dulces pueden concentrarse por evaporación hasta precipitar sus sales disueltas. (Orris, G., 1991).

Siendo controlado por factores importantes que determinan la existencia de un lago salado, como son la cuenca cerrada, infiltraciones reducidas y evaporación superior a las lluvias. (Ballivián, O.; et al., 1981).

Los depósitos pueden ser de grandes extensiones y cientos de metros, pero son en promedio depósitos más pequeños que las sales de tipo marino.

d) Vertientes Salinas y Salmueras.- Las sales pueden ascender a la superficie disueltas en el agua y ser posteriormente recuperada por evaporación, El origen de las aguas saladas puede ser muy variado, generalmente se trata de aguas vadosas que han disuelto la sal de depósitos preexistentes. (Dunin-Borkowski, E. 1996).

También pueden tratarse de aguas marinas de filtración en las zonas costeras o a la proximidad de alguna formación salina en su discurrir subterráneo. (ENADIMSA, 1980). Las sales y el yeso de la costa se precipitan en albuferas o lagunas costaneras separadas del océano por barras permeables. El nivel del agua en las lagunas bajas y a través de las barras semipermeables se percola el agua marina, aportando cantidades adicionales de sales disueltas. Esto permite la formación de depósitos de sal a lo largo de la costa del Perú. (Petersen G. 1972).

e) Depósitos de Salitres.- Son costras de exudación que la evaporación de las aguas ascendentes por capilaridad ha depositado en la superficie del terreno. No suelen presentarse en grandes espesores, alcanzando su máximo desarrollo en las regiones desérticas costeras. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980). (Ver Mapa N° 3-C mostrando franjas de tipos genéticos de sales).

En el clima desértico de la costa el agua de las lagunas se evapora y su salinidad aumenta, llegando primero a precipitar el yeso luego la sal común. (Dunin-Borkowski, E. 1996). (Ver Anexo 2-C, Génesis de los depósitos de Sales en el Perú y su localización).

1.6 Formas de Presentarse en la Naturaleza

Las principales geometrías que presentan los depósitos de sales son las siguientes:

a) Mantos y Lentes de sal.- Los mantos y lentes de sal son de gran abundancia, provienen de rocas de edades postpensilvanianas. En el Sur del país se las explota con métodos subterráneos. Estos depósitos son de extensiones amplias, a lo largo de la estratificación que las contiene. La sal común o Halita, se presenta en forma masiva en agregados granulares, fibrosos y pocas veces en costras. (Dunin-Borkowski, E. 1996).

b) Salmueras.- Se hallan en cuencas extensas y poco profundas, localizadas en los sedimentos impermeables, relleno con sedimentos porosos y permeables. (Aldana, M., 1981).

Así tenemos que: Las sales de potasio (silvita) cristaliza en forma granular, compacto o costriforme. Las sales de magnesio (Epsomita), se presenta en masas fibrosas, eflorescencias o costras fibrosas de agujas muy finas. Los

sulfatos de sodio (Thenardita, glauberita) se presentan en masas cristalizadas o eflorescencias. (Carbone, J., 1995).

De muchas maneras pueden evaluarse en forma similar a las reservas de minerales en la fase sólida. Sin embargo, debido a que se trata de un fluido, la reserva está sujeta a variaciones tanto espaciales como temporales. A pesar de que puede considerarse que los fluidos responden a los principios hidrológicos clásicos, su respuesta suele ser bastante diferente y podría ser análoga a la de los depósitos de petróleo. Estas características inusuales requieren asesoría de expertos especializados y experiencia para comprender y desarrollar los proyectos en forma exitosa. (Aldana, M., 1981).

- c) Costras o eflorescencias.- Se hallan en planicies de tipo desértico, como capas duras, constituyendo depósitos superficiales, pero de grandes extensiones. (Risacher, F., et al, 1999)

Las sales de nitrato como la Nitratina mineral más abundante de los nitratos, se presenta en costras superficiales, caliches, eflorescencias mezcladas con blondita, anhidrita, yeso, halita, glauberita, en regiones áridas. (Suárez, D., 1994). (Ver Anexo N° 1-C Ocurrencias de Sales en el Perú).

1.7 Usos y Aplicaciones

1.7.1 Cloruros de Sodio, Halita:

- La Industria química absorbe mas del 50% de la producción en la elaboración del cloro, carbonato sódico, hidróxido sódico, ácido clorhídrico, sulfato sódico, compuestos que se utilizan en la manufactura de mas de 14,000 productos químicos. (Suárez, D., 1994).
- Como nutriente o condimento, en la industria conservadora, sal de mesa, quesos, mantequillas, como conservantes de carnes, pescados y otros productos alimenticios. (Suárez, D., 1994).
- Se usa también en lodos de perforación.
- Es utilizada en procesos metalúrgicos.
- En la fabricación del hielo, helados, etc.
- La pureza debe ser mayor de 95%

1.7.2 Sales de potasio

Este grupo constituye los yacimientos de mayor valor económico, de los que se extraen las sales potásicas o "potasa".

- Alrededor del 95% de la potasa que se produce en el mundo es utilizada en la agricultura como fertilizante. El 5% restante se emplea en una variedad de usos industriales. (Carbone, J., 1995).
- El potasio, fósforo y nitrógeno son los principales nutrientes requeridos para el crecimiento de las plantas. (Carbone, J., 1995).
- El 90% del potasio que se utiliza en agricultura proviene de la silvita (KCl), a la cual se le conoce comercialmente con el nombre de muriato o cloruro de potasa. La potasa en los campos de cultivos produce un mayor crecimiento de la raíz, mejora la resistencia de la planta a la ruptura y ayuda a retardar las enfermedades en la cosecha, entre otros beneficios. (Carbone, J., 1995).

- Sus componentes son minerales muy importantes y necesarios para el funcionamiento general del cuerpo humano.
- Es usada en fuegos artificiales.
- En la elaboración de perfumes.

1.7.2.1 Nitrato de potasio (KNO_3)

Utilizado en el curado de carnes
 Utilizado en la pólvora
 En la industria del vidrio.
 En cerámicas. (Carbone, J., 1995).

1.7.2.2 Carbonato de Potasio (K_2CO_3):

Utilizado en fabricación de jabón blando.
 En la industria del vidrio. (Carbone, J., 1995).

1.7.2.3 Hidróxido de potasio ($K(OH)$):

En colorantes reactivos de laboratorio. (Carbone, J., 1995).

1.7.2.4 Clorato de potasio ($KClO_3$):

Utilizado en explosivos, detonantes.
 Utilizado en la elaboración de colorantes.
 Utilizado en medicamentos. (Carbone, J., 1995).

1.7.3 Sales de Magnesio, Epsomita:

- La mayor aplicación es en la obtención del óxido para materiales altamente refractarios.
- Es utilizado en la industria del caucho.
- Es utilizado en la industria del textil para dar apresto a los tejidos de algodón, como carga en los tejidos de lana; en la fabricación de colorantes,
- Utilizado en la fabricación de seda.
- En medicina en la elaboración de purgantes. Tanto el óxido como el hidróxido de magnesio encuentra aplicación en la elaboración de productos farmacéuticos. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980)

1.7.4 Sulfatos de Sodio, Thenardita, Glauberita:

- El sulfato de sodio se emplea principalmente en los procesos de fabricación de vidrio.
- Utilizado en agricultura como fertilizante, e insecticidas.
- Es Usado en medicina como purgante.
- En la obtención de sulfato de sodio

- En la elaboración de numerosos productos químicos como el carbonato sódico, ácido muriático y como reactivo de laboratorio.
- Usado en tintorería, en el curtido de pieles.
- En la fabricación de refrigerantes.
- En metalurgia se emplea para la flotación de del plomo, cobre, plata y otros metales. (Dunin-Borkowski, E. 1996).

1.8 Ocurrencias en el Perú

Estas ocurrencias son las siguientes:

1.8.1 Domos de sal

Ocurre la sal común o halita en concentraciones de masas salinas en domos diápiricos, en forma de capas regulares a irregulares, en el Grupo Mitu, y del grupo Pucara, luego ascienden a la Formación Sarayaquillo, en donde se aloja. La mayor acumulación de sal se produce en la Faja Subandina en el departamento de San Martín y particularmente en la Cuenca del Huallaga, donde existen numerosos domos de sal. También existen domos de sal en el departamento de Amazonas. (Dunin-Borkowski, E. 1996).

Generalmente estas estructuras se encuentran en sedimentitas jurásicas de la Formación Sarayaquillo, que conforman las capas rojas. Se considera que estos domos se han desarrollado a través el tiempo a partir del enterramiento del material original que puede estar comprendido entre el paleozoico superior o jurásico superior, siendo concentrado y extruído durante el Neógeno superior, especialmente con la fase de deformación del plioceno, que es el responsable en gran medida del arreglo morfoestructural actual. (Sánchez, A. 1998).

En el Grupo Pucara, de composición carbonática, del triásico superior, también se encuentran depósitos de sal, en vertientes saladas y también ocurren depósitos de sale en forma estratificada. (Carbone, J., 1995).

1.8.2 Domo Salino de Pilluana,

Se ubica en el Distrito de Alberto Leveau, Provincia y Departamento de San Martín. Se emplaza entre el sector medio oriental de la Cuenca Huallaga y al oeste del alineamiento subandino conocido como los Cerros Cushabatay – Cahuapanas. En el margen derecha del Río Huallaga.

Este domo tiene unos 6 Km. de diámetro de forma algo globular irregular. Presenta dos tipos de sales: una sal roja que muestra abundantes limos, arcillas y clastos de lodolitas de diferente tamaño, estos horizontes salinos son continuos y persistentes en bancos gruesos apropiados para su explotación, con bancos blancos de sal con presencia de horizontes de limos verdes, menores de 0.10 m, con niveles de yeso granular, así como horizontes de sal blanca con limolitas marrones verdosas en horizontes finos. Se observa el dominio de sal blanca sobre la rosada. (Valencia, M., 2000).

1.8.3 Depósitos Salinos Estratificados

A) En la sierra

Estos depósitos salinos más abundantes parecen estar en la Faja Interandina, siendo frecuentemente sus ocurrencias en forma de capas, estratos y mantos. Así ocurren asociados a la Formación Huancané y las unidades de Muñani y Cotacahu en los departamentos de Puno y Cusco, asociados al Grupo Mitu en los departamentos de Ayacucho, Apurímac y Pasco. También se presenta en la Formación Casapalca en el departamento de Huancavelica. (Dunin-Borkowski, E. 1996).

Salinas de Cachihuancaray, se encuentra ubicada en el distrito de San Antonio de Cachi, Provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac.

Este depósito se encuentra emplazado en las Capas Rojas del Cretácico superior, Terciario inferior, esta compuesta por alternancias irregulares de areniscas y arcillas intercaladas eventualmente por bancos de conglomerados.

Las areniscas se presentan en bancos delgados que no sobrepasan los 2.00 m. de grano fino a medio. Intercaladas con las capas rojas se encuentran las evaporitas consistentes de sal común y delgadas capas de yeso. Con potencias que van de 0.10 a 0.25 m. Presenta dos tipos de mantos salinos uno con impurezas de color rojizo, usado para el ganado, y otro manto de color gris azulado, siendo este el que es utilizado para consumo doméstico. Se caracterizan estos mantos por ser irregulares en forma lenticular. (Balarezo, A., 1988)

B) En la Costa

Se formaron numerosos depósitos evaporíticos, ocurren en forma estratificada, capas, mantos. Estos depósitos ocurren en la Formación Moquegua Superior en los departamentos de Tacna y Moquegua, en la Formación Pisco en el departamento de Ica; en la Formación Chilca en Lima, también ocurren en el Grupo Casma en los departamentos de Ancash y La Libertad. Y los depósitos más recientes ocurren en el cuaternario aluvial, a lo largo de la costa peruana en especial en los departamentos de Lambayeque y Tumbes. (Carbone, J., 1995).

Salinas de Puite, se encuentra ubicado en el Distrito de Puite, Provincia y departamento de Tacna. Este depósito se encuentra emplazado en la Formación Moquegua Superior (Ts-mo), se trata de niveles de conglomerados de matriz areno-tobacea de color marrón, intercalados con niveles lenticulares de sal. Se trata de estratos de grosor mediano que van de 0.80 m a 1.00 m, van adelgazándose por estrangulamiento.

Niveles arcillosos de color marrón amarillento, intercalado con lentes de sal, con potencias de 0.30 a 0.50 m. Ocurre en forma de masas aciculares y raramente en masas granulares o amorfas. En ambos casos se encuentra formando mantos u horizontes de potencias variables, que van de 0.10 m a 1.00m. (Palacios, O., et al. 1986).

1.8.4 Vertientes Salinas y Salmueras:

- Sales de cloruro de sodio

Ocurren en depresiones por debajo del nivel del mar, a lo largo de la costa del Perú. Se formaron debido a la intensa insolación, el agua cargada de sales comenzó evaporarse y su nivel descendió. Se encuentran asociados a las Formaciones Chambira y Sarayaquillo en el departamento de Amazonas; a la Formación Ayavacas en el departamento de Puno, a la Formación Maras en el

Cusco. También ocurren en el cuaternario aluvial en el departamento de Lima. (Carbone, J., 1995).

Salinas de Huacho, es la más importante del país debido tal vez a la gran extensión que ocupa y a la proximidad de Lima, como gran centro consumidor. La cuenca natural cerrada que forma la salina tiene una extensión de 100 Km², con un nivel de evaporación de 5 m. por debajo del nivel del mar. La extensión de las superficies cristalizadas es de 130,000 Km², habiéndolas de dos clases, unas que permiten la formación de una capa compacta de sal de más de 15 cm., cuyos fragmentos reciben el nombre de sal piedra, y otras donde la sal se deposita en cristales independientes unos de otros, recibiendo la denominación de sal en grano. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980).

- Sales de Potasio

Las mayores reservas de potasio y magnesio en el Perú, se encuentran en el reservorio de las salmueras del desierto de la Cuenca Sechura, departamento de Piura. Las salmueras del reservorio tienen 0.57% KCl, 4.86% MgCl₂, 0.88% -SO₄, y cantidades mucho mayores de ClNa e impregnan a los sedimentos post-miocénicos. (Dunin, E., 1997) (Ver Mapa N° 4-C mostrando los Blancos de exploración de sales solubles).

- Sulfatos de Sodio

Se presenta disuelto, mezclado con sal común. Estos depósitos de sulfato de sodio, se encuentran en las llanuras Preandinas de los departamentos de La Libertad asociados a depósitos Cuaternario Aluvial, en Ica ocurren en la Formación Pisco; en Moquegua y Tacna asociados a la Formación Moquegua Superior. También se encuentra en la Formación Sarayaquillo en el departamento de Cajamarca. (Carbone, J., 1995).

1.8.5 Costras y eflorescencias

Salitres: Se presentan en las extensas pampas de los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna, se presentan costras con contenido de salitre mezcladas con sal común. El clima en estas pampas es muy parecido al de la región de Tarapacá, que fue una de las principales productoras de salitre en el siglo pasado. (Dunin, E., 1997). (Ver Anexo 1-C Ocurrencias de Sales en el Perú). (Ver Mapa N° 1-C Ocurrencias de sal común y N° 2-C Ocurrencias de sales solubles).

A continuación exponemos la cantidad de ocurrencias por departamentos de tipos de depósitos de sales en el Perú:

Depósitos de sales en la Formación Sarayaquillo:

Amazonas: (05 ocurrencias)
San Martín (18 ocurrencias)

Depósitos de sales en el Grupo Casma:

Ancash: (07 ocurrencias)
Lima: (02 ocurrencias)

Depósitos de sales en el Grupo Mito:

Apurímac: (04 ocurrencias)
Ayacucho: (01 ocurrencia)
Junín: (01 ocurrencia)
San Martín: (02 ocurrencias)

- Pasco: (01 ocurrencia)
- Depósitos de sales en la Formación Moquegua:
 - Moquegua: (04 ocurrencias)
 - Arequipa: (02 ocurrencias)
 - Tacna: (02 ocurrencias)
- Depósitos de sales en la Formación Pisco:
 - Ica: (10 ocurrencias)
- Depósitos de sales en las Capas Rojas:
 - Cusco: (02 ocurrencias)
 - Apurímac: (01 ocurrencia)
 - Arequipa: (01 ocurrencia)
- Depósitos de sales en la Formación Pucara:
 - Ayacucho: (01 ocurrencia)
 - Junín: (01 ocurrencia)
- Depósitos de sales en los Cuaternarios Recientes:
 - Lima: (39 ocurrencias)
 - Piura: (11 ocurrencias)
 - Lambayeque: (13 ocurrencias)
 - Tumbes: (04 ocurrencias)
 - La Libertad: (02 ocurrencias)
 - Ica: (01 ocurrencia)
 - Arequipa: (01 ocurrencia)
- Depósitos de sales en la Formación Chambira:
 - Amazonas: (02 ocurrencias)
- Depósitos de sales en la Formación Jumasha:
 - Ancash: (02 ocurrencias)
- Depósitos de sales en la Formación Zapallal:
 - Piura: (04 ocurrencias)
- Depósitos de sales en la Formación Chicama:
 - Cajamarca: (02 ocurrencias)
 - La Libertad: (01 ocurrencia)
- Depósitos de sales en la Formación Chilcane:
 - Arequipa: (03 ocurrencias)
- Depósitos de sales en la Formación Ayavacas:
 - Puno: (03 ocurrencias)
- Depósitos de sales en otras Formaciones:
 - San Martín, Piura, Cusco, Puno, Huancavelica, La Libertad, Cajamarca, Lima: (20)

CAPITULO II

MERCADO Y PERSPECTIVAS DE LAS SALES

2. OFERTA y DEMANDA DE LA SAL EN EL PERÚ

La oferta de la sal esta representada de varios depósitos, utilizando diversos métodos de explotación, siendo los yacimientos de mayor producción los de Huacho en Lima y Otuma en Ica La sal luego de ser extraída es procesada y convertida en sales procesadas (refinada, yodada, industrial) o en carbonatos, soda cáustica y cloro. El mercado peruano ha sido monopolio del Estado, actualmente, esta en manos de la empresa privada mayormente representada por Quimpac SAC que explota en Ica y Lima

2.1 OFERTA

La sal es una de las sustancias más comunes en el planeta Tierra, y es un fundamento tan vital para la civilización moderna como ha sido a través de la historia. La vida depende de la sal, ya que es un nutriente esencial para los humanos y los animales, la sal retiene una importancia moderna que rivaliza con su importancia en todos los tiempos.

2.1.1 Oferta potencial de sal en el Perú

La sal nos rodea, la usamos todos los días, su suministro es enorme e inagotable. Además existen abundantes depósitos de sal en el subsuelo alrededor del mundo, en los océanos incluyendo los Andes.

En el Perú, también existen grandes depósitos de sal distribuidos en el territorio nacional, para el presente trabajo se han ubicados en 20 regiones, siendo las más representativas Lima con 24%, San Martín 12%, Piura 10%, Lambayeque 8%, La Libertad 7% Ica y Amazonas 6% respectivamente. El 27% restante lo conforman las demás regiones del país como podemos apreciar en la tabla N° 1 y Fig. 1

Ocurencias de Sal por Regiones

Región	Nº de Ocurencias
Amazonas	8
Ancash	4
Apurímac	5
Arequipa	7
Ayacucho	2
Cajamarca	4
Cusco	7
Huancavelica	1
Ica	11
Junín	2
La Libertad	12
Lambayeque	13
Lima	42
Moquegua	4
Pasco	1
Piura	18
Puno	4
San Martín	21
Tacna	4
Tumbes	3
Total	173

Fuentes: Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas (1999-2002), Est. Franjas y Otros INGEMMET

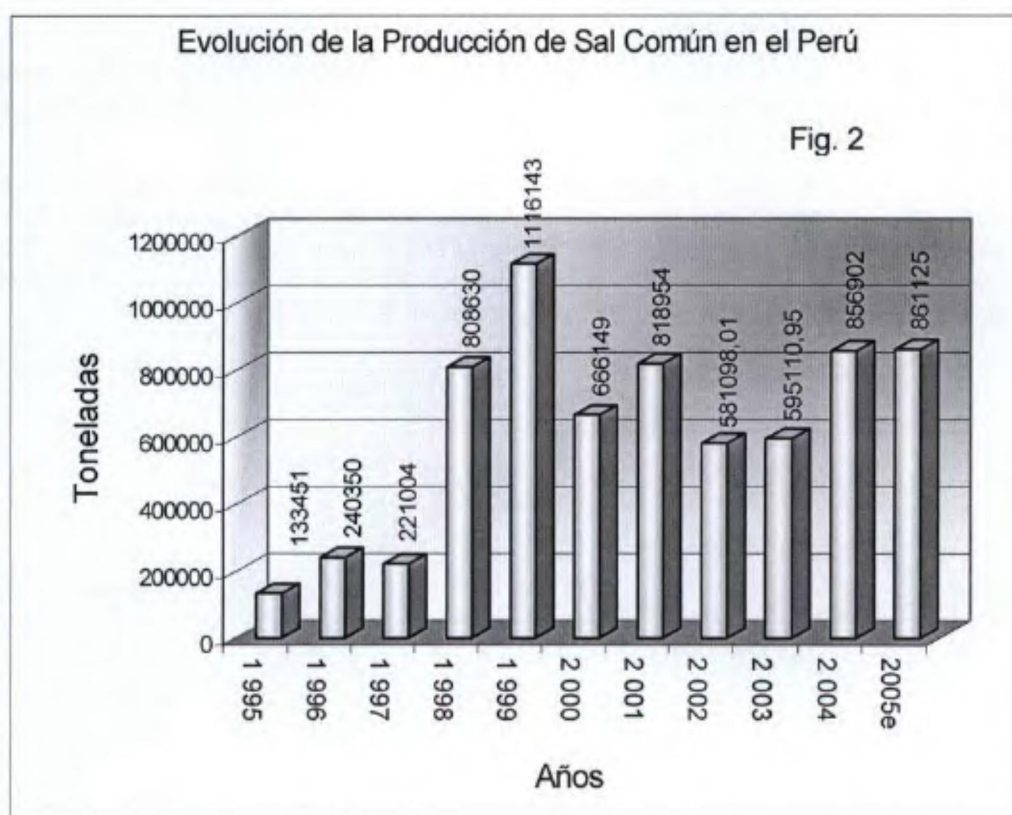


2.1.2 Producción de sal en el Perú

Durante la última década la producción de la sal en el Perú, según la información tomada de las Declaraciones Juradas Consolidadas de la Direcciones de Promoción Minera y Estadística del Ministerio de Energía y Minas, ha registrado vertiginosos incrementos, siendo notoria cifra (1 116 143 t) del año 1999, como se puede observar en la Fig. 2.

La producción de sal pasó de 133 451 t toneladas en 1995 a 861 125 t en el 2005, experimentando una tasa promedio de crecimiento de 54% anual. Se estima que el 80% de la producción nacional es generada por la principal empresa salinera QIMPAC S: A. la cual opera en varias regiones del país como las salinas de Huacho en Lima, Salinas de Otuma en Pisco – Ica, Chiclayo, y Pucallpa. Sin embargo solo reporta información de las regiones de Lima e Ica.

Las cifras de producción que se presenta para el Periodo 1995 – 2005, no representa el volumen total. Puesto que existe sesgo en la información, esto se debe a varios factores entre ellos: los volúmenes que las empresas productoras usan en sus producciones industriales, no las declaran. Asimismo se tiene conocimiento de la existencia de numerosos yacimientos en el ámbito nacional, que vienen siendo explotados a pequeña escala de los cuales no tiene información debido a la informalidad



Fuente : Estadísticas de Producción de la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas (1995 al 2005) e = Estimado

2.1.3 Producción de sal en el Perú por regiones

En la tabla N° 2 podemos ver que más de 7 regiones participan en la producción de sal en el Perú, sin embargo solo 2 mantienen información continuada, esto se debe a varios factores el primero que existe mucha informalidad especialmente en los pequeños productores a nivel nacional, por ello con la finalidad de disminuir el sesgo se ha estimado una cifra denominada como otros. Así también a la escasa información que en los últimos años están reportando de las regiones, debido al proceso descentralización y transferencia de funciones por parte de los organismos públicos.

Producción peruana de Sal Común por Regiones
(Cantidad en Toneladas Métricas)

Tabla N° 2

Región	1 995	1 996	1 997	1 998	1 999	2 000	2 001	2 002	2 003	2 004	2005e
Cusco	20	50	10	5						125	125
Ica	10 093	108 265	48 794	628 843	487 300	318 530	117 224	127 471	171 251	408 604	410 000
Huancavelica										5 000	5 000
La Libertad	3 050	3 740	4 050	0	0	0	200	6 300	8 550	14 837	14 000
Lima	120 288	128 295	168 150	179 782	628 843	247 619	301 530	147 327	115 310	337 128	340 000
Piura										36 365	37 000
San Martín										4 843	5 000
Otros (1)						100 000	400 000	300 000	300 000	50 000	50 000
Total	133 451	240 350	221 004	808 630	1 116 143	666 149	818 954	581 098	595 111	856 902	861 125

Fuente : Estadísticas de de Producción de la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas (1995 al 2005)
(1) = Estimado Informales

En la Fig. 3, vemos claramente que las regiones de Ica y Lima son los principales centros de producción que concentran alrededor de 87% con respecto a las demás regiones, lideradas por la empresa Quimpac S. A. quien adquirió yacimientos y la Planta de producción de la Empresa Estatal peruana EMSAL S. A. que por muchos años fue la encargada de producir sal en Perú.

La producción de sal se desarrolla en diversos yacimientos, tales como las Salinas de Huacho (a 130 km. al norte de la ciudad de Lima) y las Salinas de Otuma (en la ciudad de Pisco, Ica). En estos yacimientos se procesa sal por evaporación solar, a partir de la cual se obtienen sales de consumo humano y sales industriales, producidas en las refinerías de Oquendo y Huacho. Asimismo, en las salinas de Otuma se procesa sal por evaporación solar y se obtiene sal de deshielo, que es exportada a los Estados Unidos.

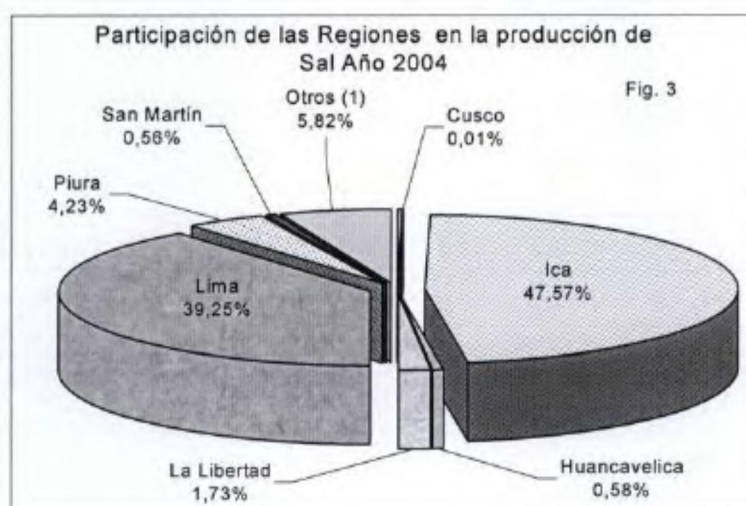
Existen además varias empresas pequeñas y medianas dedicadas al yodado, fluorado y empaquetado de sal refinada para abastecer el mercado de consumo humano directo,

En el año 2004, es muy importante debido a un mayor registro de regiones productoras de sal entre ellas Huancavelica, La Libertad, Piura, San Martín. Así también hemos visto por conveniente incluir un monto estimado a partir del año 2000 para mediar un poco el sesgo ocasionado por la desinformación.

Considerando que es de conocimiento que en Perú existe producciones no declaradas o inoportunas cuando se registran las cifras oficiales de producción y por otro lado un sector de productores mineros informales que operan en varias regiones del país.

Entre los tipos de sal comercial que se conoce en el Perú están:

Cloruro de sodio
 Sal Marina
 Sal Desnaturalizada de Agua de Mar
 Sal de Mesa
 Las demás sales



Fuente : Elaborado con Información de Producción de la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas (2004)

2.1.4 Principales productores

Entre las principales empresas que han producido sal durante el período de estudio tenemos:

Empresas	Regiones
Zambrano Amao, Gervacio	Apurimac
Cia.Mra. El Ferrol S.A.	Lima, Piura
Emp. De La Sal S.A.(Emsal)	Lima
Quimpac S.A.	Lima, Ica
Emp.Mra.Reg.Grau Bayovar S.A	Piura
Minera Adolfo Max S.R.L.	La Libertad
Heldmaier Ghilardi, Adolfo	La Libertad
Jara Ibarra, Carlos Alfredo	Ancash
Marmanillo Aguayo, Jose	Cusco
Monterroso Gil, Hilario	Cusco
Huayhua Flores, Seberiano	Ica
Suero Alvarez, Luis Antonio	Ica
Suero Enríquez, Luis	Ica
Chipana Huyhua, Nestor	Ica

2.2 Estructura de la demanda en el Perú

Debido a la falta de información disponible no se puede determinar una estructura porcentual de la demanda para cada grupo industrial en el país, por lo que se ha elaborado la Fig 4, donde podemos apreciar como se encuentra relacionada la demanda de sal en el Perú cuyo consumo guarda estrecha relación con cuatro grandes Subsectores Económicos, los cuales directa e indirectamente necesitan de este importante elemento en sus procesos industriales para producir diversos productos indispensables en el desarrollo humano, e industrial.

Actualmente no se cuenta con información pormenorizada de la demanda de sal en el Perú, Asumiéndose por tanto que la mayor demanda está relacionada con los siguientes subsectores económicos:

Subsector químico

La sal es una materia prima o insumo indispensable en este subsector y es determinado por la evolución de los principales grupos industriales consumidores (química: para producir soda cáustica, cloro algunos derivados, como el cloruro de calcio, entre otros, textiles, curtiduría, industria alimentaria, industria pesquera, consumo humano directo, alimentos balanceados para animales, etc.).

Subsector agroindustrial

Este subsector interviene en el consumo en forma indirecta a través del consumo de abonos, plaguicidas, fertilizantes, y diversas sustancias químicas y otros materiales necesarios para su desarrollo.

Subsector metalúrgico

La sal también sirve como materia prima en la desulfuración del carbón, lixiviación de minerales, fluidos para perforación, etc.

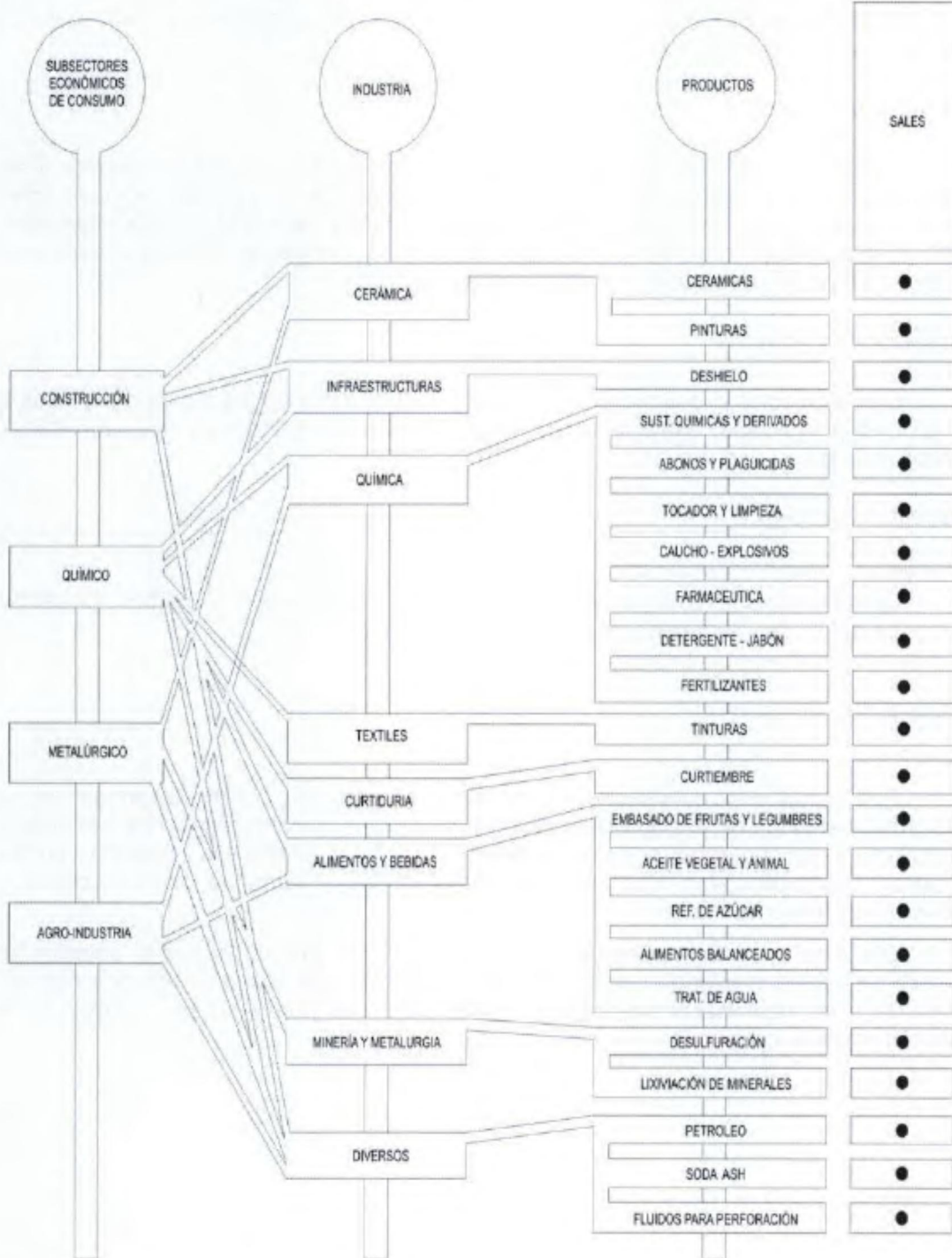
Subsector construcción

Dado que este subsector de primera importancia en el desarrollo de la infraestructura de un país, el cual usa diversos materiales, insumos y prontos que directa e indirectamente contienen sales entre ellos las pinturas, cerámicas, deshielos en las industrias congeladoras o frigoríferas, en otros países lo usan en infraestructuras – caminos, carretas, etc.

De allí que podemos afirmar que en los últimos años la actividad salinera ha cobrado un interés creciente dentro de las labores propias del sector económico y social. Viene ganando una mayor participación, ofreciendo sus productos el conjunto de la economía peruana y mundial.

ESTRUCTURA DEL CONSUMO DE SAL POR SUBSECTORES
ECONÓMICOS Y PRINCIPALES GRUPOS INDUSTRIALES EN EL PERÚ

Fig. 4



2.2.1 Consumo aparente

El consumo aparente de sal en el Perú (Tabla N° 3 y Fig. 5), muestra variabilidad con tendencia a la disminución, la cual fue aproximadamente un 3.5% promedio anual durante el periodo 1998 – 2006. La demanda esta satisfecha por la producción nacional y una pequeña cantidad importada que viene participando en forma ascendente para satisfacer la demanda algunas industrias: agroindustriales, exportadoras de alimentos empaquetados, espárragos, alcachofas, ají, tomates, etc. Así también se importa con fines de investigación por algunos laboratorios, universidades y las mismas empresas productoras de esta sustancia.

En el año 1998 el volumen importado significó el 0.2% del consumo de sal. Cifra que se incrementó alcanzando el año 2006 un 6% del consumo total, generando por tanto una mayor salida de divisas del país por este concepto.

El consumo interno está orientado a cubrir la demanda del sector industrial, consumo humano y animal. La sal industrial prácticamente no entra en canales de comercialización interna, ya que los productores la consumen en sus plantas de cloro (Ej. Quimpac S. A.); mientras que la sal de consumo humano es vendida tanto directamente a los consumidores o comercios como a través de distribuidores.

Consumo Aparente de Sales en el Perú
Tabla N° 3

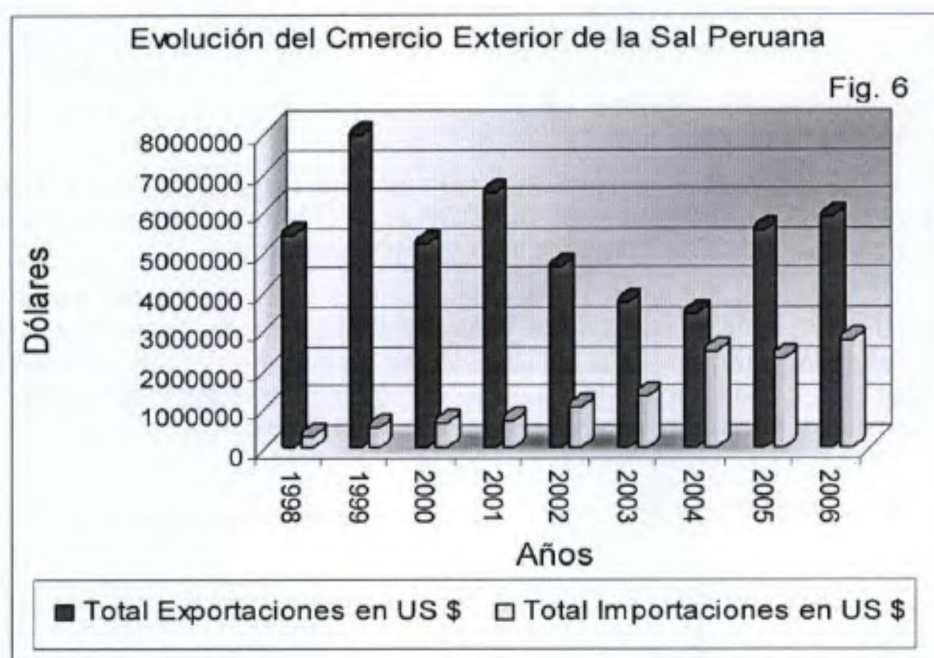
Años	Nacional	Importación	Consumo Aparente de Sal
1 998	494 483	1 066	495 549
1 999	456 173	2 330	458 503
2 000	202 771	3 116	205 886
2 001	84 142	3 496	87 637
2 002	94 479	6 493	100 972
2 003	193 597	9 205	202 802
2 004	493 310	19 380	512 690
2005*	321 483	18 387	339 870
2006e	333 281	22 140	355 421

Fuente: Elaborado en Base al a Inf. De la DAC de MEM y AUANET (1995 - 2005)



2.3 Comercio exterior

Durante el periodo 1998 – 2006, la tendencia del comercio exterior global de la sal esta reflejado en la Fig. 6, donde podemos ver la tendencia ascendente de las importaciones, las mismas que experimentaron un crecimiento promedio anual del 9%. Mientras que las exportaciones muestran variabilidad, alcanzando un valor mas representativo de alrededor de 8 millones de dólares en el año 1999, para luego descender hasta 3.7 millones de dólares en el 2003 al partir del cual tiene una ligera tendencia a incrementarse.



Fuente : Elaborado con información de SUNAT - ADUANET, 2006 e = Estimado

2.3.1 Importaciones

En la tabla N° 4 podemos observar que el Perú, durante el periodo 1998 – 2006 ha realizado compras en el exterior de más de 3 tipos de sales, representando en promedio el Cloruro de sodio más del 50%, la Sal Natural de agua de Mar el 35 %, la Sal de Mesa 3 % y las demás sales 12, % del valor total importado.

Los precios promedios de importación varían de acuerdo al tipo de sal importada, y a los países de procedencia, siendo el más alto para la sal de mesa 605 US\$ /t, el cloruro de sodio 149 US\$/t, sal natural de agua de mar 121 US\$/t y la demás sales 112 US\$/t

Evolución de las Importaciones por tipos de Sales en el Perú

Tabla N° 4

Años	Cloruro de sodio		Sal Desnaturalizada Agua de Mar		Sal de Mesa		Las demás sales		Valor Total de las Importaciones en US \$
	Cant. (T.M.)	Valor CIF (Dólares)	Cant. (T.M.)	Valor CIF (Dólares)	Cant. (T.M.)	Valor CIF (Dólares)	Cant. (T.M.)	Valor CIF (Dólares)	
	1998	660	212 932	234	41 009	107	57 745	66	
1999	2 147	493 984	109	26 173	31	29 308	42	13 930	563 395
2000	2 420	514 188	245	44 074	80	53 946	371	59 078	671 286
2001	2 993	530 225	185	44 718	120	85 820	197	35 024	695 788
2002	4 901	780 885	464	38 598	157	84 554	972	140 297	1044 335
2003	4 354	697 440	4 016	500 261	157	92 205	679	59 890	1349 797
2004	9 930	1319 028	7 752	927 181	163	89 498	1 535	107 292	2442 999
2005	10 247	1294 697	5 155	601 986	136	82 266	2 848	317 351	2296 301
2006e	11 000	1386 000	8 000	933 600	140	84 420	3 000	333 000	2737 020

Fuente : Elaborado con la información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (1998 - 2006) e = Estimado

2.3.2 Importación por países de origen

La tabla N° 5 nos indica estructura de la importación peruana de sales para el año 2005, en cuanto a la participación de la variedad de sales y su origen respectivo. En la Fig. 7 podemos visualizar claramente que corresponde al cloruro de sodio el 56% del total del valor importado (esta dirigido a las industrias textil, laboratorios, químicos, farmacéuticos, e industria alimentaria). La sal desnaturalizada agua de mar participa con el 26% de la importación (para satisfacer las necesidades de las industrias química, textiles, pesquera, detergentes y jabones, otras). La sal de mesa con el 4% y viene destinada para el consumo humano y las demás sales 14%, cubre las necesidades de sal de la agroindustria especialmente.

En la Fig. 8 se puede apreciar que las sales importadas mayormente provienen de países de América Latina, correspondiendo a Colombia el 47%, Chile 10%, así también Estados Unidos 5%, Reino Unido 31% y el 7% restante a los demás países.

Importación Peruana por Países de Origen y Tipos de Sales Año 2005
(Valor en US\$)

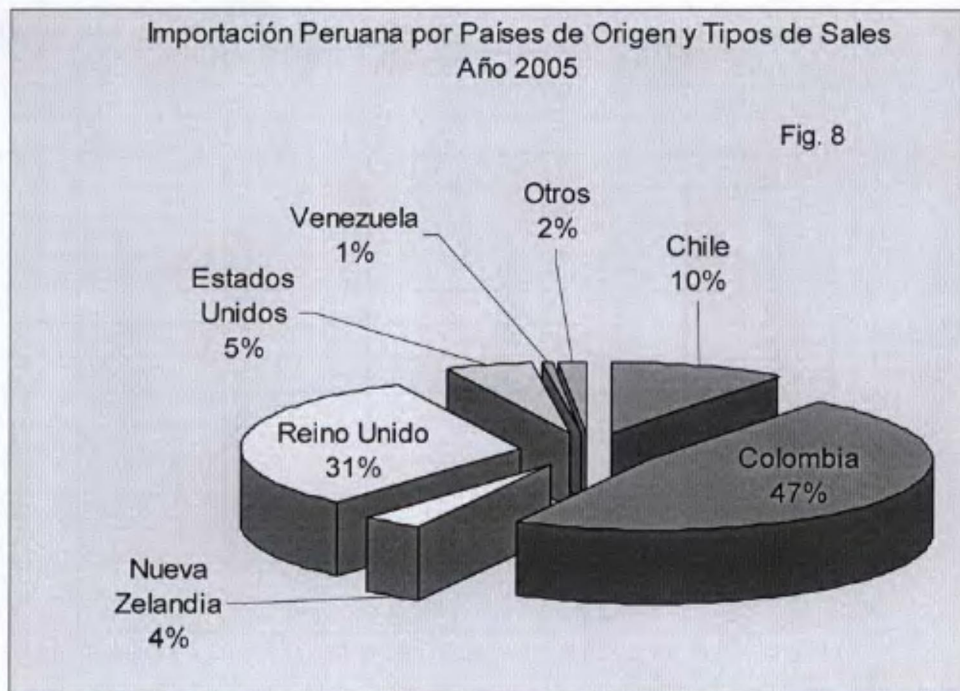
Tabla N° 5

Países	Cloruro de sodio	Sal Desnaturalizada Agua de Mar	Sal de Mesa	Las demás sales	Total
Austria	7 769				7 769
Alemania	275				275
Argentina			2 335		2 335
Brasil				1 875	1 875
Canadá			268	3 625	3 893
Chile	54 213	128 836		49 574	232 623
Colombia	561 889	283 945	1 617	246 564	1 094 015
Dinamarca	2 795				2 795
Francia				6	6
Ecuador		4 600			4 600
India	151				151
Italia				715	715
México	1 247			859	2 106
Nueva Zeland	83 243				83 243
Holanda	1 556				1 556
Perú				1 800	1 800
Sud África	260			585	844
España	585		16	7 398	7 999
China	991			49	1 040
Reino Unido	536 687	181 031		1 848	719 566
Estados Unid	43 037	3 574	63 723	2 453	112 788
Venezuela			14 307		14 307
Total	1 294 697	601 986	82 266	317 351	2 296 301

Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (2005)



Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (2005)



Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (2005)

2.3.3 Principales importadores

Entre los principales Importadores tenemos:

Importadora Sayán Y Asociados S. A.
Industrias Pacocha S. A.
IPL Sociedad de Responsabilidad Limitada
Kossodo S. A. C.
La Colonial Fabrica De Hilos S A
Marca Carita Natividad
Marina De Guerra Del Perú
Merck Peruana S A
Ministerio Del Interior
Ob-Gyn Sociedad Anónima
Occidental Peruana Inc. Sucursal Del Perú
Omega Perú S. A.
P Y M Importaciones S.A.C
Perú Mar E.I.R.L.
Productos Avón S A
Provoca S.A.C.
Química Nava S.A.C.
Químicos Textiles Sociedad Anónima Cerra
Ramos Huallpa Mario Adán
Reactivos Para Análisis S.A.C.
RLC Representaciones Químicas S.A.C.
Rotary Club De Huánuco
S & M. Distribuciones S.C.R.L.
Seo Won Nam Soon
Silpay Empresa Individual de Responsabilidad
Southern Perú Copper Corporation
Textil San Ramon S A
Tintesa S A
Uchofen Quiroz Juana Rosa
Ubiqué S.A.
Universidad Peruana Cayetano Heredia
Vilca Ticona Carlos
Yagati S.A.C.
Yobel Supply Chain Management S.A.
Zelada Salas José Antonio

2.3.4 Exportaciones

En la tabla N° 6, observamos la evolución y participación de cada tipo de sal en las exportaciones del Perú durante el periodo 1998 – 2006, siendo notoria la participación en las exportaciones totales, el rubro de las demás sales, éstas mayormente están determinadas por materia prima salina al granel (especialmente para deshielo) cuyo precio de exportación FOB es de 10 US\$/t. En el año 2005 del total de las exportaciones correspondió a esta sal el 74.71% y la sal de mesa de la calidad refinada y yodada (dirigida esencialmente para el consumo humano) el 24.90% del total de exportado, como podemos ver en la Fig.9.

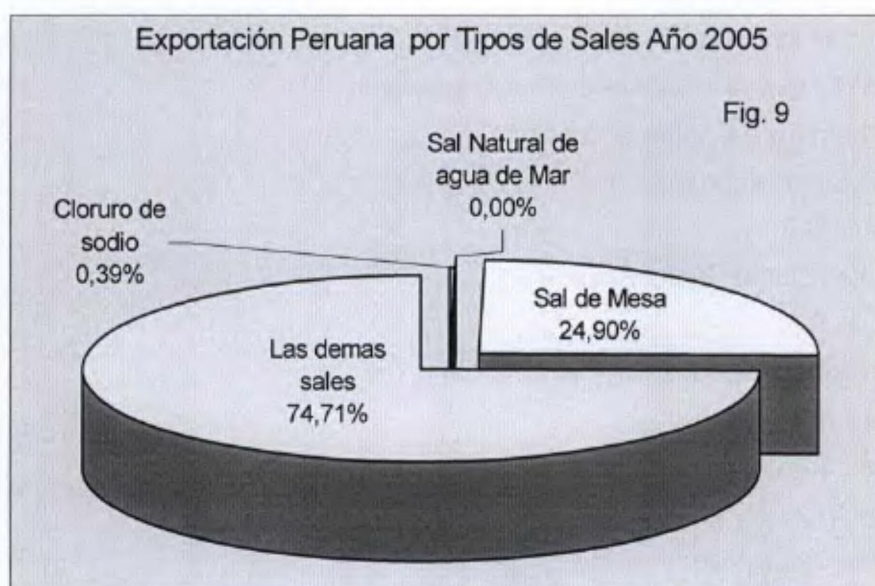
Es importante también resaltar que durante el periodo de estudio se ha exportado entre el 42% y 83% del volumen de la producción salina peruana, siendo muy importante como generador de divisa al país.

Evolución de la Exportación Peruana por Tipo de Sales

Tabla N° 6

Años	Cloruro de sodio		Sal Marina		Sal Desnaturalizada Agua de Mar		Sal de Mesa		Las demas sales		Valor Total de la Exportacion es en US\$
	Cant. en (T.M.)	Valor FOB (Dólares)	Cant. en (T.M.)	Valor FOB (Dólares)	Cant. en (T.M.)	Valor FOB (Dólares)	Cant. en (T.M.)	Valor FOB (Dólares)	Cant. en (T.M.)	Valor FOB (Dólares)	
1 998	1	588	29 822	2 070 427	265	15 700	19 663	1 288 076	264 396	2 062 891	5 437 682
1 999	0	0	27 545	1 856 504			24 867	1 680 644	607 558	4 462 620	7 999 768
2 000	1	444	17 993	1 162 584			14 362	925 863	431 022	3 125 167	5 214 058
2 001	54	2 874	10 719	651 996	405	32 388	8 507	511 965	715 128	5 293 528	6 492 721
2 002	0	86	9 423	546 099	783	59 142	9 184	525 197	467 229	3 515 995	4 646 519
2 003	217	11 138	7 943	473 474	3	236	6 518	375 705	386 833	2 842 171	3 702 724
2 004	93	15 757	6 333	395 959	21	2 538	5 445	334 796	351 701	2 685 131	3 434 181
2 005	1 160	21 258	6 102	411 593	0	42	14 850	959 895	517 530	4 114 183	5 506 971
2006e	1 200	21 800	6 100	410 000	1	22	15 000	970 000	459 766	4 485 840	5 887 662

Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (1998 - 2006) e =



Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (2005)

2.3.5 Exportación por Países de Destino

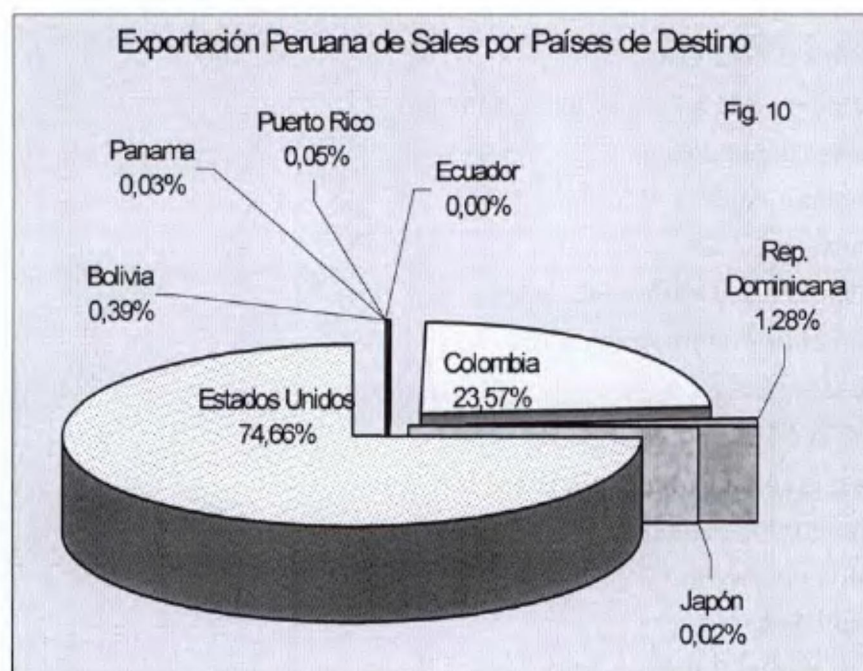
En la tabla N° 7 se presenta la estructura de la exportación peruana, por tipos de sales y países de destino para el año 2005, éstas sumaron aproximadamente un total de 5.5 millones de dólares por la exportación de sales, las cuales encontraron su destino el 74.66% en Estados Unidos, 23.57% en Colombia y el 1.77% restante en los demás países como se puede apreciar en la Fig.10

Exportación Peruana por Países de Origen y Tipos de Sales Año 2005
(Valor en US\$)

Tabla N° 7

Países	Cloruro de sodio	Sal Desnaturalizada agua de Mar	Sal de Mesa	Las demas sales	Total
Ecuador		40	212		252
Bolivia	21 285				21 285
Colombia			1 297 995		1 297 995
Rep. Dominicana			70 314		70 314
Japón			1 321		1 321
Estados Unidos				4 111 267	4 111 267
Panamá			1 598		1 598
Puerto Rico				2 916	2 916
Otros		1	47		48
Total	21 285	41	1 371 488	4 114 183	5 506 996

Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (2005)



Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (2005)

2.3.6 Principales Exportadores

Entre los principales exportadores están las empresas que directamente producen y en su mayoría son comercializadores entre ellos tenemos:

A. & H Trading S. R. L.
Acuario Real S.R.Ltda.
Agroindustrial y Comercialización Guive E.I.R.L
Agroindustria Olivarera Perú S.R.Ltda.
Albis S.A.
Alicorp S.A.
Alimentos Procesados del Olivo E.I.R.L.
Aneca Empresa Individual de Responsabilidad.
Animal Spor Ts S.A.
Asoc. Fundación Contra El Hambre
Aventura S. A.C.
BASF Peruana S A
Bhp Billiton Tintaya S.A.
Biondi y Cia. de Tacna S.A.C.
Braedt S.A.
Café del Perú S.A.C.
Calderón de La Fuente Jorge Abraham
Cene Cambridge Lima
Centroquímica S.A.C.
Cimatec S.A.C
Cinemark Del Perú S.R.L
Comercializadora Amen S.A.C.
Dekatec S.A.C.
Dos A & V.Service S.R.Ltda.
Feld Entertainment Inc Del Perú S.A. En
Franquicias Alimentarias S.A.
Gen Lab del Perú S.A.C.
Gloria S A
H.W.Kessel S.A.C.
Haustier S.A.C.
Hersil S A Laboratorios Industriales F
Hilados Y Tejidos S.A.C.
Hospital Regional Docente De Trujillo
Importaciones E L Figueroa Srltda

2.4 Precios

En la tabla N° 8 se presenta la evolución histórica de los precios de sal, según la información de las cotizaciones para algunas calidades de sal común en los mercados, británico (Industrial Minerals) y americano (USGS), correspondiente al periodo 1996 - 2006 y reflejan un valor medio nacional para cada uno de los tipos de sal y de las varias formas del productos. El precio de la gema molida de Reino Unido permaneció casi estable durante estos años, pero la sal marina australiana tuvo altos y bajos entre 15-18 \$/t a 16-19. En el mercado norteamericano, la sal gema se mantuvo en un precio en entre 20.5 \$/t a 22 \$/t, pero la sal en salmueras, permaneció estable, mientras la solar fue la más variable fluctuó entre 38.81 \$/t hasta 60 \$/t y el precio medio de la sal al vacío varió entre 112 \$/t a 122 \$/t.

Como en todo mineral no metálico los precios varían de mercado a mercado y de calidad a calidad, de allí que hay que tomarlos como precios referenciales en las transacciones económicas.

Precios Internacionales de las Sales

Tabla N° 8

Tipos	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Sal común											
Sal gema, molida, \$ / t	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30
Australia, marina, fob, \$ / t	16 - 19	15 - 18	15-18	15-18	17 - 19	18-20	16-19	15-18	15-18	15-18	15-18
USA, vacío, fob mina o planta, \$ / t	119,61	115	112	114	117	118	120	122	122	122	122
USA, gema, \$ / t	20,5	21	22	23	21	20	22	20	20	20	20
USA, solar, \$ / t	38,81	39	38	52	51	42	54	59	60	59	60
USA, salmuera, \$ / t	6,67	7	6	7	6	6	6	6	6	6	6

Fuente: Industrial Minerals (1996 - abril 2006), Panorama Minero (2002), IGME

En la tabla N° 9 se presenta precios referenciales estimados a partir del precio promedio de sal empleada en por diversas industrias, pertenecientes a grupos industriales según el CIU (codificación industrial internacional única) se ha identificado aquellos que directa e indirectamente consumen sal en sus procesos industriales en el Perú.

Estos precios solo son referenciales pues como toda sustancia no metálica varían ampliamente de acuerdo a varios factores entre ellos la calidad, cantidad, distancia (flete más seguros, factores que inciden fundamentalmente en la determinación del precio).

Precios Referenciales de Sales por Grupos Industriales

Tabla Nº 9

CIU	Actividades Industriales	Precios US\$/t
1120	Actividades de tipo servicio relacionadas con la extracción de petróleo y de gas, excepto las actividades de prospección de minerales	5-30
1421	Extracción de minerales para la fabricación de abonos y productos químicos	5-30
1512	Elaboración y conservación de pescado y productos de pescado	5-20
1513	Elaboración de frutas, legumbres y hortalizas	20-50
1514	Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal o animal	15-20
1520	Elaboración de productos lácteos	15-20
1542	Elaboración de azúcar	20-30
1549	Elaboración de otros productos alimenticios	15-30
1552	Elaboración de vinos	15-20
1554	Elaboración de bebidas no alcohólicas, embotellado de aguas minerales	15-20
1711	Preparación e hilatura de fibras textiles, tejeduría de productos textiles	10-30
1712	Acabado de productos textiles	15-30
1820	Adobo y teñido de pieles, fabricación de artículos de piel	5-10
1911	Curtido y adobo de cueros	5-10
2102	Fabricación de pasta de papel, papel y cartón	15-30
2101	Fabricación de papel, cartón ondulado y envases	15-30
2320	Fabricación de productos de refinación del petróleo	10-20
2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos de nitrógeno	10-30
2413	Fabricación de plásticos en formas primarias y de caucho sintético	5-15
2421	Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario	5-20
2422	Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas	15-30
2423	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos	20-35
2429	Fabricación de otros productos químicos	10-20
2692	Fabricación de productos de cerámica refractaria	15-20
2710	Fabricación de productos primarios de hierro y acero	10-15
2720	Fabricación de productos primarios de metales preciosos y de metales no ferrosos	10-15
2731	Fundición de hierro y acero	5-15
2732	Fundición de metales no ferrosos	5-15

Fuente: Estimado en base a la inf. De ADUANET, MEM, el Mercado e Industrial Minerals (2005-2006)

2.5 Balanza Comercial

La balanza comercial peruana de sal mantiene su saldo positivo durante el periodo (1988-2006), las exportaciones superaron largamente al monto de las importaciones con un saldo positivo de más de 3 millones de dólares en los últimos años, excepto el año 2004 descendió el monto de las exportaciones, cuya tendencia y variación podemos ver en la tabla N° 10 y Fig. 11.

Evolución de la Balanza Comercial de Sales en el Perú

Tabla N° 10

Años	Total Exportaciones en US \$	Total Importaciones en US \$	Saldo Balanza Comercial
1998	5 437 682	330 899	5 106 783
1999	7 999 768	563 395	7 436 373
2000	5 214 058	671 286	4 542 772
2001	6 492 721	695 788	5 796 933
2002	4 646 519	1 044 335	3 602 184
2003	3 702 724	1 349 797	2 352 927
2004	3 434 181	2 442 999	991 182
2005	5 506 971	2 296 301	3 210 670
2006	5 887 662	2 737 020	3 150 642

Fuente : Elaborado con información de ADUANET, 2006 (SUNAT)



2.6 OFERTA Y DEMANDA EN EL MUNDO

La oferta de la sal en el mundo se basa en los recursos continentales salinos que son prácticamente ilimitados, así como el contenido de sal en los océanos es virtualmente inagotable, por lo que la demanda mundial estaría asegurada. Casi cada país en el mundo tiene depósitos de la sal u operaciones solares de la evaporación en varias escalas. Además según Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, (Enero 2006) no se ha registrado sustitutos o suplentes económicos para la sal. El cloruro de calcio y magnesio del calcio el acetato, ácido hidroclicórico, y cloruro de potasio se pueden sustituir por la sal en los deshielos, ciertos procesos químicos, y condimentación del alimento, pero a un costo más alto.

2.6.1 OFERTA MUNDIAL

En el panorama internacional, Estados Unidos es el líder mundial en la producción de sal; en el 2005 tuvo una participación del 21% en la producción mundial. Le siguen China, Alemania, India, Canadá, Australia, México, etc. Asimismo Norteamérica es una de las regiones importadoras más importantes del orbe. Los principales países exportadores son: Australia, México, Canadá, Holanda, entre otros; tan sólo los dos primeros comercializan alrededor de 15 millones de toneladas al año.

2.6.2 Producción Mundial de Sal

En el mundo más de 100 países producen algún tipo de sal común: marina, mesa, gema o salmueras, etc. Sin embargo para el presente estudio se agrupó en cinco mercados de productores de sal y se resume en la tabla N° 11 y Fig. 12, donde podemos ver claramente su tendencia durante el periodo 1996 – 2005, la cual experimentó un incremento de aproximadamente 13.000.000 de toneladas. Es decir un aumento paulatino promedio anual del 1.2%, siendo Estados Unidos, China, Alemania, India y Canadá los cinco productores quienes concentran el 59% de la producción total

Según el Mineral Commodity Summaries (2006) el mercado de producción de la Unión Europea (de 10 países) que aportan alrededor del 21% del total mundial. El primer país productor comunitario es Alemania, cuenta con dos empresas entre las mayores productoras de sal europeas: European Salt Company (ESCO) es la fusión de Kali und SALT Aktiengesellschaft y Solvay, SA). ESCO cuenta con 15 plantas 40 explotaciones en 6 países europeos, con una capacidad de 6,2 Mt/año de sal gema, 2,22 Mt/año de sal de vacío, y 1,4 Mt/año de salmueras.

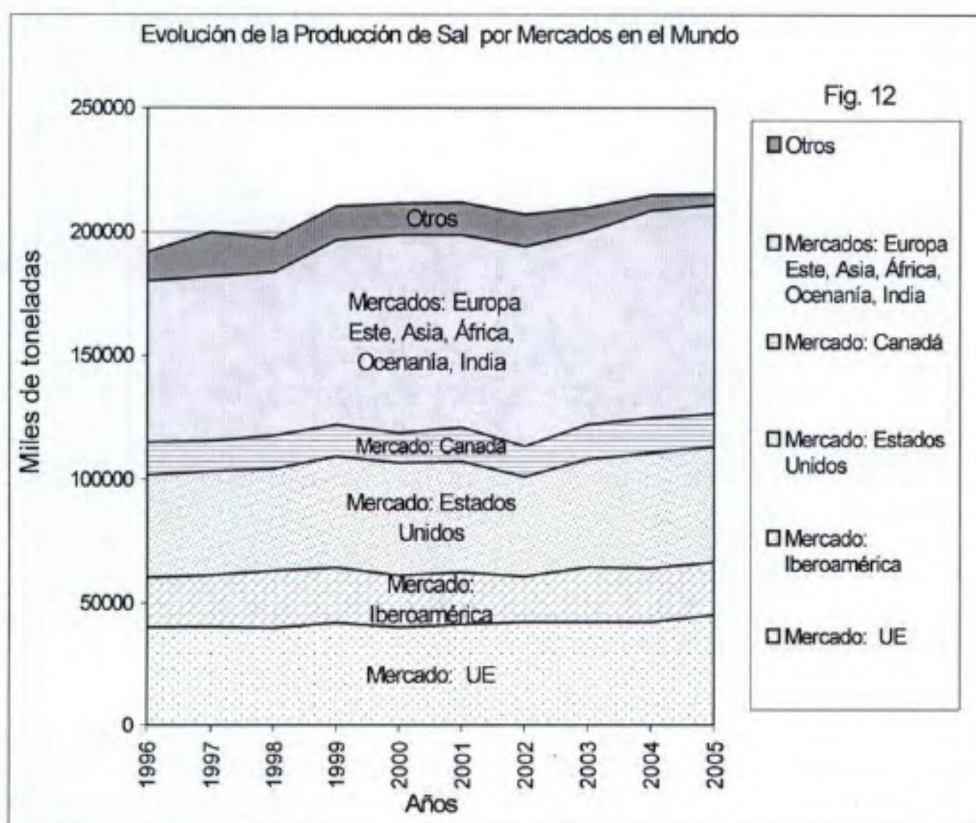
El mercado de los Estados Unidos es el primer país productor, con el 22% de la producción mundial; el 47,9% de la sal obtenida en 2005 procedió de salmueras, el 33,5% fue gema, el 10,2% sal de evaporación al vacío y otro 8,4% sal de evaporación solar. La producción total fue obtenida por 29 empresas con 66 plantas productoras de sal en 15 estados.

En el mercado de Canadá se produce el 6% de la producción mundial de sal, siendo su principal empresa fabricante de sal. La Société Canadienne de Sel, Lim., con tres minas y cuatro plantas de fabricación. Otra importante empresa es Sifto Canada Inc., que cuenta con una explotación por disolución y tres plantas, para producción de sal refinada. Además, IMC Esteráís Canadá Limited Partnership obtiene de su mina subterránea de potasa unas 180 kt/año de sal gema.

La producción en el mercado Latinoamericano está liderada por México con una producción de 8 200 000 t anuales. La producción mexicana está representada por la Exportadora de Sal SA (ESSA, 51% estatal y 49% de Mitsubishi Corp.), que explota las salinas de Guerrero Negro, en la costa oeste de la Baja California; la mayor parte de su producción se exporta a lejano Oriente y a Estados Unidos. Otros productores menores son Salinera de Yucatán y Azufrera Panamericana. Brasil, quien tiene una producción promedio de 6 120 000 t anuales, Chile (5 000 000 t), Argentina (1.200.000 t), Colombia (550.000 t), Perú (856 902 t) y Venezuela (350.000 t).

El mercado que denominamos Países de Europa de Este, Asia, África, India y Oceanía, en este grupo de diversos continentes, **China** representa el 18% de la producción mundial de sal situándose en el **segundo lugar**. Así mismo es el productor principal del mundo de la ceniza sintética de la soda que utiliza cantidades grandes de sal como materia de base. La industria del chloralkali de China se localiza en las provincias del este, donde se ubican la mayor parte de los recursos de la sal, sin embargo el volumen de producción no ha sido capaz de cubrir la gran demanda de sal ocasionada por la sorprendente subida de la producción de la ceniza de la soda (2003, 2004). Por lo que China ha tenido que importar volúmenes de sal de Australia y de la India para satisfacer sus requerimientos industriales. En estas condiciones se estima que a largo plazo China se convierta en un gran importador de éstas dos naciones.

La India y Australia participaron en la producción mundial de sal con el 7.2% y 4.5% respectivamente, estos países exportan la mayor parte de su extracción, principalmente a la China y Japón, que son claramente deficitarios de esta sustancia. Las principales empresas extractoras en Australia Occidental, son: Dampier Salt Ltd. que pertenece a empresas Río Tinto y el consorcio japonés Marubeni-Nisssho Iwai-Itoh, Cargill Australia Ltd, filial de la estadounidense Cargill Salt, Shark Bay Salt Joint Venture y Penrice Soda Products of Australia filial del grupo Harris.



Fuentes: World Mineral Statistics 1997-2002, BGS (2004); Minerals Yearbook 2005, USGS; e = estimado

Producción Mundial de la Sal Común por Países
(En miles de Toneladas)

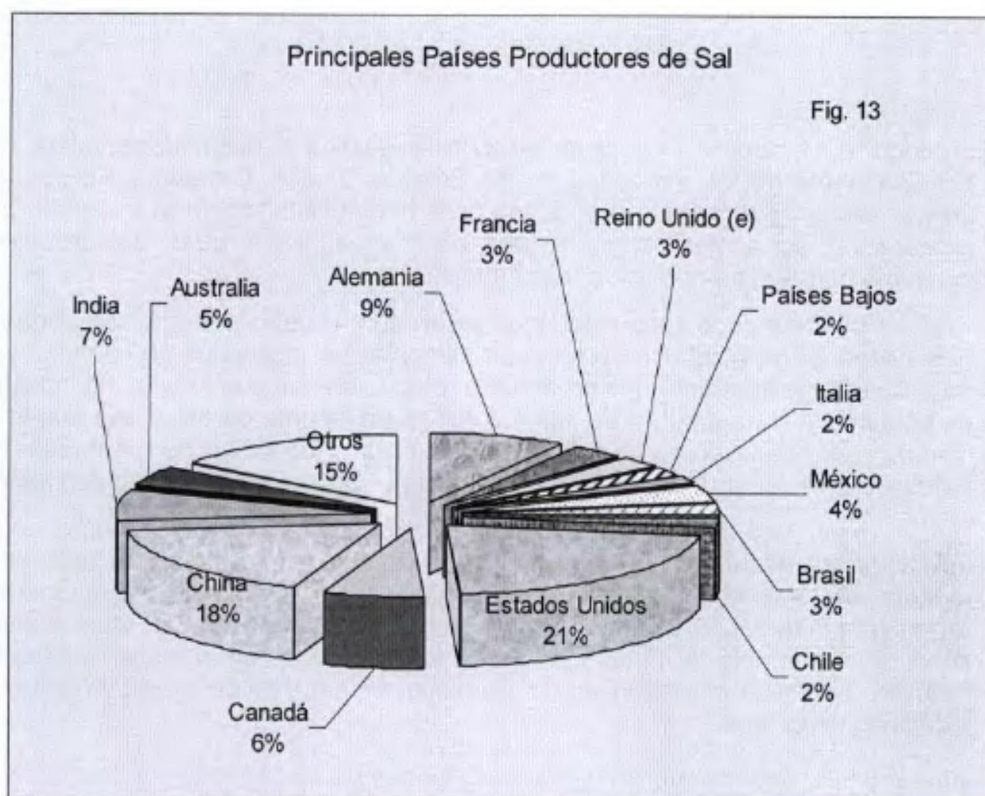
Tabla N° 11

Países	1 996	1 997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Alemania	10 800	11 000	12 111	13 994	12 589	12 733	14 338	16000	16000	18700
Francia	7 660	7 600	7 738	7 508	6 612	7 607	6 698	7000	7000	7000
Reino Unido (e)	6 700	6 700	5 400	5 700	5 900	6 100	6 100	5800	5800	5800
Países Bajos	5 500	5 500	5 573	5 400	5 564	5 717	5 773	5000	5000	5000
España	4 000	4 100	3 700	3 921	3 870	3 655	3 892	3 200	3200	3200
Italia	3 600	3 600	3 414	3338	3 340	3 281	3 300	3 400	3600	3600
Austria	700	700	735	808	940	897	965	700	401	401
Portugal	650	650	676	650	659	702	645	600	600	600
Dinamarca	400	410	463	558	587	587	590	600	605	610
Grecia	200	200	207	177	245	209	126	150	150	150
<i>Subtotal UE</i>	<i>40 210</i>	<i>40 460</i>	<i>40 017</i>	<i>42 054</i>	<i>40 306</i>	<i>41 488</i>	<i>42 427</i>	<i>42 450</i>	<i>42 356</i>	<i>45 061</i>
México	8 508	8 400	8 412	8 236	8 884	8 501	7 802	7 547	8 180	8 200
Brasil	5 520	6 000	6 772	5 958	6 074	5 570	6 135	6 566	6 500	6100
Chile	4 800	5 000	6 207	6 074	5 083	5 989	3 503	6000	5000	5000
Argentina	600	700	752	1 263	1 000 e	1 000 e	1 000 e	1 156	1 200	1 244
Colombia	350	410	496	461	460	535	527	447	540	550
Venezuela (e)	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
<i>Subt. Iberoamérica</i>	<i>20 128</i>	<i>20 860</i>	<i>22 989</i>	<i>22 342</i>	<i>20 851</i>	<i>20 945</i>	<i>18 317</i>	<i>22 066</i>	<i>21 770</i>	<i>21 444</i>
<i>Estados Unidos</i>	<i>41 400</i>	<i>42 100</i>	<i>41 300</i>	<i>45 000</i>	<i>45 600</i>	<i>44 800</i>	<i>40 300</i>	<i>43 700</i>	<i>46 500</i>	<i>46 500</i>
<i>Canadá</i>	<i>13 264</i>	<i>12 100</i>	<i>13 296</i>	<i>12 677</i>	<i>11 993</i>	<i>13 693</i>	<i>12 272</i>	<i>13 952</i>	<i>14100</i>	<i>13300</i>
China	28 900	30 000	25 530	31 166	35 183	34 548	32 835	32 424	37100	38000
India	9 500	9 600	11 864	14 453	15 651	14 284	17 879	15 003	15000	15500
Australia	7 905	8 000	9 033	9 888	8 847	9 244	9 884	9 800	11200	10000
Polonia	4 163	4 000	3 284	3 411	3 493	3 476	3 558	1 604	1500	2000
Ucrania	2 800	2 800	2 311	2 185	2 286	2 300	2 300	2 300	2300	2500
Bulgaria	1 300	1 300	2 400	1 300	1 700	1 931	1 800	1 882	1 800	1 800
Rumania	2 000	2 200	2 220	2 197	2 308	2 225	2 257	2 415	2 450	2550
Rusia	1 600	1 600	2 220	3 180	3 170	2800	2800	2800	2800	2800
Turquía	2 100	2 100	2 170	2 146	2 126	1 770	2 196	2 243	2 250	2200
Irán	1 500	1 500	1 502	1 263	1 321	1 530	1 500	1 970	2000	1600
Japón	1 200	1 200	1 293	1 327	1 374	1 358	1 282	1 970	1 970	2 000
Egipto (e)	1 300	1 330	1 380	1 200	1 200	1 200	1 200	2 400	2400	2400
Pakistán	1 000	1 000	1 053	1 035	1 372	1 274	1 440	1320	1320	1 300
<i>Subtotal Europa Este, Asia, África, Oceanía, India</i>	<i>65 268</i>	<i>66 630</i>	<i>66 260</i>	<i>74 751</i>	<i>80 031</i>	<i>77 940</i>	<i>80 931</i>	<i>78 131</i>	<i>84 090</i>	<i>84 650</i>
Otros	11 730	17 850	13 638	13 776	12 819	13 234	12 953	9 701	6 184	4 545
TOTAL (redond.)	192 000	200 000	197 500	210 600	211 600	212 100	207 200	210 000	215 000	215 500

Fuentes: World Mineral Statistics 1997-2002, BGS (2004); Minerals Yearbook 2002, USGS; e = estimado

2.6.3 Producción mundial por Países

En la Fig. 13 podemos ver la participación de los principales países del mundo en la producción de sal, donde Estados Unidos aporta cerca del 22% del total mundial. Otro importante productor es China con el 18% de la producción; le siguen Alemania 9%, India 7% y Canadá con 6%. México 4%, Francia 3%, Brasil 3% y el 28% restante los demás países.



Fuentes: World Mineral Statistics 1997-2002, BGS (2004); Minerals Yearbook 2002, USGS; e = Estimado

2.6.4. Países importadores

El mercado internacional de sal comercializa grandes cantidades. Estados Unidos, es la nación más grande del mundo en producción y también el mayor importador de sal en el mundo, país al que ingresan 11 millones de toneladas al año; Japón, con 8 millones de toneladas anuales, Corea del Sur, Bélgica y Alemania, con un promedio de 1,5 millón de toneladas al año.

2.6.5 Países Exportadores

Actualmente más de 40 países exportan sal al resto del mundo en cantidades que individualmente promedian las 200.000 toneladas. Siendo los principales: Australia, México, Holanda, Alemania y Canadá. Las tres naciones dominantes productoras de sal en Latinoamérica: México, Brasil y Chile—producen del 85% al 95% de la sal en la región.

2.7. CONSUMO MUNDIAL

Según estudios U.S. Geological Survey Commodity enero 2006, la sal tiene aproximadamente 14 mil aplicaciones industriales conocidas y no existe un producto sustituto. Aproximadamente, 39% de la demanda mundial es para plantas químicas en la

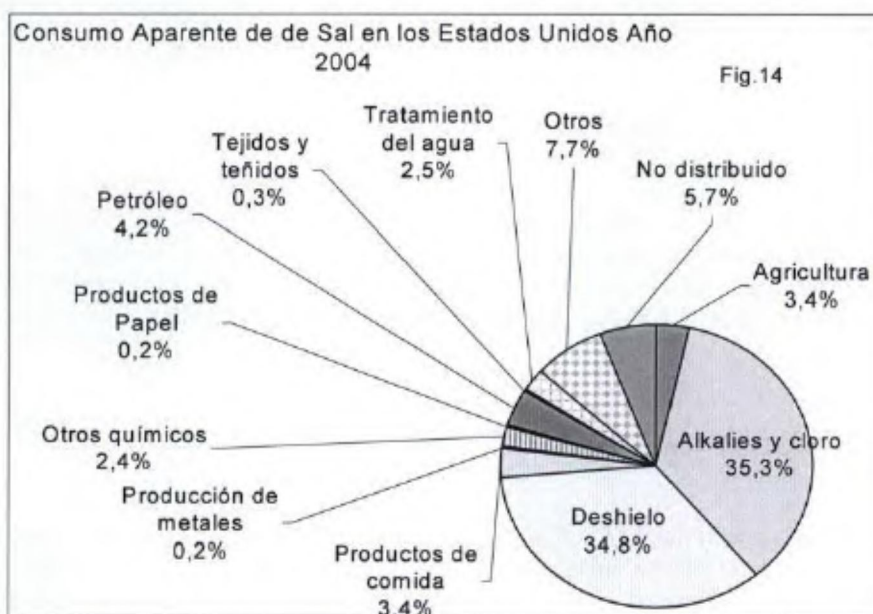
producción de cloro y soda cáustica; 37% se destina al deshielo de calles y carreteras, principalmente en los mercados de los Estados Unidos, Canadá y Europa, mientras el 24% restante es destinado a diversos usos industriales -como el tratamiento de aguas, preparación de alimentos, curtiembre de cueros, entre otras aplicaciones- junto al consumo humano su condición más conocida.

En el mundo el consumo de sal se divide en cuatro grandes categorías, estas son la industria química, el uso humano en alimentación, deshielos de caminos y otro grupo de aplicaciones concentrados en el rubro "otros". De los cuatro usos, la industria química es la principal consumidora de sal. La sal es un insumo barato y una fuente de sodio y cloruro y es usada como una alimentación en la producción de numerosos materiales. Estos incluyen los productos de clor – alcalina y soda cáustica y soda ash sintética.

La sal para consumo humano es el segundo producto de consumo, seguido por la aplicación en deshielos de caminos. A pesar que este último uso representa a nivel mundial el 13%, solo se aplica en los países del hemisferio Norte donde este uso representa más del 40% del consumo total de cada uno de los países localizados en esta zona. El remanente de la sal mundial es consumido en un número de usos finales que incluyen principalmente comida de animales, tratamiento de aguas y aceites, textiles, e industrias de cueros.

2.7.1 Consumo de Sal en los Estados Unidos

En la Fig. 14 podemos observar claramente el consumo final de la sal en el mercado de los Estados Unidos, en este mercado según la información consultada (USGS Salt Commodity Specialist 2005) que elabora anualmente. Evidencia 8 categorías importantes que abarcan 29 usos finales. Para el año 2004 los usos finales importantes fueron: los productos químicos (Álcalis y cloro) con el 35.3%; control del hielo (deshielo de caminos y carreteras), con el 34.8%; y el 29% restante en otros sectores industriales.



Fuente: USGS Salt Commodity Specialist 2005

2.8 Perspectivas

- De acuerdo a la tendencia de crecimiento del consumo interno de la sal durante la última década en el Perú, existen perspectivas, debido a que actualmente se viene desarrollando las industrias que directa e indirectamente están relacionadas con demanda de la sal (química, agroindustria, metalurgia, etc.).
- Por otro lado se prevé que el proceso de regionalización y descentralización generará desarrollo y por ende se incrementará la oferta y la demanda de ésta sustancia por sus múltiples aplicaciones y la relación directa con el crecimiento de la población.
- En el mercado externo, existen perspectivas para nuestra sal y sus derivados principalmente en el mercado de los Estados Unidos por los fuertes inviernos que éste soporta a pesar que este factor no es previsible (sal para deshielo de caminos y carreteras) y países vecinos como Colombia.
- En el futuro, el consumo de sal en varios de sus usos finales aumentará, se prevé un fuerte crecimiento de la población en el Este y Sudeste Asiático donde el aumento de la población es mundialmente el más rápido por lo que la balanza del consumo de sal se desviará de los mercados tradicionales de Europa Occidental y América del Norte hacia los crecientes mercados de la región de Asia Pacífico.
- Se estima según las tendencias que la industria de la sal en Latinoamérica se encuentra en desarrollo y lista para participar en el crecimiento futuro en la región, como un integrante económico importante en el mercado mundial
- En cuanto a la demanda de sal para el consumo alimentario se espera que siga un ritmo creciente, paralelo al crecimiento de la población mundial. Pues el consumo de sal para el ser humano es considerado un factor de salud pública
- Se estima que el consumo de sal en el mundo seguirá creciendo el futuro, siendo Japón, y la China importantes mercados de consumo de la sal especialmente para Australia y México, También se considera que la demanda de sal para consumo alimentario es de esperar que siga un ritmo creciente, paralelo al crecimiento de la población mundial.

CONCLUSIONES

1. Los depósitos de sal más rentables son los de tipo sal marina evaporítica, debido a que se presenta en estratos de grandes extensiones en toda la cuenca. Esto los hace económicamente rentables.
2. En la Zona de la cuenca Huallaga los depósitos de sal están ligados a las intrusiones diapíricas o domos de sal, los que al parecer se formaron en el Grupo Mitu, luego fueron ascendiendo y se depositaron en la Formación Sarayaquillo. Este tipo depósito ocurre en los departamentos de San Martín, y Amazonas.
3. Los depósitos de tipo vertiente salina y salmueras se encuentran en la zona de la costa del Perú, son el resultado de la filtración de aguas salinas, provenientes de alguna formación salina en su discurrir subterráneo. También son el resultado de precipitación en albuferas o lagunas costaneras separadas del océano por barras permeables. El nivel del agua en las lagunas bajas y a través de las barras semipermeables se percola el agua marina, aportando cantidades adicionales de sales disueltas. Esto permite la formación de depósitos de sal a lo largo de la costa del Perú.
4. Una zona muy interesante en cuanto a sales, es la zona de salmueras Ramón en el desierto de Sechura, donde se encuentra el principal depósito de potasa tipo salmuera.
5. Las evaporitas de los salares de la zonas de llanura costera podrían convertirse en fuentes potenciales de potasa, así como de sales de magnesio.
6. El potencial de sal en el Perú es abundante y esta distribuido casi en todo el territorio nacional y para el presente trabajo se ha registrado 159 ocurrencias en 20 regiones del territorio nacional, siendo las más representativas, Lima, San Martín, Piura, Lambayeque, Ica, Amazonas, etc.
7. El 87% de la producción de sal se explota en dos regiones, Ica con el 48% y Lima con el 39% del total producido en el 2004. Este volumen es generado mayormente por la empresa QUIMPAC SAC, una de las mas grandes productoras e industrializadoras de la sal y sus principales operaciones las realiza en las regiones de Lima (explotación - refinación en las salinas de Huacho y refinería de Cloro-Soda en Oquendo - Callao) e Ica (explota las Salinas de Otuma en Pisco)
8. La demanda peruana de sal en promedio es satisfecha en mas del 95% por la producción nacional y la diferencia es cubierta por la importación de sales especiales dirigidas especialmente a los laboratorios, centros de investigación, Hoteles y algunas industrias del rubro.
9. El comercio exterior de las sales en el Perú, esta dado por la importación de un pequeño volumen, procedente en un 60% de Latinoamérica y la diferencia de Reino Unido, Estados Unidos y otros países europeos. Mientras que las exportaciones son dirigidas en un 75% a los Estados Unidos y países Latinoamericanos, cuyas cifras superan largamente a las importaciones, es así que, en los últimos años éstas representaron alrededor 5.5 millones de US\$,

manteniendo por tanto un saldo positivo de la balanza comercial de sales durante el Período de estudio.

10. Durante 2005, el principal país productor de sal fue Estados Unidos participando con el 21.6% de la producción mundial, le siguieron en orden de importancia, China, 17.7%; Alemania, 8.7%; India 7.2%, Canadá, 6.2%; Australia, 4.7% y México 3.8%. Este grupo de los primeros 7 países productores comprende el 70% de la producción mundial.
11. La producción mundial de sal durante el periodo 1996 – 2005 experimentó un incremento de aproximadamente 13.000.000 de toneladas. Es decir un aumento paulatino promedio anual del 1.2%, distribuida en los siguientes mercados: Unión Europea con el 21%, Norte América 28%, Ibero América 10%, Europa del Este, Asia, África y Oceanía 39% y otros 2%.
12. Los principales países productores en el mundo son: Estados Unidos (22%), China (18%), Alemania (9%), India (7%), Canadá (6%), Australia 5% y México 4%. Estos siete productores concentran el 71% de la producción total de la sal y la diferencia del 29% corresponde a los demás países.
13. La estructura del consumo mundial de la sal, según el USGS Minerals Yearbook (2006), está determinada en un 39% en la industria química (producción de cloro y soda cáustica), 37% se destina al deshielo de carreteras (mercado norteamericano y europeo) y 24% restante, destina consumo humano y diversos usos industriales. Puesto que los usos directos e indirectos de la sal suman aproximadamente 14.000 aplicaciones industriales conocidas, y no existe un producto sustituto para este mineral.
14. Las regiones de mayor consumo son Norteamérica, Asia (China, Japón y Corea) y el Medio Oriente, (30 - 35%), seguido de Europa Occidental (21%). Sin duda Norteamérica continúa siendo una de las regiones importadoras más importantes del orbe, junto con la del Asia Pacífico. Ambas regiones importan más de 22 millones de toneladas al año para satisfacer las necesidades de sus industrias. Dos países cubren en gran medida la demanda de este mercado: Australia y México. Tan solo estos dos países comercializan 15 millones de toneladas al año.
15. Los principales países exportadores de sal son: Australia, México, Canadá, Holanda, Alemania, Chile, Bahamas Los exportadores de sal en el mundo son Australia (7,7 millones de ton/año), México (7,2 millones de ton/ año), Canadá, Holanda y Alemania (promedio a 3 millones de ton/año).

BIBLIOGRAFIA

- ALDANA, M., (1981) – Geología del Reservorio de Salmueras de Ramón en el desierto de Sechura. Tesis de Ingeniero Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima 59p.
- BALLIVIÁN, O.; RISACHER, F. (1981) – Los Salares del Altiplano Boliviano: Métodos de Estudio y Estimación Económica. Paris, 246p.
- BALAREZO, A., et al. (1986) - Reconocimiento Geológico Minero Salinas de Cachihuancaray. Archivo Técnico INGEMMET. Lima 59p.
- BOSSE H..R, et al, (1989) - Reconocimiento y Evaluación Preliminar de los Minerales Industriales, Rocas y Tierras en los Departamentos de La Libertad y Cajamarca Tomos II y III
- BOSSE H..R, et al, (1990) - Reconocimiento y Evaluación Preliminar de los Minerales Industriales, rocas y Tierras en los Departamentos de Lambayeque y Piura Tomos II y III Puerto de Eten depresión a 1 km de la costa depósito de thenardita depósito renovable
- CARBONE, J., (1995) – Estudio Geológico Evaluativo de la Potasa en el Perú. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, 144p.
- GAJARDO, A. (1988) – Geología, Génesis y Distribución Geográfica de recursos no Metálicos de Chile. Boletín Minero N° 27 Órgano Oficial de la Sociedad Nacional de Minería. Chile. 68p.
- ORRIS, G; BLISS, J. (1991) - Some Industrial Mineral Deposit Models: Descriptive Deposit Models. U.S. Geological Survey. Tucson, Arizona. 73p.
- PALACIOS, O., et al (1986) – Evaluación de Reservas de yacimiento salino de Puite. Archivo Técnico. INGEMMET. Lima, 66p.
- RISACHER, F., et al, (1999) – Geoquímica de aguas en cuencas cerradas: I, II y III Regiones de Chile. Volumen I Síntesis. Convenio de Cooperación DGA - UCN – IRD. Santiago.89p.
- SANCHEZ, A., & HERRERA, I. (1998) - Geología de los cuadrángulos de Moyobamba, Saposoa y Juanjuí. Hojas: 13-j, 14-j y 15-j. INGEMMET. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, n. 122, 269 p., Noviembre 1998
- SUÁREZ, D., (1994) – Rocas Ornamentales y Minerales Industriales. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Lima 173p.
- THE ECONOMICS OF SALT / ROSKILL – Reports on Metals and Minerals / The Salt Institute / IFI – Concesión de Salinas
- VALENCIA, M. (2000) – Estudio Geológico de los domos salinos en la faja subandina al este de Tarapoto. Tesis de ingeniero. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. 190p.

D. AZUFRE

CAPITULO I

SÍNTESIS GEOLÓGICA DE AZUFRE

1.1 Generalidades

El azufre es un elemento no metálico de color amarillo característico, semitransparente, de brillo ambarino, fractura concoidea. Funde a 112°C y arde con llama azul produciendo SO₂.

Ocupa el lugar 16 en abundancia entre los elementos de la corteza terrestre, y se encuentra ampliamente distribuido tanto en estado libre como combinado con otros elementos, como los sulfuros metálicos en el carbón y menas minerales, sulfatos, ácido sulfhídrico en el gas natural y complejos orgánicos sulfurados en el petróleo crudo. Todos ellos son fuentes de sulfuros, pero las más importantes son el azufre nativo, el ácido sulfhídrico en el gas natural y la pirita (FeS₂) (Ruckmick *et al*, 1979).

El azufre nativo se encuentra cerca de los cráteres o en los flancos de los volcanes donde hay escape de gases, en depósitos de fuentes termales de volcanes activos. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980).

Es interesante describir brevemente el método de explotación utilizado para este elemento: el denominado "*método Frasch*", sirve para recuperar el azufre elemental de una formación geológica, consistente en la inyección de agua sobrecalentada o de vapor de agua en las formaciones que contienen este elemento, debido a que éste funde a 112°C, y a 160°C constituye un líquido de viscosidad muy baja, que fluye con gran facilidad y puede ser bombeado hasta superficie hacia una planta de purificación.

El empleo económico del método requiere disponer de cuatro recursos básicos:

- a) depósito de azufre de gran tamaño con leyes por encima de 5% de S.
- b) fuente abundante de agua a bajo costo y con bajo contenido de sólidos.
- c) fuente de combustible de bajo costo y
- d) sistema económico de transporte.

Actualmente, el método es poco atractivo debido a los altos costos operativos y restricciones en los recursos requeridos. (Tord, A. 1951).

1.2 Mineralogía

Se presenta en la naturaleza ya sea en cristales o masivo, mal conductor de calor y nulo de la electricidad. El que se utiliza es el azufre nativo o el proveniente de ciertos sulfuros metálicos. Suele cristalizar en el sistema rómbico en forma bipiramidal, aunque también se encuentran cristales monoclinicos, y mas frecuentemente como incrustaciones o masas terrosas. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980).

El azufre aparece principalmente como sulfuro, sulfosal, sulfatos o bien en su forma nativo como azufre elemental, se encuentra asociado a zonas volcánicas y como azufre biogénico. (Ver Cuadro N° 01)

Cuadro N° 01 Principales Minerales de sulfuro según clase

Sulfuros	Sulfosales	Sulfatos
Argentita Ag_2S	Baumhauerita $Pb_3As_4S_9$	Alunita $Al_2(SO_4)_2(OH)_6$
Arsenopirita $FeAsS$	Berthierita $FeSb_2S_4$	Anglesita, $PbSO_4$
Bismutinita B_2S_3	Boulangerita $Pb_5Sb_4S_{11}$	Anhidrita $CaSO_4$
Bornita Cu_5FeS_4	Bournonita $CuPbSbS_3$	Baritina, $BaSO_4$
Calcopirita, $(Cu,Fe)S_2$	Cilindrita $FePb_3Sn_4Sb_2S_{14}$	Celestina, $SrSO_4$
Calcosina Cu_2S	Emplectita $CuBiS_7$	Jarosita, $Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$
Cinabrio HgS	Enargita Cu_3AsS_4	Yeso, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$
Cobaltita $(Co, Fe)AsS$	Gratonita $Pb_9As_4S_{16}$	
Covelina CuS	Jamesonita $Pb_4FeSb_6S_{14}$	
Digenita Cu_9S_5	Jordanita $Pb_{14}(As, Sb)_6S_{23}$	
Esfalerita, ZnS	Meneghinita $Pb_{13}Sb_7S_{23}$	
Estibina, Sb_2S_3	Proustita Ag_3AsS_3	
Famatinita, $CuSbS_2$	Pirargirita Ag_3SbS_3	
Galena, PbS	Sartorita $Pb_3As_4S_9$	
Gersdorffita, $NiAsS$	Semseyita Ag_5SbS_4	
Marcasita FeS_2	Stephanita Ag_5SbS_4	
Millerita NiS	Tennantita $Cu_{12}As_4S_{13}$	
Molibdenita MoS_2	Tetrahedrita $Cu_{12}Sb_4S_{13}$	
Orpimente, As_2S_3	Zinkenita $Pb_9Sb_{22}S_{42}$	
Pentlandita, $(Fe, Ni)_9S_8$		
Pirita, FeS_2		
Pirrotina, $Fe_{11}S_{12}$		
Rejalgar, AsS		
Wurtzita $(Zn, Fe)S$		

Fuente: Peroni, J., et al. Dpto. de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires, Argentina, (2005).

1.3 Propiedades Físicas

Color: Amarillo, a pardo rojizo
 Raya: Blanca.
 Brillo: Vitreo ambarino.
 Dureza: 1.5-2.5 (Mohs)
 Fractura: Concoidea
 Densidad 2.07 g/cm³

1.4 Propiedades Químicas

Los alótropos del azufre (diferentes formas cristalinas) han sido estudiados ampliamente, pero hasta ahora las diversas modificaciones en las cuales existen para cada estado (gas, líquido y sólido) del azufre elemental no se han dilucidado por completo.

El azufre rómbico, llamado también azufre y azufre alfa, es la modificación estable del elemento por debajo de los 95.5°C (204°F, el punto de transición), y la mayor parte de las otras formas se revierten a esta modificación si se las deja permanecer por debajo

de esta temperatura. El azufre rómbico es de color amarillo limón, insoluble en agua, ligeramente soluble en alcohol etílico, éter dietílico y benceno, y es muy soluble en disulfuro de carbono, cuya fórmula molecular es S_8 . (Peroni, J., 2005).

El azufre monoclinico, llamado también azufre prismático y azufre beta, es la modificación estable del elemento por encima de la temperatura de transición y por debajo del punto de fusión. (Peroni, J., 2005).

El azufre fundido se cristaliza en prismas en forma de agujas que son casi incoloras. Tiene una densidad de 1.96 g/cm³ (1.13 oz/in³) y un punto de fusión de 119.0 °C (246.7 °F). Su fórmula molecular también es S_8 . (Peroni, J., 2005).

El azufre plástico, denominado también azufre gamma, se produce cuando el azufre fundido en el punto de ebullición normal o cerca de él es enfriado al estado sólido. Esta forma es amorfa y es sólo parcialmente soluble en disulfuro de carbono.

El azufre líquido posee la propiedad notable de aumentar su viscosidad si sube la temperatura. Su color cambia a negro rojizo oscuro cuando su viscosidad aumenta, y el oscurecimiento del color y la viscosidad logran su máximo a 200 °C (392 °F). Por encima de esta temperatura, el color se aclara y la viscosidad disminuye. (Peroni, J., 2005).

En el punto normal de ebullición (444.60 °C u 832.28 °F), el azufre gaseoso presenta un color amarillo naranja. Cuando la temperatura aumenta, el color se torna rojo profundo y después se aclara, aproximadamente a 650° (202 °F), y adquiere un color amarillo paja. (Peroni, J., 2005).

1.5 Variedades de Azufre

Amarillo cristalino, semitransparente

Negro Terroso

En cuanto a los factores geológicos de explotación se debe tener en cuenta la homogeneidad del depósito, la composición química y/o las propiedades físicas y sobre todo que tenga una reducida sobrecarga.

1.6 Tipos Genéticos de Yacimientos de azufre

Los depósitos corresponden a dos clases fundamentales: aquellos en que el azufre se presenta como nativo y combinado con otros elementos.

La mayor parte del azufre empleado actualmente en el mundo, proviene de yacimientos de azufre de estado nativo, entre los que distinguiremos dos tipos: las solfataras o fumarolas, asociados a la actividad volcánica, y los "tipo yeso" se presenta al azufre en capas calcáreas sedimentarias o domos de sal acompañados de yeso, arcillas sulfatos de hierro, alúmina y potasa. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980). (Ver Mapa N° 1-D Tipos genéticos de depósitos de azufre).

A) Los yacimientos de origen volcánico o solfataras, se han desarrollado o se desarrollan en los cráteres y laderas de los conos volcánicos, así como en los alrededores de las fumarolas. Suelen ser yacimientos muy superficiales y de pequeña magnitud, siendo por contrapartida, muy numerosos en las áreas volcánicas. Su origen se interpreta como condensación y cristalización de los gases emanados durante las erupciones o después de ellas, como producto directo de sublimación, por oxidación del ácido sulfúrico o por reacción de este y el anhídrido sulfuroso, o bien por acción de flujos hidrotermales sulfurosos. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980).

El origen de estos yacimientos azufríferos se puede atribuir a una acción de corrientes hidrotermales sulfurosas o gases que han salido por fracturas secundarias (fumarolas). Estas fracturas se localizan generalmente en las laderas de los volcanes, y como hasta la actualidad se desarrolla la fase fumarólica, cabe afirmar que esta actividad es posterior a las erupciones, que fueron las causantes de existencia de la Formación Barroso. En otras palabras, la metalogena del azufre se localiza en la fase final de la actividad volcánica. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980).

B) Los yacimientos sedimentarios, son los de mayor importancia económica a escala mundial, son los proveedores de gran parte del azufre consumido actualmente en el mundo. Existen numerosas teorías para justificar la génesis de estos yacimientos, habiéndose establecido que no tiene conexión con procesos volcánicos o emanaciones calientes. Las distintas teorías se basan en:

- El azufre proviene de la oxidación del ácido sulfúrico (H_2SO_4), cuya procedencia ha de buscarse en alguna fuente o causa exterior.
- El yacimiento es consecuencia de la oxidación del sulfuro de hidrógeno (H_2S) generado por la putrefacción de organismos.
- La reducción de yeso o anhidrita a partir de compuestos de carbón a 600 a 700 °C, proporcione azufre al depósito.
- Reducción de yeso, o anhidrita por acción bacteriana.

Son necesarias ciertas condiciones especiales de deposición y acumulación para dar origen a concentraciones de azufre sedimentario de importancia económica. Debe no existir la deposición de cualquier otro sedimento o la abundancia de azufre debe ser extraordinariamente grande para que se lleguen a formar capas de azufre puro. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980). (Ver gráfico N° 01).

No se pueden considerar, por tanto yacimientos químicos en sentido estricto, sino bioquímico, aunque aparecen asociados a los yacimientos químicos de evaporitas. (Ver Anexo 2-D Génesis de los depósitos de Azufre en el Perú y su localización).

- Se usa grandes cantidades de azufre elemental se utilizan en la vulcanización del caucho. (Peroni, J., 2005).
- Es un elemento químico esencial para todos los organismos y necesario para muchos aminoácidos y por consiguiente también para las proteínas. (Peroni, J., 2005).
- En Agricultura el azufre tiene usos como fungicida y en la manufactura de fosfatos fertilizantes. Para combatir parásitos de las plantas e insecticidas en la manufactura de fertilizantes artificiales. (Peroni, J., 2005).
- El tiosulfato de sodio o amonio se emplea en la industria fotográfica como «fijador» ya que disuelve el bromuro de plata.
- En Medicina como laxantes, cerillas.
- En la manufactura de pólvora y fósforos. (Peroni, J., 2005).

1.9 Ocurrencias en el Perú

Según data del INACC, se tiene reportada 49 ocurrencias de azufre en el Perú, las que en la actualidad se encuentran inactivas, pues no se cuenta con reportes de producción desde los años 80'. También fue tomado de los boletines del INGEMMET. (Ver Mapa N° 1-D Principales ocurrencias de azufre).

1.9.1 Ocurrencias de azufre tipo Volcánico:

Aunque existen numerosas indicios y afloramientos repartidos por toda la geografía peruana, la mayor concentración de depósitos esta localizado en el sur del Perú, en la franja volcánica del Terciario Superior – Cuaternario que cubre las áreas altas (superiores a 4000 msnm) de los departamentos de Moquegua y Tacna.

Esta franja se extiende por 240 km. A partir de la frontera con Chile.

Los depósitos de azufre se deben a las solfataras producidas por la actividad volcánica durante la cual se deposito la Formación Barroso de naturaleza andesítica. Los volcanes están alienados NO-SE coincidiendo con el rumbo general de la Cordillera Andina, así como del litoral pacífico. (ENADIMSA, 1980). (Ver Mapa N° 3-D Blancos de exploración de azufre).

Entre los volcanes con depósitos de azufre en la zona sur del Perú, se encuentra el Ticsane y Ubinas en Moquegua, Tutupaca, Yucamane, Cano, Chupiquiña y Paucarani en Tacna.

La gran mayoría de los yacimientos de azufre nativo de tipo volcánico ocurren en el Grupo Barroso (Tq-vba), comprendida entre el Plio-Pleistoceno, ubicado en la Codillera Occidental, en la franja de vulcanismo activo. Estos se encuentran distribuidos en gran parte en Tacna, y disminuyendo hacia Moquegua, asociado al volcánico del Grupo Tacaza (Tms-vll) y Grupo Barroso (Tq-vba) (Ubinas y Ticsane), Arequipa (Chachani, Misti, Sabancaya, Pichupichu, etc.) y Ayacucho, asociado al volcánico Sillama (NpQp-ba).

El Grupo Barroso se divide en las siguientes formaciones:

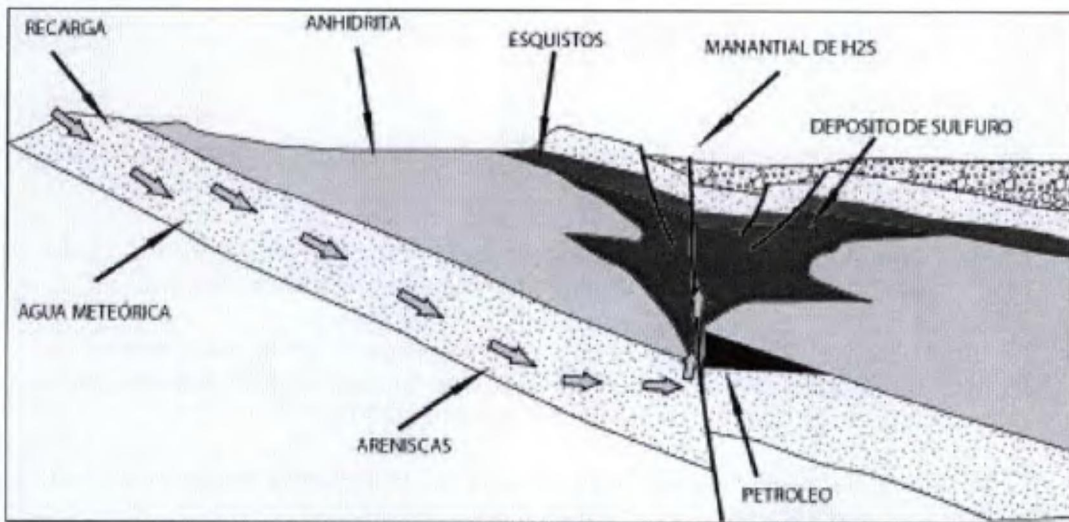


Gráfico N° 01 Depósitos estratoligados. Tomado de Ruckmick, 1979).

Los factores determinantes para la mineralización de azufre de tipo volcánico, son la composición del magma inicial, el tipo de actividad volcánica y la estructura.

1.7 Formas de presentarse en la naturaleza

- Las principales geometrías que presentan los depósitos de azufre de origen volcánico son las siguientes:
 - a) Capas o bancos: es el resultado de la deposición de azufre a partir de aguas calientes sulfurosas a su paso por superficies ligeramente inclinadas o en lugares cerrados por morrenas.
 - b) Impregnación: Zonas de manantiales donde el movimiento hídrico es mayor que la deposición.
 - c) Relleno de fisuras. Fluidos sulfurosos.

Estas formas de depósitos no son excluyentes, siendo frecuentes encontrarlas combinadas en su mismo yacimiento. La ganga en estos depósitos suele estar constituida por arcillas y productos piroclásticos, mientras que la roca madre es una roca volcánica mas o menos alterada (suele ser una andesita). Son yacimientos superficiales y de pequeña magnitud. (Pool, A. 1976).

- El modo de ocurrencia en que se presenta el mineral de azufre sedimentario, generalmente es constituyendo bancos, y capas de arenas aglomeradas hasta el punto de ofrecer la apariencia y condiciones físicas de una roca. (INGEMMET-ENADIMSA, 1980). (Ver Anexo N° 1-D Ocurrencias de azufre en el Perú)

1.8 Usos y Aplicaciones

- El azufre se usa en varios procesos industriales como la producción de ácido sulfúrico para baterías. (Peroni, J., 2005).

- a) Volcánico Chila: Cuya composición es andesitas de grano fino con intercalaciones de brechas y aglomerados.
- b) Volcánico Barroso: Constituido por andesitas, traquitas, traquiandesitas intercaladas con brechas de flujo, piroclastos y aglomerados. Conforman principalmente la cadena de conos volcánicos activos.
- c) Volcánico Purupurine: Constituidos por tufos traquíticos y traquiandesíticos, gris claro moderadamente compactos. (Carrasco, S. 2002).

El depósito más representativo de azufre volcánico, se encuentra en el Grupo Barroso en la Región de Tacna, en la Provincia de Tarata, Distrito de Cayrane, depósito "Santina", es un ejemplo ilustrativo de un depósito de azufre volcánico. Se encuentra en forma de lentes, bancos, fisuras y diseminado, denominándose a esta última mena "caliche". Los lentes de azufre, en la mina Santina se encuentran en la morrena glaciar del fondo y tienen una ley promedio de 36.19% de azufre. Los "bancos" se encuentran cerca del cráter y están formados por cenizas y otras rocas volcánicas porosas y alteradas, teniendo normalmente leyes de azufre entre 29.03% y 39.86%, que pueden alcanzar localmente 51.8% de azufre. En las fisuras el azufre está cristalizado y acompañado por sílice coloidal teniendo una ley de 46.16% de azufre. Las impregnaciones de azufre tienen 4.13% de azufre. (Dunin-Borkowski (1996).

En los conos volcánicos del Tutupaca, Yucamani, Cano y Paucarani. La roca encajonante más favorable para el azufre son las cenizas sueltas y los tufos porosos, los cuales han sido impregnados con azufre desde los canales y grietas de las fumarolas. Todos los yacimientos se hallan cerca de la superficie, mostrando poca resistencia a la erosión.

El azufre que se encuentra es azufre nativo en su forma característica en cristales bipiramidal o tabular bien desarrollado, del sistema ortorrómbico y también en estalactitas y en menor cantidad en masas terrosas (caliches). El mineral tiene un color amarillo el cual puede ser oscuro y decolorado por las impurezas. (Pool, A., 1976). (Ver Anexo 1-D Ocurrencias de azufre en el Perú).

1.9.2 Ocurrencias de azufre tipo Sedimentario:

Este tipo de depósito lo encontramos en el Norte del Perú en la Región Piura, Provincia de Piura, Distrito de Sechura, en la Formación Miramar, cuya litología consiste en un paquete de areniscas gris blanquecinas inconsolidadas, de grano fino con pigmentaciones limolíticas y estratificación cruzada. Intercalados con la sección ocurren tobos y lodolitas tobáceas, hacia la base ocurren conglomerados, coquinas y areniscas duras compactas, con estructuras de almeja. La litología de la formación varía lateralmente. Caldas, J.; et al (1980).

La forma en que se presenta el mineral de azufre, constituye bancos, capas de arena, aglomerada dando la apariencia de una roca, en la que la cimentación de las partículas de azufre muy pequeño y de distribución uniforme, se puede pensar que el azufre contenido en las arenas provenga de productos residuales del petróleo, que al impregnar las arenas, dejaron como residuo de transformación y evaporación, el azufre en su contenido. (Meza, A., 1967).

El ejemplo más saltante de depósito de azufre tipo sedimentario es "Reventazón". El azufre constituye el cemento en dos estratos de areniscas fina de color rojizo oscuro y está acompañado yeso, anhidrita y materia orgánica. Los estratos forman parte del tablazo Pleistocénico y están subhorizontales presentando ondulaciones locales. El

estrato superior tiene un grosor comprendido entre 0.40 y 0.80 m. Los estratos no son paralelas entre si, teniendo la intercalación estéril entre ellas de 0.60 m a 13.00 m. El grosor promedio del estrato inferior es 0.60 m. En los lugares donde los estratos se unen alcanzan un grosor de 2.00 m. (Dunin-Borkowski (1996).

La ley del estrato superior es 19.59% de azufre y del inferior 24.90% de azufre, siendo el promedio en ambos estratos 21.20% de azufre. El yacimiento se extiende unos 1250 m con rumbo este-oeste y tiene un ancho de 500 a 1700 m en dirección nortesur. Al parecer este tipo de azufre se formo por descomposición bacteriana del yeso y anhidrita. Dunin-Borkowski (1996).

Se tiene indicios que en la Faja Subandina pueda existir este tipo de yacimientos, en especial en el distrito de Tingo de Saposoa, departamento de San Martín. Las ocurrencias parecen asociadas a domos de sal. (Sánchez, A., 1998).

Existen ocurrencias de azufre en forma irregular procedentes de volcánicos inactivos (fósiles), en zonas donde hubo actividad volcánica durante el Terciario, tales depósitos se encuentran a lo largo de la Cordillera Occidental en los departamentos de Huancavelica, Junín, Lima, Ancash y Cajamarca. (Ver Mapa 1-D Ocurrencias de azufre en el Perú).

A continuación exponemos la cantidad de ocurrencias por departamentos de tipos genéticos de azufre en el Perú:

Azufre Tipo Sedimentario:

Piura: (07 ocurrencias)

Azufre Tipo Volcánico:

Tacna (33 ocurrencias)

Moquegua (04 ocurrencias)

Cajamarca (02 ocurrencias)

Ancash (01 ocurrencia)

Ayacucho (01 ocurrencia)

Huancavelica (01 ocurrencia)

CAPÍTULO II

MERCADO Y PERSPECTIVAS DEL AZUFRE

2. OFERTA Y DEMANDA EN EL PERÚ

La demanda de azufre en el Perú está cubierta por la oferta proveniente de varios países y la producción de su principal derivado (ácido sulfúrico extraída de la Minerometalúrgica producida en la Oroya – Junín e Ilo en Moquegua.

2.1 OFERTA

2.1.1 Oferta potencial de azufre

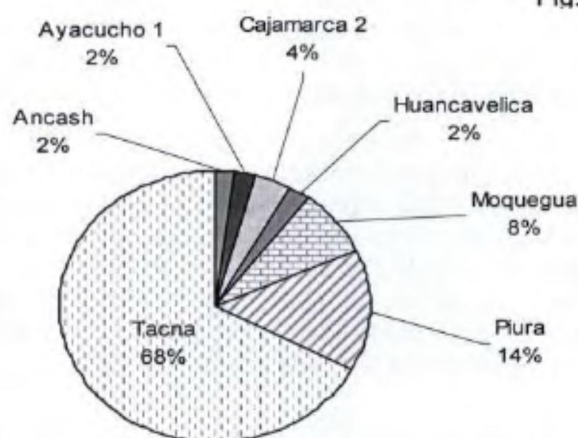
Según los datos recopilados en las diversas fuentes de información oficial y privada (Ministerio de Energía y Minas, Instituto de Concesiones y Catastro Minero, etc.), se ha elaborado la tabla N° 1 y Fig. 1. Donde podemos observar que se ha localizado la existencia de 49 depósitos de azufre libre o nativo, en sitios volcánicos. Igualmente la existencia de depósitos subterráneos muy importantes, localizados en varias regiones del país: el 68% en Tacna, 14% en Piura, 8% en Moquegua, y el 20% restante distribuido en Cajamarca, Huancavelica, Ayacucho y Ancash.

Ocurrencias de Azufre por
Regiones
Tabla N° 1

Regiones	N° de Ocurrencias
Ancash	1
Ayacucho 1	1
Cajamarca 2	2
Huancavelica	1
Moquegua	4
Piura	7
Tacna	33
Total	49

Fuentes: Dirección General de
Minería del Ministerio de
Energía y Minas (1999-2002),
Est. Franjas y Otros INGEMMET

Oferta Potencial de Azufre en el Perú



2.1.2 Producción de azufre

Según la Fuente oficial DGM/DPDM/Estadística Minera del Ministerio de Energía y Minas, desde hace más de dos décadas no se registran producción alguna de Azufre, sin embargo se tiene conocimiento que existe un consumo, el cual puede ser abastecido de una producción informal, subproductos del petróleo, metalurgia e importación de otros países.

De acuerdo al análisis e interpretación de la información obtenida, estamos convencidos que, estos depósitos existentes en el Perú representan un gran potencial explotable, sin embargo actualmente no se explotan ninguno de estos yacimientos. Se asume que existe una producción oculta, inserta como subproducto en los procesos metalúrgicos. Esto lo explica la apreciable producción de ácido sulfúrico en los principales centros mineros de la Oroya en Junín e Ilo en Moquegua.

Mientras exista la explotación del cobre y zinc, así como la industria del gas y el petróleo, de los cuales se obtienen azufre y sus principales derivados, será difícil la explotación de estos yacimientos. Esto demuestra las cifras de producción mundial por tipo de recurso donde la explotación de yacimientos es menos del 1%. Sin embargo el azufre es uno de los elementos más importantes, se utiliza como materia prima industrial en varios sectores económicos, siendo su principal derivado el ácido sulfúrico.

2.1.3 Producción del ácido sulfúrico en el Perú

Según la información estadística del Viceministerio de la Producción, el Perú produce ácido sulfúrico como podemos ver en la tabla N° 2 y Fig. 2, cuya tendencia de crecimiento promedio anual fue alrededor del 20% durante la última década. Crecimiento que guarda estrecha relación, con el desarrollo ascendente de los principales subsectores demandantes de este importante insumo como son: Químico, agrícola y manufacturero, etc. Los mismos que experimentaron un mayor consumo especialmente el agro exportador durante este periodo.

De allí que se puede afirmar que el ácido sulfúrico sigue siendo de gran importancia en la producción de diversos productos, con razón históricamente su consumo se ha mirado como uno de los mejores índices del desarrollo industrial de una nación. Según Geological Survey Comodity Summaries, (Enero 2006), en los Estados Unidos se produce mas ácido sulfúrico cada año que cualquier otro producto químico.

La oferta de ácido sulfúrico en el Perú proviene principalmente de las fundiciones de cobre y zinc y sus principales consumos están en la lixiviación de minerales de cobre, siendo el principal productor y consumidor la compañía minera Southern Perú. Otro principal centro de productor ácido sulfúrico en el país esta localizado en la fundición de Doe Run Perú en la Oroya a 4 horas de Lima en una altura de 3 720 m.s.n.m. La primera fundición de cobre en este lugar fue creada en 1922. Actualmente se cuenta con fundiciones y refinerías para cobre, plomo y zinc y una planta de ácido para el tratamiento del gas de salida de SO₂ del tostador de zinc.

De acuerdo al Estudio Técnico de Factibilidad, (F CII Contrato No. 444 Marzo 31, 2005), Doe Run Perú S.A ubicada en la Oroya, tiene un compromiso de reducir sus emisiones de SO₂ de las operaciones de la fundición para lograr una fijación de valores de azufre de 83%. Una opción bajo consideración es tratar el mineral de zinc usando un proceso hidrometalúrgico, y usar la planta de ácido existente para tratar el gas de salida de la Máquina de Sinter de Plomo. El gas de salida de las operaciones de fundición de cobre se trataría entonces en una nueva Planta del Ácido Sulfúrico.

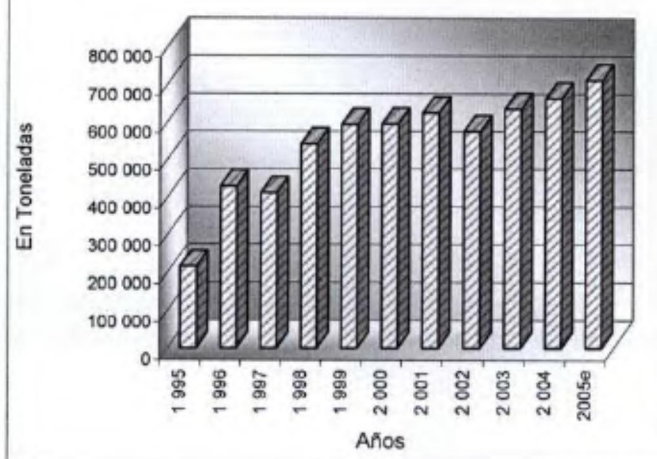
Evolución de la
Producción del Ácido
Sulfúrico en el Perú
Tabla N° 2

Años	Toneladas
1 995	215 555
1 996	428 795
1 997	411 005
1 998	540 924
1 999	592 056
2 000	594 170
2 001	623 295
2 002	574 478
2 003	633 442
2 004	661 288
2005e	709 879

Fuente: Ministerio de la
Producción - Viceministerio de
Industria 1999 - 2005 e
= estimado

Evolución de la Producción del Ácido Sulfúrico
en el Perú

Fig. N° 2



2.2 Estructura de la demanda

En el Perú, por falta de datos no se puede determinar el consumo para cada una de las industrias que consumen azufre y sus derivados. Sin embargo se estima que la estructura de la demanda de azufre y sus derivados, esta estrechamente relacionados con los principales subsectores económicos entre ellos: químico, metalúrgico, agroindustrial, y construcción, los que directa e indirectamente necesitan del azufre o de sus derivados en sus procesos productivos. Esto se puede apreciar en la Fig. 3.

Subsector agroindustrial

Es uno de los principales subsectores relacionados con el consumo de azufre y sus principales derivados, entre ellos los fertilizantes, pesticidas e insecticidas. Los que regulan el Ph de los suelos, son esenciales ingredientes proteicos; estimula la formación de hojas y el crecimiento vigoroso de la plantas; hortalizas (espárrago, alcachofa, pimiento, ají páprika y piquillo, papa, tomate, etc.), frutales (vid, mango, cítricos, manzano, durazno, lúcuma, melocotón, etc.), cucurbitáceas (zapallo, calabaza, melón, sandía, pepinillo, etc.), leguminosas (frijoles, arveja, vainita, alfalfa, pallares, etc.), cereales y cultivos industriales como algodón, trigo y cebada.

Subsector químico

A nivel mundial se estima que, el 90% del azufre elemental es destinado a la fabricación de SO_2 , que a su vez se destina mayoritariamente a la síntesis de ácido sulfúrico, materia prima en la elaboración de fertilizantes ($\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ fertilizantes). El resto (10%) del azufre elemental se destina a una grama de aplicaciones entre ellas: fertilizantes, plaguicidas, pesticidas, farmacéuticos, papel, caucho, pólvora, textiles, alimentos, etc.

Subsector metalúrgico

En este subsector se utiliza en la refinación, lixiviación de minerales de cobre, y otros, fundición metálica, etc.

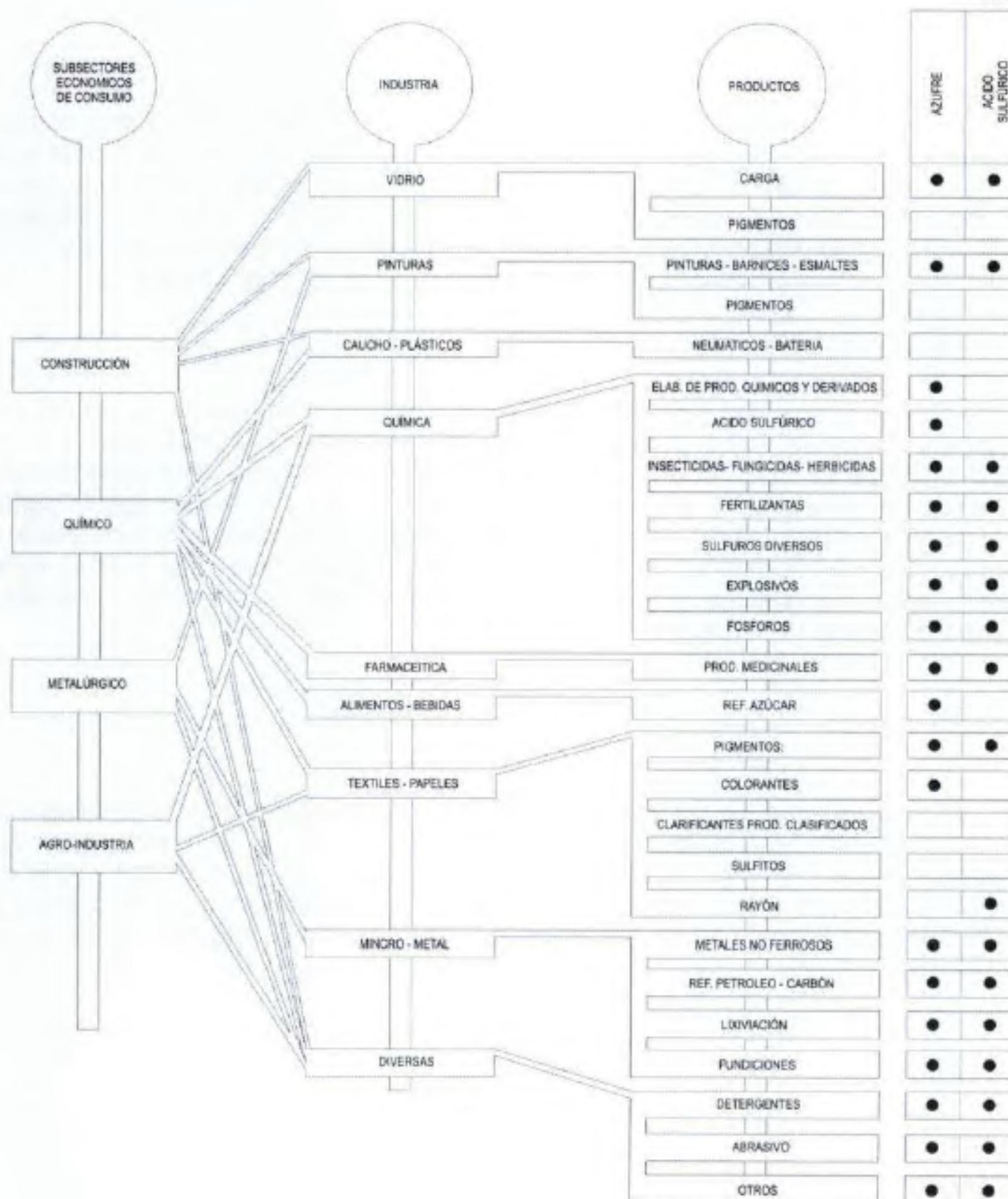
de diversos metales, petróleo y carbón

Subsector construcción

Este subsector también consume indirectamente a través de los productos que masivamente utiliza como son las pinturas, plásticos, vidrio etc.

ESTRUCTURA DEL CONSUMO DE AZUFRE Y ÁCIDO SULFÚRICO POR SUBSECTORES ECONÓMICO Y PRINCIPALES GRUPOS INDUSTRIALES EN EL PERÚ

Fig. 3



2.2.1 Consumo aparente de azufre

Actualmente no se tiene registrado en las fuentes oficiales del país, cantidad alguna de producción de azufre desde hace más de tres décadas, se aduce que este sesgo es producto de información no registrada o no procesada, también existe gran informalidad y al poco interés en conocer su volumen de producción. Esto debido a que este importante elemento tiene su origen en diversos recursos y procesos industriales entre ellos procede de yacimientos, de explotación del gas, petróleo y de la metalurgia.

En el Perú por los hechos se asume que la producción de azufre y sus derivados provienen en gran parte de los procesos metalúrgicos principalmente de la Oroya e Ilo principales centros del ácido sulfúrico del cual se tiene información oficial. De allí podemos afirmar que el consumo aparente esta dado por la producción interna y la importación proveniente de Aruba mayormente.

2.2.2 Consumo Aparente de ácido sulfúrico

La demanda de ácido sulfúrico en el Perú, es satisfecha por la producción nacional y la importación, siendo ésta insignificante no llega al 1%. En la tabla N° 3 podemos ver la evolución del consumo aparente de ácido sulfúrico principal insumo en la fabricación de diversos productos químicos, fertilizantes, pintura, goma, pigmentos, barnices, procesos metalúrgicos, rayón y películas, hierro y acero, refinación del petróleo, alcoholes, pulpa y papel, tinturas y productos de alquitrán, refinamiento del azúcar, otros productos alimenticios, etc. cuyo consumo creció apreciablemente de 250 610 t en 1995 pasó a 567 325 t en el año 2005, lo que significa una tasa de crecimiento promedio anual de alrededor del 16% .

Consumo Aparente de Ácido Sulfúrico en el Perú
(Cantidad en Toneladas Métricas)
Tabla N° 3

Años	Producción	Exportación	Importación	Consumo Aparente
1 998	540 924	290 324	10	250 610
1 999	592 056	340 130	18	251 943
2 000	594 170	242 331	26	351 866
2 001	623 295	263 579	52	359 768
2 002	574 478	120 804	33	453 707
2 003	633 442	128 027	38	505 453
2 004	661 288	106 551	58	554 796
2 005	709 879	147 201	4 647	567 325

Fuente: Elaborado en base a la Información Digital de Aduanas y Compendio Est. De INEI del Perú (2006)

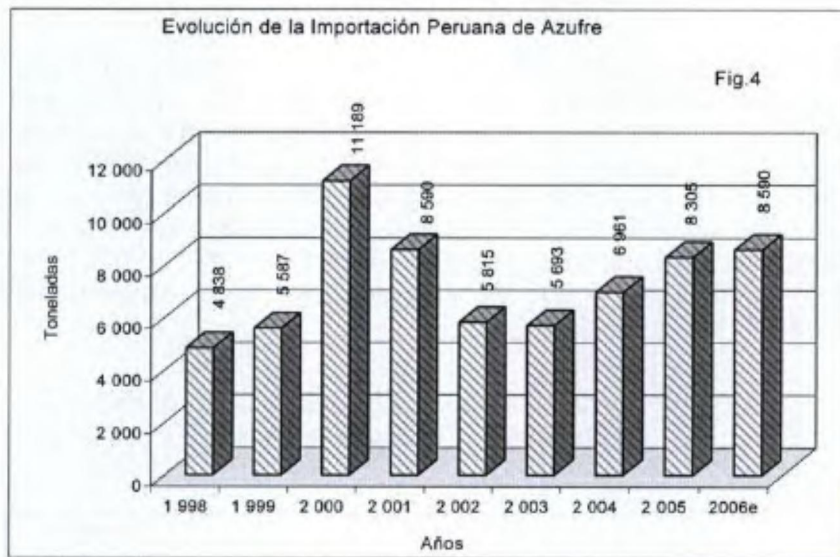
2.3 Comercio exterior

Las estadísticas de comercio exterior que se incluyen en el presente informe, referidas a las exportaciones e importaciones de azufre y ácido sulfúrico realizadas durante el periodo 1998 – 2006, es resultado de la recopilación, análisis y sistematización de la información existente y disponible en las fuentes oficiales de ADUANAS del Perú.

2.3.1 Importaciones de azufre

En la Fig. 4, se ve claramente la evolución y variabilidad que ha experimentado la importación peruana de azufre durante el periodo 1998 – 2006. El volumen importado creció aun ritmo promedio anual del 8.6% y el mayor volumen importado fue en el año 2000 (11 189 t).

El azufre es importado por una empresa, quien le da un valor agregado mediante un proceso de fusión, cristalización y molienda, obteniendo azufres industriales de alta calidad y pureza cuyo destino final esta dirigido a satisfacer la demanda interna y a la exportación a países vecinos como Ecuador.



2006)

2.3.2 Importación de azufre por países de origen

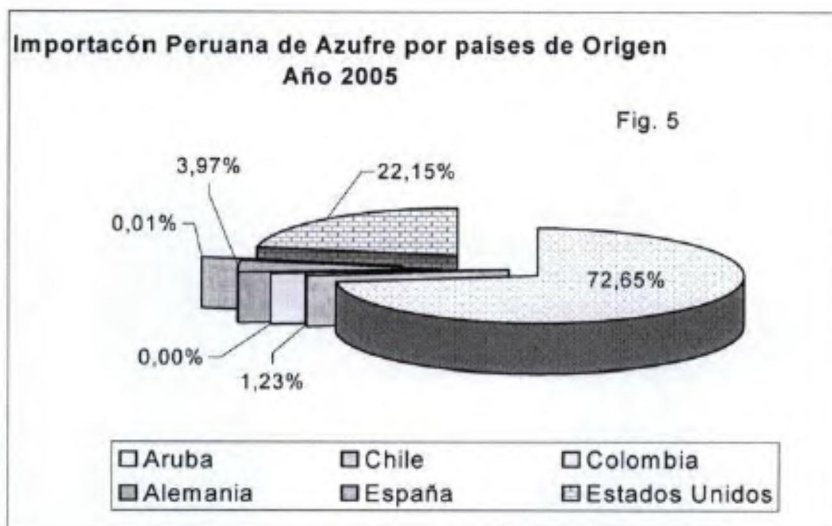
En la tabla N° 4 y Fig. 5, podemos ver la evolución y procedencia de las importaciones de azufre, siendo en muchos casos discontinua a excepción de los provenientes de Chile, Estados Unidos y Aruba principales países de origen. En la tabla N° 5 se puede comprobar la incidencia que tiene el flete y el seguro en la determinación del valor CIF US\$/t de azufre importado, el cual varía (112 US\$/t hasta 2743 US\$/t) de acuerdo al país donde se origina, a la calidad del material y cantidad que se importa, cuya influencia en el costo promedio es aproximadamente el 40%

Importación Peruana de Azufre por Países de Origen

Tabla N° 4

Años	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006e	
	Cant.T. M	Valor CIF US\$	Cant.T. M	Valor CIF US\$	Cant.T. M	Valor CIF US\$	Cant.T. M	Valor CIF US\$	Cant.T. M	Valor CIF US\$	Cant.T. M	Valor CIF US\$	Cant.T. M	Valor CIF US\$
Chile	179	44.573	111	26.853	5.815	403.028	143	46.299	67	17.385	45	11.922	50	13.287
Colombia	90	31.472	0	0	0	0	0	12	16	5.372	0	28		
Alemania	0	45	0	0	0	0			20	19.400	40	38.564	40	38.564
Iran	19	4.165	59	15.022	0	0								
Nueva Zelanda	5.479	360.403	0	0	0	0								
Estados Unidos	5.421	355.920	5.464	338.558	0	0	2	2695	1.189	148.507	1.920	215.098	2.000	224.109
Aruba			2.956	185.595	0	0	5.549	521.087	5.668	671.935	6.300	705.647	6.500	728.069
India							0	5						
España											0	55		
Total	11.189	796.578	8.590	566.026	5.815	403.028	5.693	570.098	6.961	862.598	8.305	971.314	8.590	1.004.009

Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (1998 - 2006) e= estimado



Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (1998 - 2008)

Incidencia del Flete y Seguros en la Importación Peruana de
(Peso en toneladas métricas y Valor en US\$)

Tabla N° 5

País de Origen	Valor FOB US\$	Valor Flete US\$	Valor Seguro US\$	Valor CIF US\$	Cant. T.M.
Aruba	433.428	270.892	1.327	705.647	6.300
Chile	9.450	2.272	200	11.922	45
Colombia	26	2	0	28	0
Alemania	35.869	2.596	98	38.564	40
España	44	11	0	55	0
Estados Unidos	114.719	99.717	662	215.098	1.920
Total	593.535	375.491	2.288	971.314	8.305

Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (1998 - 2006)

2.3.3 Principales importadores

Entre los principales importadores tenemos:

Sociedad Anónima Fausto Piaggio
 San Miguel Industrial S.A.
 Compañía Goodyear Del Perú S.A.
 Farmex S. A.
 Santa Rosita S. A.
 Corporación Misti S. A.
 Pontificia Universidad Católica Del Perú
 Laufer América S. A.
 Comercial Lider S A
 Agro Villacuri S. A.
 Agrícolas Unidas S. A. C.
 Bustamante Belaunde Fernando

Agroimex S. A. C.
 Unión de Concreteras S. A.
 Bionet S. A.
 Primax S. A.
 Shell Lubricantes Del Perú S.A. Y/O Shel
 Yelave Nature S. A. C.
 Shell Lubricantes Del Perú S.A. Y/O Shel
 Yelave Nature S. A. C.
 Pontificia Universidad Católica del Perú
 Sociedad Anónima Fausto Piaggio
 Farmex S A
 Laufer América S.A.
 Comercial Lider S A
 Agrícolas Unidas S. A. C.
 Bustamante Belaunde Fernando
 Agroimex S.A.C.
 Primax S. A.
 Union de Concreteras S. A.
 Yelave Nature S.A.C.
 Agro Villacuri S.A.

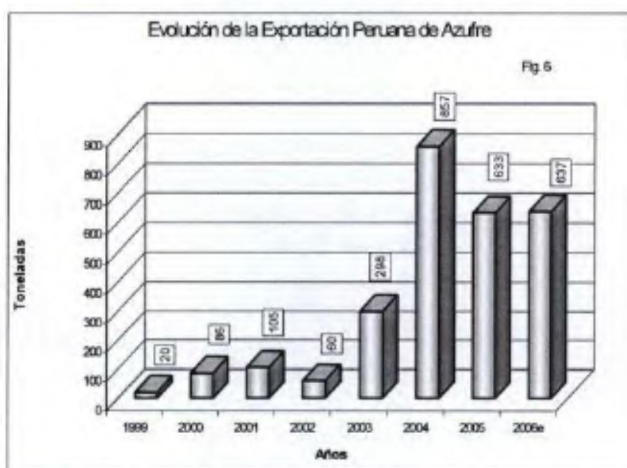
2.3.4 Exportaciones de azufre

Según las informaciones de ADUANET, el Perú durante el Período 1998 -2006 registró la exportación de un pequeño volumen de azufre, cuya evolución se ha incrementado apreciablemente en comparación a la cifra registrada en el primer año como se puede apreciar en la tabla N° 6 y Fig. 6. Sin embargo, se debe indicar que durante este periodo de estudio en las fuentes oficiales de información, no se registró cifra alguna de producción de azufre. Esto quiere decir que se trata evidentemente de una reexportación del azufre importado y tratado internamente, generando por tanto un ingreso de divisas por éste concepto.

Evolución de la Exportación Peruana de Azufre

Tabla N° 6

Años	Cantidad. T.M.	Valor FOB (Dólares)
1999	20	3.920
2000	86	20.360
2001	105	27.660
2002	60	15.809
2003	298	56.508
2004	857	153.000
2005	633	125.466
2006e	637	126.259



Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (1998 - 2006)

e = estimado

2.3.5 Exportación de azufre por países de origen

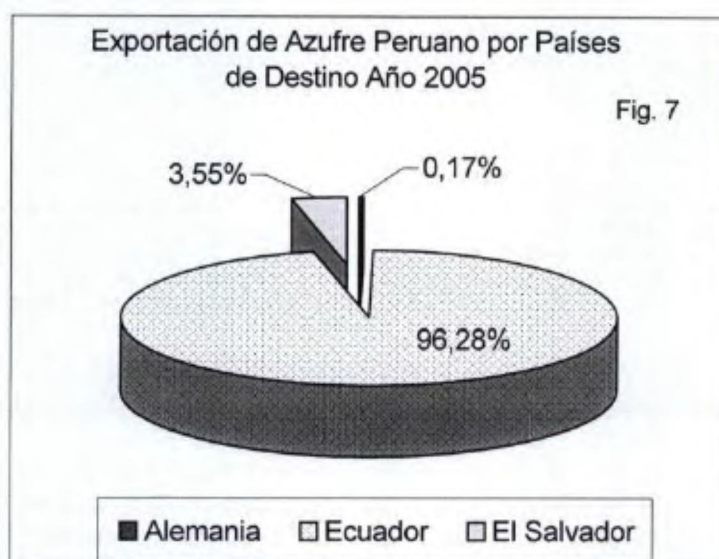
En la tabla N° 7 podemos ver que la exportación peruana de azufre esta dirigida a países latinoamericanos, algunos de ellos en forma discontinua excepto Ecuador, El Salvador, Guatemala y también es importante la incursión en el mercado alemán a partir del año 2005 ver Fig. 7

Exportación Peruana de Azufre por Países de Origen

Tabla N° 7

Países	Años 2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006e	
	Cant. T.M	Valor CIF US\$	Cant. T.M	Valor CIF US\$	Cant. T.M	Valor CIF US\$	Cant. T.M	Valor CIF US\$	Cant. T.M	Valor CIF US\$	Cant. T.M	Valor CIF US\$	Cant. T.M	Valor CIF US\$
Ecuador	83	20.345	105	27.660	60.200	15.809	76	18.123	586	96.868	569	109.041	570	109.233
Colombia									20	4.475				
Costa Rica							162	26.285	189	36.831				
Estados Unidos	3	15												
El Salvador							40	9.040	41	9.721	42	10.350	45	11.089
Guatemala									21	5.105	21	5.175	20	4.929
Panamá							20	3.060						
Alemania											1	900	2	1.800
Total	86	20.360	105	27.660	60.200	15.809	298	56.508	857	153.000	633	125.466	637	126.259

Fuente : Elaborado con la información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (1998 - 2006) e= estimado



Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (1998 - 2006) e= estimado

2.3.6 Principales exportadores de azufre

En los principales exportadores tenemos:

San Miguel Industrial S. A.
 Laboratorios Portugal S R L
 Productos Básicos del Perú S.A.C.
 Laboratorios Portugal S R L

2.3.7 Exportación e importación peruana del ácido sulfúrico

La tabla N° 8 y Fig. 8, podemos ver la evolución que la importación y exportación peruana de ácido sulfúrico durante 1998 – 2006. Las importaciones son pequeñas y su crecimiento promedio anual hasta el año 2004, a partir del año 2005 viene experimentado un crecimiento vertiginoso de más de 7 veces el monto importado el año anterior. Al contrario las exportaciones para los años 1999 y 2000 registran una caída precipitosa de de más de 8 millones de US\$ baja a 4 y 2 millones respectivamente. A partir de esa fecha viene recuperándose alcanzando para los últimos años más de 4 millones de US\$, esperando que esta tendencia se afirme en el futuro por el desarrollo industrial que van alcanzando los países importadores.

Evolución de las Exportaciones e Importación del Ácido Sulfúrico en el Perú

Tabla N° 8

AÑOS	Exportación Valor FOB (Dólares)	Importación Valor CIF (Dólares)
1 998	8 521 443	24 254
1 999	4 040 081	46 608
2 000	1 816 935	59 649
2 001	3 481 247	99 136
2 002	1 882 633	37 495
2 003	2 400 403	46 707
2 004	2 650 432	57 769
2 005	4 447 014	402 780
2006e	4 800 000	783 000

Fuente: Elaborado en base a la información de Visiministerio de la Producción y SUNAT - ADUANAS 1998 - 2006)



2.3.8 Importación y exportadores de ácido sulfúrico por países de origen y destino

En la fig. 9 podemos ver que el Perú importa ácido sulfúrico de varios países del mundo, en el 2005 el 73.69% tuvo su origen en Corea, 8.70% México, 5.51% Chile y el 13.10% restante en los demás naciones. En cuanto a las exportaciones de ácido sulfúrico, la Fig. 10 nos indica que el 89.30% encontraron su destino en Chile, el 5.18% en Panamá, 4.06% en Ecuador el 1.46% restante en Estados Unidos y México



Fuente: Elaborado en base a la información de Visiministerio de la Producción y SUNAT - ADUANAS 1998 - 2006)



Fuente: Elaborado en base a la información de Visiministerio de la Producción y SUNAT - ADUANAS 1998 - 2006)

2.4 Balanza comercial del Azufre y Ácido Sulfúrico

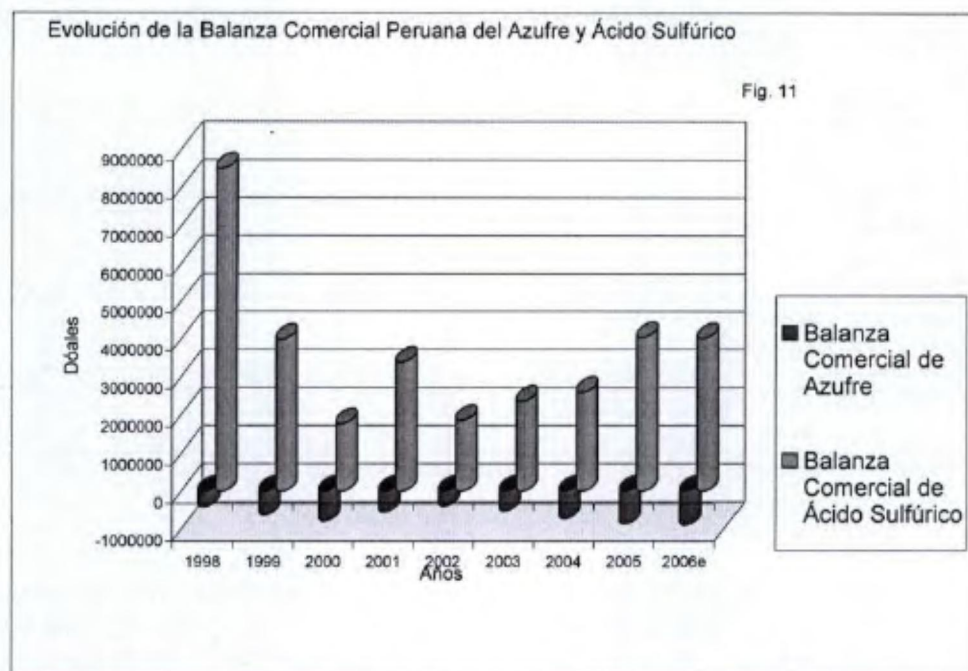
En la Tabla N° 9 y Fig. 11, se aprecia la evolución histórica de la balanza comercial del azufre para el periodo 1998 – 2006. La cual muestra un saldo deficitario, debido a que las importaciones superaron largamente a las exportaciones. Caso contrario la balanza comercial correspondiente al ácido sulfúrico para el mismo periodo representa un saldo positivo, puesto que las exportaciones superaron el valor de las importaciones, vislumbrándose además un acelerado crecimiento y un mayor ingreso de divisas al país.

Evolución de la Balanza Comercial Peruana del Azufre y Ácido Sulfúrico
(Valor en Dólares)

Tabla N° 9

Años	Azufre		Ácido Sulfúrico		Saldos de Balanza Comercial	
	Exportación Azufre FOB US\$	Importación de Azufre CIF US\$	Exportación de Ácido Sulfúrico FOB US\$	Importación Ácido Sulfúrico CIF US\$	Balanza Comercial de Azufre	Balanza Comercial de Ácido Sulfúrico
1998		402.191	8.521.443	24.254	-402.191	8.497.188
1999	3.920	619.081	4.040.081	46.606	-615.161	3.993.475
2000	20.348	796.584	1.816.935	59.649	-776.236	1.757.285
2001	27.660	566.028	3.481.247	99.136	-538.368	3.382.111
2002	15.809	403.028	1.882.633	37.495	-387.219	1.845.138
2003	56.508	570.115	2.400.403	46.707	-513.608	2.353.696
2004	153.000	862.598	2.650.432	57.769	-709.599	2.592.664
2005	115.116	971.314	4.447.014	402.780	-856.198	4.044.234
2006e	117.194	1.004.009	4.800.000	783.000	-886.816	4.017.000

Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (1998 - 2006)
e= estimado



Fuente : Elaborado con la Información de SUNAT - Listados Digitales de Aduanas (1998 - 2006)
e= estimado

2.5 Precios

En la tabla N° 10 se recogen los precios medios anuales calculados a partir de los publicados mensualmente por Industrial Minerals para el azufre elemental de diversas procedencias y naturaleza. Según la citada revista, entre 1996 al 1999 los precios tuvieron un tendencia descendente, algunos una notoria reducción como de los procedentes del mercado canadiense (90 a 60 - 70 \$/t, 106 a 66 - 71 \$/t, 50 - 54 a 24 - 31 \$/t). En parte se puede inferir como resultado del aumento de las exportaciones canadienses a China, lo cual facilitó esta disminución y que a partir del 2000 hasta setiembre del 2006 se mantiene estable. Esta aparente estabilidad guarda relación con el perfeccionamiento de los procedimientos tecnológicos en su obtención y, por otra, al número creciente de yacimientos que se han incorporado a la producción azufrera en el mundo.

Sin embargo los precios internacionales para el mercado de los Estado Unidos, son referenciales en las transacciones comerciales, los cuales difieren en relación al tipo de azufre y al lugar de origen del mismo.

Precios promedio del Azufre en el Mercado de E.E.U.U. Según su Procedencia

Tabla N° 10

Azufre Elemental	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
US Frasch, líquido, ex-terminal oscuro, Tampa, \$ / t.	60 - 70	60-70	66 - 69	70- 73	70- 73	70- 73	70-73	70-73	70-73	70-73	70-73
Canadiense, líquido, brillante, FOB Rotterdam, \$ / t	90	60 - 70	60 - 70	60 - 70	60 - 70	60 - 70	60 - 70	60 - 70	60 - 70	60 - 70	60 - 70
Francés, Polaco, líquido, ex-terminal Rotterdam, \$ / t	106	68 - 78	68-78	66 - 71	66 - 71	66 - 71	66 - 71	66 - 71	66 - 71	66 - 71	66 - 71
Canadiense, sólido/teja plana, FOB Vancouver, disponible, \$ / t	50 - 54	35 - 45	25 - 28	24 - 31	24 - 31	24 - 31	24 - 31	24 - 31	24 - 31	24 - 31	24 - 31
Canadiense, sólido/teja plana, FOB Vancouver, contract, \$ / t	28 - 33	28 - 38	22 - 27	22 - 27	22 - 27	22 - 27	22 - 27	22 - 27	22 - 27	22 - 27	22 - 27
USA, elemental, fob mina o planta, \$ / t *	28 - 33	36	29	38	25	25	25	25	25	25	25

Fuente: Industrial Minerals (1996 - 2006) t. = tonelada larga * Min. Commodity Summaries 2002, USGS

En la tabla N° 11, se presenta los precios promedios referenciales por grupos industriales según la clasificación CIU, para el mercado peruano cuya variación esta dada de acuerdo a la calidad y la aplicación industrial de cada uno de los tipos de azufres.

Precios Referenciales del Azufre por Grupos Industriales

Tabla Nº 11

CIU	Actividades Industriales	Precios US\$/t
111	Cultivo de cereales y otros cultivos	30-50
112	Cultivo de hortalizas y legumbres, especialidades hortícolas y productos de vivero	30-70
113	Cultivo de frutas, nueces, plantas que se utilizan para preparar bebidas y especias	50-80
1120	Actividades de tipo servicio relacionadas con la extracción de petróleo y de gas, excepto las actividades de prospección de minerales	30-50
1421	Extracción de minerales para la fabricación de abonos y productos químicos	60-700
1542	Elaboración de azúcar	70-300
1554	Elaboración de bebidas no alcohólicas, embotellado de aguas minerales	60-70
1711	Preparación e hilatura de fibras textiles, tejeduría de productos textiles	100-350
2102	Fabricación de pasta de papel, papel y cartón	100-120
2101	Fabricación de papel, cartón ondulado y enva	50-100
2320	Fabricación de productos de refinación del petróleo	20-30
2411	Fabricación de sustancias químicas básicas, excepto abonos y compuestos de nitrógeno	50-500
2412	Fabricación de abonos y compuestos de nitrógeno	20-50
2413	Fabricación de plásticos en formas primarias y de caucho sintético	50-250
2421	Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso	20-100
2422	Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas	60-70
2423	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos	150-700
2424	Fabricación de jabones, detergentes, preparados para limpiar y pulir, perfumes y preparados de tocador	100-700
2429	Fabricación de Otros productos químicos	50-200
2519	Fabricación de otros productos de caucho	100-250
2520	Fabricación de otros productos de caucho	50-90
2610	Fabricación de vidrio y de productos de vidrio	100-200
2710	Fabricación de productos primarios de hierro y acero	60-120
2720	Fabricación de productos primarios de metales preciosos y de metales no ferrosos	30-150
2731	Fundición de hierro y acero	60-90
2732	Fundición de metales no ferrosos	50-100

Fuente : Estimado en base a la inf. De ADUANET, MEM, el Mercado e Industrial Minerals (2005-2006)

2.6 OFERTA Y DEMANDA MUNDIAL DE AZUFRE

Azufre: El azufre es un elemento mineral, conocido por el hombre desde la antigüedad, frecuente en forma nativa se encuentra en la naturaleza. El azufre es el séptimo elemento más abundante de la corteza terrestre, Las formas más importantes de ocurrencia del azufre son los sulfuros, los sulfatos y el azufre elemental.

2.6.1 OFERTA

Según la fuente de información anual de Minerals Yearbook (1996 – 2005) la producción mundial de azufre en todas formas creció en la última década a un ritmo promedio anual del 1.58%, y la demanda lo hizo de forma muy similar, aunque no se han publicado datos precisos al respecto. Se percibe que en el mundo el mercado continúa sometido a un exceso de oferta, agravada por los voluminosos stocks acumulados en años anteriores, por lo que los precios acusaron gran debilidad en su tendencia.

La oferta esta circunscrita al azufre elemental resultante de la desulfuración de hidrocarburos, gas y arenas asfálticas; si se añade el obtenido en forma de ácido sulfúrico en la limpieza de los gases de la metalurgia extractiva de minerales sulfurados, Siendo progresiva e imparable de la producción de azufre de desulfuración por imperativos medioambientales lo que ha traído como consecuencia la caída ininterrumpida de la de minado y pirítico.

2.6.2 Producción Mundial de Azufre

En la tabla N° 12, se resume la producción mundial del azufre por principales recursos que dan origen a su obtención durante el periodo 1996 – 2005. El azufre que se obtiene en forma elemental, mediante el sistema Frasch (disolución in situ por medio de sondeos) o por minería a cielo abierto y por desulfuración de hidrocarburos líquidos y gaseosos y de arenas asfálticas, o en forma de ácido sulfúrico y dióxido líquido, por tostión de piritas o desulfuración de los gases de la metalurgia de minerales sulfurados. La producción mundial de azufre en todas las formas descendió en un promedio anual del 30.43%. Mientras que el azufre proveniente o recuperado en la limpieza de hidrocarburos y gases de la metalurgia extractiva y otras fuentes sin especificar tuvieron una tendencia a incrementarse a un ritmo promedio anual del 2.6%

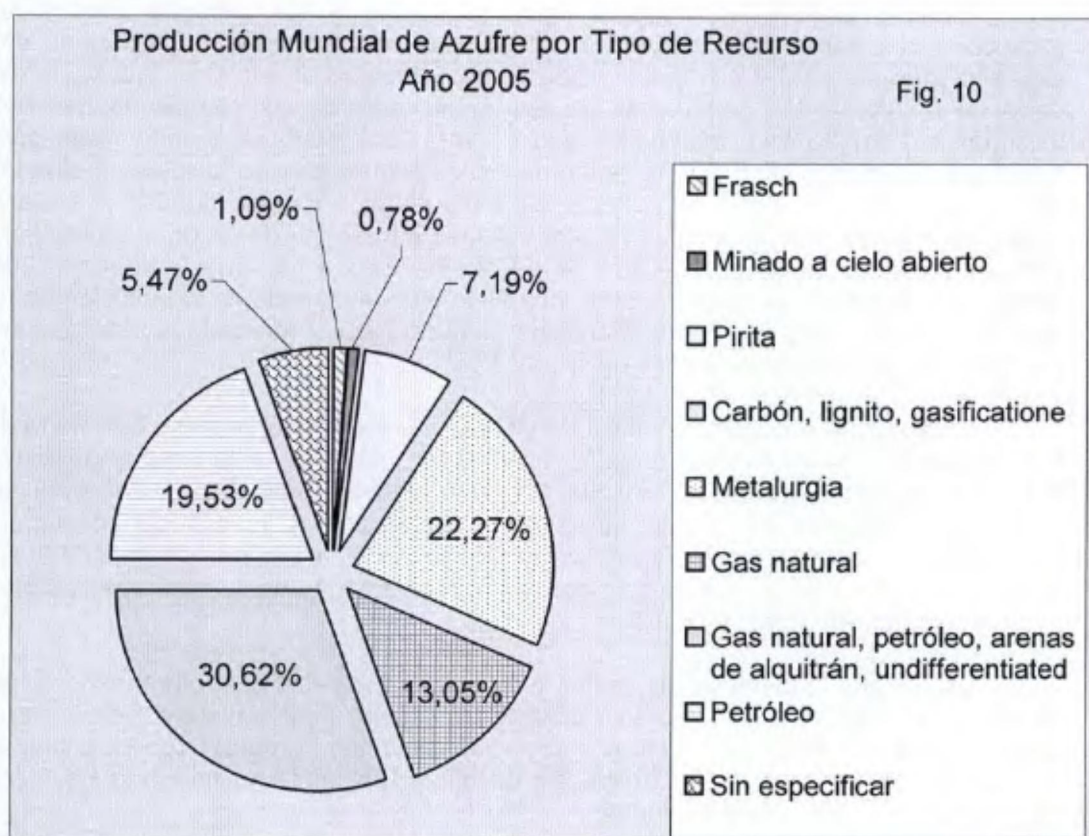
En la Fig. 12 podemos ver la estructura de participación de la producción mundial de azufre por elemento recuperado o contenido según las diversas fuentes de aprovisionamiento. Por desulfuración de petróleo, gas y alquitrán 30.62%, en productos recuperados de los gases de metalurgia 22.27%, en el petróleo 19.53%, en el gas 13.05% y el 14.53 % restante en minado a cielo abierto, Frasch, pirita, carbón y otros.

Producción Mundial de Azufre por tipo de Recurso
En miles de toneladas

Tabla N° 12

Recurso	1.997	1.998	1.999	2000	2001	2002	2003	2004	2005e
Frasch	4.510	3.170	2.980	2.410	966	783	781	770	700
Minado a cielo abierto	701	693	726	762	797	789	556	511	500
Pyrita	7.770	5.960	5.350	4.510	4.210	4.350	4.500	4.770	4.600
Carbón, lignito, gasificación	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Metalurgia	9.910	10.700	10.800	12.400	13.100	13.800	13.900	14.300	14.250
Gas natural	6.200	6.900	7.230	7.320	7.530	7.610	8.050	8.360	8.350
Gas natural, petróleo, arenas de	14.400	14.900	15.700	17.300	17.500	18.100	18.700	19.500	19.600
Petróleo	9.960	10.800	11.000	11.200	11.700	11.500	11.900	12.400	12.500
Sin especificar	3.494	4.072	4.031	3.440	3.730	3.680	3.510	3.580	3.500
Total:	56.946	57.196	57.818	59.343	59.534	60.612	61.899	64.192	64.001

Fuente =Elaborado con Información de Industrial Minerals (vaio2004-2005), USGS Minerals Yearbook 2004, Volume I - Azufre



Fuente = Industrial Minerals (vaio2004-2005), USGS Minerals Yearbook 2004, Volume I - Sulfur

2.6.3 Producción Mundial de Azufre por Países

De acuerdo a la información del Mineral Yearbook, se ha elaborado la tabla N° 13 y Fig. 13 donde se registra la participación de más de 22 países en la producción mundial de azufre durante el periodo 1996 - 2005, cuyo volumen global es ascendente con un crecimiento promedio anual del 2.6%. Estos 22 países produjeron 90.2% del azufre total producido por todo el mundo. Donde Estados Unidos ocupa el primer lugar con el 16%, en seguidos de Canadá con el 14%, Rusia con el 11%, China con el 10% Japón en el 5 %, Arabia Saudita y Alemania con más del 3 respectivamente.

La producción total del azufre de los E.E.U.U. bajo 5% en el año 2005 con respecto al año 2004 debido en primer lugar a dos huracanes que golpearon la región de la costa del golfo, causando paradas importantes de la capacidad de refinación en la región. Porque la mayoría de la producción interna de azufre en E.E.U.U. viene de refinerías, la producción del azufre fue reducida en algunas refinerías por un largo período de tiempo. Además, reinyección de gases ácidos en una planta de natural-gas, un proceso importante en Wyoming dio lugar a la disminución de la producción de azufre de operaciones del gas natural. Sin embargo se espera que la producción del azufre elemental de refinerías del petróleo establezca una nueva tendencia al crecimiento, Así también se espera que la recuperación de refinerías vuelva a funcionar normalmente en el 2006 y reasuma su tendencia ascendente.

Canadá estaba en segundo lugar solamente a los Estados Unidos en la producción del Azufre en todas las formas. Viene incursionando en el mundo de las exportaciones del azufre elemental y así también cuenta con mayores stocks, la mayor parte de la producción canadiense de azufre procede de las plantas de gas natural ubicadas en la provincia de Alberta, que se verá incrementada a corto plazo con las mejoras en la eficacia de funcionamiento de dichas plantas para reducir las emisiones a la atmósfera. Por otra parte en Alberta se encuentran enormes depósitos de arenas asfálticas con reservas estimadas de 300 millones de barriles de crudo recuperable, que también contienen entre el 4 y el 5 % de azufre. Según Minerals Yearbook 2004), a medida que la extracción tradicional de petróleo vaya decayendo, la explotación de estas arenas irá siendo una importante fuente de petróleo para el mercado Norteamericano y, por tanto, de producción de azufre.

China es un productor principal de piratas en el mundo, el proceso acelerado de su industrialización especialmente el de fertilizantes ha dado lugar a la producción creciente del ácido sulfúrico, del azufre elemental, Se espera que los gases elementales del azufre y de las fundiciones se conviertan en las materias primas más importantes para la producción de ácido sulfúrico, y las piratas deben llegar a ser menos importantes. Así también se estima que la producción del azufre elemental aumente mientras que más se recupera en las refinerías del petróleo.

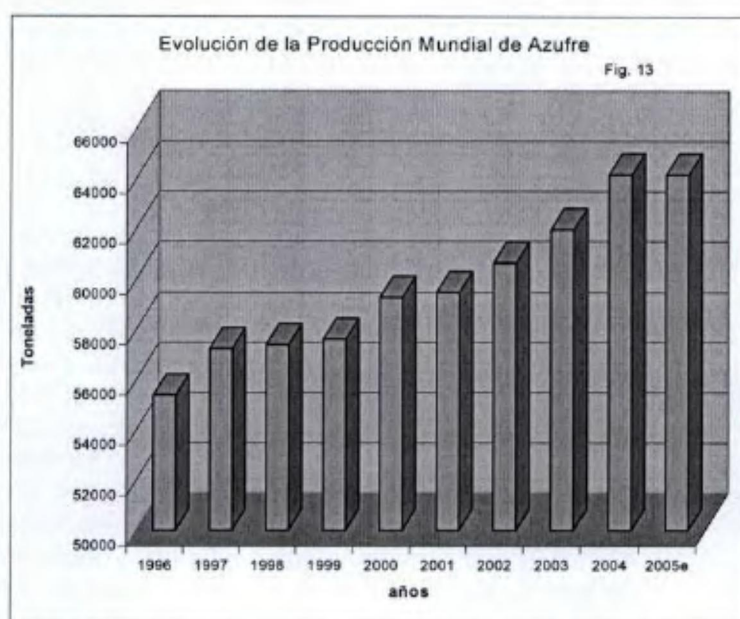
La minería superficial de azufre elemental se localizaba preferentemente en el ámbito de la antigua URSS (Ucrania, Kazakstan, Rusia, Turkmenistan) y en China, con algunos miles de toneladas extraídas en Suecia, Colombia, Turquía, Ecuador e Indonesia, pero la imparable presión del azufre de desulfuración sobre el mercado ha afectado negativamente a estas explotaciones.

Producción Mundial de Azufre por Países
En miles de toneladas

Cuadro N° 13

País	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005e
Australia	362	509	542	475	684	862	959	923	925	925
Canadá	9490	9480	9694	10116	9 452	8 916	8 374	8 505	8 892	8 892
Chile	587	768	899	1040	1 100	1 160	1 275	1 430	1 510	1 510
China:e	7260	7640	6150	5690	5 560	5 380	5 730	6 090	6 630	6 630
Finlandia:e	754	730	766	845	589	543	722	706	702	702
Francia:e	1090	1060	1110	1100	1 150	1 100	1 020	1 010	961	961
Alemania	1110	1160	1180	1190	2 401	2 494	2 499	2 362	2 150	2 150
India:e	560	580	600	65	767	1 020	861	1 020	1 070	1 070
Irán:e	890	900	1330	1350	1 010	930	1 250	1 360	1 460	1 460
Italia:e	551	609	624	678	693	743	702	692	688	688
Japón:	3150	3380	3430	3460	3 456	3 743	3 191	3 232	3 150	3 150
Kasajistán:e	725	917	1150	1320	1 500	1 710	1 860	1 930	1 980	1 980
Corea, Republic :e	460	465	470	480	1 250	1 360	1 420	1 500	1 680	1 680
Kuwait	595	675	665	675	512	524	634	714	682	682
México	1280	1340	1387	1310	1 325	1 450	1 465	1 591	1 825	1 825
Países Bajos:e	499	577	653	574	551	510	497	539	547	547
Polonia	1982	1985	1675	1509	1 831	1 352	1 220	1 210	1 180	1 180
Rusia:e	3800	3750	4650	5270	5 790	6 130	6 500	6 720	6 920	6 920
Arabia Saudita	2300	2400	2300	2400	2 101	2 350	2 360	2 180	2 230	2 230
España	943	967	993	955	708	668	685	706	634	634
Emiratos Árabes Unidos	780	967	967	1089	1 120	1 490	1 900	1 900	1 930	1 930
Los Estados Unidos	11800	12000	11600	11600	10 500	9 470	9 270	9 600	10 100	10 100
Otros	4402	4374	4550	4411	5 220	5 560	6 240	6 030	6 290	6 290
Total	55370	57233	57385	57602	59 271	59 466	60 634	61 950	64 136	64 136

Fuente = Industrial Minerals (vaíos2004-2005), USGS Minerals Yearbook 2004, Volume I - Sulfur
e: estimado



2.6.4 Países Importadores de Azufre

Entre los principales países importadores de azufre tenemos: Estados Unidos, Canadá, México, China, Japón, Noruega, Polonia Marruecos, India, el Brasil, y Túnez, todos con importaciones de más de 1 Mt. Además Canadá y México son grandes importadores del ácido sulfúrico de los E.E.U.U,

2.6.5 Países Exportadores

Los principales países exportadores son: Canadá, Arabia Saudita, y de los Emiratos Árabes Unidos, la antigua URSS (Ucrania, Kazakstan, Rusia, Turkmenistan) y en China, con algunos miles de t extraídos en Suecia, Colombia, Turquía, Ecuador e Indonesia, pero la imparable presión del azufre de desulfuración sobre el mercado ha afectado muy negativamente a estas explotaciones.

2.6.6 Demanda de Azufre en el Mundo

Según los datos aportados por Minerals Yearbook 2004, alrededor de 2/3 del consumo total de azufre son efectuados por el sector de abonos fosfatados, si bien esta demanda se mantiene estancada o decrece ligeramente en los últimos años. En líneas generales, la demanda sigue subiendo en la antigua Unión Soviética, África, Oriente Medio y Asia. La demanda de los demás sectores consumidores creció en los últimos años.

El azufre es uno de los minerales no metálicos con mayor demanda debido al gran incremento de sus aplicaciones industriales, en general se sabe que es una de las materias básicas para la industria química, siendo sus principales derivados el ácido sulfúrico y los sulfatos. Sin embargo a nivel mundial no se tiene información detallada del consumo mundial correspondiente a estas materias primas e insumos.

2.6.7 Consumo Aparente de Azufre en los Estados Unidos

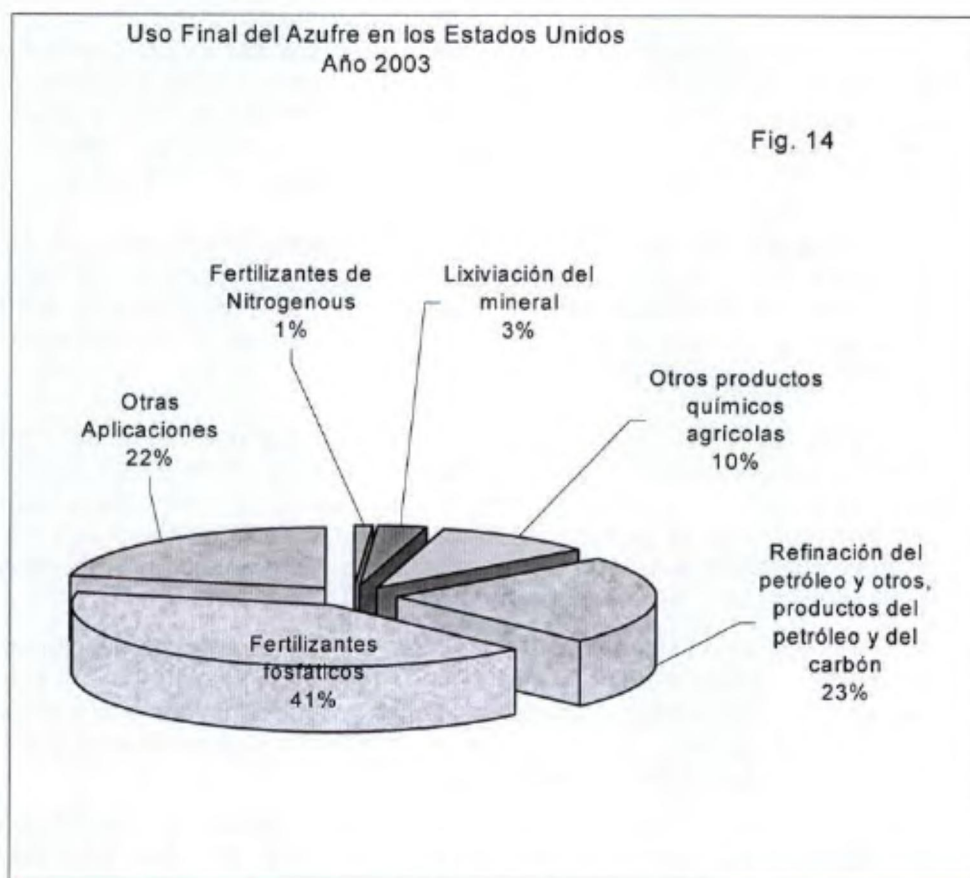
El consumo aparente de azufre en los Estados Unidos, según el USGS Sulfur Commodity Specialist (2006) que recogió datos del uso final para el mercado de los Estados Unidos sobre el azufre y el ácido sulfúrico de acuerdo a la clasificación industrial estándar de las actividades industriales (tabla N° 14), En la Fig. 14 se puede apreciar la estructura del consumo Aparente de este gran mercado para el año 2003, destacándose la participación de los fertilizantes fosfáticos con el 41%, refinación del petróleo y otros productos del petróleo y del carbón 23 %; otras aplicaciones 22% donde están inmersas varias industrias (Pulpa de papel, productos de papel; pinturas, pigmentos, productos aislantes, productos químicos orgánicos, industriales, otros productos químicos; otros productos químicos inorgánicos; caucho sintético, otros materiales plásticos y sintéticos; fibras celulósicas incluyendo el rayón; drogas; jabones y detergentes; productos químicos orgánicos industriales; pesticidas; explosivos; compuestos para tratar- agua; tratamiento del acero; metales no ferrosos; otros metales primarios; fabricación de baterías, ácido sulfúrico exportado; y no identificado); otros productos químicos agrícolas 10%; lixiviación del mineral 3% y fertilizantes nitrogenados 1 %.

Estadísticas del Uso Final del Azufre en los Estados Unidos
[Toneladas métricas]

Table N° 14

Año	Fertilizantes de Nitrogenados	Lixiviación del mineral	Otros productos químicos agrícolas	Refinación del petróleo y otros productos del petróleo y del carbón	Fertilizantes fosfáticos	Otra aplicaciones	Total Consumo Aparente
1995	110 000	1 100 000	830 000	1 000 000	9 600 000	1 600 000	14 300 000
1996	160 000	980 000	940 000	1 400 000	8 400 000	1 600 000	13 600 000
1997	180 000	980 000	1 200 000	2 100 000	7 800 000	1 800 000	14 000 000
1998	230 000	1 000 000	1 200 000	2 300 000	8 300 000	1 100 000	14 100 000
1999	220 000	850 000	1 300 000	2 000 000	8 100 000	1 100 000	13 600 000
2000	220 000	740 000	1 300 000	2 000 000	7 300 000	1 100 000	12 700 000
2001	140 000	550 000	870 000	1 900 000	5 200 000	2 200 000	10 900 000
2002	94 000	640 000	1 500 000	2 200 000	6 000 000	950 000	11 400 000
2003	150 000	360 000	1 200 000	2 800 000	4 900 000	2 600 000	12 000 000

Compiled by G.R. Matos and J.A. Ober.(septiembre de 2005)



Fuente: USGS Sulfur Commodity Specialist (2006)

2.7 Perspectivas

- Por la tendencia de la producción y consumo del ácido sulfúrico, así como el proceso de desarrollo industrial, involucrados en la descentralización y progreso de las regiones en el Perú. Se puede decir que existen perspectivas de un mayor consumo futuro de este importante mineral. Sin embargo se estima que éste generalmente tendrá su origen en los procesos metalúrgicos, petróleo y gas. Por lo que a corto y mediano plazo, no se augura la explotación de yacimientos de los yacimientos existentes.
- Según la información de Minerals Yearbook (2006), la industria del azufre parece que seguirá manteniendo crecimientos en la producción y una expansión del comercio mundial. Basándose la oferta en azufre recuperado como subproducto, debido a que siguen aumentando las limitaciones ambientales van a mantener esa tónica. Esperando que los mayores incrementos, en los próximos años, se produzcan en Oriente Medio y Rusia, especialmente a partir de gas natural, en Canadá a partir de las arenas asfálticas y en Asia con las mejoras en la recuperación de azufre de sus refinerías de petróleo.
- En cuanto a la producción de ácido sulfúrico procedente de las fundiciones de cobre, aunque en Estados Unidos ha descendido (sus plantas están inactivas actualmente), otros países productores están instalando sistemas de mejora para limitar sus emisiones de SO₂, tanto en las plantas existentes como en las nuevas, con lo que la producción de ácido podría alcanzar en el futuro mayores volúmenes.
- El azufre y el ácido sulfúrico seguirían siendo importantes en aplicaciones agrícolas e industriales, si bien el consumo será menor que la producción. Lo que sí se espera es un cambio en la localización del consumo, ya que está creciendo notablemente la capacidad productiva de plantas de abonos fosfatados en Australia, China e India, con lo que la demanda en esas zonas crecerá.
- Aparte del principal sector consumidor (abonos fosfatados), la demanda de ácido sulfúrico para la fabricación de ácido fluorhídrico está creciendo a buen ritmo a medida que progresa la sustitución de los productos clorofluorcarbonados por los hidrofluorcarbonados, que requieren más cantidad de HF por tonelada producida; otro uso en constante expansión es la obtención hidrometalúrgica de cobre mediante extracción con disolventes y electrodeposición (SX-EW).
- El azufre y el ácido sulfúrico seguirían siendo importantes en aplicaciones agrícolas e industriales, si bien el consumo será menor que la producción. Lo que sí se espera es un cambio en la localización del consumo, ya que está creciendo notablemente la capacidad productiva de plantas de abonos fosfatados en Australia, China e India, con lo que la demanda en esas zonas crecerá.
- El azufre es un gran elemento muy antiguo que se descubrió hace millones de años y que ha sido muy útil para gran cantidad de personas tanto como para medicina, ambiente, las industrias y un sin fin de cosas, aunque éste produce grandes peligros para la salud y el ambiente, pues su mal uso puede provocar muchos daños reversibles

CONCLUSIONES

1. Los depósitos de azufre más rentables son los de tipo sedimentario, debido a que se presenta en mantos, bancos o capas, son de dimensiones extensas. Esto los hace económicamente rentables. Y a nivel mundial son los que se explotan en la actualidad. Este tipo de depósito lo encontramos en la Formación Miramar. En la cuenca Sechura, en Piura.
2. El norte del Perú, en especial en Piura y Lambayeque pueden ser zonas con gran potencial para explorar en cuanto a yacimientos de azufre de tipo sedimentario evaporítico, debido a que en estas zonas aflora la Formación Miramar, y se puede suponer que el yacimiento Reventazón no es un caso aislado. Además se le puede correlacionar con la Formación Pisco (Pisco, San Juan), Formación Cardalitos (Tumbes), presentan un tipo de litología y características similares en cuanto al ambiente de deposición.
3. La mayor parte de los yacimientos de azufre volcánico, se encuentran en la zona sur del Perú, en el Grupo Barroso- Volcánico Barroso, son el resultado de la actividad térmica asociado con solfataras provenientes de las emanaciones volcánicas las que contienen vapores de azufre, dióxido de azufre y sulfuro de hidrogeno, estas soluciones han alterado las formaciones aledañas depositando el azufre en forma de cristales o masivo en las grietas, poros y fisuras de las andesitas y sus variedades. La roca encajonante más favorable para el azufre son las cenizas sueltas y los tufos porosos, los cuales han sido impregnados con azufre desde los canales y grietas de las fumarolas.
4. En el Perú, si bien es cierto no existe desde hace más de tres décadas un registro de producción de azufre, se asume que la producción está inserta en la subproductos metalúrgicos, entre ellos una producción apreciable de ácido sulfúrico generado principalmente en las fundiciones de cobre y zinc. En el sur del Perú por la Cia. Minera Southern Perú y en la Oroya la Cia. Doe Run Perú, quienes son principales productores y consumidores de este importante subproducto.
5. El Consumo aparente de azufre en el Perú, esta tácitamente representado por la producción nacional y la importación de azufre procedente de varios países del mundo. Sin embargo para entender la tendencia del consumo de éste, es preciso explicar desde la estructura del consumo aparente del ácido sulfúrico, cuyo crecimiento promedio anual fue del 16% durante la última década. El mismo que abastece la demanda industrial interna en un 98% de los subsectores económicos (Químico, Agroindustrial, metalúrgico y construcción)
6. El volumen de azufre importado durante 1998 - 2005, tuvo una tasa de crecimiento promedio anual del 10%. Abastece la demanda interna y es reexportado a varios países, siendo nuestro principal mercado el Ecuador con el 96%. Así también Chile lo hace con el ácido sulfúrico.
7. La Balanza Comercial del Azufre durante 1998 - 2006 fue negativa con una salida de divisas de alrededor de 900 mil US\$, mientras que la del ácido sulfúrico fue positiva representando un ingreso apreciable de divisas en más de 4 millones de US\$.
8. Por tanto los resultados obtenidos están en estrecha relación a la cantidad y consistencia de la información encontrada, la cual no es completa, sin embargo se ha aplicado un análisis lógico adecuado, con la finalidad de disminuir el sesgo y acercarlo a la realidad posible.

9. La producción mundial de azufre es obtenida de los siguientes recursos: Por desulfuración de petróleo, gas y alquitrán 30.62%, en productos recuperados de metalurgia 22.27%, en el petróleo 19.53%, en el gas 13.05% y el 14.53 % restante en minado a cielo abierto, Frasch, pirita, carbón y otros. Estados Unidos ocupa el primer lugar en la producción mundial con el 16%, en seguidos de Canadá con el 14%, Rusia con el 11%, China con el 10% Japón en el 5 %, Arabia Saudita y Alemania con más del 3% respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

- BELLIDO, E. (1979) – Geología del Cuadrángulo de Moquegua (35-u). Boletín N° 15 INGEMMET. Lima, 78p.
- CALDAS, J.; et al (1980) – Geología de los Cuadrángulos de Bayovar (12-a), Sechura (12-b), La Redonda (12-c), Pta. La Negra (13-a), Lobos de Tierra (13-b), Las Salinas (13-c) y Morrope (14-c). Boletín N° 32 INGEMMET. Lima, 78p.
- CAMACHO, J. (2002) – "Minerales Industriales". Ministerio de Minas y Energía
Instituto de Investigación e Información Geocientífica,
Minero Ambiental y Nuclear INGEOMINAS. Exploración y
Evaluación de Recursos Minerales, Bogotá D.C., 28 de Febrero de
2002.
- CARRASCO, S. (2002) - Características petrográficas y geoquímicas del Grupo Barroso en los cuadrantes III y IV del cuadrángulo de Ichuña (33-u). Tesis Ingeniero Geólogo, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa, 108p.
- CASTILLO, J. (1975) - Depósitos de azufre en el Departamento de Tacna, en Sociedad Geológica del Perú. Boletín. N° 46, 53-64 p.
- DEVIA P. et – al (1991) - Prefactibilidad técnica-económica del proceso de producción de azufre mediante vaporización, Minerales. vol. 46, N° 194, 51-63 p.
- GIANELLA, J. (1906) - Yacimientos de azufre y Halotrichita, en Informaciones y Memorias de la Sociedad de Ingenieros del Perú. vol. 8, N°. 6, 133-138 P.
- GODOY, F. (1988) - Como Aprovechar las Reservas de Azufre: un desafío de 100 millones de dólares en Boletín Minero. vol. 102, 21, p.
- HAYASE, K. (1975) - Yacimientos de Azufre Volcánico en América del Sur, en Congreso Ibero-americano de Geología Económica, 2. Buenos Aires: 1975. Buenos Aires, Tomo 2, 277-294 p. maps., gráfs.
- PERONI, J; CASTRO, L. (2005) (Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
javierp@ekos.com.ar; lilianacastro@fibertel.com.ar;
- POOL, A. (1976) - Estudio Técnico Económico del yacimiento de azufre en el Perú. en: Minería. vol. 138, pp. 12-18, Ene.-Feb. 1977. INGEMMET.
- POOL J. A. (1974) - Notas sobre la Franja Azufrera del sur del Perú, en El Ingeniero Geólogo. N°. 16, 89-93 p.
- POOL J. A. (1981) - Yacimientos de Azufre en el Perú en Samamé Boggio, Mario: El Perú Minero. Lima: Editora Perú, 1981. tomo 4, v. 3, 1369-1392 p.
- TORD, A. (1951) - Azufreras del Sur del Perú. Banco Minero del Perú. 43p. Archivo Técnico INGEMMET.
- Páginas de Internet:
- <http://www.uned.es/cristamine/fichas/azufre/azufre.htm>
- <http://www.lenntech.com/espanol/tabla-peiodica/S.htm>
- <http://www.prodigyweb.net.mx/degcorp/Quimica/Azufre.htm>
- http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi_rocas/azufre.htm
- <http://fisicarecreativa.net/geoquimica/tema13.html>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/>

CONCLUSIONES GENERALES

1. Los resultados que se muestran en el presente trabajo, son el producto del análisis y evaluación de la información disponible en las fuentes oficiales del Estado así como en entidades privadas, la cual no es completa, por la falta de información actualizada como producción, reservas, consumo etc. Debido a que los entes involucrados a nivel país, no cumplen con informar ya sea por motivos coyunturales como es la descentralización, transferencias de competencias a las regiones y políticas que vienen adoptándose en cada una de éstas.
2. Actualmente las fuentes de información pública (INACC) no disponen de información detallada de cada una de las sustancias no metálicas, es decir con nombre propio que facilite su identificación y comprobación con las otras fuentes de información como del MEM; VMP (ubicación, reserva, producción, consumo, comercio, etc.) , la cual en muchos casos es escasa y mayormente sesgada; por lo que se requiere conjugar las variables informativas con gran pericia y capacidad de análisis que amerite la consistencia lógica de los resultados y sirvan de indicadores confiables para promover investigaciones geológicas al detalle y por ende las inversiones en el país.
3. En el mercado externo, existen perspectivas para nuestros minerales y productos como son la baritina, boratos, sales y azufre, especialmente en los países vecinos que vienen incrementando su desarrollo a un ritmo acelerado, como ejemplo en Chile, Bolivia, Ecuador, Estados Unidos y otros.
4. Los pequeños productores mineros desconocen las especificaciones técnicas de los distintos tipos de minerales; unida a las dificultades operativas; no garantizan la calidad y cantidad de los materiales que se ofertan para los diversos usos, por lo que tienen que vender sus minerales a los acopiadores a precios irrisorios.
5. De acuerdo al Plan de Desarrollo Territorial, la Hoja de Ruta, los planes y programas del actual gobierno en nuevas inversiones especialmente de explotación de petróleo y gas, se estima que demandarán un mayor consumo de los minerales no metálicos en el futuro, debido a la importancia que día a día van alcanzando en el desarrollo industrial y por ende coadyuvarán por efecto multiplicador en la generación de nuevos puestos de trabajo en el país.





ANEXOS

ANEXO 1-A BARITINA



LEYENDA

DEPOSITOS DE BARITINA

-  Asociados a Volcanico Oyotun (Jim-vo)
-  Asociados al Grupo Casma:
Fm. Chilca (Ki-ch), Quilmana (Ki-q), Arahway (J-ar)
Volcanico Lancones (Kis-vs)
-  Asociados al Pucara:
Fm. Chambera (Tr-ch), Aramachay (Ts-Ji-p)
-  Asociado a otras formaciones:
Concepcion (D-c), Huacar (Ps-h), Excelcior (Plz-e), Pacocha (Ts-p), Mitu (Ps-m).

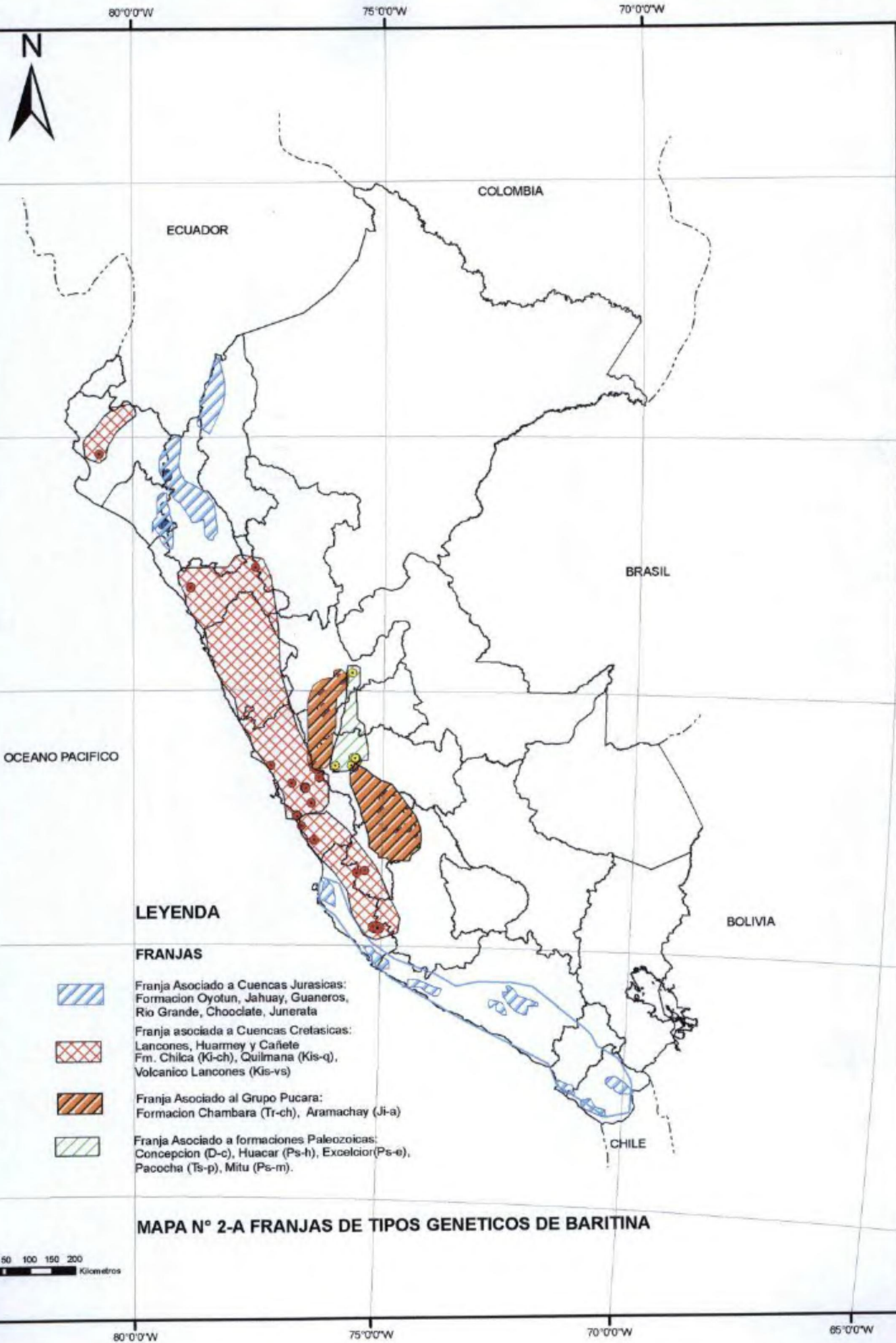
MAPA N° 1-A PRINCIPALES OCURRENCIAS DE BARITINA

0 250 100 150 200
Kilometros

ANEXO 2-A BARITINA

ANEXO - 2-A
GENESIS DE LOS DEPOSITOS DE BARITINA EN EL PERU Y SU LOCALIZACION

TIPO GENETICOS DE BARITINA ASOCIADOS A:	ZONAS DE OCURRENCIA	UNIDAD GEOLOGICA	OCURRENCIA Y OBSERVACIONES
Estratoligado Hidrotermal	Cajamarca	Formacion Oyotun (Jim-vo)	Se presenta en forma estratiforme y relacionado a Volcano-sedimentarios
	Huanuco	Esta asociado a los Grupos Pucara (Ts-Jl-p), Grupo Mitu (Ps-my) Grupo Pucara (Trias): Fm.Chambara, (Volcanico Maria Elena, JskI-me), volcanico Chocolate (Grupo Yura)	en Grupo Pucara esta relacionado a Volcano-sedimentarios de tipo estratoligado; en Gpo.Mitu ocurre en forma de cuerpos irregulares. Asociado a un volcanismo exhalativo submarino-tipo andino (producto de un rifting?)
	Huancavelica	En Grupo Casma, Formacion Quilimana (Kis-q), En Grupo Yura (JskI-yu), de la region Arequipa	Ocurre en forma vetiforme, como producto de procesos Volcano-sedimentarios de tipo exhalativo submarino - tipo andino
	Ica	Grupo Pucara (Tr-ch), Formacion Chambara abarca el Noriano y parte del Retiano	Se presenta en forma filoniana, generalmente en vetas pequeñas, como producto de procesos volcano-sedimentarios (rifting)
		Grupo Mitu (Ps-m)	Ocurre en forma estratiforme, como procesos de tipo volcanico sedimentario exhalativo submarino - Tipo Andino Presentandose en forma filoniana
	Junin	Formacion Concepcion (D-c), nombre local del Grupo Excelsior. Formacion Oyotun (Jim-vo), equivalente con Formacion la Leche, en su parte superior con Formacion Sarayequillo	Difiere al Grupo Excelsior en cuanto al metamorfismo ausente; mostrando solo una esquistosidad de fractura y flujo incipiente. Es de tipo Volcano sedimentario.
	Lambayeque		Se presenta en forma vetiforme, ligado a procesos Volcanicos exhalativos submarinos
		Formacion Chicama (Js-chic), equivalente al volcanico Chocolate Gpo Yura de Arequipa, con la formacion sarayequillo del oriente peruano	Se presenta en forma vetiforme, ligado a procesos Volcanicos exhalativos submarinos
		Formacion Lavasen (Carbonifero inferior - Permico inferior), equivalente a las volcanitas de Pacococha al Noroeste de Huanta (Ayacucho)	Se presentan en forma vetiforme, ligados a procesos volcanicos exhalativos submarinos
	La Libertad	Grupo Casma: Volcanico Quilimana (Kl-q), equivalente Fm.Huaranguillo del cuadrangulo de Tantara y Lunahuana, Grupo Casma en el norte	Volcano-sedimentarios, asociado a procesos de volcanismo exhalativo submarino
Hidrotermal	Lima	Grupo Casma: Formacion Chilca (Kl-ch) Formacion Huarochiri Ts-hu, equivalente a volcanicos Caudalosa de Huancavelica	Ocurre en forma vetiforme, Volcano-sedimentarios, asociado a procesos de volcanismo exhalativo submarino, de soluciones hipogenas.
		Formacion Araguay (J-ar), equivalente al Grupo Puente Piedra del Sector Occidental	Volcano-sedimentarios
		Grupo Casma: Formacion Chilca (Kl-ch)	Se presenta en forma de bolsionadas y de vetas, asociado a Volcano-sedimentarios soluciones hipogenas
		Volcanico Pacocha (Ts-p)	Se presenta en forma estratiforme, asociado a un Volcanico exhalativo submarino - tipo Kuroko
	Pasco	Grupo Mitu (Ps-m)	Se presenta en forma vetiforme y bolsionadas. Asociado a Volcano-sedimentarios x diferenciacion de soluciones mineralizantes
	Piura	Volcanico Lancones (Kis- vs)	Se forma entre los contactos de las filitas y esquistos de este grupo y el grupo Marañon en forma de cuerpos irregulares
	Huanuco	Grupo Callpuy- (PN-vca)	Volcano-sedimentarios producto de un rifting
		Grupo Huacar (Ps-h), equivalente al Grupo Mitu	Ocurre en forma estratiforme, asociado a procesos Volcanicos exhalativos submarinos
		Grupo Excelsior (Pali-e)	En ocurre en forma vetiforme; asociado a procesos Hidrotermales cordilleranos
	Metamorfico		Ocurren en forma filoniana Metamorfismo asociado a la tectogenesis baikaliana del precambrio superior, llamada se presenta en forma de Cuerpo y tipo filoniano, en metasedimentos de filitas.



COLOMBIA
ECUADOR
BRASIL
BOLIVIA
CHILE

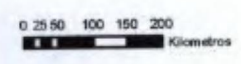
OCEANO PACIFICO

LEYENDA

FRANJAS

- 
 Franja Asociado a Cuencas Jurasicas:
 Formacion Oyotun, Jahuay, Guaneros,
 Rio Grande, Choochlate, Junerata
- 
 Franja asociada a Cuencas Cretasicas:
 Lancones, Huarmey y Cañete
 Fm. Chilca (Ki-ch), Quilmana (Kis-q),
 Volcanico Lancones (Kis-vs)
- 
 Franja Asociado al Grupo Pucara:
 Formacion Chambara (Tr-ch), Aramachay (Ji-a)
- 
 Franja Asociado a formaciones Paleozoicas:
 Concepcion (D-c), Huacar (Ps-h), Excelcior(Ps-e),
 Pacocha (Ts-p), Mitu (Ps-m).

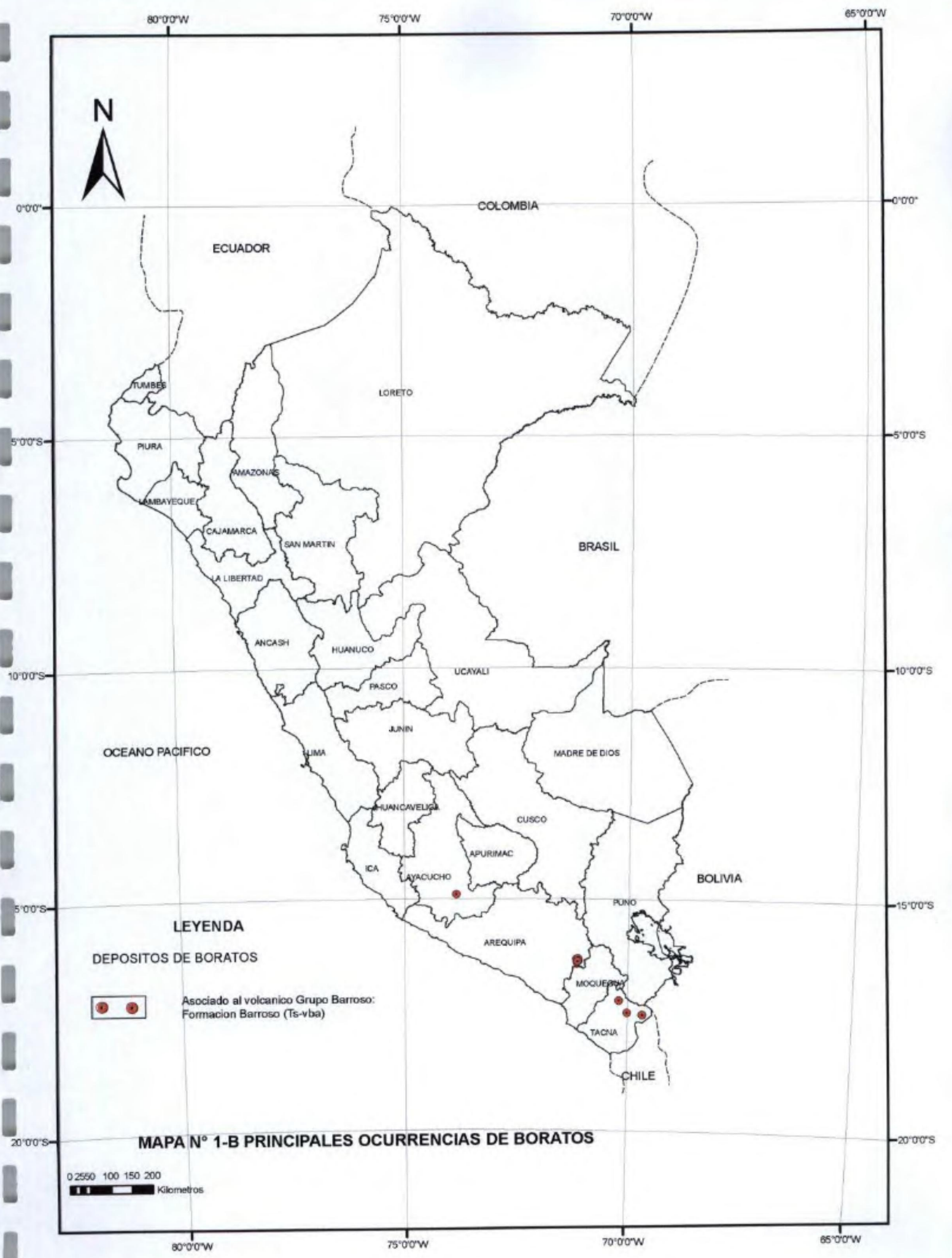
MAPA N° 2-A FRANJAS DE TIPOS GENETICOS DE BARITINA



ANEXO 1-B BORATOS


ANEXO 1-B
OCURRENCIAS DEL BORATO EN EL PERU

N°	NOMBRE	SUSTANCIA	REGION	PROVINCIA	DISTRITO	HOJA CARTA	ZONA	NORTE	ESTE	UNIDAD GEOLOGICA	PROCESOS GENETICOS	MORFOLOGIA	SITUACION ACTUAL
1	Algarro Casa	Boratos	Puno	Chucabito	Culligasta	33-r	18	8090715	373448	Grupo Barroso, Formacion Limpo (T-18a-d)	Expansivos, asociados a procesos volcanicos recientes	En forma de volutas superficiales.	Inactivo
2	San	Boratos	Tarma	Tarma	Polio	36-a	18	8064884	478223	Grupo Barroso, Formacion Barroso (T-18b-d)	Expansivos, asociados a procesos volcanicos recientes	En forma de volutas superficiales.	Inactivo
3	San	Boratos	Tarma	Tarma	Tarma	35-y	19	8070123	393245	Grupo Barroso, Formacion Barroso (T-18b-d)	Expansivos, asociados a procesos volcanicos recientes	En forma de volutas superficiales.	Inactivo
4	Algarro y Ocho	Boratos	Arequipa	Arequipa	San Juan de Tacuzani	33-r	18	8126837	285195	Volcanes Lahu (T-18-d)	Expansivos, asociados a procesos volcanicos recientes	En forma de volutas y capas irregulares	Activo
5	Progreso	Boratos	Arequipa	Arequipa	Chiguata	33-r	19	8197738	273455	Contrama Alado (C-4)	Expansivos, asociados a procesos volcanicos recientes	En forma de volutas y capas irregulares	Activo
6	Calpas	Boratos	Arequipa	Arequipa	San Juan de Tacuzani	33-r	18	8182285	274581	Complejo Pico Pico, Tarma-Huayubambas, Pucallpa-Bongalona (Pucallpa-Huayubambas)	Intensificación de las emisiones en lavas en cascadas andorradas y posteriores precipitación de cenizas. Asociado a procesos volcanicos recientes	Se presenta en forma de volutas y capas irregulares de aspecto torales	Activo
7	Andesolva	Lavas	Arequipa	Arequipa	Chiguata	33-r	19	8188714	270532	Grupo Barroso, Formacion Barroso (T-18b-d)	Expansivos, asociados a procesos volcanicos recientes	En forma de volutas y capas irregulares	Activo
8	Algarro	Lavas	Arequipa	Arequipa	Chiguata	33-r	18	8191117	272295	Grupo Barroso, Formacion Barroso (T-18b-d)	Expansivos, asociados a procesos volcanicos recientes	En forma de volutas y capas irregulares	Activo
9	San	Boratos	Arequipa	Luzmas	Puruchucho	31-r	18	8350005	675173	Grupo Barroso, Formacion Barroso Inferior (O-18b)	Expansivos, asociados a lavas andorradas, procesos volcanicos	Irregular masa compacta de filamentosas, volutas y toraciones aspecto torales	Inactivo



LEYENDA

DEPOSITOS DE BORATOS

 Asociado al volcanico Grupo Barroso:
Formacion Barroso (Ts-vba)

MAPA N° 1-B PRINCIPALES OCURRENCIAS DE BORATOS

0 250 100 150 200
Kilometros

ANEXO 2-B BORATOS

ANEXO - 2-B
GENESIS DE LOS DEPOSITOS DE BORATOS EN EL PERU Y SU LOCALIZACION

TIPOS GENETICOS DE BORATOS ASOCIADOS A:	ZONAS DE OCURRENCIA	UNIDAD GEOLOGICA	OBSERVACIONES
Cuencas Endorreicas, cerradas evaporiticas no marinas	Arequipa	Volcanicos del Complejo: Pichu Pichu (lava andesitita porfiritica), Tacuna-Huayruntune (brechas polimicticas y andesitas) y Pucasaya-Bongarane (andesita porfiritica fluidal), cuyas edades fluctúan desde el Plioceno hasta el pleistoceno.	El mineral es del tipo Ulexita. El ácido bórico que comúnmente se presentan en las exhalaciones aquí en abundancia y en un medio favorable para entrar en combinaciones estables, este medio ha sido la laguna, en cuya agua, cargada de sales alcalinas se han precipitado los boratos.
	Ayacucho	Grupo Barroso, Formacion Barroso Inferior (Qp-vbi)	Irregular masa compacta de filamentos sedosos y homogéneos aspecto terroso
	Tacha	Grupo Volcanico Barroso (Ts-v-ba)	Los minerales principales son Colemanita, borax y ulexita. Se hallan asociados con epsomita, cloruro de sodio, geyserita y material arcilloso; estos materiales se presentan como costras superficiales generalmente de pocos centímetros de espesor.
	Puno	Grupo Barroso, Formacion Umayo (TQ-Ba-u)	El mineral principal de boro que se encuentra es ulexita, de forma capas lenticulares variables, compacta de filamentos sedosos y homogéneos aspecto terroso.



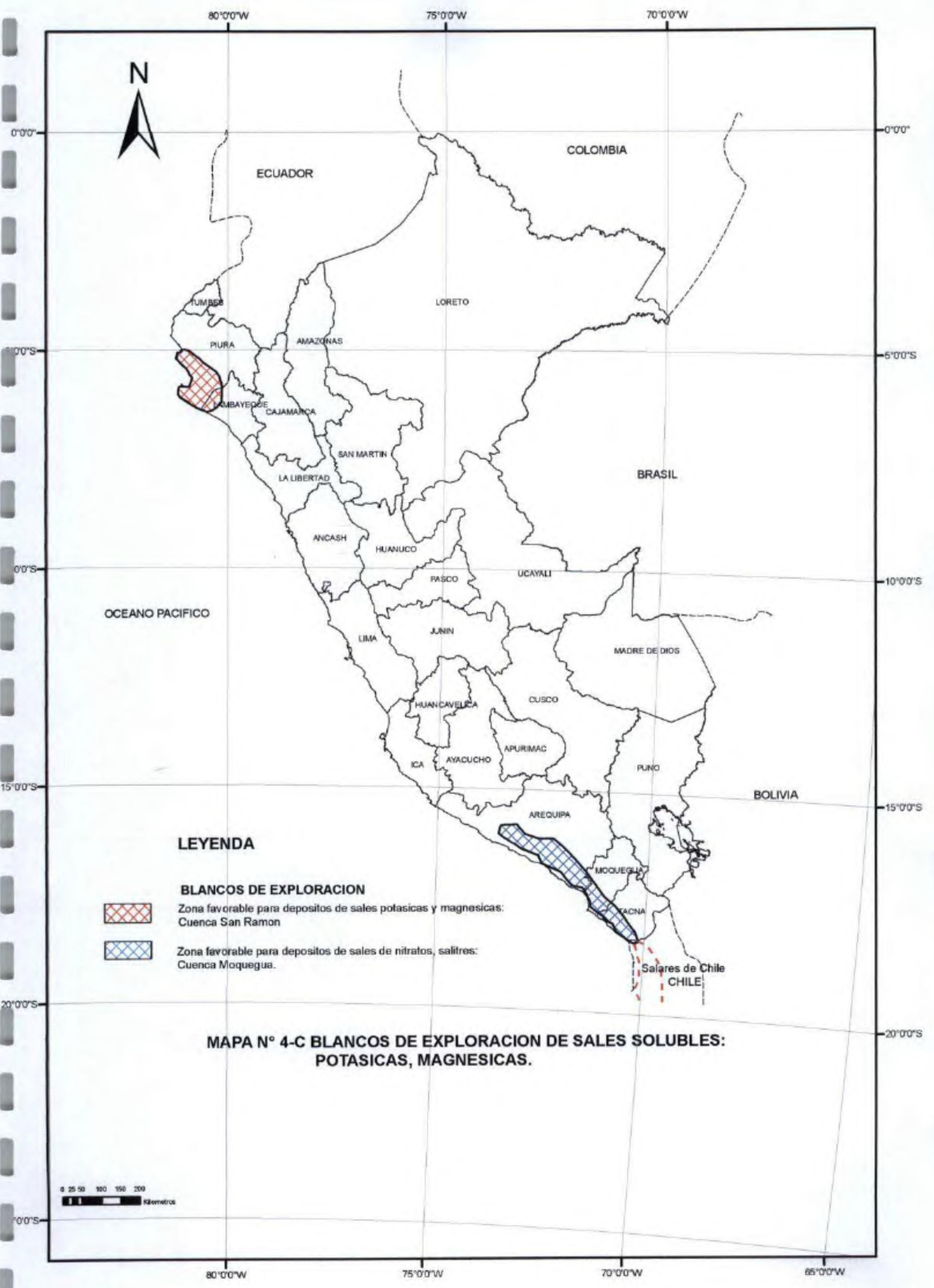
ANEXO 1-C SALES

ANEXO - 1-C
OCURRENCIAS DE SALES EN EL PERU

Nº	NOMBRE	SUSTANCIA	REGION	PROVINCIA	DISTRITO	HOJA CARTA	ZONA	NORTE	ESTE	UNIDAD GEOLOGICA	PROCESOS GENETICOS	MORFOLOGIA	SITUACION ACTUAL
1	1 sh	Sal común	Amazonas	Chachapoyas	Huancas	13-h	18	9317598	193118	Fm. Sarayagallo (Js-s)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En domo salino Lenticular, en capas	Inactivo
2	2 sh	Sal común	Amazonas	Bagua	Cenepa	12-g	18	9535223	194681	Fm. Sarayagallo (Js-s)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En domo salino Lenticular, en capas	Inactivo
3	3 Yvamarca	Sal común	Amazonas	Chachapoyas	Oñezes	13-h	18	9336070	204785	Fm. Sarayagallo (Js-s)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En domo salino Lenticular, en capas	Inactivo
4	4 sh	Sal común	Amazonas	Chachapoyas	Cillabán	13-h	18	9318311	194514	Fm. Sarayagallo (Js-s)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En domo salino Lenticular, en capas	Inactivo
5	Salina de Píhuara	Sal común	San Martín	San Martín	Alberto Leveau	14-k	18	9256475	360756	Fm. Sarayagallo (Js-s)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En Domo de Píhuara, en capas	Activo
6	Salina de Píhuara Nº 1	Sal común	San Martín	San Martín	Alberto Leveau	14-k	18	9257865	362195	Fm. Sarayagallo (Js-s)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En Domo de Píhuara, en capas	Activo
7	Salina de Píhuara Nº 2	Sal común	San Martín	Píhuara	Píhuara	14-k	18	9255066	359317	Fm. Sarayagallo (Js-s)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En Domo de Píhuara, en capas	Activo
8	Salina de Yanayacu	Sal común	San Martín	San Martín	La Florida	13-j	18	9332734	430350	Fm. Sarayagallo (Js-s)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En Domo de Yanayacu, en capas	Inactivo
9	9 sh	Sal común	San Martín	San Martín	Cabanyacu	14-l	18	9274102	296521	Fm. Sarayagallo (Js-s)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En Domo de Cabanyacu, en capas	Inactivo
10	10 sh	Sal común	San Martín	Moyobamba	La Florida	13-j	18	9333124	292730	Fm. Sarayagallo (Js-s)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En Domo Yanayacu Forma dipoldal, capas irregulares	Inactivo
11	11 sh	Sal común	San Martín	Moyobamba	Jetillo	13-j	18	9253379	294149	Fm. Sarayagallo (Js-s)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En Domo Gera, forma irregular	Inactivo
12	12 sh	Sal común	San Martín	Lamas	Tebelaso	13-j	18	9304421	310623	Fm. Sarayagallo (Js-s)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En Domo Campana, pequeñas capas delgadas irregular	Inactivo
13	13 sh	Sal común	San Martín	San Martín	Tarapoto	13-k	18	9284631	349654	Fm. Sarayagallo (Js-s)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En Domo de Tranco, en capas	Inactivo
14	14 sh	Sal común	San Martín	San Martín	Chanda	14-k	18	9268889	375865	Fm. Sarayagallo (Js-s)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En Domo de Píhuara, en capas	Inactivo
15	15 sh	Sal común	San Martín	Huálego	Santa Rosa	14-l	18	9260119	292279	Fm. Sarayagallo (Js-s)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En Domo de Sapo, en capas	Inactivo
16	16 sh	Sal común	San Martín	San Martín	Píhuara	14-k	18	9254805	360740	Fm. Sarayagallo (Js-s)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En Domo de Píhuara, en capas	Inactivo
17	17 sh	Sal común	San Martín	Tranco	Tranco	14-k	18	9285792	371722	Fm. Sarayagallo (Js-s)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En Domo de Tranco, capas	Inactivo
18	18 sh	Sal común	San Martín	San Rafael	Píhuara	15-k	18	9196178	380154	Grupo Oriente Fm. Agua Caliente (Kc-ao)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En Domo de Ponallo-Pandal, pequeñas capas de sal	Inactivo
19	19 sh	Sal común	San Martín	Moyobamba	Canaan	13-j	18	9300000	295312	Formación Sarayagallo (Js)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En Domo de Mayo, forma regular	Inactivo
20	20 sh	Sal común	San Martín	Moyobamba	Cachipampa	13-j	18	9283055	319096	Formación Sarayagallo (Js)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	Domo cachipampa, Forma de capas	Inactivo
21	21 sh	Sal común	San Martín	Jauri	Sacanche	15-j	18	9217060	304301	Formación Sarayagallo (Js)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En Domo de Sacanche, cuerpos alargados de sal gema,	Inactivo
22	22 sh	Sal común	San Martín	Sapozoa	Palanzaya	14-l	18	9257095	299045	Formación Sarayagallo (Js)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En Domo Sapo, forma irregular en capas	Inactivo
23	23 sh	Sal común	San Martín	Moyobamba	Jesalobos	13-j	18	9327815	283125	Formación Sarayagallo (Js)	Concentración de masas salinas en domos diapíricos	En Domo San Mateo, en capas	Inactivo
24	24 sh	Sal común	Amazonas	Condorcanqui	Pto. Galilea	9-h	18	9235200	188015	Formación Chimbira PN-ch	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
25	Salinas de Jaquiras	Salmueras	Amazonas	Condorcanqui	Santa María de Nueva	10-h	18	9479348	176639	Formación Chimbira PN-ch	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
26	Salinas de Numpalkán	Salmueras	Amazonas	Condorcanqui	Santa María de Nueva	10-h	18	9465679	184702	Formación Chimbira PN-ch	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
27	27 sh	Salmuera	Amazonas	Condorcanqui	Soldado Mori	9-g	17	9515000	794000	Fm. Sarayagallo (Js-s)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
28	28 sh	Sal común	Arequata	Santa	Chimbote	18-l	17	8968817	795589	Grupo Casma Formación la Zorra (Q-z)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
29	Los Años 3	Sal común	Arequata	Casma	Cta. Noel	19-g	17	8959004	785500	Grupo Casma Formación la Zorra (Q-z)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Activo
30	Pediflor 1	Sal común	Lima	Chancay	Huacho	23-h	18	8751490	219404	Cuaternario (Q-c)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Activo
31	Pediflor 10	Sal común	Lima	Huaura	Huacho	23-h	18	8753645	218922	Cuaternario (Q-c)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Activo
32	Pediflor 11	Sal común	Lima	Huaura	Huacho	23-h	18	8753632	218165	Cuaternario (Q-c)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Activo
33	Pediflor 12	Sal común	Lima	Huaura	Huacho	23-h	18	8751635	219023	Cuaternario (Q-c)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Activo

N°	NOMBRE	BURTANCIA	REGION	PROVINCIA	DISTRITO	HOJA CARTA	ZONA	NORTE	ESTE	UNIDAD GEOLOGICA	PROCESOS GENETICOS	MORFOLOGIA	SITUACION ACTUAL
34	Peflico 13	Sal común	Lima	Chancay	Huacho	23-h	18	8753840	218895	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Activo
35	Peflico 16	Sal común	Lima	Chancay	Huacho	23-h	18	8749500	225500	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
36	Peflico 18	Sal común	Lima	Chancay	Huacho	23-h	18	8748000	223000	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
37	Peflico 19	Sal común	Lima	Chancay	Huacho	23-h	18	8745000	223500	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
38	Peflico 1-A	Sal común	Lima	Chancay	Huacho	23-h	18	8751207	219533	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Activo
39	Peflico 2	Sal común	Lima	Huaura	Huacho	23-h	18	8732723	218687	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Activo
40	Peflico 20	Sal común	Lima	Chancay	Huacho	23-h	18	8750000	212000	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
41	Peflico 21	Sal común	Lima	Chancay	Huacho	23-h	18	8738000	218000	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
42	Peflico 22	Sal común	Lima	Chancay	Huacho	23-h	18	8751500	214500	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
43	Peflico 23	Sal común	Lima	Chancay	Huacho	23-h	18	8750000	216000	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
44	Peflico 24	Sal común	Lima	Chancay	Huacho	23-h	18	8748500	221500	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
45	Peflico 25	Sal común	Lima	Chancay	Huacho	23-h	18	8753500	220500	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
46	Peflico 26	Sal común	Lima	Chancay	Huacho	23-h	18	8755000	217000	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
47	Peflico 27	Sal común	Lima	Chancay	Huacho	23-h	18	8751500	218500	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
48	Peflico 28	Sal común	Lima	Chancay	Huacho	23-h	18	8750000	211500	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
49	Peflico 3	Sal común	Lima	Huaura	Huacho	23-h	18	8751849	218753	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
50	Peflico 6	Sal común	Lima	Huaura	Huacho	23-h	18	8751263	220578	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Activo
51	Peflico 8	Sal común	Lima	Huaura	Huacho	23-h	18	8752723	218848	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Activo
52	Peflico 8-A	Sal común	Lima	Huaura	Huacho	23-h	18	8751980	219861	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Activo
53	Peflico 9	Sal común	Lima	Huaura	Huacho	23-h	18	8753366	218761	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Activo
54	Peflico CATORCE	Sal común	Lima	Chancay	Huacho	23-h	19	8753000	223000	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Activo
55	Peflico QUINCE DE NOV	Sal común	Lima	Chancay	Huacho	23-h	19	8756000	220000	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
56	QUIMPAC 17	Sal común	Lima	Chancay	Huacho	23-h	18	8756450	225050	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
57	SALINAS N° 1	Sal común	Lima	Huaura	Huacho	23-h	18	8753292	217523	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
58	SALINAS N° 2	Sal común	Lima	Huaura	Huacho	23-h	18	8752620	217251	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Activo
59	SALINAS N° 3	Sal común	Lima	Huaura	Huacho	23-h	18	8751939	217208	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Activo
60	SALINAS N° 4	Sal común	Lima	Huaura	Huacho	23-h	18	8751200	217369	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Activo
61	SALINAS N° 5	Sal común	Lima	Huaura	Huacho	23-h	18	8751219	218879	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Activo
62	SALINAS N° 6	Sal común	Lima	Huaura	Huacho	23-h	18	8750730	217792	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Activo
63	SALINAS N° 7	Sal común	Lima	Huaura	Huacho	23-h	18	8749500	218786	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Activo
64	SALINAS N° 8	Sal común	Lima	Huaura	Huacho	23-h	18	8750000	214500	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Activo
65	SALINAS N° 9	Sal común	Lima	Huaura	Huacho	23-h	18	8747900	219000	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina Salmueras	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
66	Salmueras Ramon	Salmuera	Pura	Sechura	Sechura	12-b	17	9344125	522105	Formacion Zapallar (Tm-Zas)	Evaporico lagunar litoral	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
67	Bayer N° 6	Salmuera	Pura	Sechura	Sechura	12-b	17	9367000	538730	Cuaternario (Qm-la)	Evaporico lagunar litoral	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
68	Bayer N° 7	Salmuera	Pura	Sechura	Sechura	12-b	17	9350414	528730	Cuaternario (Qm-la)	Evaporico lagunar litoral	Salas cristalizadas masivas	Activo

N°	NOMBRE	SUSTANCIA	REGION	PROVINCIA	DISTRITO	NOIA CARTA	ZONA	NORTE	ESTE	UNIDAD GEOLOGICA	PROCESOS GENETICOS	MORFOLOGIA	SITUACION ACTUAL
69	Bayovar N° 8	Salmuera	Puaro	Sechura	Sechura	12-b	17	9348250	540850	Cuaternario (Qm-lb)	Evaporitos lagunar litoral	Mantos lenticulares	Activo
70	Bayovar N° 13	Salmuera	Puaro	Sechura	Sechura	13-b	17	9329200	529050	Cuaternario (Qm-lb)	Evaporitos lagunar litoral	Mantos lenticulares	Activo
71	Bayovar N° 16	Salmuera	Puaro	Sechura	Sechura	13-b	17	9315350	517025	Cuaternario (Qm-lb)	Evaporitos lagunar litoral	Mantos lenticulares	Activo
72	Bayovar N° 18	Salmuera	Puaro	Sechura	Sechura	13-b	17	9321800	505000	Cuaternario (Qm-lb)	Evaporitos lagunar litoral	Mantos lenticulares	Activo
73	Bayovar 5	Salmuera	Puaro	Sechura	Sechura	12-b	17	9322000	524550	Cuaternario (Qm-lb)	Evaporitos lagunar litoral	Mantos lenticulares	Activo
74	Bayovar 8	Salmuera	Puaro	Sechura	Sechura	12-b	17	9348250	540851	Cuaternario (Qm-lb)	Evaporitos lagunar litoral	Mantos lenticulares	Activo
75	Bayovar N° 5	Salmuera	Puaro	Sechura	Sechura	12-b	17	9322000	524550	Tablazo Leños (Cl-p-6)	Evaporitos lagunar litoral	Mantos lenticulares	Activo
76	Salinas de Huacho	Salmuera	Lima	Huacho	Huacho	23-b	18	8758843	223641	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina marina	Salas cristalizadas masivas	Activo
77	SALINAS DE HUACHO 10	Sal común	Lima	Huacho	Huacho	23-b	18	8755267	224000	Cuaternario (Q-e)	De vertiente salina marina	Salas cristalizadas masivas	Activo
78	Guape	Sal común	La Libertad	Tuyulí	Salaverry	17-f	17	9068432	730121	Grupo Casma (Kl-c)	Evaporitos salinas marinas	En cubetas masivas	Inactivo
79	Salina de Casma	Sal común	Ancash	Casma	Casma	18-g	17	8953156	783203	Formación Jansaba volcánica (Kj-v)	Evaporitos Salinas marinas	masas cristalizadas	inactivo
80	Salinas de Montepa	Sal común	Lambayeque	Lambayeque	Montepa	14-c	17	9268947	603949	Cuaternario (Ql-a)	Evaporitos salina marina	En cubetas masivas	inactivo
81	Frank I	Sal común	Cusco	Cusco	Santiago	28-a	19	8484930	177699	Grupo Chibampampa Formación Lucre (Kc-l)	Evaporitos Lacustre	En capas cristalizadas	Activo
82	Miras	Sal común	Cusco	Unhumbra	Miras	27-r	18	8528127	809345	Grupo Yancaypata Formación Miras (Kc-m)	Evaporitos Lacustre	Salas cristalizadas masivas	Activo
83	San Sebastián	Sal Común	Cusco	Cusco	Cusco	28-a	19	8503806	180856	Formación San Sebastián (Cpl-4)	Evaporitos Lacustre	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
84	Salinas De san Juan N° 1	Sal común	Puno	Azongaro	San Juan de Salinas	30-v	19	8343738	379075	Formación Huancane (Kc-h)	Evaporitos Lacustre	Salas cristalizadas masivas	Activo
85	sh	Sal común	Ancash	Santa	Samanco	19-g	17	8980154	783877	Formación Jansaba (Kc-j)	Evaporitos Sedimentario	En estratos	inactivo
86	Mira Karfike	Sal común	Aurimac	Abancay	Huampica	27-p	18	8512238	712201	Grupo Mta (Pms-m)	Evaporitos Sedimentario	En capas estratificadas	Inactivo
87	Salina Cochuanca	Sal común	Apurimac	Andahuaylas	San Andrés de Cachi	28-o	18	8475555	652600	Cajata Rojas (Crt)	Evaporitos Sedimentario	En mantos estratificados lenticulares	Activo
88	Santa Rosa de Lima	Sal común	Apurimac	Andahuaylas	Pesaypata	27-p	18	8513000	705295	Grupo Mta (Pms-m)	Evaporitos Sedimentario	En masas salinas	Inactivo
89	Salinas 2000-95	Sal común	Apurimac	Andahuaylas	Pampaqul	27-p	18	8513086	703056	Grupo Mta (Pms-m)	Evaporitos Sedimentario	En mantos salinos	Inactivo
90	San Martín	Sal común	Apurimac	Andahuaylas	Tolleraquí	27-p	18	8511412	704001	Grupo Mta (Pms-m)	Evaporitos Sedimentario	En masas salinas	Inactivo
91	Salinas de Huashua	Sal común	Arequipa	La Unión	Pampamarca	31-q	18	8320816	718450	Formación Arungana (Kc-ar), Formación Ch	Evaporitos Sedimentario	En estratos	Activo
92	Salina de Uta	Sal común	Arequipa	Caylloma	Uta	33-r	19	8228756	821029	Formación Arungana(Kc-ar), Formación Ch	Evaporitos Sedimentario	En estratos	Inactivo
93	sh	Sal común	Arequipa	Caylloma	Uta	33-r	18	8196019	783198	Formación Arungana(Kc-ar), Formación Ch	Evaporitos Sedimentario	en estratos	Inactivo
94	sh	Sal común	Arequipa	Caylloma	Humbro	32-r	18	8248120	816250	Formación Sras (Kc-se)	Evaporitos Sedimentario	Mantos lenticulares	Inactivo
95	Salinas de Huambra	Sal Común	Arequipa	Caylloma	San Juan de Sigas	33-r	18	8184967	778906	Formación Moquegua Superior (Tms-ms)	Evaporitos Sedimentario, cuenca cerrada	Mantos lenticulares	Inactivo
96	Minas EMISAL	Sal Común	Arequipa	Caravel	Caravel	33-p	18	8227270	683090	Formación Moquegua Superior (Tms-ms)	Evaporitos Sedimentario, cuenca cerrada	Mantos lenticulares	Activo
97	Salina de Alacocha	Sal común	Arequipa	Huacra	Alacocha	28-f	18	8568347	586780	Grupo Mta (Pms-m)	Evaporitos Sedimentario	En capas estratificadas	Inactivo
98	Salina de Chuachi	Sal común	Arequipa	Cangallo	Chuachi	27-f	18	8489183	680706	Grupo Pucara, Formación Chimbata (Tc-ch)	Evaporitos Sedimentario	En capas estratificadas	Inactivo
99	Salinas de Chivros	Sal común	Cajamarca	San Ignacio	San Ignacio	11-f	17	8417308	739677	Formación Sareyagallo (S)	Evaporitos Sedimentario	En capas	Inactivo
100	sh	Sal común	Cusco	Canchis	San Pablo	29-l	19	8427051	249987	Formación Mufun, Cotochaco (Kc-muco)	Evaporitos Sedimentario	En capas estratificadas	Inactivo
101	MAMPAVAYAD	Sal común	Cusco	Auris	Umsambo	26-q	18	8505078	770293	Cajata Rojas (Kc-tr)	Evaporitos Sedimentario	En capas cristalizadas	Activo
102	Pichamarca	Sal común	Cusco	Auris	Umsambo	28-q	18	8505313	770249	Cajata Rojas (Kc-tr)	Evaporitos Sedimentario	En mantos	Activo
103	Ocoopata	Sal Común	Cusco	Pauzu	Yaurisque	28-a	19	8443992	188109	Grupo Chibampampa Formación Yaurisque (Kc)	Evaporitos Sedimentario	Mantos, Capas	Inactivo



80°0'0"W 75°0'0"W 70°0'0"W



0°0'0"
5°0'0"
10°0'0"
15°0'0"
20°0'0"
25°0'0"

COLOMBIA
ECUADOR
LORETO
AMAZONAS
TUMBES
PIURA
CAJAMARCA
SAN MARTIN
LA LIBERTAD
ANCASH
HUANUCO
PASCO
UCAYALI
LIMA
JUNIN
MADRE DE DIOS
HUANCAVELICA
CUSCO
ICA
AYACUCHO
APURIMAC
PUNO
AREQUIPA
MOQUEGUA
TACNA
BRASIL
BOLIVIA
CHILE

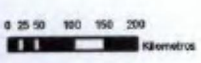
OCEANO PACIFICO

Salares de Chile

LEYENDA

- BLANCOS DE EXPLORACION**
-  Zona favorable para depositos de sales potasicas y magnesicas:
Cuenca San Ramon
 -  Zona favorable para depositos de sales de nitratos, salitres:
Cuenca Moquegua.

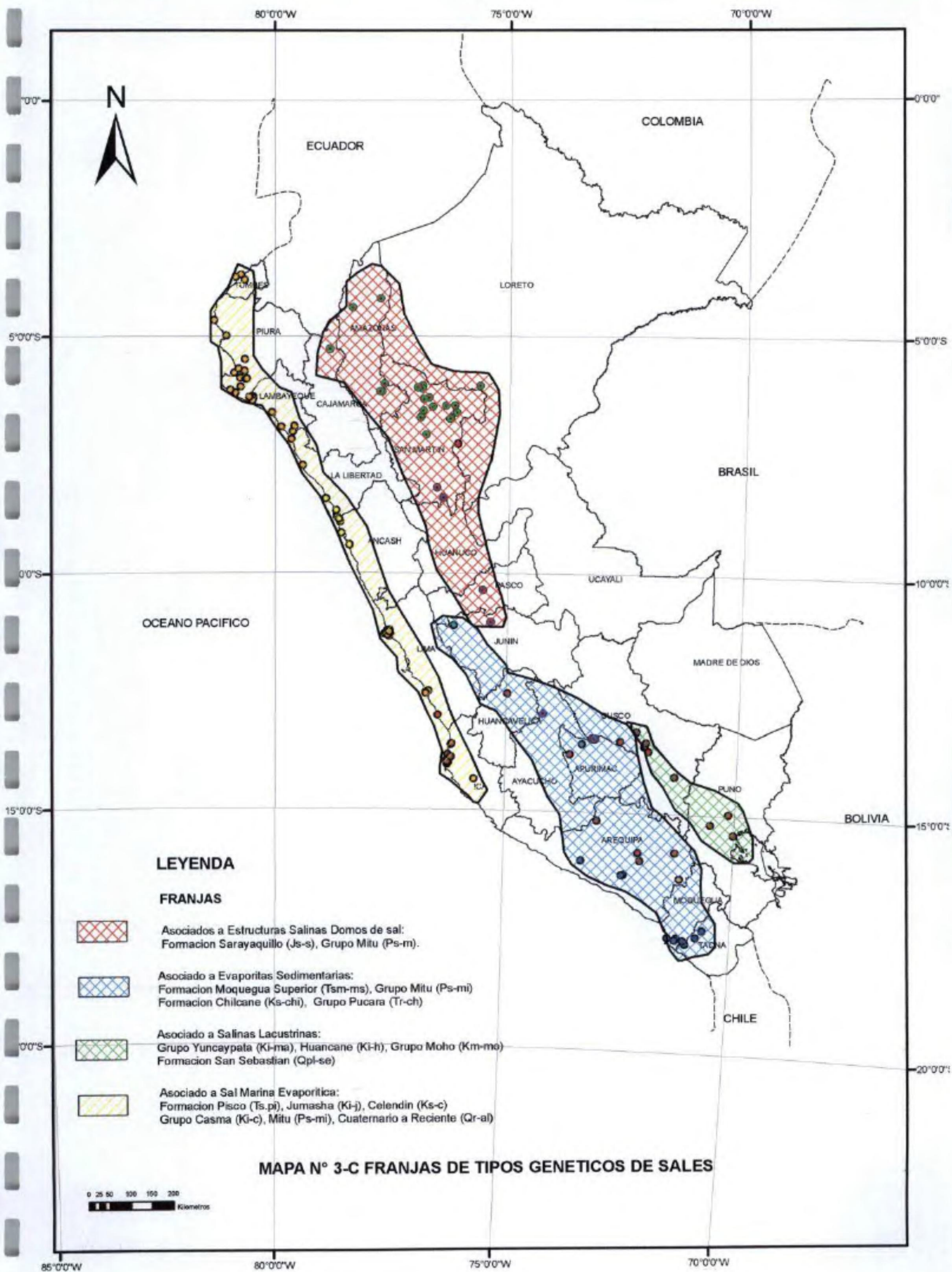
**MAPA N° 4-C BLANCOS DE EXPLORACION DE SALES SOLUBLES:
POTASICAS, MAGNESICAS.**



80°0'0"W 75°0'0"W 70°0'0"W 65°0'0"W


ANEXO 1-D AZUFRE


ANEXO 3-C SALES





LEYENDA

FRANJAS

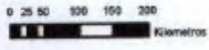
- 
 Asociados a Estructuras Salinas Domas de sal:
 Formacion Sarayaquillo (Js-s), Grupo Mitu (Ps-m).

- 
 Asociado a Evaporitas Sedimentarias:
 Formacion Moquegua Superior (Tsm-ms), Grupo Mitu (Ps-mi)
 Formacion Chilcane (Ks-chi), Grupo Pucara (Tr-ch)

- 
 Asociado a Salinas Lacustrinas:
 Grupo Yuncaypata (Ki-ma), Huancane (Ki-h), Grupo Moho (Km-mo)
 Formacion San Sebastian (Qpl-se)

- 
 Asociado a Sal Marina Evaporitica:
 Formacion Pisco (Ts-pi), Jumasha (Ki-j), Celendin (Ks-c)
 Grupo Casma (Ki-c), Mitu (Ps-mi), Cuaternario a Reciente (Qr-al)

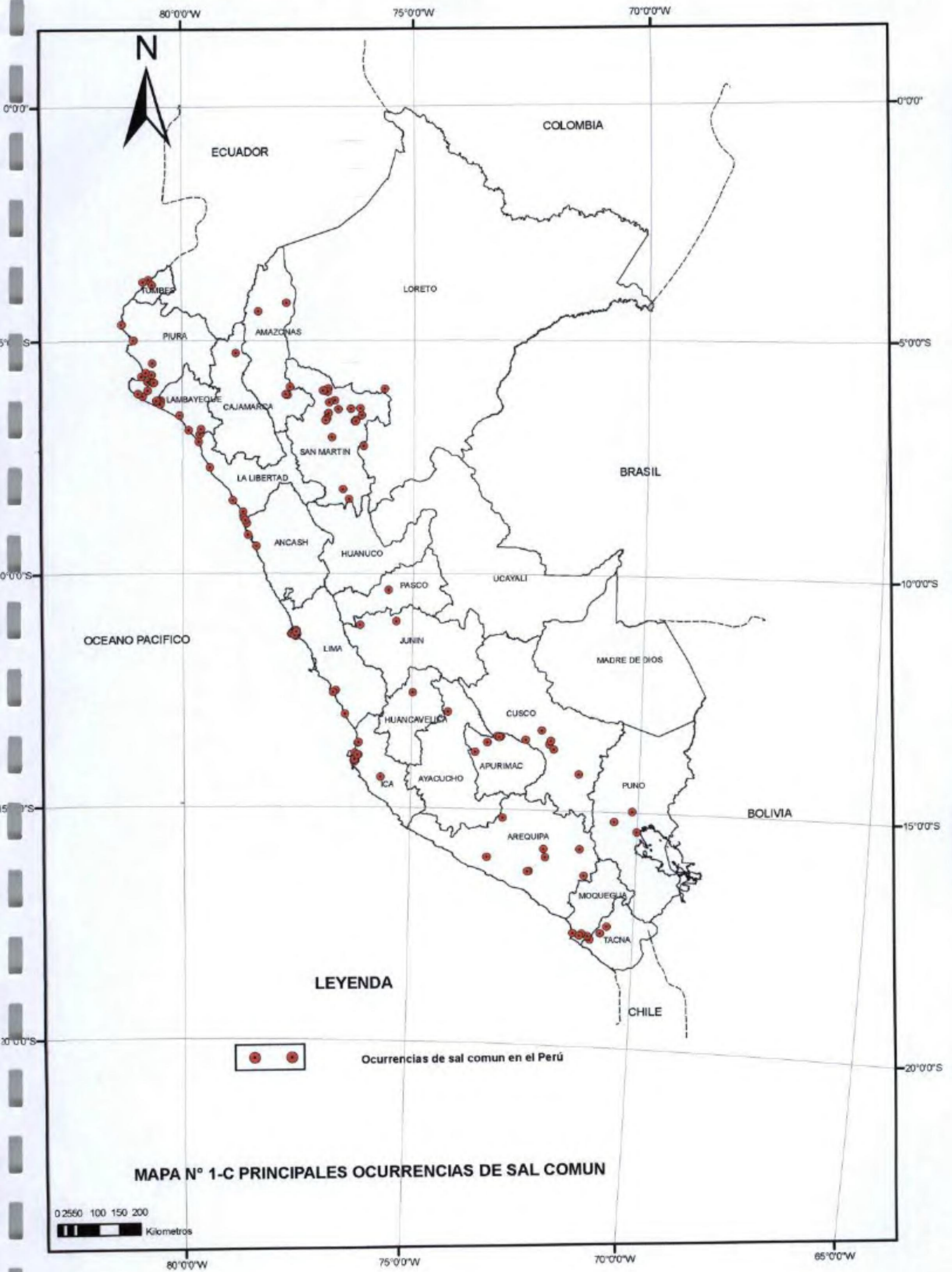
MAPA N° 3-C FRANJAS DE TIPOS GENETICOS DE SALES



ANEXO 4-C SALES

N°	NOMBRE	SUSTANCIA	REGION	PROVINCIA	DISTRITO	MOJA CARITA	ZONA	NORTE	ESTE	UNIDAD GEOLOGICA	PROCESOS GENETICOS	MORFOLOGIA	SITUACION ACTUAL
104	Salina de Cachiuyto	Sal común	Huancavelica	Huancavelica	Ichococha	26-n	18	8613795	92737	Formacion Casapico (Kp-c)	Evaporico Sedimentario	En capas estratificadas, estratiforme	Activo
105	Salina de San Blas	Sal común	Ajajin	Ajajin	Ondores	23-k	18	8727211	375402	Grupo Pacara, Formacion Chabamba (Tr-ch)	Evaporico Sedimentario	En capas	Inactivo
106	Salina Cero de la Sal	Sal común	Ajajin	Chanchamayo	La Merced	23-m	18	8781773	461785	Grupo Mtu, (Pms-es)	Evaporico Sedimentario	En capas	Inactivo
107	Salina de Napa	Sal común	Puno	Juliaca	Juliaca	32-v	19	8318973	337793	Formacion Ayacucho (K-ay)	Evaporico Sedimentario	En capas	Inactivo
108	Salina de Tiquilla	Sal común	Puno	Puno	Tiquilla	32-v	19	8250771	258980	Formacion Ayacucho (K-ay)	Evaporico Sedimentario	En capas	Inactivo
109	Salina de Muri	Sal común	Puno	Juliaca	Puri	32-v	19	8256834	392282	Formacion Ayacucho (K-ay)	Evaporico Sedimentario	En capas	Inactivo
110	Salina de Tirocho	Sal común	San Martín	Morisco Alto	Tirocho	17-l	18	9093261	331462	Grupo Mtu, (Pms-es)	Evaporico Sedimentario	En capas	Inactivo
111	Salina de Uñeza	Sal común	San Martín	Morisco Alto	Uñeza	17-k	18	9070090	345856	Grupo Mtu, (Pms-es)	Evaporico Sedimentario	En capas	Inactivo
112	Quebrada Muchuy	Sal común	Pasco	Ocupampa	Huambamba	21-l	18	8655629	441975	Grupo Mtu, (Pms-es)	Evaporico Sedimentario	En capas	Inactivo
113	San Francisco	Sal común	La Libertad	Trujillo	Viro	18-f	17	9039741	754197	Grupo Casma (Kl-c)	Evaporico lagunar litoral	Estratificadas	Inactivo
114	Quintacajallo	Sal común	La Libertad	Trujillo	Viro	18-f	17	9012024	762628	Grupo Casma (Kl-c)	Evaporico lagunar litoral	Estratificadas	Inactivo
115	Cuscomba	Sal común	La Libertad	Trujillo	Viro	18-f	17	9023971	759534	Grupo Casma (Kl-c)	Evaporico lagunar litoral	Estratificadas	Activo
116	Adolfo	Sal común	La Libertad	Viro	Cusajallo	18-f	17	9018999	760198	Grupo Casma (Kl-c)	Evaporico lagunar litoral	Estratificadas	Activo
117	San	Sal común	Piura	Piura	Sechura	12-b	17	9347927	542778	Cuaternario (Qm-ls)	Evaporico lagunar litoral	Marías litorales	Inactivo
118	Salina de Negritos	Sal común	Piura	Talara	Negritos	10-a	17	9484906	466726	Talisco Lobos (Qp-l)	Evaporico lagunar litoral	En capas	Inactivo
119	Salina de Colán	Sal común	Piura	Palla	Palla	11-a	17	9448435	495566	Talisco de Colán (Qp-l)	Evaporico lagunar litoral	En capas	Inactivo
120	San Jorge	Sal común	Ica	Paracas	Paracas	28-k	18	8470400	366750	Formacion Pisco (Ts-p)	Evaporico marino	En capas	Activo
121	Salinas de Oluma	Sal común	Ica	Piura	Paracas	29-k	18	8451969	366832	Formacion Pisco (Ts-p)	Evaporico marino	En capas	Activo
122	Oluma N° 1	Sal común	Ica	Piura	Paracas	29-k	18	8451850	368087	Formacion Pisco (Ts-p)	Evaporico marino	En capas	Activo
123	Oluma N° 2	Sal común	Ica	Piura	Paracas	29-k	18	8448661	365369	Formacion Pisco (Ts-p)	Evaporico marino	En capas	Activo
124	Oluma N° 3	Sal común	Ica	Piura	Paracas	28-k	18	8452467	363983	Formacion Pisco (Ts-p)	Evaporico marino	En capas	Activo
125	Oluma N° 4	Sal común	Ica	Piura	Paracas	29-k	18	8452987	365770	Formacion Pisco (Ts-p)	Evaporico marino	En capas	Activo
126	Salina de Cavato	Sal común	Ica	Piura	Pisco	28-k	18	8493977	373433	Formacion Pisco (Ts-p)	Evaporico marino	En capas	Inactivo
127	San Luis	Sal común	Ica	Piura	San Demente	28-k	18	8495809	375308	Formacion Pisco (Ts-p)	Evaporico marino	En capas	Activo
128	Sal	Sal común	Ica	Piura	Paracas	28-k	18	8465500	374500	Formacion Pisco (Ts-p)	Evaporico marino	En capas	Inactivo
129	Los Lujarillos	Sal común	Ica	Piura	Paracas	28-k	18	8465500	373500	Formacion Pisco (Ts-p)	Evaporico marino	En capas	Inactivo
130	Salina de Chilca	Sal común	Lima	Callete	Chilca	26-j	18	8617570	318979	Grupo Casma, Formacion Chilca (Kl-ch)	Evaporico marino	En capas	Inactivo
131	EDUPA	Sal común	Lima	Callete	Chilca	26-j	18	8612500	313000	Grupo Casma, Formacion Chilca (Kl-ch)	Evaporico marino	En capas	Inactivo
132	San	Sal común	Tumbes	Contr. Villar	Zorritos	8-b	17	9591024	531454	Cuaternario (Qm-ls)	Evaporico marino	En capas	Inactivo
133	San	Sal común	Tumbes	Contr. Villar	Zorritos	8-b	18	9595500	518507	Cuaternario (Qm-ls)	Evaporico marino	En capas	Inactivo
134	San	Sal común	Tumbes	Contr. Villar	Zorritos	8-b	19	9552341	498150	Cuaternario (Qm-ls)	Evaporico marino	En capas	Inactivo
135	San	Sal común	Tumbes	Contr. Villar	Zorritos	8-h	17	9578869	539931	Cuaternario (Qm-ls)	Evaporico marino	En capas	Inactivo
136	Halla	Sal común	La Libertad	Pirotarmayo	Pueblo Nuevo	15-d	17	9206305	690359	Cuenca evaporica marina	Cuenca evaporica marina	En conchas	Inactivo
137	Salinas de Callama N° 3	Sal común	Lambayeque	Lambayeque	Choros	13-b	17	9359870	564600	Cuaternario (Qm-ls)	Cuenca evaporica marina	En capas	Activo
138	Salinas de Callama N° 4	Sal común	Lambayeque	Lambayeque	Olimos	13-b	17	9359884	556391	Cuaternario (Qm-ls)	Cuenca evaporica marina	En capas	Activo

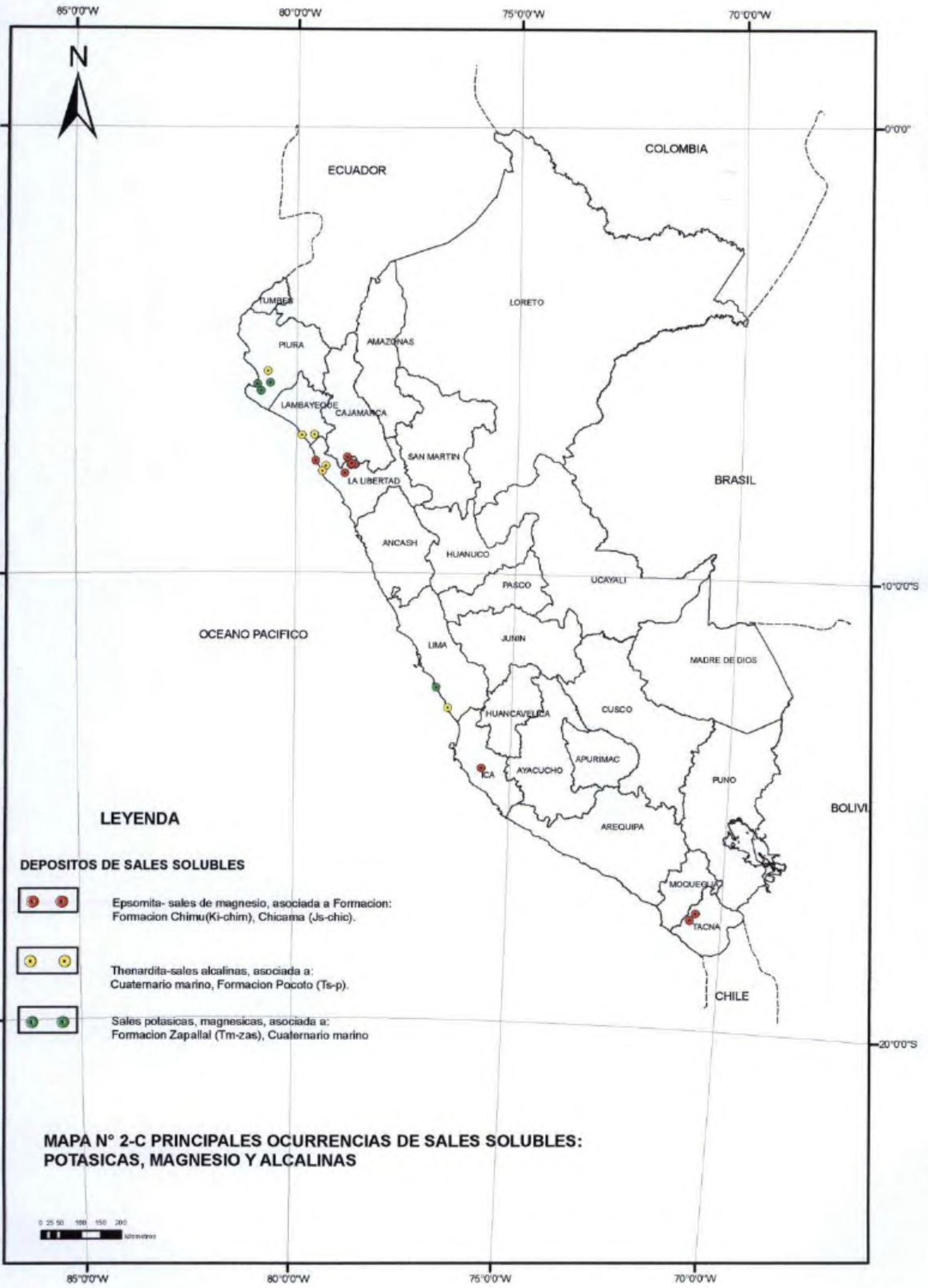
N°	NOMBRE	SUSTANCIA	REGION	PROVINCIA	DISTRITO	HUACA CAPITA	ZONA	NORTE	ESTE	UNIDAD GEOLOGICA	PROCESOS GENETICOS	MORFOLOGIA	SITUACION ACTUAL
139	Salinas de Callama N° 5	Sal común	Lambayeque	Lambayeque	Olmos	13-b	17	9305984	58791	Cuaternario (Qm-lb)	Cuenca evaporítica marina	En capas	Activo
140	Salinas de Callama N° 6	Sal común	Lambayeque	Lambayeque	Olmos	13-b	17	9301897	564016	Cuaternario (Qm-lb)	Cuenca evaporítica marina	En capas	Activo
141	Salinas de Callama N° 9	Sal común	Lambayeque	Lambayeque	Olmos	13-b	17	9301884	556409	Cuaternario (Qm-lb)	Cuenca evaporítica marina	En capas	Activo
142	Salinas de Callama N° 10	Sal común	Lambayeque	Lambayeque	Olmos	13-c	17	9301894	558809	Cuaternario (Qm-lb)	Cuenca evaporítica marina	En capas	Activo
143	Cabo Verde	Sal común	Lambayeque	Lambayeque	Olmos	13-c	17	9297014	557658	Cuaternario (Qm-lb)	Cuenca evaporítica marina	En capas	Activo
144	Bayovar N° 15	Sal común	Lambayeque	Lambayeque	Olmos	13-b	17	9305250	550000	Cuaternario (Qm-lb)	Cuenca evaporítica marina	En capas	Activo
145	Huila	Sal común	Lambayeque	Chilayo	Mocupe	14-d	17	9224048	652922	Cuaternario (Qr-d)	Cuenca evaporítica marina	En Costras	Inactivo
146	Salina de Puñe	Sal común	Tarma	Jorge Basadre	Ilo	30-u	19	8041231	293184	Formacion Moquegua Superior (Tms-ms)	Evaporico Sedimentario, cuenca cerrada	Marfil, cristalizada con estructura fibrosa	Activo
147	Salina de Pampa Colorado	Sal común	Moquegua	Ilo	Ilo	36-l	19	8048496	287905	Formacion Moquegua Superior (Tms-ms)	Evaporico Sedimentario, cuenca cerrada	Marfil, cristalizada con estructura fibrosa	Inactivo
148	Salina de Lurite	Sal común	Moquegua	Ilo	Ilo	36-l	19	8054364	252347	Formacion Moquegua Superior (Tms-ms)	Evaporico Sedimentario, cuenca cerrada	Marfil, cristalizada con estructura fibrosa	Inactivo
149	Sal	Sal común	Moquegua	Ilo	Agustobal	36-l	19	8054614	273583	Formacion Moquegua Superior (Tms-ms)	Evaporico Sedimentario, cuenca cerrada	Marfil, cristalizada con estructura fibrosa	Inactivo
150	Sal	Sal común	Moquegua	Ilo	Agustobal	36-l	19	8049392	268688	Formacion Moquegua Superior (Tms-ms)	Evaporico Sedimentario, cuenca cerrada	Marfil, cristalizada con estructura fibrosa	Inactivo
151	Coar Salinas	Sal común	Arequipa	Arequipa	San Juan de Tauriac	33-l	19	8190229	272467	Cuaternario aluvial (Qa-l)	Evaporicos, asociados a cuencas endorreicas	En forma de nodulos y capas irregulares	Activo
152	Salinas Rimon	Sal común	Puno	Sechura	Sechura	12-b	17	9364414	546133	Formacion Zapallar (Tm-Zas)	Evaporico lagunar litoral	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
154	La Bodega de Vinita	Sal común	Puno	Sechura	Sechura	12-b	17	9362000	514000	Cuaternario marino (Qm-n)	De vertiente salina Salinueras	En costras	Inactivo
155	Sechura	Sal común	Puno	Sechura	Sechura	12-b	17	9345125	523105	Formacion Zapallar (Tm-Zas)	De vertientes salina Salinueras	En costras	Inactivo
156	Las salinas de Chica	Sal común	Lima	Cafete	Chico	26-l	18	8612000	312000	Cuaternario marino (Qm-n)	De vertiente salina Salinueras	En costras	Inactivo
153	Salinas Rimon	Sal común	Puno	Sechura	Sechura	12-b	17	9364414	546133	Formacion Zapallar (Tm-Zas)	Evaporico lagunar litoral	Salas cristalizadas masivas	Inactivo
157	Los Perros	Epsomita	Ica	Ica	Ocucaje	28-l	18	8414166	428459	Cuaternario (Qr-d)	Evaporicos	En costras	Inactivo
158	San Martín	Epsomita	La Libertad	Gran Chimo	Cancas	16-f	17	9181824	639399	Formacion Chirne (Ch-ohu)	Evaporico Sedimentario	A manera de eflorescencias	Inactivo
159	Sal	Epsomita	La Libertad	Chuzco	Sincape	16-f	17	9140805	733446	Formacion Chirne (Ch-ohu)	Evaporico Sedimentario	A manera de eflorescencias	Inactivo
160	Chupallanzú	Epsomita	La Libertad	Chuzco	Valle de Chicama	16-f	17	9161338	759414	Formacion Chicama (Ch-dh)	Evaporico Sedimentario	A manera de eflorescencias, refinando flaccidas y diaclasas	Inactivo
161	Sal	Epsomita	La Libertad	Chuzco	Luoma	16-f	17	9161112	748265	Formacion Chicama (Ch-dh)	Evaporico Sedimentario	A manera de eflorescencias	Inactivo
162	8 de Octubre	Epsomita	Cajamarca	Contumaza	Marmot	16-f	17	9163291	756660	Formacion Chicama (Ch-dh)	Evaporico Sedimentario	A manera de eflorescencias	Inactivo
163	Pueblo Nuevo	Epsomita	Cajamarca	Contumaza	Marmot	16-f	17	9164607	749939	Formacion Chicama (Ch-dh)	Evaporico Sedimentario	A manera de eflorescencias	Inactivo
164	Sal	Epsomita	Cajamarca	Cajamarca	San Berilo	15-f	17	9179697	738157	Grupo Goyfer, Formacion Faros (Gf-l)	Evaporico Sedimentario	A manera de eflorescencias	Inactivo
165	Sal	Epsomita	Tarma	Candare	Curbaya	35-v	19	8073651	331617	Formacion Moquegua Superior (Tms-ms)	Evaporico Sedimentario, cuenca cerrada	En costras	Inactivo
166	Sal	Epsomita	Tarma	Jorge Basadre	Luomba	36-u	19	8056831	317808	Formacion Moquegua Superior (Tms-ms)	Evaporico Sedimentario, cuenca cerrada	En costras	Inactivo
167	Felicidad y otros	Thesaurita	Ums	Cafete	Cerro Azul	27-l	18	8561288	341660	Formacion Pisco (Tp-p)	Evaporicos	En costras	Inactivo
168	Sal	Thesaurita	Lambayeque	Chilayo	Eten	14-d	17	9235036	625759	Cuaternario (Qr-d)	Evaporicos	En costras	Inactivo
169	Sal	Thesaurita	La Libertad	Trujillo	Razuri	16-e	17	9186448	663339	Volcanico Colado (Ks-vea)	Evaporicos	En costras	Inactivo
170	Salas Alcanas	Thesaurita	Lambayeque	Chilayo	Zaña	14-d	17	9236513	650065	Cuaternario (Qr-d)	Evaporicos	En costras	Inactivo
171	Sal Alcalina	Thesaurita	Lambayeque	Chilayo	Eten	14-d	17	9235020	625765	Cuaternario (Qr-d)	Evaporicos	En costras	Inactivo
172	Salas Alcanas	Thesaurita	La Libertad	Trujillo	Razuri	16-e	17	9145396	676279	Cuaternario (Qr-d)	Evaporicos	En costras	Inactivo
173	Sal	Thesaurita	Pura	Pura	Pura	11-b	17	9394258	539879	Cuaternario (Qr-d) Tlabazo Labos	Evaporico lagunar litoral	En capas	Inactivo



ANEXO 2-C SALES


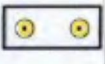

ANEXO - 2-C
GENESIS DE LOS DEPOSITOS DE SALINOS EN EL PERU Y SU LOCALIZACION

TIPOS GENETICOS DE SALES ASOCIADOS A:	ZONAS DE OCURRENCIA	UNIDAD GEOLOGICA	OCURRENCIA Y OBSERVACIONES	
Estructuras salinas Diapiricas	Amazonas	Formacion Sarayaquillo (Js-s), Grupo Mitu (Pms-mi)	Se presenta en domos salinos lenticulares en forma de capas.	
	San Martin	Formacion Sarayaquillo (Js-s), Grupo Mitu (Pms-mi)	Se presenta en domos salinos lenticulares en forma de capas regulares e irregulares.	
Sal marina evaporitica	La Libertad	Grupo Casma (Ks-c)	En forma estratificada. Evaporitico tipo lagunar de litoral	
	Piura	Cuaternario (Qm-la), Tablazo Lobitos (Qp-l), Tablazo de Colán (Qp-ft)	En capas, Evaporitico tipo lagunar de litoral	
	Ica	Formacion Pisco (Mio-Plioceno)	En capas, Evaporitico marino	
	Lima	Formacion Chilca (Ks-ch), Cuaternario (Q-e)	En capas, sales cristalizadas masivas	
	Tumbes	Cuaternario (Qr-ai)	En capas, Evaporitico marino	
	La Libertad	Grupo Casma (Ks-c), Cuaternario (Qr-ai)	En cristales masivos, en costras, Cuenca evaporitica marina	
	Lambayeque	Cuaternario (Qr-ai)	En capas, en cristales masivos. Cuenca evaporitica marina	
	Ancash	Formacion Jumasha celendin (Ks-jc)	En cristales masivos	
	Evaporitas Sedimentarias	Apurimac	Grupo Mitu (Pms-mi)	En capas estratificadas.
		Ancash	Formacion Jumasha (Ks-j)	En capas estratificadas
		Arequipa	Formacion Arcuquina (Ks-ar), Formacion Moquegua Superior (Tms-ms)	En capas estratificadas
		Moquegua	Formacion Moquegua Superior (Tms-ms)	En mantos, cristalizada con estructura fibrosa. Cuenca cerradas
		Tacna	Formacion Moquegua Superior (Tms-ms)	En mantos, cristalizada con estructura fibrosa. Cuenca cerradas
		Ayacucho	Grupo Mitu (Pms-mi)	En capas estratificadas
		Cajamarca	Formacion Sarayaquillo (Js)	En capas estratificadas
Cusco		Formacion Muñani, Cotacuyo (Ks-muco)	En capas estratificadas	
Huancavelica		Formacion Casapalca (KsP-c)	En capas estratificadas, estratiforme	
Junin		Grupo Pucara, Formacion Chabara (Tr-ch)	En capas estratificadas	
Puno		Formacion Ayavacas (K-ay)	En capas estratificadas	
San Martin		Grupo Mtu (Pms-mi)	En capas estratificadas	
Pasco		Grupo Mtu (Pms-mi), Grupo Pucara, Formacion Chabara (Ts-ch)	En capas estratificadas	
Sales Lacustrinas		Cusco	Grupo Chitapampa Formacion Lucre (Ks-lu), Formacion Maras, Formacion San	Salas cristalizadas masivas
		Puno	Formacion Huancane (Ks-h)	Salas cristalizadas masivas
Vertientes Salinas y Salmueras	Arequipa	Complejo: Pichu Pichu, Tacune-Huaynuntune, Pucasaya-Bongarane (Plioceno-p)	Se presenta en forma de nodulos y capas irregulares de aspecto terroso	
	Amazonas	Formacion Chimbira PN-ch, Fm. Sarayaquillo (Js-s)	En cristales masivos	
	Ancash	Grupo Casma Formacion la Zorra (Ks-z)	En cristales masivos	
	Lima	Cuaternario (Q-e)	En cristales masivos	
	Piura	Formacion Zapallal (Tm-zas), Tablazo Lobitos (Qp-l), Cuaternario (Qm-la)	En mantos lenticulares, sales cristalizadas masivas	

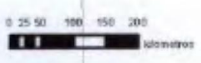


LEYENDA

DEPOSITOS DE SALES SOLUBLES

- 
 Epsomita- sales de magnesio, asociada a Formacion: Formacion Chimu(Ki-chim), Chicama (Js-chic).
- 
 Thénardita-sales alcalinas, asociada a: Cuaternario marino, Formacion Pocoto (Ts-p).
- 
 Sales potasicas, magnesicas, asociada a: Formacion Zapallal (Tm-zas), Cuaternario marino

MAPA N° 2-C PRINCIPALES OCURENCIAS DE SALES SOLUBLES: POTASICAS, MAGNESIO Y ALCALINAS



ANEXO - 1-D
OCURRENCIAS DEL AZUFRE EN EL PERU

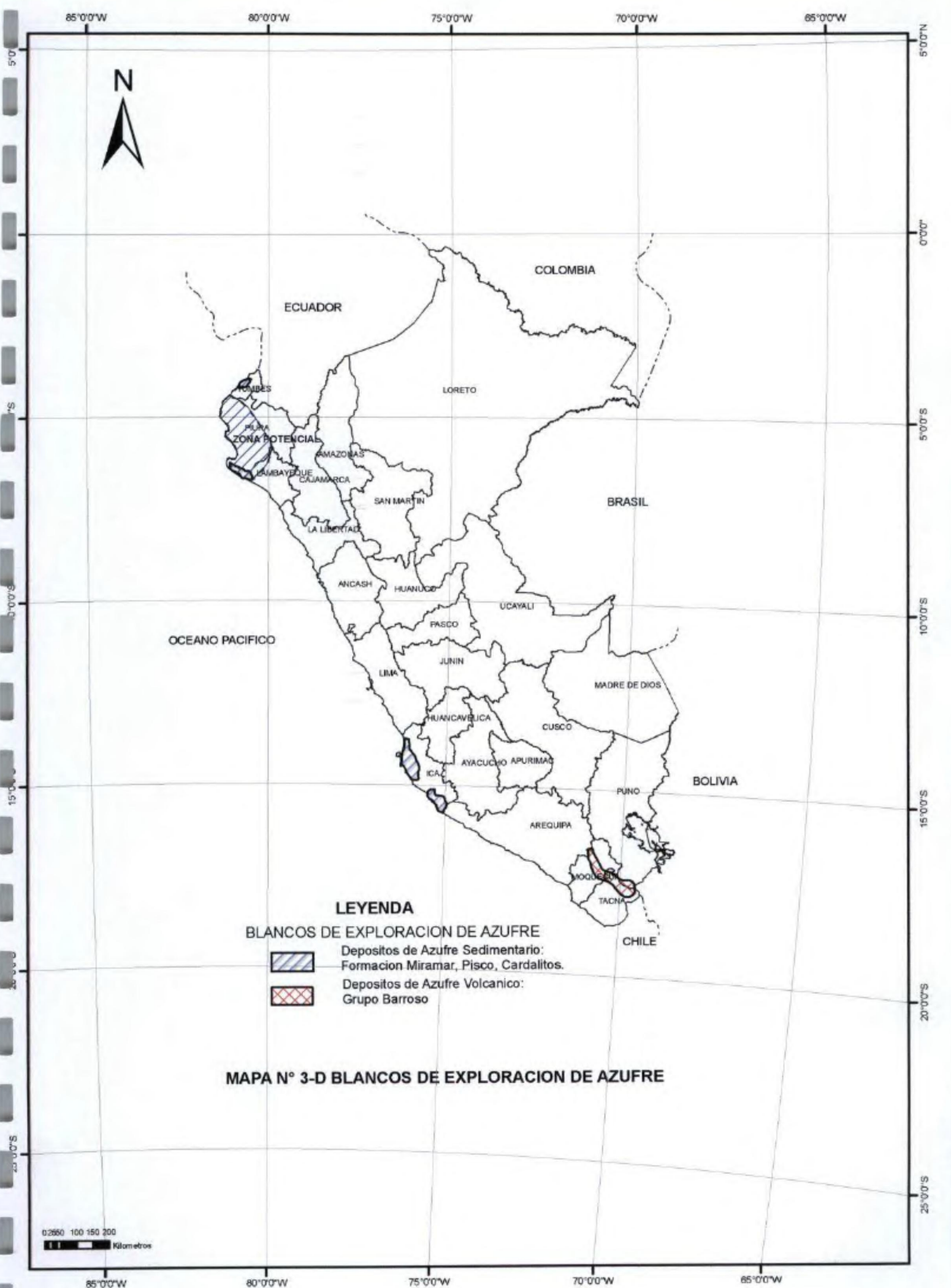
N°	NOMBRE	SUSTANCIA	REGION	PROVINCIA	DISTRITO	HOJA CARTA	ZONA	NORTE	ESTE	UNIDAD GEOLOGICA	PROCESOS GENETICOS	MORFOLOGIA	SITUACION ACTUAL
1	Azufrera de Rayentaz	Azufre	Piura	Piura	Sachaca	13-b	17	8324620	803185	Formación Miramir (Tms-m)	Sedimentario-Evaporítico?	Se presenta en forma estratiforme	Inactivo
2	Rayentaz	Azufre	Piura	Piura	Sachaca	13-a	17	8328839	800000	Formación Miramir (Tms-m)	Sedimentario-Evaporítico?	Se presenta en forma estratiforme	Inactivo
12	Azufrera de Sachaca	Azufre	Piura	Piura	Sachaca	13-a	17	8335883	800000	Formación Miramir (Tms-m)	Sedimentario-Evaporítico?	Se presenta en forma estratiforme	Inactivo
13	Reventazón de Sachaca	Azufre	Piura	Piura	Sachaca	13-b	17	8324628	803300	Formación Miramir (Tms-m)	Sedimentario-Evaporítico?	Se presenta en forma estratiforme	Inactivo
14	San	Azufre	Piura	Piura	Sachaca	13-b	17	8324051	803211	Formación Miramir (Tms-m)	Sedimentario-Evaporítico?	Se presenta en forma estratiforme	Inactivo
15	San	Azufre	Piura	Piura	Sachaca	13-b	17	8324078	803300	Formación Miramir (Tms-m)	Sedimentario-Evaporítico?	Se presenta en forma estratiforme	Inactivo
16	San	Azufre	Piura	Sachaca	Sachaca	13-b	17	8335883	800000	Formación Miramir (Tms-m)	Sedimentario-Evaporítico?	Se presenta en forma estratiforme	Inactivo
9	San	Azufre	Moquegua	Gral. Sánchez Cerro	San Juan	35-u	19	8153633	301288	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas	La gran mayoría de depósitos de azufre de tipo volcánico reciente, ocurren de forma irregular, e de tipo impregnación. Relacionados al complejo de calderas de Barranco-Laica-Pajachata, son volcánicos activos.	Inactivo
17	San Antonio	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8119727	328655	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
18	San Antonio	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8118806	354163	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
20	Gafo	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8119549	359479	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
21	Elvosa	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8117729	358429	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
22	Roberto	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8116629	359501	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
23	Santito I	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8116615	357372	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
24	Azufrera Grande	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8115523	359509	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
25	Azufrera Chico	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8112203	349831	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
26	Sanjosa	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8114409	358452	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
27	Canoa	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8114389	354194	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
28	Pumareta y Otros	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8102384	373428	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
29	La Candelaria	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8102340	374452	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
30	San 14	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8104597	381325	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
31	San 15	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8103503	384059	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
32	San 11	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8101802	385169	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
33	San 1	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8095804	382610	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
34	Lucilla	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8094675	388302	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
35	Luja	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8097988	387281	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
36	San 1066 I	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8094889	380456	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
37	San 1066 II	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8094889	386214	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
38	San 1066 III	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8094889	386214	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
39	Candelaria	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8092473	390501	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
40	San Roberto	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8092781	388356	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
41	San	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8079900	397296	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
42	Torrela	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8078130	400136	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
43	María Aspiro 53	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8074687	415027	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
44	La Victoria	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8078005	425645	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
45	Edes	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8084270	420364	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
46	Gloria 53	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8083958	418236	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
47	Santa Rosa	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8082444	413965	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
48	San 4	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8083863	419323	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
49	Recreación 53	Azufre	Tarma	Tarma	Candabate	35-v	19	8074840	404405	Grupo Barranco-Volcánico Barranco Tq-va	Volcánico Solfatadas		Inactivo
1	San	Azufre	Ancash	Pallasca	Pallasca	17-b	18	8061324	170136	Grupo Callay - Volcánico Callay (Vc-vc)	Volcánico Solfatadas	Se presentan en su mayoría estos depósitos en forma de mantos. Esta relacionado con la caldera Chiara	Inactivo
2	Ilacochi	Azufre	Ayacucho	Luzerna	Chiriquis	30-a	18	8346651	694909	Grupo Barranco - Volcánico Barranco (Vc-vc)	Volcánico Solfatadas	Se presenta de forma irregular. Actualmente es inactivo	Inactivo
3	San	Azufre	Cajamarca	Cajamarca	Encorfada	15-f	17	8223222	791479	Volcánico Humberto (Vh-vh)	Volcánico Solfatadas	Se presenta de forma irregular	Inactivo
4	San	Azufre	Cajamarca	Cajamarca	Encorfada	15-f	17	8223300	789255	Volcánico Humberto (Vh-vh)	Volcánico Solfatadas	Se presenta de forma irregular	Inactivo
5	San	Azufre	Huancavelica	Cerro de Yana	Cochabambis	28-m	18	8572852	463114	Volcánico Apurimaca (Vp-va)	Volcánico Solfatadas		Inactivo
6	San	Azufre	Moquegua	Gral. Sánchez Cerro	Urbisne	33-u	19	8191413	300906	Volcánico Uluksa (Vl-va)	Volcánico Solfatadas		Inactivo
7	San	Azufre	Moquegua	Gral. Sánchez Cerro	Yungay	33-u	19	8202580	312907	Grupo Tacaña - Volcánico Lillahuasi Tms-vf	Volcánico Solfatadas	Se presentan en su mayoría estos depósitos en forma de impregnaciones. Esta relacionado a centros volcánicos tipo 627310, 62825005	Inactivo
8	San	Azufre	Moquegua	Gral. Sánchez Cerro	Yungay	33-u	19	8205919	314608	Grupo Tacaña - Volcánico Lillahuasi Tms-vf	Volcánico Solfatadas		Inactivo





ANEXO 2-D AZUFRE

ANEXO - 2-D
GENESIS DE LOS DEPOSITOS DE AZUFRE EN EL PERU Y SU LOCALIZACION

TIPO GENETICOS DE AZUFRE ASOCIADOS A:	ZONAS DE OCURRENCIA	UNIDAD GEOLOGICA	OCURRENCIA Y OBSERVACIONES
Vulcanismo Reciente	Tacna	Esta relacionado al Grupo Barroso (Tq-vba), que datan del Terciario Medio-Superior - Cuaternario, sobreyaciendo a un complejo Mesozoico.	Los depositos de azufre son de tipo volcanico reciente, ocurren a modo de solfateras de forma irregular, o de tipo impregnacion. Relacionados al complejo de calderas del Barroso-Lauca-Payachata, son volcanicos activos.
	Moquegua Ayacucho	Esta relacionado a los Grupos Tacaza y Barroso, en especial al volcanico Lallahui (Tms-vil), al volcanico Ubinas equivalente al Paucarani (Q-vub Neopleistoceno) Relacionado al Grupo Barroso - Volcanico Barroso (NpQp-ba) (Plioceno superior-Pleistoceno)	Se presentan en su mayoría estos depositos en forma de impregnaciones debido a las solfatadas. Esta relacionado con la caldera Tutupeca, son volcanicos activos. Se presentan estos depositos en forma de mantos. Esta relacionado con la caldera Chiara.
Cuencas Evaporiticas	Huancavelica	Volcanico Astobamba (Tm-as), equivalente en el sur del Peru al Grupo Tacaza- volcanico Huayfillas	Su ocurrencia de estos depositos es en forma de impregnaciones. Esta relacionado a centros volcanicos tipo estrato explosivos
	Ancash,	Grupo Callipuy - Volcanico Callipuy (Kli-v) (Paleogeno - Neogeno)	Se presenta de forma irregular. Actualmente es inactivo
	Cajamarca	Grupo Callipuy - Volcanico Callipuy (Kli-v) (Paleogeno - Neogeno)	Se presenta de forma irregular
	Piura	Formacion Miramar(Tsm-mi), correlacionable con Formacion Cardalitos, Fm Pisco	Su ocurrencia es en forma estratiforme, pudiendo llegar a tener decenas de miles de toneladas. Sedimentario - Evaporitico (fue el resultado de un proceso diagenetico por bacterias reductoras Desulfobrio desulfuricans, con descomposicion de materia organica, complementada por actividad volcanica). Estos son los depositos mas rentables económicamente



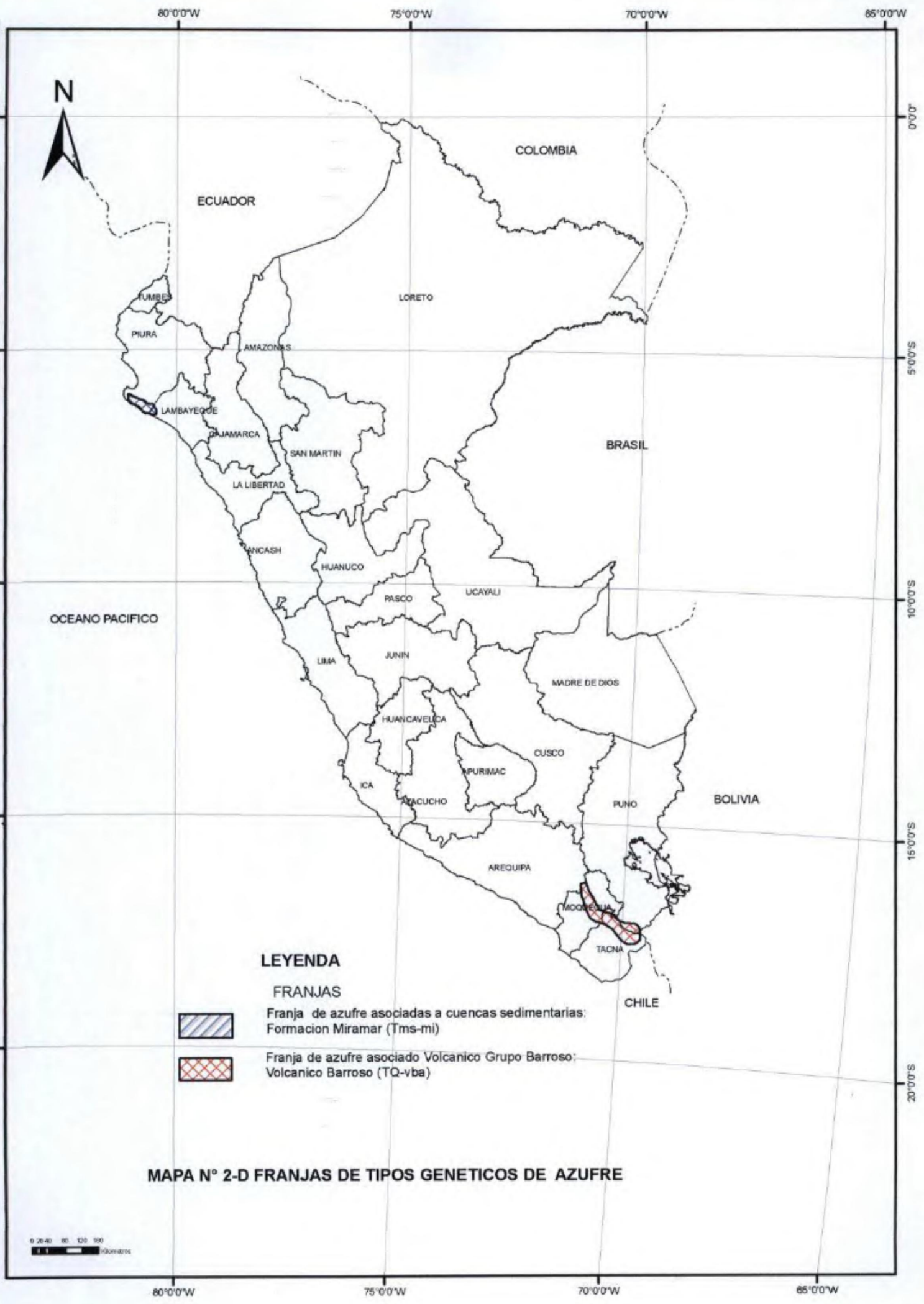
LEYENDA

- BLANCOS DE EXPLORACION DE AZUFRE**
-  Depósitos de Azufre Sedimentario:
Formación Miramar, Pisco, Cardalitos.
 -  Depósitos de Azufre Volcanico:
Grupo Barroso



MAPA N° 3-D BLANCOS DE EXPLORACION DE AZUFRE

0 25 50 100 150 200
Kilometros

ANEXO 3-D AZUFRE



LEYENDA

- FRANJAS**
-  Franja de azufre asociadas a cuencas sedimentarias: Formacion Miramar (Tms-mi)
 -  Franja de azufre asociado Volcanico Grupo Barroso: Volcanico Barroso (TQ-vba)

MAPA N° 2-D FRANJAS DE TIPOS GENETICOS DE AZUFRE

0 20 40 80 120 160
 Kilometros