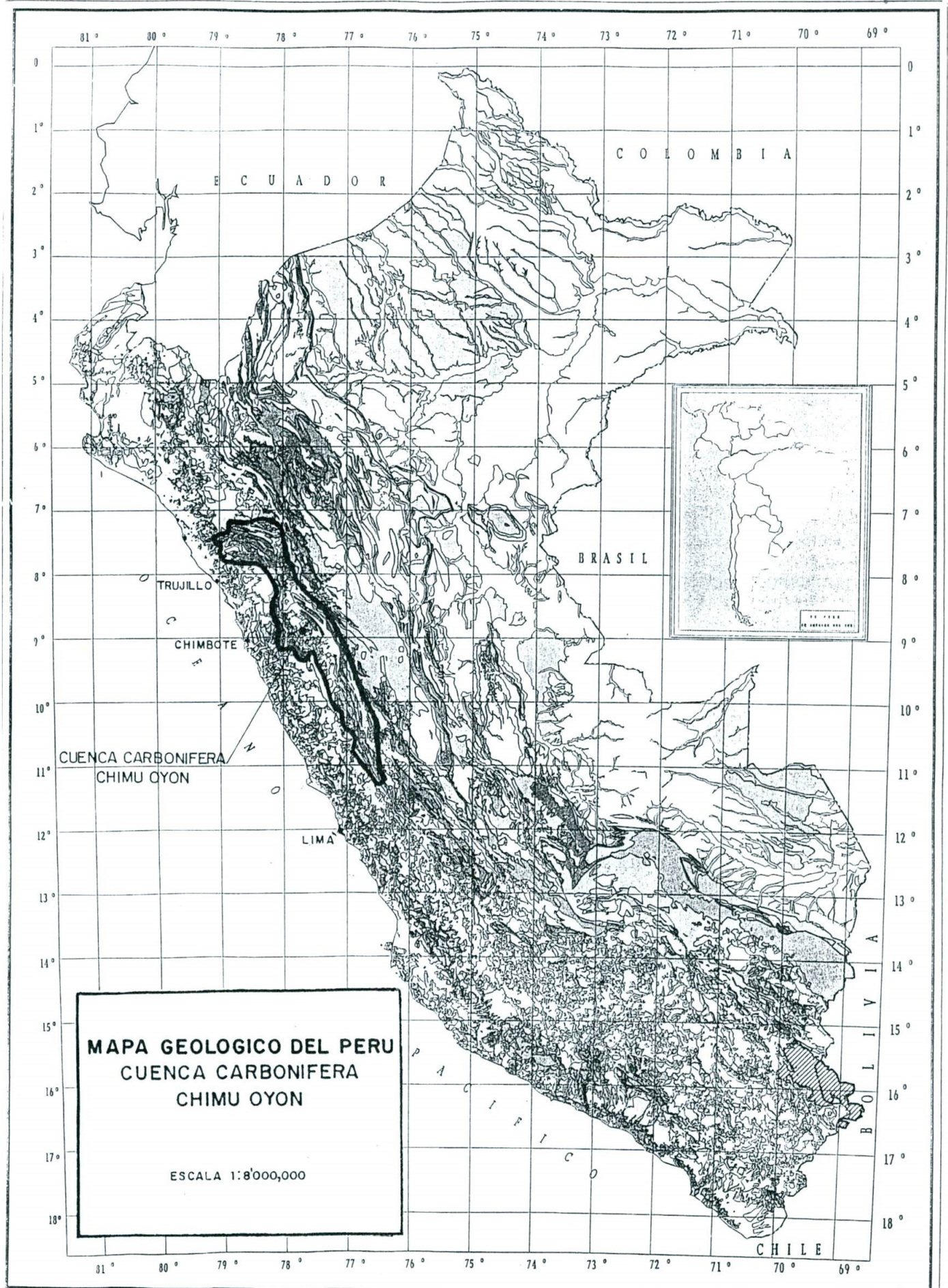


# EL ABASTECIMIENTO DE ANTRACITA PARA SIDERPERU

## ESTUDIO PRELIMINAR

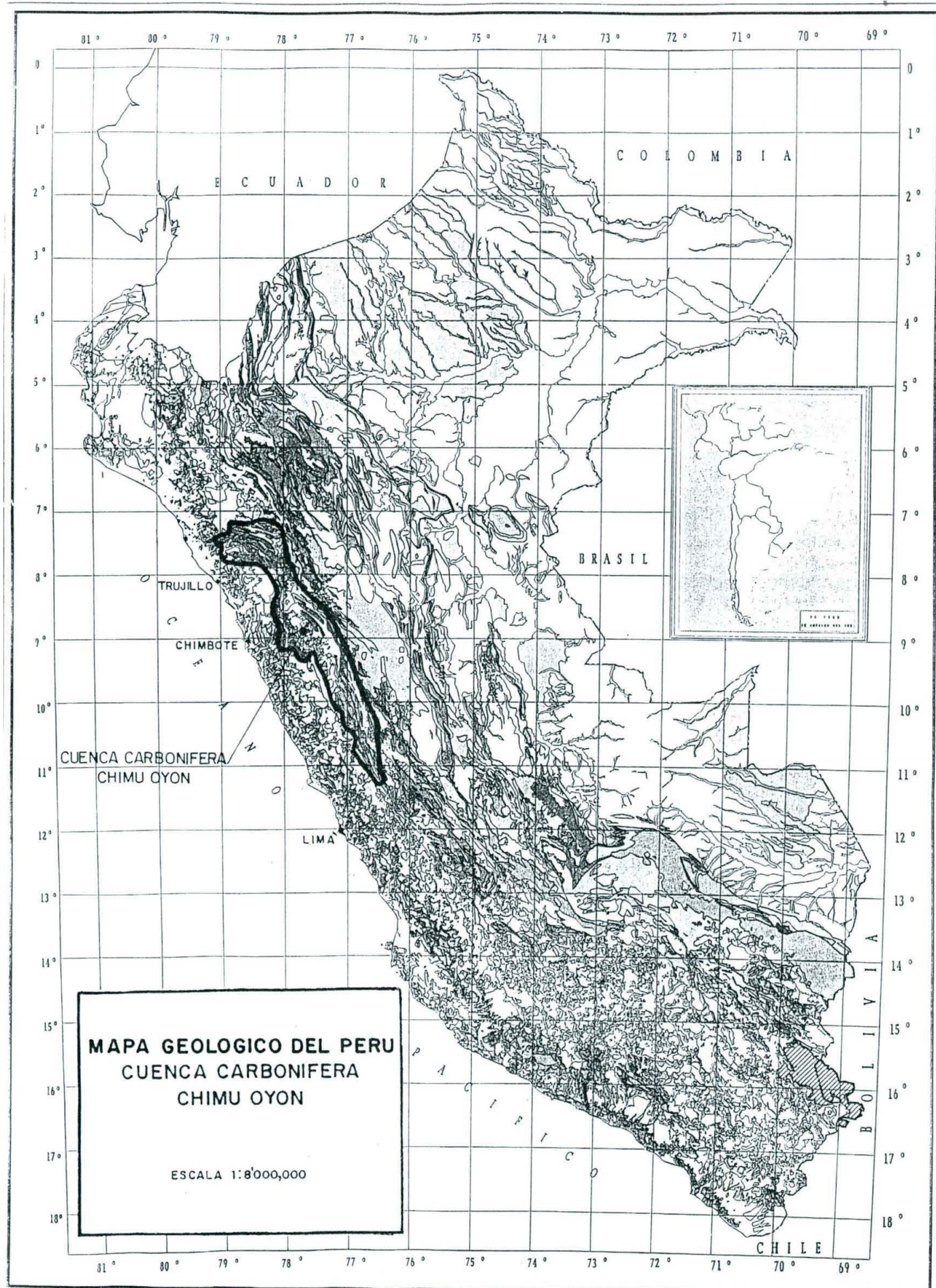
Por. Dr. ESTANISLAO DUNIN BORKOWSKI



# EL ABASTECIMIENTO DE ANTRACITA PARA SIDERPERU

## ESTUDIO PRELIMINAR

Por. Dr. ESTANISLAO DUNIN BORKOWSKI





- AREAS CON DEPOSITOS DE ANTRACITA
- PROSPECTOS DE ANTRACITA

**MAPA GEOLOGICO DE LA  
CORDILLERA NOR-OCCIDENTAL  
CON ANTRACITA**

ESCALA 1:1'000,000

HUANCABAMBA  
HUANCAYO



# EL ABASTECIMIENTO DE CARBÓN PARA SIDERPERÚ

## ESTUDIO PRELIMINAR

### INDICE

	Página
Resumen	1
Antecedentes	5
Hipótesis del trabajo y objetivos de este informe	5
Antracita & Coque en el Perú	6
<b>GEOLOGÍA Y PROSPECCION DE ANTRACITA</b>	
La antracita en la Cordillera Occidental	7
Geología de depósitos de la antracita	8
Ubicación y características de los prospectos de antracita	9
Oxidación de antracita expuesta a intemperie	10
Sugerencias para la prospección de antracita	11
<b>MINERÍA TRANSPORTE Y OFERTA DE LA ANTRACITA</b>	
Oferta de la antracita	12
Minería de la antracita para la exportación	13
Estimación del potencial	14
Cubicación de reservas	15
Reservas, potencial de antracita según diferentes autores	16
Explotación de antracita	18
Costo de minado	20
El transporte de antracita a Chimbote:	21
el área de Bajo Chicama	21
el área de Divisoria de Aguas	22
el área de Bajo Santa	22
el área de la Cordillera Negra	23
Potencial y la posible expansión de producción de avtracita	23
Legislación referente a los derechos mineros y cambios	25
Derechos mineros que controlan las áreas carboníferas	27
<b>CALIDAD, METALURGIA, Y UTILIZACIÓN DE ANTRACITA</b>	
Calidad y la dilución de la antracita	28
Azufre y elementos trazas	29
Preparación de la antracita	29
Granulometía y empleo de la antracita	31
La antracita en la siderúrgica de Chimbote	31
La antracita para la reducción directa de SIDERPERU S.A.	32
Proyectos de expansión del uso de antracita	33
Información disponible sobre yacimientos carboníferos	35
<b>RECOMENDACIONES</b>	
Pruebas de reducción directa de antracita	36
Abastecimiento de antracita dirigido por SIDERPERÚ S.A.	38
Promoción de un yacimiento sobre ejemplo de Ferrol 6000	40
Instalación de una planta de beneficio	41
Adquisición de derechos mineros por SIDERPERÚ S.A.	42
Selección del yacimiento para la explotación	43
Habilitación de una explotación mayor	46
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	47

## EL ABASTECIMIENTO DE CARBÓN PARA SIDERPERÚ S.A.

### RESUMEN

La Cordillera Occidental de los departamentos de Lima, Ancash, La Libertad y Cajamarca contiene numerosos depósitos carboníferos de la transición del Jurásico a Cretáceo. Las series productivas carboníferas, tienen pocos cientos de metros de espesor y albergan mantos de carbón de los cuales algunos son explotables. Los mantos comerciales tienen uno a pocos metros de espesor, superando este pocas veces a 5 metros y sólo excepcionalmente a 10m.

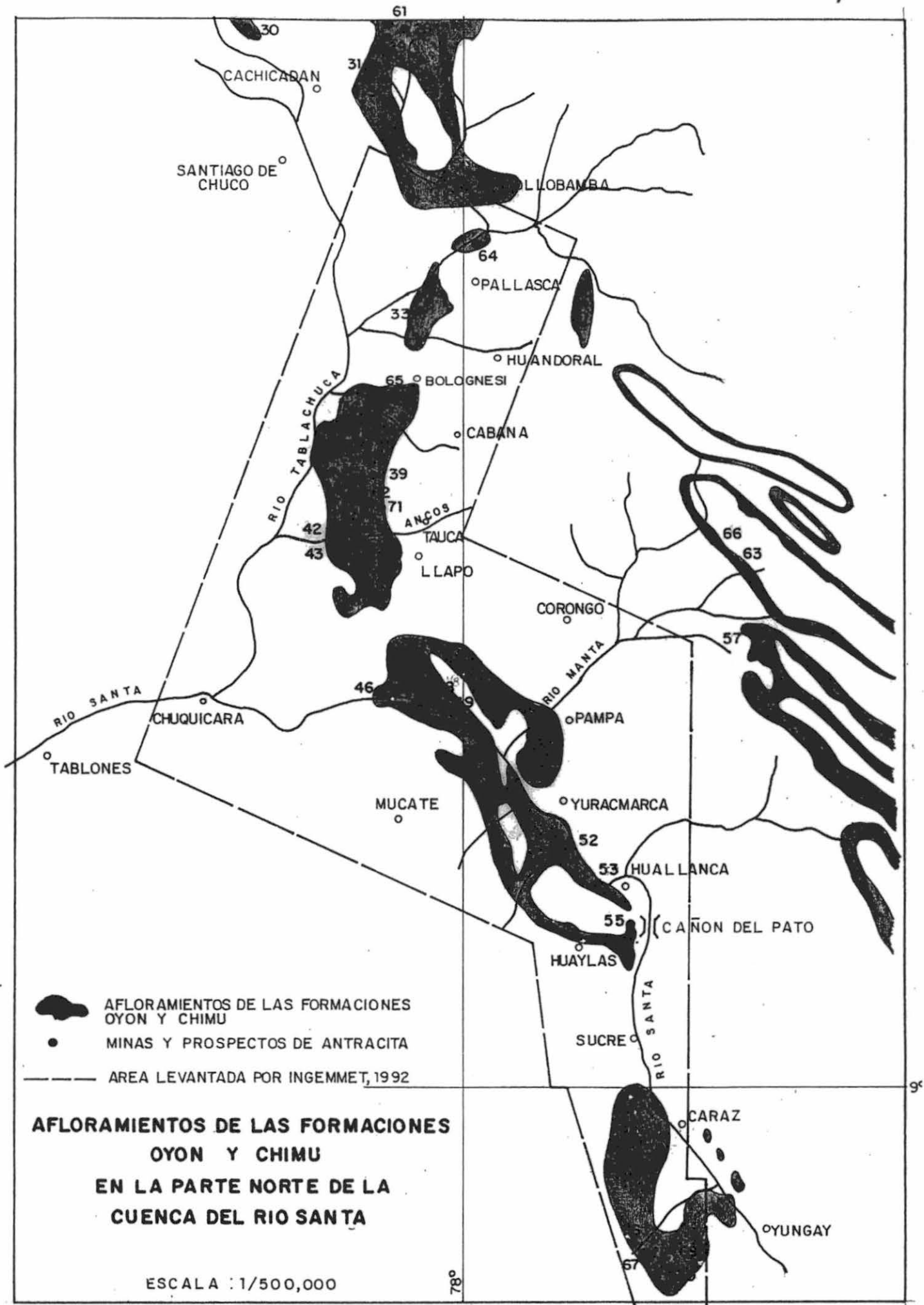
Los carbones cerca de Chimbote son antracitas o meta-antracitas y la mayoría de sus mantos es subvertical, debido al tectonismo andino. Las cajas muchas veces son perturbadas, y la antracita de varios depósitos tiene la tendencia de desmenuzarse. El contenido de cenizas está entre 10% a 15% pero aumenta a unos 30% por la dilución durante el minado. El contenido de azufre oscila al rededor de 0.5%. La antracita ahora no se lava; en el pasado hubo plantas de lavado, que dieron buenos resultados a pesar de que el carbón era muy pesado (hasta 1.8 gr/cm<sup>3</sup>). La temperatura de ignición de antracita es alta y su combustión lenta (<10" por hora). El poder calorífico está entre 6,000 y 7,000 Kcal/kg siendo más alto en antracita lavada.

La antracitización es generalizada, en las pendientes Occidentales de la Cordillera Andina, debido al calor emanado por el Batolito de la Costa y vulcanismo terciario. También se

convirtieron en antracitas los carbones del centro de Ancash por la intrusión del Batolito de la Cordillera Blanca y cerca de Chimbote no existe la posibilidad de encontrar carbones coquificables ni bituminosos. Los carbones bituminosos se encontró más al Este, pero no se los exploró ya que se dudaba de la factibilidad económica de su explotación. Actualmente mejoró el acceso a sus yacimientos, con la construcción de la carretera a lo largo del oleoducto Norte-Preruario.

Casi toda antracita que utiliza la siderúrgica de Chimbote, proviene de una faja de unos 15 kms de ancho y 200 kms de largo, que se extiende desde el Callejón de Huaylas hasta el límite con el departamento de Cajamarca. Los distritos mejor explorados de esta faja, albergan un potencial de decenas de millones de toneladas, tomando sólo en consideración la antracita por encima del nivel más bajo de los valles vecinos. La explotación de tal distrito, sería suficiente para cubrir las necesidades ampliadas de SIDERPERÚ S.A. durante varios decenios. El potencial carbonífero aparente de los distritos inexplorados parece ser mucho menor a pesar de que la cantidad real del carbón será probablemente similar.

La explotación actual es artesanal o semiartesanal y alcanza pocos miles de toneladas mensuales. Esta producción puede fácilmente aumentar pagando buenos precios a los mineros. El problema crítico será la calidad de la antracita suministrada, hasta que no se instale una planta de lavado. En el pasado hubo tres carboneras que podían producir unas 125,000 toneladas de antracita lavada por año. Dichas carboneras han cerrado por falta de mercado.



La antracita se transporta al lugar de consumo por camiones. Casi todos los camiones son pequeños ya que los mayores no llegan a la mayoría de las minas. El costo del transporte al lugar de consumo es muy elevado siendo igual al costo de minado en el norte de país, y equivale a 2/3 del precio de venta en Lima. En el caso de aumentar la producción se podría, quizá, bajar este costo implementando carboconductos.

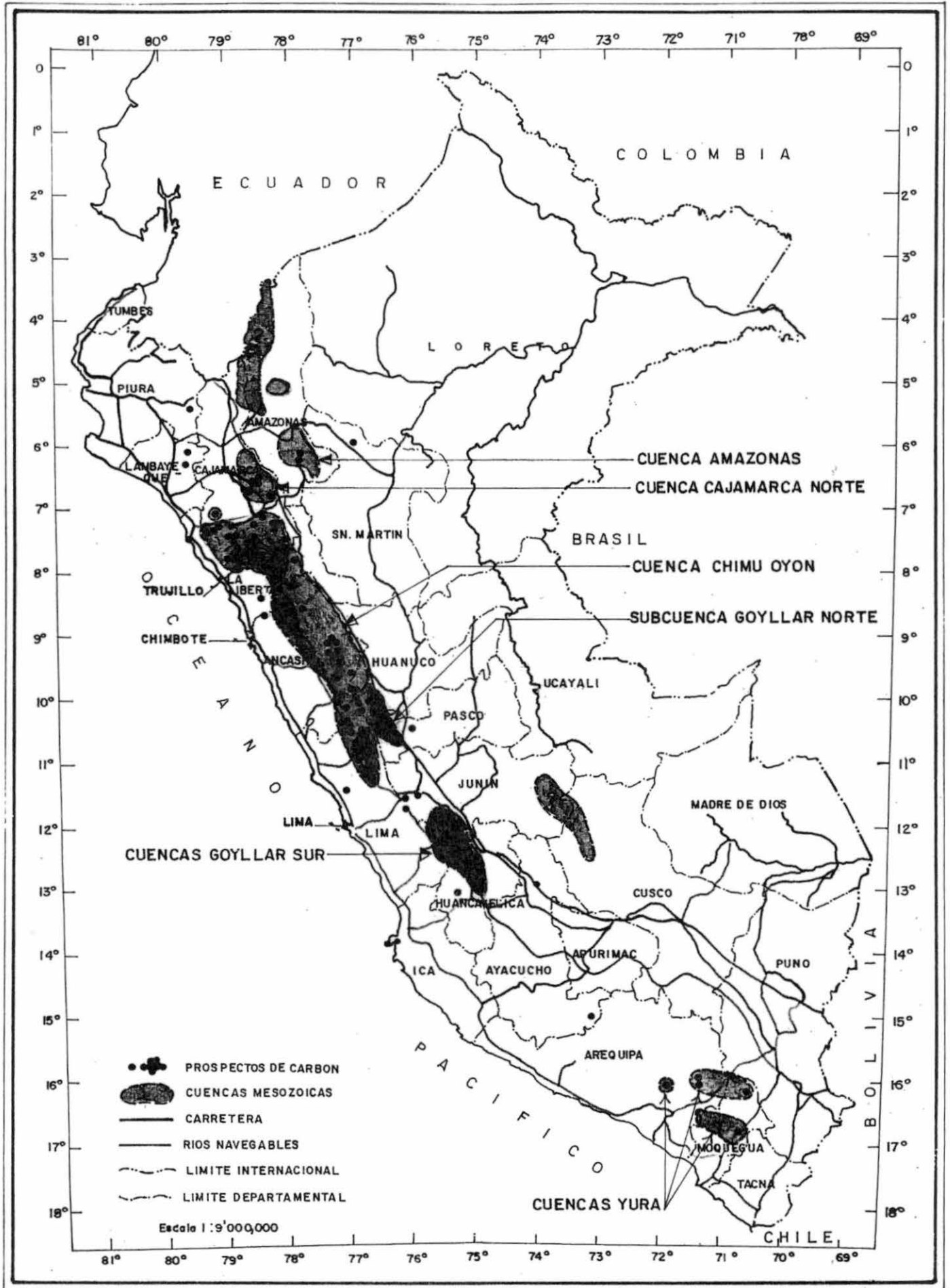
Las áreas carboníferas están cubiertas casi totalmente por derechos mineros. Varios yacimientos están divididos entre muchos derechos mineros lo que dificultará su explotación racional a mayor escala. Se espera que se podrá comprar a bajo precio, varios derechos mineros interesantes, ya que muchos titulares están en mala situación económica y cansados de pagar el canon minero. Esto se refiere especialmente armente a los titulares de derechos que no explotan.

SIDERPERÚ debe escoger cuidadosamente el yacimiento que la va a abastecer. El carbón debe ser apropiado para sus fines. De la selección dependerá la inversión y el costo de la producción y transporte. El reconocimiento de las áreas inexploradas o abandonadas será más costoso, que de las que albergan minas en operación. La recopilación de la información existente puede reducir el costo de exploración. Una inspección ocular del yacimiento, de preferencia con el minero que lo explota, es indispensable. Durante la inspección hay que fijarse, además de la geología o minería, hay que fijarse en la infraestructura y disponibilidad de agua, espacio para canchas e instalaciones, recursos humanos, etc.

Antes de hacer una inversión mayor, hay que determinar los



# LAS CUENCAS CARBONIFERAS MESOZOICAS DEL PERU



beneficios que va a traer y, de ser posible, cuantificarlos. Así, por ejemplo, antes de desarrollar la minería de antracita conviene determinar que ventaja tiene el uso de este carbón, frente a los combustibles o reductores alternativos.

Lima 12 de Febrero 1998

Dr-Ing Estanislao Dunin-Borkowski

# EL ABASTECIMIENTO DE CARBON PARA SIDERPERÚ

## ESTUDIO PRELIMINAR

Por Estanislao Dunin-Borkowski

### ANTECEDENTES

El Gobierno Peruano escogió Chimbote como el lugar más apropiado para ubicar la siderúrgica nacional, esperando que ésta se abasteciera con la antracita de los yacimientos cercanos. Como el uso de la antracita en la siderúrgica no fue suficientemente estudiado, SIDERPERÚ, que estaba encargada del proyecto, decidió instalar el alto horno que empleaba el coque importado y paralelamente, una pequeña planta de reducción directa para que se pruebe las antracitas nacionales. El empleo en esta planta de las antracitas peruanas dio peores resultados que los esperados y SIDERPERÚ se decidió reemplazarlas por los finos de coque que se generaban durante su manejo.

### Hipótesis de trabajo y objetivos de este informe

Como hipótesis de trabajo se asume que la antracita peruana puede ser una alternativa conveniente y económica frente al coque metalúrgico en la siderúrgica de Chimbote. El coque en los próximos decenios tendrá que ser forzosamente importado y en consecuencia, caro. La antracita nacional podrá resultar competitiva siempre y cuando, se logre prepararla para los procesos que la están utilizando y asegure su suministro masivo a un precio razonable. En el caso de cumplir estas condiciones se podrá reducir el precio de

=====

**EVOLUCION DEL BALANCE NACIONAL DEL CARBÓN**

-----

Año	Producción	Importación	Exportación	Variación inventario	Oferta bruta interna
1970	65,000TM	9,000TM	-----	1,000TM	75,000TM
1971	35,000TM	29,000TM	-----	6,000TM	70,000TM
1972	32,000TM	45,000TM	-----	6,000TM	82,000TM
1973	35,000TM	53,000TM	-----	4,000TM	92,000TM
1974	35,000TM	48,000TM	-----	-----	83,000TM
1975	25,000TM	51,000TM	-----	-----	76,000TM
1976	22,000TM	52,000TM	-----	-----	73,000TM
1977	28,000TM	49,000TM	-----	-2,000TM	74,000TM
1978	28,000TM	47,000TM	-----	-4,000TM	71,000TM
1979	30,000TM	52,000TM	-----	-4,000TM	77,000TM
1980	44,000TM	41,000TM	-----	-6,000TM	80,000TM
1981	98,000TM	54,000TM	-----	-27,000TM	125,000TM
1982	76,000TM	27,000TM	-----	11,000TM	115,000TM
1983	97,000TM	49,000TM	-----	-12,000TM	135,000TM
1984	111,000TM	52,000TM	-----	-7,000TM	155,000TM
1985	137,000TM	29,000TM	-----	-51,000TM	115,000TM
1986	160,000TM	29,000TM	23,000TM	-42,000TM	124,000TM
1987	117,000TM	39,000TM	-----	12,000TM	160,000TM
1988	120,000TM	56,700TM	-----	22,600TM	157,000TM
1989	125,000TM	50,000TM	-----	14,000TM	189,000TM
1990	98,700TM	43,200TM	-----	9,400TM	151,300TM

Fuente; Consejo Nacional de Energía (CONERG)

Ministerio de Energía y Minas (MEM)

Elaborado: Ing Miguel Pachas Días Fecha: 22/09/92

Nota: Casi todo el carbón producido es antracita y el importado hulla.

=====

**PRODUCCIÓN E IMPORTACIÓN DE CARBÓN EN EL PERÚ**

-----

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Producción en TM	20,201	10,790	80,980	31,095	26,445	16,240

Fuente: Promoción Minera- Ministerio de Energía y Minas

Nota N°1: La diferencia entre los datos de Promoción Minera y de Consejo Nacional de Energía se debe que el primera se basa en los reportes de los productores sin incluir los informales y la segunda trata evaluar la situación en forma integral.

Nota N°2: Lar-carbón importa 240,000 TM anuales de hullas sub-bituminosas, con 35% a 38% de materias volátiles y con los máximos de 10% de la humedad y 10% de cenizas, que utilizan principalmente Cemento Lima y Cemento Andino. Cemento Norte de Pacasmayo trae por su lado 80,000 TM anuales de hullas con características similares. CENTROMIN utiliza 50,000 TM/año de hullas bituminosas coquificables. Aceros Arequipa S.A. importa unas 25,000 TM de hullas bituminosas al año y hace experimentos de reducción directa con antracita del norte peruano. (datos del 1996).

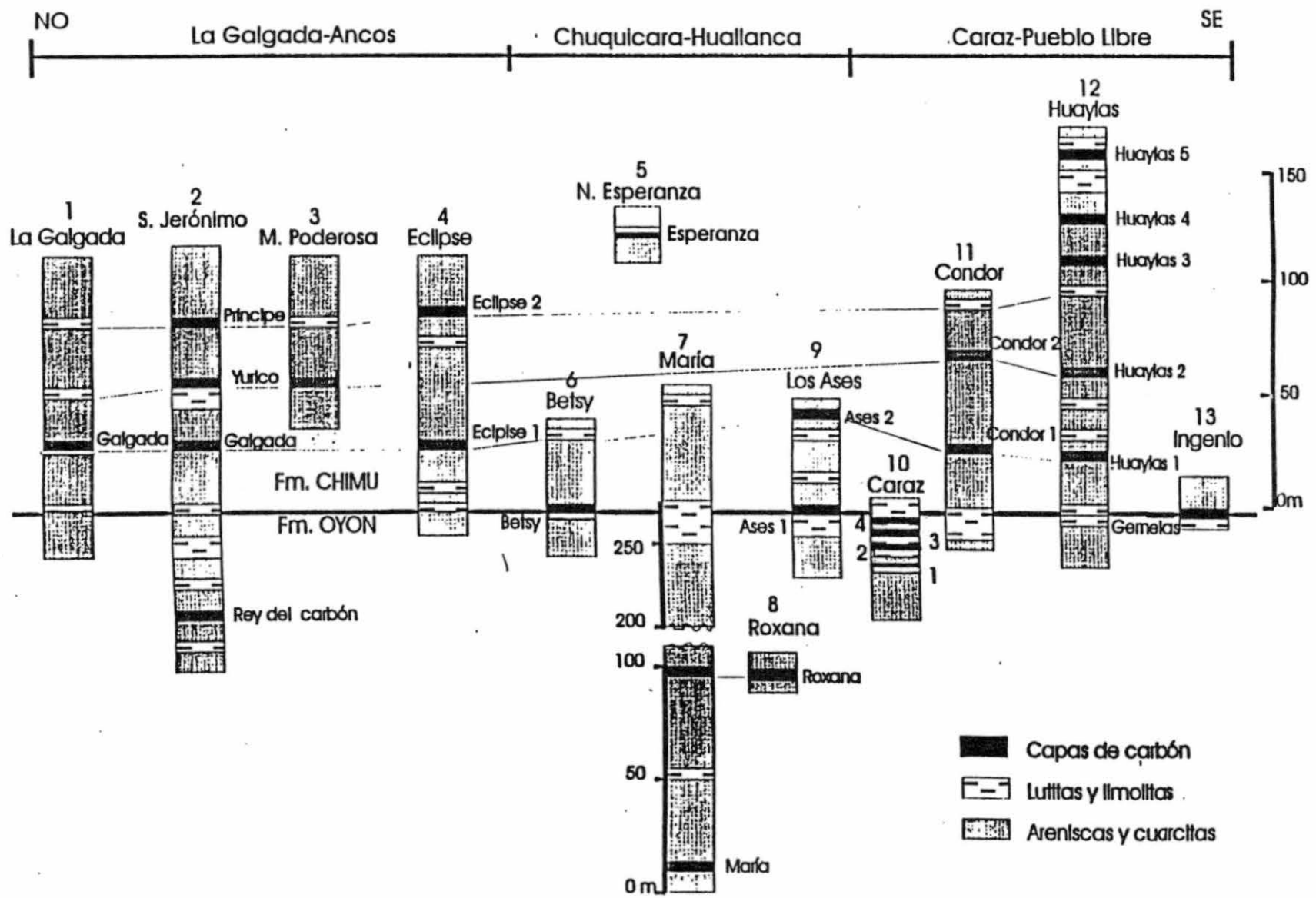
=====

energía y bajar los costos de hierro esponja. Asimismo, se demostrará que el potencial carbonífero de los yacimientos cercanos a Chimbote permitirá cubrir las necesidades ampliadas de SIDERPERÚ S.A. durante decenios, y que la calidad de la antracita podrá ser alta y el precio bajo, siempre y cuando, se escoja bien los yacimientos por explotar.

#### Antracita & Coque en el Perú (Dunin-Borkowski 1991)

El rango de los carbones peruanos depende, en gran medida de la distancia a la costa y de las condiciones locales. En las pendientes occidentales de los Andes, se presenta casi exclusivamente la antracita. La única excepción importante es el alejado de Chimbote, yacimiento de Oyón (KOPEX 1979). Dicho yacimiento es tectonicamente perturbado y difícil de explotar. Se trata de un depósito relativamente pequeño de carbón de unos 10 millones de toneladas de las cuales la mitad es metacoquificable. Este tipo de carbón puede ser usado para las mezclas de coquificación, agregándole hullas bituminosas de más alto volátil, cuyos depósitos no se encontraron en el Perú. Por las razones expuestas SIDERPERÚ no se decidió a construir una coquería.

En la pendiente oriental, hay indicios de hullas mesozoicas coquificables que hasta la fecha no han sido evaluadas. El elevado rango de los carbones mesozoicos peruanos se debe al magmatismo que fue especialmente intenso en el borde continental, donde se emplazó y emanó calor, el Batolito de la Costa. En el departamento de Ancash y las áreas aledañas se emplazó en las áreas más alejadas de la costa, el Batolito de



INTENTO DE CORRELACIONAR LOS MANTOS DEL CARBON EN BAJO SANTA  
 (Por. R. CARRASCAL, 1997 — ADAPTADO DE INGEMMET, 1992)

la Cordillera Blanca que elevó el rango en los yacimientos carboníferos aledaños. Por esto en la sierra de Chimbote, incluyendo todo Bajo Santa, se presentan sólo las antracitas. En la parte este de dicha cuenca y particularmente en los Departamentos de Cajamarca y Lima, donde el magmatismo fue menos intenso, se presentan los carbones bituminosos. Tales carbones probablemente predominan en las cuencas de Cajamarca Norte, Amazonas, y de Goyllar. Actualmente el acceso a los yacimientos carboníferos del norte de Cajamarca y Amazonas a mejorado considerablemente con la construcción de la carretera a lo largo del caroducto y los depósitos carbóníferos a su largo merecen una revisión por SIDERPERÚ S.A.

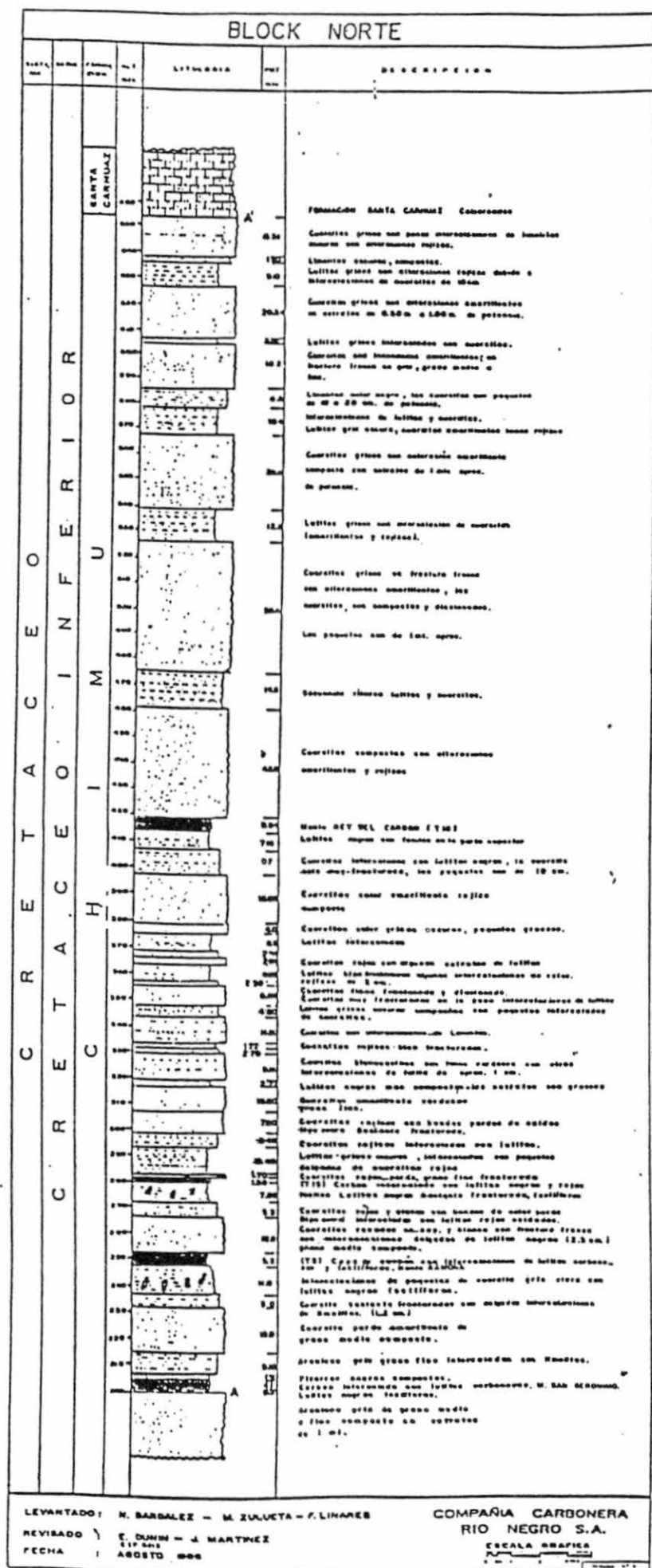
Aún en el caso que se logre encontrar importantes yacimientos de hullas bituminosas coquificables, éstos podrán suministrar el carbón a un plazo mucho mayor que los de antracita, siendo, por ende, el costo del transporte muy elevado. Por lo contrario, el empleo de la antracita traerá inmediatamente ganancias; la mejora de su calidad y su mayor suministro podrá desarrollarse paralelamente con la expansión de su uso en la siderúrgica.

#### GEOLOGÍA Y PROSPECCIÓN DE ANTRACITA

##### La antracita de la Cordillera Occidental (Dunin-Borkowski)

Los más importantes yacimientos de antracita en el Perú se encuentran en el sector de la Cordillera Occidental entre los departamentos de Lima y Cajamarca. Durante la transición del Jurásico al Cretáceo, el lugar donde actualmente se levanta esta cordillera, ocupaba una extensa y mal drenada

# COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA FORMACION CHIMU EN LA MINA RIO NEGRO (REY DEL CARBON)



LEVANTADO: N. BARRALEZ - M. ZULUETA - F. LINARES  
 REVISADO: E. DUNN - J. MARTINEZ  
 FECHA: 1 AGOSTO 1958

COMPAÑIA CARBONERA  
 RIO NEGRO S.A.  
 ESCALA GRAFICA



depresión o cuenca, que fue cubierta repetidas veces y al parecer, en toda su extensión, por pantanosos bosques. La preservación de la materia orgánica en los pantanos fue generalizada y sus acumulaciones se convirtieron en yacimientos carboníferos. Como los sedimentos depositados en la cuenca tuvieron la misma historia geológica en toda su extensión los yacimientos carboníferos son también similares. El carbón se encuentra en las formaciones Oyón, Chimú y Farrat, dando las dos primeras el nombre a la cuenca.

Casi toda antracita que utiliza la siderúrgica de Chimbote, proviene de una faja de unos 15 kms de ancho y 200 kms de largo con afloramientos de las formaciones Oyón y Chimú. Esta faja que denominaremos principal, se extiende a lo largo del borde occidental de la mencionada cuenca, desde el Callejón de Huaylas hasta los límites del departamento de Cajamarca.

#### Geología de depósitos de antracita en la Cordillera Occidental

La antracita de la Cordillera Occidental se presenta en grupos de mantos que tienen el rumbo paralelo al regional y normalmente, buzamientos verticales o subverticales. Dichos mantos están intercalados con estratos de pizarras (o lutitas). En la formación Oyón, además del carbón y de las pizarras, se presentan limolitas y areniscas finas interestratificadas. En la formación Chimú, los paquetes de pizarras con carbón se presentan entre poderosos bancos de cuarcitas o areniscas que a veces, los logran proteger de la perturbación tectónica generalizada. Las series sedimentarias con carbón tienen espesores entre una y varias centenas de

# UBICACION DE LOS PROSPECTOS DE ANTRACITA

Escala 1:1'000,000

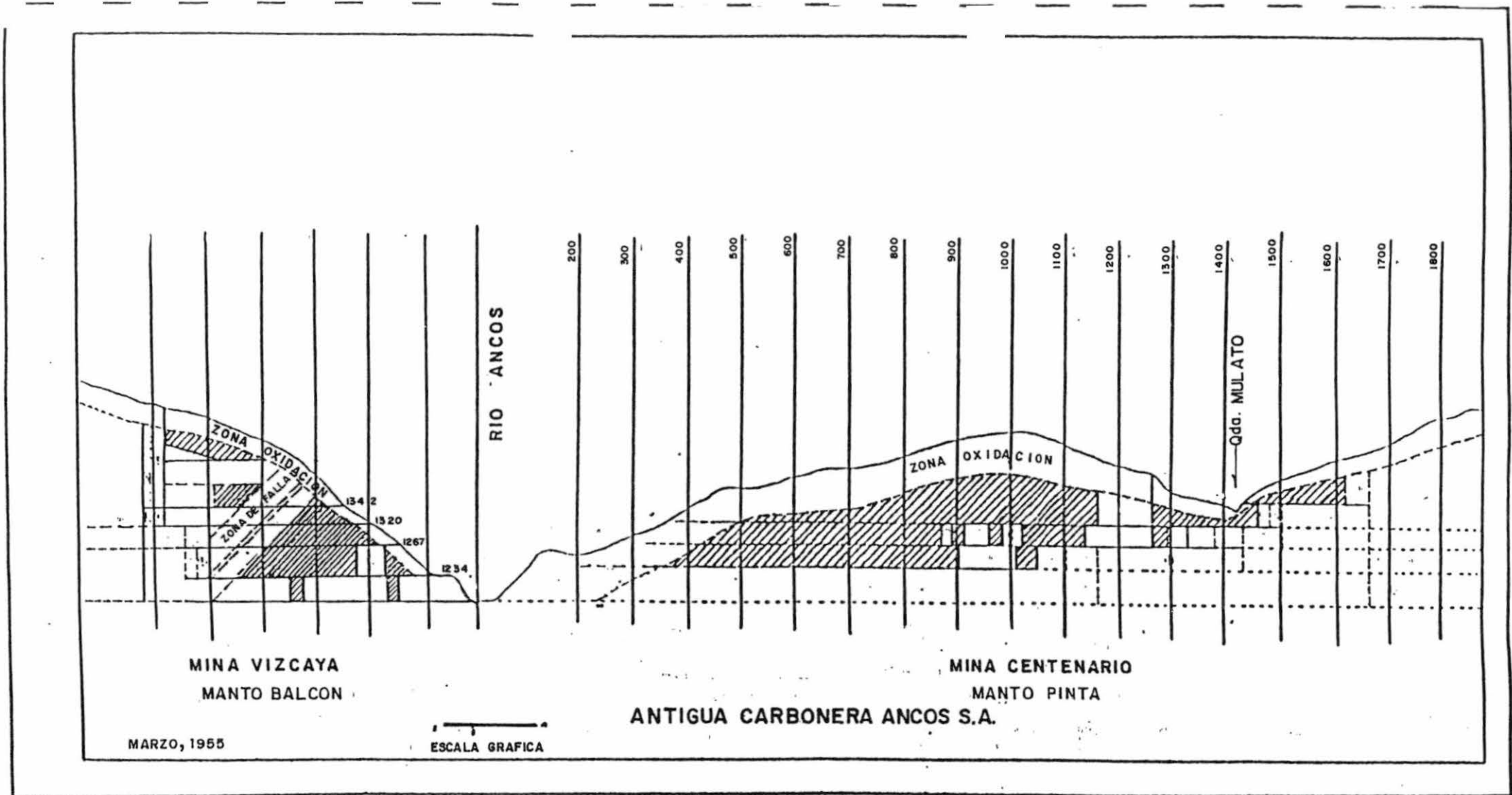


metros, y una extensión regional.

#### Ubicación y características de los prospectos de antracita

La antracita de las pendientes occidentales de los Andes se explota preferentemente en los valles o quebradas con carreteras o trochas carrozables, en el lugar donde éstas cruzan a las series carboníferas. En el fondo de estos valles o quebradas, afloran normalmente varios mantos carboníferos de los cuales uno o pocos son explotables. El ancho mínimo del manto explotable varía de un yacimiento a otro siendo de preferencia mayor a un metro. Más es de señalar que existen muchos mantos con espesores mayores a dos metros como los "4" y "5" en Alto Chicama superando algunos 5 mt (Shela) o 10 metros (Esther-Eclipse). Las labores mineras más importantes comienzan en el fondo de los valles por los cuales, pasa un camino carrozable. Los mineros artesanales explotan frecuentemente la antracita de los afloramientos situados encima de la carretera y cuando es necesario, la bajan por carboconductos hechos de viejos cilindros.

Las labores subterráneas siguen normalmente sobre el carbón y por ello son poco estables, alcanzando sólo excepcionalmente, longitudes mayores a pocos cientos de metros. La determinación de continuidad de los mantos por distancias mayores, es difícil aún cuando existen afloramientos y cateos en las laderas de los cerros; la correlación de afloramientos aislados, muchas veces, resulta dudosa. Esto dificulta el reconocimiento de los depósitos carboníferos y su ubicación.



SECCION LONGITUDINAL DEL MANTO BALCON - PINTA EN COCABAL

### Oxidación de la antracita expuesta a la intemperie

La antracita, cuando está expuesta por mucho tiempo a la intemperie, se oxida, disminuyendo así su parte combustible y poder calorífico y aumentando en cenizas. Este fue el caso de la antracita en las canchas de la mina La Galgada que se pretendió vender después de unos 30 años de exposición a la intemperie. Lo mismo ocurre en los afloramientos. La oxidación del carbón avanza paralelamente con la alteración de las rocas encajonantes, lo cual es especialmente pronunciado en zonas donde hay poca erosión. La antracita no oxidada se puede encontrar en los lugares abruptos con erosión fresca o en los fondos de los valles. Cuando la antracita se oxida completamente, en el lugar de sus mantos, se forman zanjas que se rellenan con cenizas, pizarras y material detrítico. En otros casos, las rocas encajonantes se cierran. Esto se observa muy bien en las paredes de los cañones abruptos, como por ejemplo, el de Molinete (prospecto Santa Julia) en el distrito de Macate, donde los mantos bien expuestos en el fondo se estrangulan hacia arriba y no logran aflorar fuera del corte reciente. Similar estrangulamiento se observa en el manto Balcón-Pinta de la mina Cocabal, que tiene dos metros de potencia al nivel del fondo de la quebrada Ancos pero no logra aflorar 250 metros más arriba en las pendientes del Cerro Vizcaya. La oxidación, además de reducir el poder calorífico de la antracita, introduce materias volátiles "falsas", como por ejemplo, carbonatos, sulfatos e hidróxidos, que durante el análisis inmediato se comportan como las "verdaderas" pero que no aportan al poder calorífico del carbón. En las minas que se

explotaban para la exportación, no se extraía el carbón de menos de 10 a 30 metros de la superficie por ser parcialmente oxidado. En los prospectos menores, las labores mineras no pasan generalmente esa profundidad y los análisis del carbón de labores más someras, tienen un valor limitado.

#### Sugerencias para la prospección de antracita

De la observación de las labores mineras antes detalladas, se puede deducir varias sugerencias para la prospección futura. El contacto entre la formación Chimú y Oyón es muy propicio para la búsqueda de carbón, y se extiende a lo largo de toda la Cordillera Occidental siendo fácil su identificación por la litología. Las series sedimentarias con intercalaciones finas de lutitas y cuarcitas, incluyen muchas veces, mantos carboníferos. El número de mantos mayores en la cuenca carbonífera Chimú-Oyón parece estar entre 8 y 12. Los mantos carboníferos de la formación Chimú son menos perturbados tectónicamente, más uniformes y fáciles de explotar que los de la formación Oyón. La perturbación tectónica y los intrusivos interrumpen la continuidad de los depósitos de antracita. Las fallas y diques ígneos se colocan de preferencia en los mantos. Debido a la perturbación, la granulometría se reduce y el carbón se mezcla con fragmentos de lutitas encajonantes. Los flancos de los pliegues son menos perturbados que sus charnelas. En las cúspides de los anticlinales se forman, a veces, bolsonadas de cisco en forma de media luna, muy apreciadas por los pequeños mineros, pero sin interés para las explotaciones mayores. Las soluciones

Producción Histórica y Reservas de Antracita de la Cuenca del Río Santa

Nombre / Año	Producción en toneladas métricas por año											Reservas en TM.				
	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	Suma	Probada	Probable	Totales
Ferrol 6000											3300		3300	29640	19750	49390
Cía Ciudad de Caraz	324	350	340	290	300	400	430	370	295	579	453	757	4888	3112	2113	5225
Cía Carbonífera Caraz	3750	3200	3350	3200	4200	4200	4172	2160	1607	951	716	1042	32548	2137	2138	4275
Carbonífera Fray Martín 1				15	12	14	50	120	173		45	38	467	1041	1041	2082
U.E.A. Mano Poderosa 2			50	52	46	103	268	350	1105	3250	1300		6524	6237	7155	13392
Roxana A.U.V.					134	120	450	644	803				2151	46140	46140	92280
Roxana A.U.V. 2									3376				3376	3000	2650	5650
C. Carbonífera Río Negro		180	1500	826		13562	26065	25251	14843	20325	8775		111327	2457000	3273600	5730600
U.E.A. La Galgada	30000	4000	14000	14000	13500	13500	6750	6750	6000	3500	3500		115500	56050	121500	177550
Carbonera Siempre Viva												1075	1075	12495	12000	24495
Carbonera Mañuco 1												116	116	399	1218	1617
U.E.A. La Limeña	2400	2400	6000	2100		5775	1500	2000	3000	2000	1600		28775	177300	133600	310900
Cía Mano Poderosa	120		250	255	260	300	230	35					1450	2100	1440	3540
Mina Virgen de la Puerta									552	2732	4553	400	8237			
Cía Carbonera Eclipse	205	350	360	380	370	400	4000	1500	2400	2600	3400	180	16145	15361	15350	30711
Cía del Carbón W.G.C.						12	500	450	394	105			1461		1390	1390
Carbonera Esther A.C.									460	192	138	140	930	1880	1000	2880
Carbonera Huaylas A.C.	146	112	100	250	205	418	396	682	1460	531	171	210	4681	1468	1120	2588
Carbonera María V.S.								1575	2123	2068	7100		12866	30034	13560	43594
<b>Producción Anual</b>	<b>36945</b>	<b>10592</b>	<b>25950</b>	<b>21368</b>	<b>19027</b>	<b>38804</b>	<b>44811</b>	<b>41887</b>	<b>38591</b>	<b>38833</b>	<b>35051</b>	<b>3958</b>	<b>355817</b>	<b>2845394</b>	<b>3656765</b>	<b>6502159</b>

	1974	1975	1976	1977	1978
Producción anual anterior de Cía. Carbonífera Caraz	5456	4122	5102	3806	3902

Fuente de Información: Dir. Fiscalización Minera  
Dir. General de Minería-Huaraz

hidrotermales, provenientes de los intrusivos, introducen pirita y trazas de elementos metálicos. Dichas soluciones introdujeron en Callacuyan azufre nativo que no se pueden eliminar por métodos ordinarios de beneficio.

## MINERÍA, TRANSPORTE Y OFERTA DE LA ANTRACITA

### Oferta de la antracita

En la Cordillera Occidental se explota la antracita desde hace por lo menos, un siglo. La explotación es intermitente, cerrándose las minas cuando no hay mercado y abriéndose nuevas cuando aparecen los compradores. Las operaciones mineras son actualmente, pequeñas, alcanzando sólo algunas, una producción mayor de 30 toneladas al día. En la década pasada, hubo unas dos o tres minas que producían por cortos períodos unas 100 toneladas de carbón al día, pero actualmente están paralizadas. La explotación actual de antracita es artesanal o semiartesanal y frecuentemente informal. El carbón extraído es heterogéneo y como no existen plantas de beneficio, sucio y mal calibrado. Algunos mineros, respondiendo a la demanda, clasifican la antracita por tamaños y existe una mina (La Victoria) donde se la lava en canaletas.

Una de las características constantes de la minería de antracita, es la rápida reacción frente a los cambios de la demanda. Las compras de SIDERPERÚ influyen fuertemente sobre dicha oferta. En el año 1985 cuando SIDERPERÚ compraba a buen precio, sin preocuparse de la calidad, el suministro de antracita aumentó de 8,000 TM en enero a 16,000 TM en



setiembre, alcanzando en todo el año 95, 600 TM. La calidad de la antracita era, sin embargo, deficiente. Al año siguiente cuando SIDERPERÚ dejó de comprar la antracita, muchas operaciones mineras pequeñas cerraron, y otras redujeron su personal. La producción actual de antracita en el área que abastecía tradicionalmente a la siderúrgica de Chimbote es de unas 6000 toneladas mensuales y proviene de varias operaciones mineras, en parte informales.

Durante este siglo hubo sólo un breve período cuando operaban carboneras relativamente grandes y tecnificadas. Esto ocurrió a causa de la segunda guerra mundial, cuando se abrió el mercado argentino.

#### Minería de antracita para la exportación (Bennett 1957)

En los años 1943 a 1957 operaban en la cuenca del Río Santa, a menos de 120 km de Chimbote, tres minas mayores de carbón que durante su existencia extrajeron unas 1,200,000 TM R.O.M. (sin lavar) de antracita, de las cuales se obtuvo 650,000 toneladas de concentrados. Dos de las minas mencionadas estaban ubicadas en La Galgada y Cocabaldistrito de Tauca mientras que la tercera denominada La Limeña se encontraba en el valle del Río Santa. Las dos carboneras en el distrito de Tauca tenían plantas de lavado cerca de sus bocaminas, mientras que la La Limeña, trataba su antracita en la planta del Banco Minero del Perú de Chimbote. La antracita producida se vendía al extranjero ya que no podía competir en el mercado nacional con el petróleo subvencionado por el Gobierno. Esta dependencia del mercado alejado creado por una

=====

Cuadro  
EXPLORACIÓN INDUSTRIAL DEL CARBÓN EN LOS AÑOS 1943 Y 1957  
(Según E. Bennett; 1957)

-----

	La Galgada	Cocabal	La Limeña	Total		
Año del inicio de operaciones mayores	1943	1943	1943			
<u>Producción</u>						
Carbón extraído (R.O.M) hasta la fecha en TM.	470,127	440,826	295,202	1,206,153		
Equivalente en carbón limpio en TM.	250,000	242,000	148,000	640,000		
Año de la producción máxima:	(1946)	(1946)	(1954)			
Carbón lavado equivalente en TM	31,571	37,128	33,808	102,507		
Producción en 1954-Carbón lavado equivalente en TM	25,221	26,082	33,808	85,111		
Producción en 1955-Carbón lavado equivalente en TM	5,765	3,062	----			
Producción en 1956-Carbón lavado equivalente en TM	10,000	500	----			
<u>Capacidad Productiva</u>						
Carbón extraído por día en TM	250	250	400	900		
Recuperación en años anteriores	52.5%	54.5%	50.0%			
Recuperación en el año 1957 (estimada)	60%	60%	50.0%			
Equivalente de carbón limpio por día en TM	150	150	200	500		
Capacidad anual trabajando 250 días	37,500	37,500	50,000	125,000		
Capacidad potencial con mejoras menores y un año de preparación:						
Equivalente de carbón limpio por día en TM	300	300	300	900		
Equivalente de carbón limpio por año en TM	75,000	75,000	75,000	225,000		
Numero de trabajadores con producción normal	300	300	300			
<u>Reservas</u>						
Reservas R.O.M. probadas recuperables en TM	890,000	604,000	507,000	2,001,000		
Equivalente de carbón limpio por año en TM	534,000	362,400	253,600	1,149,900		
<u>Composición Promedio del Carbón (Base húmeda)</u>						
	La Galgada		Cocabal		La Limeña	
	R.O.M.	Lavado	R.O.M.	Lavado	R.O.M.	Lavado
Humedad	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Materia Volátil	4%	4%	4%	4%	6%	6%
Carbón Fijo	60%	81%	60%	81%	55%	77%
Ceniza	32%	10.5%	32%	10.5%	35%	12.5%
Azufre	0.8%	0.7%	0.8%	0.7%	0.5%	0.4%
BTU/Lb	7880	12000	7880	12000	7050	11500

=====

situación política especial ha causado serias problemas a las carboneras y fue la causa de su fracaso definitivo. La producción era intermitente y aún en las épocas de la explotación más intensa, no llegó aprovechar totalmente, la capacidad productiva instalada en las tres minas, que ascendía a unas 900 TM diarias de antracita R.O.M. (sin lavar). La cantidad de antracita producida por tarea era muy baja y sólo en casos excepcionales y se limitaba normalmente a pocos cientos de toneladas.

Sobre el funcionamiento de las tres minas explotadas existe una abundante información que podría actualizarse y extrapolar a los yacimientos similares. Dicha información fue preparada por empresas que trabajaron en las minas y profesionales que las visitaron. Los informes respectivos fueron recopilados por el Banco Minero del Perú que financiaba las operaciones y se encuentran actualmente en los archivos de INGEMMET. Dicho banco contrató varios expertos extranjeros para solucionar los problemas de la minería de la región, cuyos informes todavía existen.

Cuando la Argentina dejó de comprar la antracita peruana, las tres minas cerraron, dejando inexplotadas unas 2,000,000 TM de reservas probadas y recuperables de antracita.

#### Estimación del potencial

La amplia distribución de mantos de antracita en la Cordillera Occidental, sugiere la existencia de un gran potencial que no se ha evaluado. Los pequeños mineros como tienen carbón de sobra para sus necesidades, se interesan

**Cuadro  
Características de las Antracitas Explotadas**

Antracita extraída y tratada—según Banco Minero del Perú-1957)						
Anál. Inmediato	La Galgada		Cocabal		La Limeña	
	ROM	Lavado	ROM	Lavado	ROM	Lavado
Humedad	4.4%	4.6%	3.8%	4.2%	4.4%	4.8%
Base Seca:						
Materia Volátil	4.0%	4.4%	4.3%	3.2%	6.4%	6.5%
Carbón Fijo	66.4%	85.3%	65.6%	85.2%	69.5%	80.9%
Ceniza	29.6%	10.7%	30.1%	10.6%	32.1%	12.6%
Azufre	0.8%	0.9%	0.7%	0.8%	0.6%	0.5%
BTU/Lb		12,685		12,900		12,463
Kcal/kg		7,044		7,166		6,980
Análisis Elemental						
H	-	-	-	1.9%	0.7%	1.5%
C	-	-	-	78.4%	64.0%	78.1%
N	-	-	-		0.3%	
O	-	-	-		2.7%	
(N+O)	-	-	-	(8.5%)	(3.0%)	(9.1%)
S	-	-	-	0.7%	0.6%	0.3%
cenizas	-	-	-	10.5%	31.6%	11.0%
Temperatura de Fusión de Cenizas						
		La Galgada	Cocabal		La Limeña	
Inicial		1,275C	1,260C		1,220C	
Ablandamiento		1,470C	1,440C		1,350C	
Fluidez		1,500C	1,500C		1,430C	
Antracitas de las Canchas en Chimbote (Según D.E.Pearson 1981)						
Análisis inmediato	Shela		Río Negro			
Humedad	4.7%		3.7%			
Base Seca						
Materia Volátil	7.56%	(sin cenizas) (9.19%)		6.17%	(sin cenizas) (7.19%)	
Carbón Fijo	74.76%	(90.81%)		79.72%	(92.81%)	
Cenizas	17.68%			14.11%		
Análisis de Cenizas						
	La Galgada	Cocabal	La Limeña	Río Negro	Shela	
SiO <sub>2</sub>	60.7%	64.1%	53.5%	56.07%	55.59%	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29.3%	23.4%	28.7%	32.89%	34.72%	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.6%	3.7%	7.1%	2.60%	1.62%	
CaO+MgO	2.6%	1.7%	2.9%	2.22%	1.60%	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.07%	0.01%	0.02%	0.49%	0.27%	
GeO <sub>2</sub>	0.12%	0.25%	0.08%	-	-	
SO <sub>3</sub>	0.54%	0.34%	0.72%	0.82%	0.63%	
Na <sub>2</sub> O	-	-	-	0.78	0.86	
K <sub>2</sub> O	-	-	-	2.24	1.29	

poco por su potencial. Las labores subterráneas, que en la mayoría de prospectos son escasas y cortas, no han sido levantadas. Tampoco existen mapas en escala conveniente de la superficie para ubicar las reservas. Diferentes geólogos y funcionarios gubernamentales, repetidas veces, han hecho cortas visitas a los prospectos, durante los cuales, han tratado de evaluar el potencial y determinar las reservas. La estimación del potencial que se basa en interpretaciones geológicas subjetivas, discrepa considerablemente entre los diferentes informes. Las reservas con pocas excepciones no son medidas, pero estimadas y las apreciaciones de diferentes profesionales tan solo dan la idea sobre su orden de magnitud. En el Perú se utiliza excepcionalmente, el izaje lo que restringe la explotación a los mantos ubicados por encima del nivel de los valles. Por esto, sólo la parte superior de los mantos se toma en cuenta en la estimación de reservas y potencial.

#### Cubicación de reservas

En el caso de existir mapeos para poder correlacionar los afloramientos y/o mantos seguidos por las labores mineras, las reservas aumentan considerablemente y las estimaciones del potencial se vuelven más fidedignas. En Alto Chicama entre Coina y Callacuyan (minas: Los Andes, La Victoria, Julio Cesar, Tres Amigos, Callacuyan, Esperanza etc.), la consultora polaca KOPEX hizo un estudio sistemático basado en perfiles transversales a la serie carbonífera cada 500 metros, correlacionando los afloramientos y mantos en las

Cuadro			
Reservas y el Potencial Carbonífero de las Minas Abandonadas (Según SOFREMINES-Asistencia técnica de Francia)			
	Cocabal	La Galgada	Total
Informe del Año 1958			
Reservas "positivas"	6'360,000TM	6'450,000TM	12'800,000TM
Estudio del Año 1966			
Reservas probadas	1'800,000TM	2'300,000TM	4'100,000TM
Reservas probables	2'300,000TM	2'800,000TM	5'100,000TM
Subtotal	4'100,000TM	5'100,000TM	9'200,000TM
Reservas posibles	4'000,000TM	4'000,000TM	8'000,000TM
Gran Total	8'100,000TM	9'100,000TM	17'200,000TM

Cuadro			
Reservas y Potencial en cuenca del Santa (según INGEMMET 1992)			
Sector Mina o Prospecto	Probado- Probable	Posible	Potencial
Huaylas A.C.	26,850TM	1,575,000TM	
Condor	1,500TM	75,000TM	
Huaylas-Condor			12'900,000TM
Carbonera Caraz	8,400TM	40,500TM	1'400,000TM
Ingenio		5,000TM	
Fray Martin		2,000TM	
Subsector Caráz	36,750TM	1,697,500TM	14'300,000TM
Nueva Esperanza	29,650TM	780,000TM	5'800,000TM
María	36,500TM	103,500TM	10'300,000TM
La Limeña			3'700,000TM
Betsy		4,000TM	
San Judas Tadeo (Santa Julia)			7'200,000TM
Vigen de la Puerta	37,500TM	337,500TM	2'500,000TM
Los Ases		4,000TM	1'800,000TM
Subsector Huallanca	104,370TM	1,238,500TM	22'300,000TM
Río Negro	233,040TM	5,227,500TM	2'000,000TM
Mano Poderosa	13,400TM	225,000TM	1'000,000TM
La Galgada			1'200,000TM
Viscaya (Cocabal)	142,040TM	250,000TM	1'700,000TM
Centenario (Cocabal)			4'500,000TM
Esther	12,880TM	225,000TM	1'500,000TM
Eclipse	30,120TM	1'260,000TM	1'600,000TM
Subsector Tablachaca	431,480TM	7'120,000TM	13'500,000TM
Gran Total	572,600TM	10'056,000TM	50'100,000TM

labores mineras. Este estudio determinó la existencia de 10 mantos con reservas económicas probadas y probables de 28,563,000 TM por encima del nivel 2,850. Este nivel equivale al fondo del valle vecino y por encima de él no se necesita ventilación forzada ni bombeo del agua de la mina, lo que reduce los costos. De estas reservas, unas 11,000,000 TM correspondían al sector central "F" (minas Los Andes, La Victoria y Julio Cesar) que después de perforar 6 sondajes diamantinos aumentaron a más de 20,500,000 TM. Los profesionales peruanos de MINEROPERU, lograron ubicar con un levantamiento geológico superficial en el prospecto Gazuna cerca de Oyón, más de 90 millones de toneladas de antracita.

Es muy probable que realizando reconocimientos parecidos se podría llegar a resultados igualmente halagadores en otros prospectos. La longitud de los mantos se conoce recién cuando se hace un reconocimiento geológico-minero de gran extensión. Dos mantos de Alto Chicama (N#4 o principal y N#5 o Ovoide) tienen más de 21 Km de largo. En la ya mencionada mina Cocabal, las labores mineras correlacionadas con los afloramientos, lograron determinar, la continuidad del manto Pinta a lo largo de más de 4 km. Los principales mantos en las minas de La Galgada y La Limeña tienen una extensión mayor de un kilómetro.

#### Reservas y potencial de antracita según los diferentes autores

A este informe se adjunta los cuadros con estimaciones de reservas y potencial de antracita de diferentes autores.

En el cuadro N#5 preparado por P. Castillo del año 1992

**Cuadro 3. RECOPIACION DE LA INFORMACION NO VERIFICADA SOBRE PROSPECTOS DE ANTRACITA (Por. P. CASTILLO, 1992)**

YACIMIENTO	CALIDAD DE CARBON (%)						HGI	RESERVAS MM TH	CAPACIDAD INSTALADA TH/DIA	OBSERVACIONE
	H	H.U	CZ	CF	S	PC				
<b>CUENCA DEL SANTA</b>										
Ruthy	5	8	10	8	1,8	6.500	—	1,8Po	—	Falta explor
Carbon WGC	7	15	15	71	0,9	6.800	—	2.5Po	20	Paralizado
Cocabal-La Galgada	4	4	10	76	0,9	7.200	—	6,8Po	—	Paralizado
Rio Negro	4	7	13	80	0,6	7.000	43	0,75PP-5,8Po	100	S-paralizado
Eclipse	4	5	14	78	0,5	6.600	51	0,35PP-1,8Po	20	S-Paralizado
Esther	4	3	13	80	0,4	6.000	82	0,30PP-1,3Po	30	En actividad
Ferrol 6000	7	8	10	76	0,4	6.800	31	0,30PP-1,8Po	30	Paralizado
Maria VS, San Pablo	2	7	13	79	0,3	6.200	69	0,20PP-3,8Po	50	En actividad
Virgen dela Puerta	4	6	8	82	0,5	6.800	40	1,5Po	—	Falta desarr.
Los Ases	4	5	10	80	0,7	6.500	—	1,5Po	—	Falta desarr.
Flor de Adoneran	6	12	9	73	0,6	7.200	—	4,5Po	—	Falta desarr.
Huaylas	8	9	4	78	—	6.800	—	sin informac.	—	Paralizado
Caraz	4	4	7	85	0,6	7.500	—	0,1PP-2,8Po	30	En actividad
Colca	NO SE TIENE INFORMACION									
Huaripampa	NO SE TIENE INFORMACION									
Ranrahirca	8	14	12	66	0,8	6.500	—	sin informac.	—	Paralizado
<b>CUENCA DEL ALTO CHICAMA</b>										
Cupisnique	7	6	29	61	0,8	5.000	—	3.8 Po	—	Falta explor.
Cunanten	NO MUESTRADO ESCASO POTENCIAL									
Cesar II	4	3	8	85	0,5	7.000	36	0,6PP-2,8Po	50	En actividad
San Juan Bautista	3	4	11	83	0,4	6.500	45	0,81PP-0,5Po	30	En actividad
Ambara	4	4	12	78	0,6	6.500	45	0,20PP-3,8Po	30	Falta Carret.
Cerro Arenas	5	4	13	80	0,8	6.700	42	0,20PP-5,8Po	—	Pot. Limitada
Matalache	NO MUESTRADO ESCASO POTENCIAL									
San Luis	NO MUESTRADO ESCASO POTENCIAL									
Consuelo	7	5	20	67	0,6	6.800	—	1,8Po	—	Paralizado
Carbon FMB	7	6	28	59	0,5	5.500	—	0,36PP-2,00Po	—	Paralizado
Pena del Gallo	7	3	10	75	0,5	6.700	—	0,40PP-2,9Po	—	Paralizado
San Marcos RQ	3	5	9	84	0,6	7.850	37	0,20PP-2,8Po	20	En actividad
Irma 12P	8	5	9	81	0,7	6.500	—	2,8Po	—	Paralizado
Coina	8	6	10	80	0,5	6.700	40	2,8Po	—	Paralizado
La Victoria	5	4	6	87	0,7	7.500	40	2,2PP-10,8Po	50	En actividad
Tres Amigos	5	4	10	83	1,0	7.000	35	0,5PP-2,8Po	—	Paralizado
San Hilarion	3	4	12	80	1,0	6.500	37	0,2PP-1,8Po	—	Paralizado
Callacuyan	6	4	12	79	2,0	6.500	50	7,8PP-20,8Po	100	Paralizado
Gavi	4	4	13	79	0,7	6.800	39	0,3PP-3,8Po	30	Paralizado
Shella	4	4	10	80	0,5	6.500	64	0,6PP-1,8Po	50	S-Paralizado
La Poderosa	4	3	12	78	0,5	6.500	45	0,2PP-1,8Po	—	Paralizado
San M. de Porras	5	9	11	76	0,4	6.700	100	0,3PP-1,3Po	—	Falta Desarr.
Shona	5	6	8	79	0,5	6.500	—	2,8Po	—	Falta Explor.

(\*) Cuencas de Cajamarca, Alto Chicama y Santa. Laboratorios de CNPSA; H: Humedad, MU: Materia Volatil  
 CZ: cenizas, CF: Carbono Fijo, S: Azufre, PC: Poder Calorifico, HGI:Indice de Hardgrove; PP: Probado-Probable,  
 Po: Potencial



se intenta recopilar y ordenar la información disponible de diferentes fuentes sobre algunos prospectos cercanos a Chimbote.

En el año 1994, INGEMMET preparó para ELECTROPERÚ S.A., el "Estudio Geológico y Evaluación de Reservas de Carbón en la cuenca del Río Santa" para el proyecto de central Carboeléctrica de Santa. El estudio consiste principalmente en un levantamiento geológico superficial y sólo evalúa marginalmente la información minera preexistente. La cuenca se divide en tres sectores: el primero de Caraz, ubicado al sur y por encima de Cañón del Pato; el segundo de Huallanca-La Limeña, entre el Cañón del Pato y la desembocadura del río Tablachaca y el tercero de la cuenca de Tablachaca. Los dos últimos sectores reciben en este informe el nombre de Bajo Chicama y distan entre 110 y 160 km de Chimbote. Las reservas y el potencial figuran en el cuadro N#6.

Cementos Norte Pacasmayo S.A. preparó en el mismo año el "Estudio de factibilidad del uso de Carbón Nacional por C.N.P.S.A", que incluye una evaluación de las catorce minas más importantes de antracita que se explotaban en aquel entonces. Este estudio reporta 3,090,000 TM de reservas probadas, 9,936,000 TM probables y 46,650,000 TM de potencial. Dichas minas se encuentran, con excepción de la de San Martín, a menos de 305 km por carretera, de Chimbote.

El Ministerio de Energía y Minas evaluó hace algunos decenios las reservas del carbón antracítico del Bajo Santa en 1.9 millones de toneladas probadas, 47 millones probables y 15 millones posibles. Se ignora como el Ministerio llegó a estas

Cuadro

Reservas y leyes en las minas explotadas en 1992; según CNPSA

Prospecto Hard	Reservas (TM)	Humedad	Mater. Volat.	Carbón fijo	Cenizas	Poder calor.	Azu- fre
Cesar II	581,000	4.2%	3.0%	85.9%	7.2%	7,000	0.5%
San Juan B.	59,000	3.2%	3.4%	82.9%	10.5%	6,500	0.4%
Ambara	194,000	2.6%	2.7%	86.3%	8.3%	7,100	0.6%
San Marcos	130,000	2.9%	5.3%	83.4%	8.5%	7,030	0.6%
Callacuyá	7,800,000	5.9%	3.7%	78.8%	11.6%	6,500	3.0%
La Victor.	2,200,000	4.5%	3.7%	87.8%	5.9%	7.500	0.7%
Gavi	374,000	4.0%	4.0%	79.0%	13.0%	6.800	0.7%
Shela	545,000	4.0%	5.7%	86.2%	4.7%	7,600	0.5%
San Martín	256,000	4.7%	8.9%	75.5%	10.9%	6,700	0.4%
Ferrol 6000	309,000	6.5%	7.8%	75.5%	10.2%	6,200	0.4%
María V.S.	120,000	1.2%	6.6%	78.7%	13.4%	5,800	0.3%
Virgen de la Puerta	18,000	3.5	6.2	82.3	8.0	6,800	0.5%
Eclipse	140,000	3.4%	4.5%	77.7%	14.4%	6,600	0.5%
Esther	300,000	3.9%	3.2%	80.4%	12.7%	6,800	0.4%
<b>Total</b>	<b>13,026,000</b>						

Cuadro

Costo de minado (1992) y distancias a Chimbote

Mina	Costo de minado en US\$	Distancia en Kms por:			total
		C.Asfal- tada	C.Afir- mada	trocha carroz.	
Cesar II	15.09*	176	60	---	236
Sn Juan Bautista	13.93	176	60	---	236
Ambara	13.93	176	50	35	261
San Marcos R.Q.	11.61	168	99	28	295
La Victoria	10.45	168	83	30	281
Callacuyán	11.86	168	83	2	245
Shela	31.47**	168	106	25	299
Gavi	13.00	168	106	25	299
Sn Martín Porras	14-15	168	83	80	331
María V.S.	13.93	11+	108-	--	119
El Ferrol	9.89	11+	106-	10	127
Virgen de Puerta	14-15	11+	126-	--	137
Eclipse	13.93	11+	107-	5	123
Eseher	12.00	11+	107-	3	121

El costo de minado en la mina Cesar II\* se calculó más alto que en otras minas por requerir mayor uso de la mano de obra en el transporte por carretillas y en la mina Shela \*\* por incluir el transporte a Trujillo. La carretera afirmada (-) del desvío de la Panamericana al área de Bajo Santa se está asfaltando (+).

cifras pero se supone que se trata de las estimaciones de las tres carboneras que trabajaron en el área antes del 1957, las cuales que tenían el mismo orden de magnitud. En aquel entonces se conocía y a veces explotaba, varios prospectos ahora virtualmente olvidados como San Carlos, Huachumín, Mulato, etc. teniendo algunos un potencial considerable. En la mencionada evaluación del Ministerio se menciona también las reservas posibles de las zonas de Tarica, Sihuas y Conchucos y los evalúa en 80 millones.

#### Explotación de antracita

La antracita en el Perú se explota con pocas excepciones por labores subterneas adaptandose el método al yacimiento y tomando en cuenta el producto que se quiere obtener. Actualmente la antracita se explota artesanalmente: en los mantos fuertemente inclinados se extrae la antracita encima de galerías y en los echados se sigue el manto por cámaras y pilares.

La mayoría de los mantos de antracita de la Cordillera Occidental son verticales o fuertemente inclinados, lo que permite aprovechar la gravedad para evacuar el carbón y utilizar la ventilación y desague natural; esto reduce los costos de explotación pero la reduce a las partes superiores de los mantos. Mantos con tales características se explotaban en mayor escala para la exportación en las minas de La Galgada y Cocabal. En La Galgada se explotaba tres mantos con potencias 120 cms, 90 cms y 100 cms y en Cocabal el manto principal Balcón-Pinta con un espesor de 180 a 200 cms y los

mantos Niña y Rita cada uno con espesores promedios de 70 cms. La explotación parcial de estos últimos mantos era posible ya que tenían muy buenas cajas y carbón excelente.

Al principio se utilizaba en ambas minas el método Shrinkage, almacenando el carbón en el tajo explotado. Este método sólo era aplicable cuando la antracita era de buena calidad, cajas fuertes y potencias y buzamientos uniformes. La principal desventaja de este método era el desmenuzamiento de la antracita que reducía su precio menor. Más tarde se impuso el corte y relleno generalizándose en Cocabal el método de gradines invertidos. El avance de explotación con este método era lateral a lo largo de un ancho frente inclinado y dividido en gradines. Debajo de cada gradín trabajaba una pareja de obreros siendo protegida por el carbón todavía no explotado del gradín inmediato superior. La parte explotada del tajo se rellenaba con el material estéril. La principal desventaja del método fue la necesidad de utilizar mucha mano de obra. En las dos minas se extraía unos 600 kgs (R.O.M.) de antracita por tarea, cuando las minas estaban en plena operación. Este bajo rendimiento se debía indirectamente a la situación económica difícil de la compañía que no permitía implementar mejor la mina y organizar mejor el trabajo.

En las dos minas para se introdujo, brevemente antes de su cierre, el método pensilvaniano de explotación "Long Hole". Con este método se perforaban en abanico, los taladros de varios metros de largo a partir de un subnivel preparado con anticipación. Cada anillo de taladros se disparaba separadamente en retroceso y se extraía inmediatamente el

carbón arrancado. Este método que no necesitaba relleno producía mucho más carbón por tarea los anteriormente mencionados; la dilución era mayor que con los métodos anteriormente mencionados, lo que en este caso importaba poco, ya que existía planta de lavado.

En los yacimientos españoles de antracitas, que son muy parecidos a los peruanos, se arranca el carbón con rozadoras, lo que evita el empleo de explosivos que desmenuzan el carbón. El cabezal de rozadora se desplaza verticalmente cortando el carbón en el frente del tajo. Se supone que esta maquinaria podría utilizarse extosamente en el Perú.

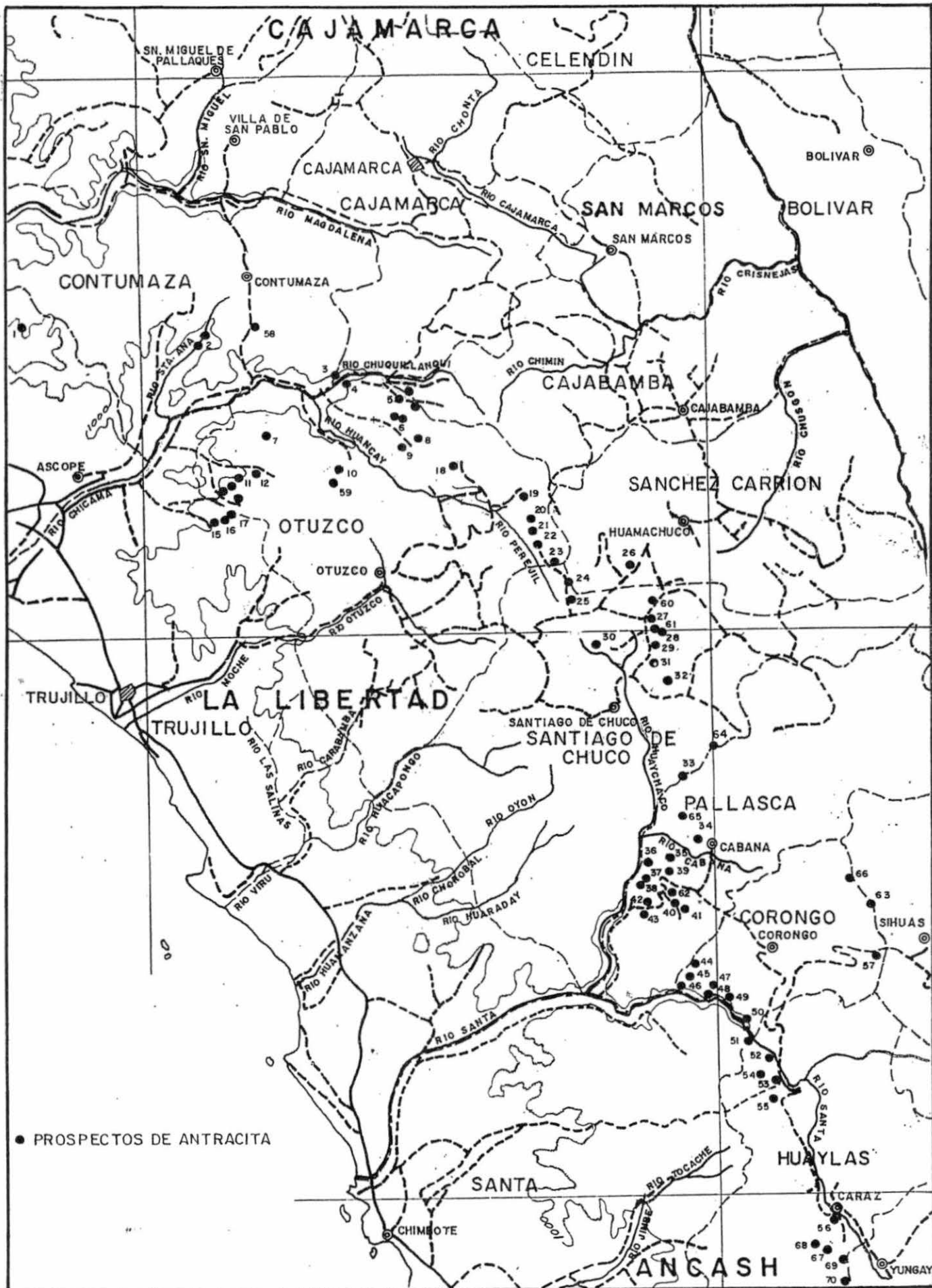
En el caso de los mantos poco inclinados con una buena caja de techo se puede utilizar el método de cámaras y pilares. Este método se empleó en la mina de La Limeña y en escala mucho menor, en la minas Cesar 11 de Baños Chimú y Virgen de La Puerta cerca de Huallanca. En la mina Shela se explotaba un manto de antracita con 6 mts de potencia a tajo abierto siguiendo su afloramiento. La producción era 100 TM/día.

#### Costo de minado

El costo de explotación según el "Estudio de Factibilidad del Uso de Carbón Nacional por C.N.P.S.A (Cemento Norte Pacasmayo S.A.)" del año 1992, estaba entre los 10 US\$/TM y 15 US\$/TM. En el cuadro N#8 están indicados los estimados del costo de minado, para los diferentes prospectos hecho por este estudio. Dichos costos además de la extacción incluyen el transporte dentro de la mina. Se estima que estos costos, no variaron mayormente en dólares norte-americanos,

# VIAS DE ACCESOS A LOS PROSPECTOS DE ANTRACITA

ESCALA: 1:1'000,000

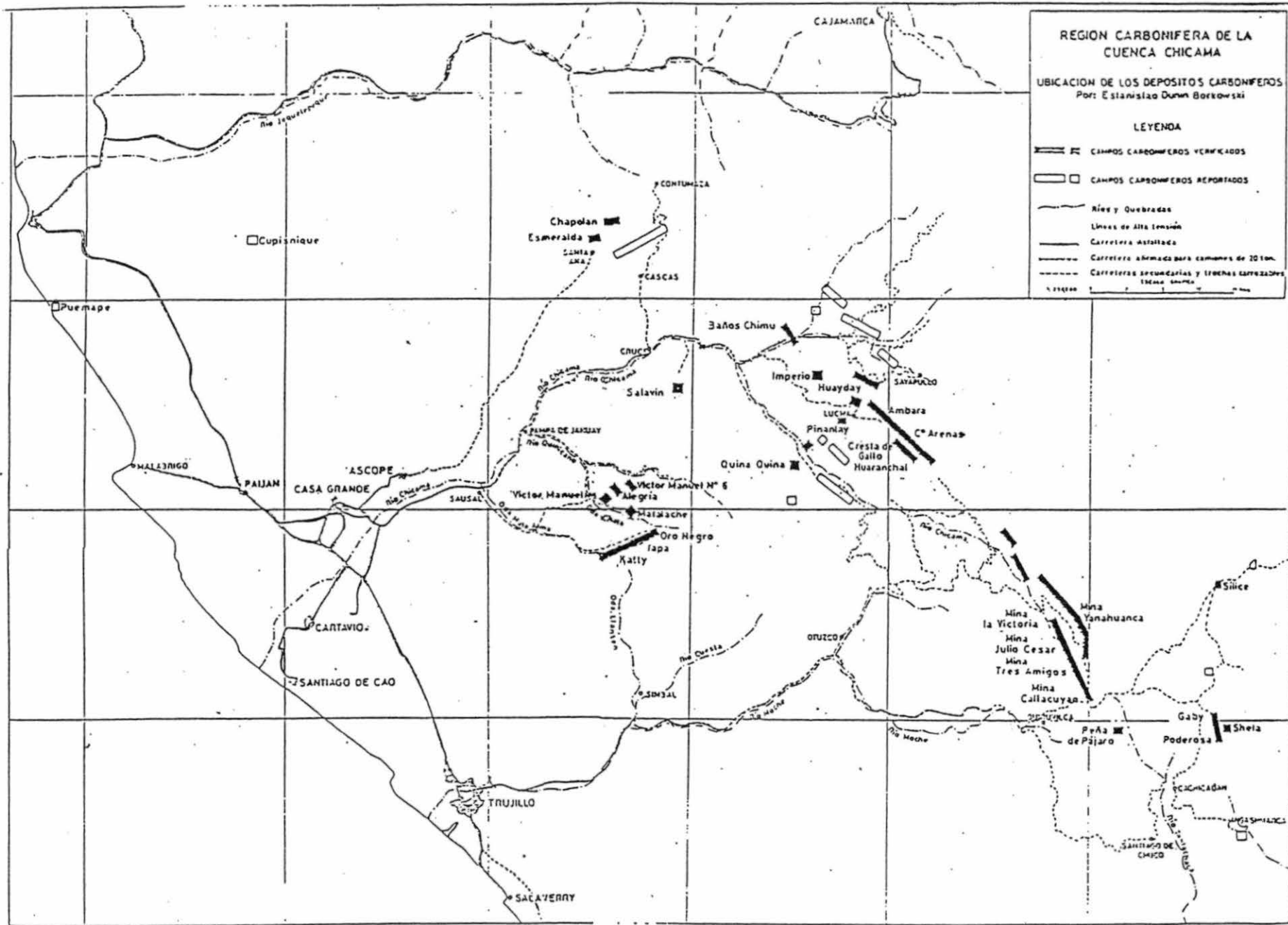


lo que pudo comprobarse en algunos casos. Estos costos podrían reducirse, aumentando el volumen, organizando mejor el trabajo y mecanizando parcialmente las minas. Se espera que con una inversión relativamente pequeña se podría aumentar los rendimientos por hombre guardia, que actualmente se encuentra cerca de 0.5 TM por tarea. Sin embargo varias de las minas, que figuran en el cuadro N#8, han cerrado y su reapertura será costosa.

#### El transporte de antracita a Chimbote

La antracita explotada en la Cordillera Occidental del Norte del Perú, se lleva a la costa por carreteras transversales a los Andes y luego por la Carretera Panamericana a los lugares de consumo, incluyendo a Chimbote. Cada una de las carreteras transversales evacua la antracita de una determinada área. Entre dichas áreas, no hay carreteras aptas para el transporte pesado. Las diferentes áreas con prospectos de antracita las denominaremos aquí: Bajo Chicama, Divisoria de Aguas, Bajo Santa y Cordillera Negra.

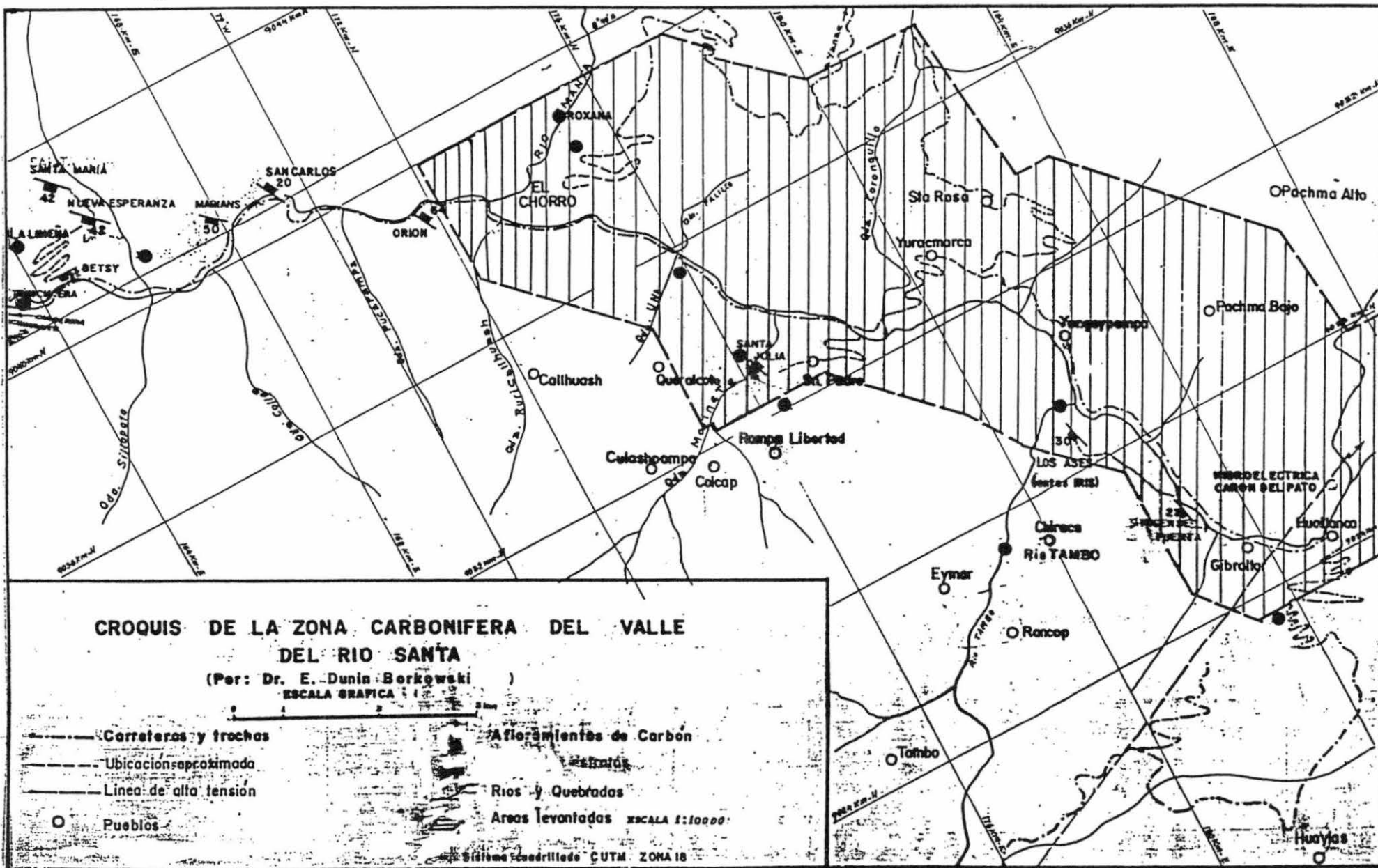
El área del Bajo Chicama incluye a los distritos de Cascas, Lucma, Marmot y Sinsicap. La distancia de los prospectos carboníferos de esta área a Chimbote está entre unos 180 a 280 km. La antracita explotada en esta área, se transporta por trochas carrozables y carreteras a Sausal y de ahí por una carretera asfaltada de 23 km, a la Panamericana, con la cual se une a 153 km de Chimbote.





El área de la Divisoria de Aguas incluye los distritos de Huaranchal, Usquil, Quiruvilca, Sanagorán, Cachicadán y otros con prospectos carboníferos menos importantes. La antracita explotada en esta área se transporta por trochas carrozables y carreteras afirmadas, distintas para los diferentes prospectos y muchas veces con contrapendientes a la carretera troncal. Esta carretera parte de Huamachuco, pasa por Yamobambita, Quesquenda, Callacuyán, Quiruvilca, Shorey, Agallpampa, desvío a Otuzco, Samne, Shirán y llega a Trujillo a 128 km de Chimbote. Sólo 37 km de esta carretera troncal, de Trujillo a Shirán, son asfaltadas siendo el resto afirmada. La distancia de los prospectos carboníferos a Chimbote, es en esta área, de 280 km a 340 km. Esta distancia podrá ser reducida construyendo un tramo de carretera entre Cachicadán y el Río Tablachaca. A pesar que la distancia en línea recta es pequeña (unos 25 km), la construcción del empalme será difícil y costoso por el desnivel de unos 2000 metros. Como alternativa queda la construcción del carbo ducto o del Cablecarril. En el área hubo un Cablecarril entre Callacuyan-Quiruvilca y Samne que funcionó por varios decenios.

El área de Bajo Santa incluye los prospectos de las provincias Pallasca y Corongo y de los distritos colindantes Macate, Yuracmarca y Huaylas, hasta el Cañón del Pato. La carretera troncal de esta área, parte de la Panamericana a unos 11 km de Chimbote, y sube 137 km a Huallanca. Dicha carretera sigue el terraplen del ferrocarril levantado después del terremoto del año 1970 y pasa al pie de las minas y prospectos, La Limeña, Ferrol 6000, Roxana, María MV,



San Judas Tadeo (Santa Julia), Virgen de la Puerta, Los Ases etc. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones está asfaltando en los últimos años esta carretera que antes era sólo afirmada. A partir de Chuquicara, a unos 67 km del desvío de la Panamericana, parte de la carretera troncal, un ramal que sube por Quiroz, Cocabal y Ancos, a Tauca y Cabana y que en el año pasado fue afirmada. Dicho ramal pasa cerca de las minas abandonadas de La Galgada, Río Negro, Esther, Eclipse etc.

Los prospectos carbóníferos del área de la Cordillera Negra, distan de Chimbote en unos 160 km por carreteras y trochas carrozables que no pueden ser usadas por el transporte pesado. Para traer la antracita de estos yacimientos, se necesita habilitar las carreteras sin afirmar y trochas carrozables que pasan por Lacramarca y Moro. Como alternativa queda la construcción de una variante para la carretera que pasa por el Cañón del Pato.

El costo del transporte podrá reducirse habilitando las vías para camiones más grandes. Esto es particularmente válido para las trochas que unen las minas con carreteras mayores.

En el pasado se transportaba el carbón por Cablecarril. También existían proyectos de llevarlo por carboductos, siendo crítica, la protección de la tubería contra los derrumbes.

#### Potencial y posible expansión de producción de antracita

Las áreas prospectivamente interesantes para la búsqueda de antracita, son en la Cordillera Occidental muy extensas y

**LEYENDA**

Q-al	CUATERNARIO Aluvial	Dacita
Q-col	Coluvial	Riolita
T-gd	Sub-Volcánico	Granodiorita
T-gd	Grupo Calipuy Superior	Tonalita
T-gd	Inferior	Gabra
Ki-sa	Formación Huaylas	
Ki-ch	Formación Carhuaz	
Ki-o	Formación Santa	
Ki-ca	Formación Chimú	
Ki-o	Formación Oyón	
Ki-ch	Formación Chicama	



**SIMBOLOGIA**

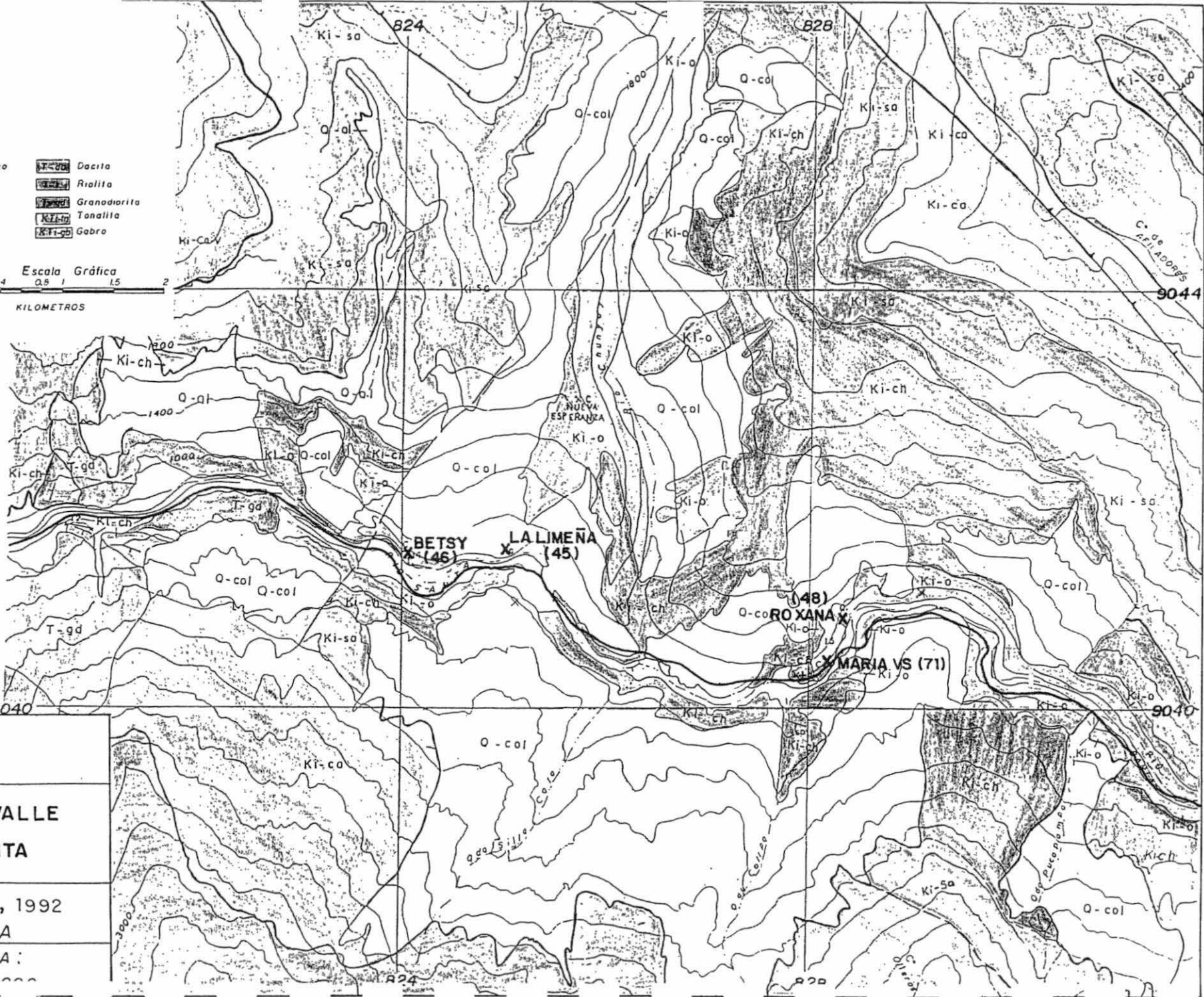
- xc Mina de carbón
- ~ Falla inversa
- ~ Rumbo y buzamiento suave
- ~ Eje sinclinal
- ~ Falla
- ~ Eje de anticlinal
- ~ Contacto observado
- ~ Escarpa de deslizamiento



**GEOLOGIA DEL VALLE DEL RIO SANTA**

SEGUN : INGEMMET, 1992  
 DIBUJO : E. CASILLA

FECHA : DICIEMBRE 1997  
 ESCALA : 1:50,000



entre ellas hay que escoger las que contienen yacimientos de especial interés para SIDERPERÚ S.A. El área del Bajo Santa incluye tales yacimientos. El potencial carbonífero estimado del área es, según Cementos Norte Pacasmayo, de 7,450,000 TM y según INGEMMET, 29,420.000 TM que permitiría cubrir las necesidades de SIDERPERÚ S.A durante varias décadas, aún en el caso de decuplicarse la demanda. Las reservas de esta área, evaluadas por C.N.P.S.A (887,000TM) e INGEMMET (536,000), aseguran el funcionamiento de la planta de reducción directa y gasógeno en Chimbote durante, por lo menos, tres años. Este período será suficiente para desarrollar otros yacimientos. Desafortunadamente las minas abandonadas se derrumbaron y sus reservas quedaron inaccesibles. Esto ocurrió con los 2 millones de toneladas probadas de antracita en las minas La Galgada, Cocabal y La Limeña (ver cuadro N#4). Esto significa que sólo Bajo Santa tiene, en teoría, suficiente antracita para abastecer la siderúrgica de Chimbote. Los yacimientos de Bajo Santa tienen un interés especial por estar cerca a la siderúrgica, y disponer de vías aptas para el transporte pesado, como también de levantamientos geológicos y topográficos a gran escala. Muchos de estos yacimientos fueron explotados existiendo abundante información sobre dichas operaciones como también sobre la antracita misma incluyendo mapas de las labores mineras, datos sobre explotación y beneficio, proyectos de mejoras y de expansión, etc. En el caso de presentarse dificultades con el suministro de la antracita de Bajo Santa, existe la posibilidad de recurrir a las áreas más alejadas.

### Legislación referente a los derechos mineros y sus cambios

Casi todas las áreas que podrían abastecer la antracita para SIDERPERÚ, están controladas por las personas o entidades que las solicitaron al Estado. El Estado que es el propietario de todos los recursos sólidos del subsuelo, otorga el derecho exclusivo de explotarlo en una determinada área obligando al beneficiario de cumplir determinadas condiciones. El derecho minero así generado puede ser vendido a terceros. En el caso de no cumplir los beneficiarios con sus obligaciones el derecho minero revierte al Estado.

Los detalles referentes a la adquisición de los derechos mineros han cambiado en los últimos años; sin embargo esto no afecta a los derechos mineros anteriormente adquiridos. De esta manera coexisten derechos mineros que se rigen por leyes distintas.

Según las leyes anteriores, el solicitante de un derecho minero, presentaba un denuncia rectangular con una extensión de una a mil hectareas y con cualquier orientación de los lados. Los denuncios eran derechos mineros provisionales y se convertían en concesiones o derechos definitivos cuando su beneficiario (o titular) ha cumplido con ciertos requisitos. La ubicación de los denuncios se refería a los rasgos topográficos locales (por ejemplo cerros); como cada denuncia se ubicaba independientemente las sobreposiciones eran frecuentes.

Actualmente en vez de denuncios se presenta petitorios ubicadas con respecto a la red universal transversal de Mercator. Utilizando esta red se dividió el territorio

nacional en cuadrículas cuadráticas de 1Km por 1Km o 100 ha de extensión siendo sus lados orientados del N al S y del E al W. El petitorio puede ocupar una a diez cuadrículas perfectamente orientadas o tener una extensión de 100 a 1000 ha. Los petitorios igualmente como los denuncios pueden convertirse en concesiones.

Con la nueva ley no puede haber sobreposiciones. Sin embargo existen numerosos derechos mineros anteriores, que son prioritarios por ser más antiguos. Dichos derechos se ubicó enlazando sus hitos con las coordenadas UTM (DL 807) y/o aceptando las coordenadas presentadas en los declaraciones juradas de sus titulares. Los derechos mineros derivados de denuncios, son los que contienen antracita en las áreas carboníferas y a partir de ellos debería comenzar la exploración y la preparación de las minas. Todavía existen varios denuncios en trámite que todavía no llegaron a convertirse en concesiones y que pierden su prioridad cuando se convierten en concesiones los derechos sobrepuestos. Los derechos mineros otorgados de acuerdo con las leyes antiguas cuando caducan, ya no salen de libre disposición en su forma original.

El Registro Público de Minería ha preparado para el territorio nacional los planos catastrales y pre-catastrales de los derechos mineros. En los planos catastrales figuran las concesiones derivadas de denuncios o de petitorios con ubicación aceptada por el registro. Cuando tal aceptación falta se los ubica junto con los denuncios y petitorios en trámite en el plano pre-catastral.

### Derechos mineros que controlan las áreas carboníferas

Casi todos los denuncios y la mayoría de los petitorios que cubren los afloramientos de las formaciones Oyón y Chimú fueron hechos por su contenido de antracita. Los pequeños mineros se interesaban principalmente por su explotación de antracita y presentaban denuncios muy pequeños. Con el objetivo de desarrollar la minería del carbón en gran escala, el Estado adjudicó a sus empresas enormes derechos especiales. Así recibió MINEROPERÚ Alto Chicama y otras áreas carboníferas que ahora está privatizando. El valor de los derechos especiales es limitado ya que se respetó los denuncios y concesiones anteriormente adquiridos, que contienen las reservas más accesibles y seguras. Hubo también personas y empresas y particulares que solicitaron áreas carboníferas, con la esperanza de poder utilizar la antracita para los proyectos futuros como por ejemplo Inti Watt, Cementos Norte Pacasmayo S.A., Marsano Porras A.T. etc. El más prominente entre ellos fue Remigio Gonzales, quien logró acaparar en un determinado momento más de 50,000 ha. La sucesión de Remigio Gonzales administra Washington Landa quien intentó con Cía Minera Buena rehabilitar la minería en distrito de Tauca. El cambio de la legislación referente a los derechos mineros ha incentivado a algunas personas sobreponerse con sus petitorios a los más promisoros denuncios, con la esperanza de obtener sus depósitos cuando estos van a caducar. Ultimamente con la fiebre de oro, varias empresas han cubierto con sus petitorios áreas carboníferas que pueden en algunos casos



=====

**Cuadro**  
**Pruebas de Lavado del Carbón (según Bennett 1957)**  
(Análisis inmediato en el cuadro #2)

-----

Método Gravimétrico

Fracción	9/16-3/16		9/16-5/16		8/16-3/16	
	La Galgada		Cocabal		La Limeña	
Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	%peso	%cenizas	%peso	%cenizas	%peso	%cenizas
-160	40.6%	5.2%	--	--	0.5%	3.9%
160-170	34.6%	10.2%	58.6%	7.4%	13.3%	8.0%
170-180	4.7%	23.5%	35.1%	11.4%	35.4%	14.7%
180-190	7.7%	31.7%	1.8%	25.6%	11.5%	23.1%
190-200	3.1%	41.1%	0.7%	35.5%	8.4%	35.4%
200-210	2.5%	50.6%	0.8%	44.7%	13.9%	53.5%
+210	6.8%	71.7%	3.0%	66.4%	17.0%	75.5%
Promedio	16.6%		11.4%		32.1%	

Método de Flotación

	La Galgada*	Cocabal	La Limeña+
Cenizas en la cabeza	26.9%	16,5%	22.3%
Cenizas en el concentrado	10.5%	10.1%	12.7%
Cenizas en el relave	58.6%	61.3%	53.8%
Recuperación de la cabeza	68.5%	84.5%	76.6%
Recuperación del carbón	84.0%	90.1%	86.1%
Granulometría	100%<#50	100%<#50	100%<48%
"	<#200	28%	33.5%
"			30.5%

\* muestra excepcionalmente arcillosa

+ Prueba industrial con 1,416 TM de Abril 1956

Granulometría representativa de antracita lavada (B.M.P.1957)

Granulometría	La Galgada	Cocabal	La Limeña
+13/8"	16.9%	16.9%	35.7%
9/16"-13/8"	17.3%	18.5%	23.3%
3/64"-9/16"	39.9%	45.8%	23.9%
#48-3/64"	11.4%	7.3%	8.1%
#200-#48	10.8%	8.7%	6.0%
<#200	3.7%	3.0%	3.0%

Prueba de lavado del carbón de Río Negro (antes Rev de Carbón)

Análisis inmediato (Entre corchetes de cancha en Chimbote).

Humedad	Base	volátiles	carbón fijo	cenizas
2% (3.7)	Seca:	8.8% (6.17%)	81.8% (74.76%)	9.4% (14.11)

Granulometría:	>1 5/8"	9/16-1 5/8"	3/64-9/16"	3/64"
% del peso	51.2	13.4	28.7	6.7
% de cenizas	11.4	7.7	6.9	11.4

Prueba Sink & Float ( 3/64"-9/16" 86.6% de peso)

-1.70 gr/cm <sup>3</sup>	1.7-1.75gr/cm <sup>3</sup>	1.75-1.80gr/cm <sup>3</sup>	+1.80 gr/cm <sup>3</sup>
0	79.8%	17.7%	2.5%

(muestra de canal de 7.5 mts de antracita tomada por Dr Olive de una trinchera de 10mts de largo)

=====

contener depósitos auríferos.

## CALIDAD, METALURGIA Y UTILIZACIÓN DE LA ANTRACITA

### Calidad y dilución de la antracita

La calidad de antracita varía de acuerdo con el yacimiento, minado y preparación. Los yacimientos carboníferos de la Cordillera Occidental, se puede dividir por lo menos en dos grupos desde el punto de vista de la calidad de antracita. El primer grupo representado por los yacimientos explotados de La Galgada y Cocabal contiene antracitas macizas, pesadas y relativamente homogéneas sin intercalaciones finas de pizarras. Este grupo parece ser el más difundido.

Las antracitas del segundo grupo están finamente intercalados con material estéril y se explotaban en la mina La Limeña. El manto explotado tenía un buzamiento de 14 a 20 grados y potencia entre 250 y 300 cms; la caja techo era muy firme y el manto se explotaba con el método de cámaras y pilares. A pesar de que la antracita era difícil de concentrar se la pudo explotar ya que el costo de extracción era muy bajo. En el valle del Río Santa cerca de La Limeña se encuentran varios prospectos de antracita similares como Betsy, Roxana y San Carlos.

Durante el minado se produce la dilución de antracitas con con las rocas encajonantes que reducen el poder calorífico y aumentan las cenizas. La eliminación del material estéril introducido por dilución es relativamente fácil; por lo contrario es difícil eliminar las pizarras intercaladas con antracita.

**Cuadro 9. RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LOS CARBONES DE LA CUENCA DEL RIO SANTA**

SECTOR	ZONA	CAPA	Muestra	Hu (%)	Cen* (%)	MV** (%)	C** (%)	H** (%)	N** (%)	O** (%)	H/C at	O/C at	S <sub>t</sub> * (%)	S <sub>p</sub> * (%)	S <sub>i</sub> * (%)	S <sub>o</sub> * (%)	S <sub>o</sub> ** (%)	PC*	
La Galgada	Eclipse	Eclipse 2	33413	4,48	4,85	7,45	96,75	1,18	0,64	0,51	0,146	0,004	0,90	0,01	0,02	0,87	0,92	30,70	
	Poderosa	Yurico	33410	6,89	11,98	15,10	92,66	1,12	0,69	4,98	0,145	0,040	0,71	0,02	0,21	0,48	0,55	25,77	
	Ancos	Jerónimo	33411	6,71	9,41	11,38	95,46	1,05	0,62	2,33	0,132	0,018	0,55	0,01	0,05	0,49	0,54	27,66	
		Galgada	Galgada	33412	7,64	13,42	15,84	91,71	1,35	0,69	5,51	0,177	0,045	0,94	0,04	0,26	0,64	0,74	25,37
Chuquicara	Esperanza	Esperanza	33414	4,45	22,04	6,75	97,40	0,73	0,77	0,53	0,090	0,004	1,04	0,02	0,57	0,45	0,57	24,85	
	Betsy	Betsy	33415	5,55	25,29	6,55	96,89	0,51	0,68	1,61	0,063	0,012	0,35	0,01	0,11	0,23	0,31	23,50	
	Huallanca	Los Ases	Ases 1	33418	3,50	27,63	4,17	98,30	1,04	0,88	---	0,127	---	0,57	0,02	0,12	0,43	0,59	23,41
		Roxana	Roxana	33416	1,25	7,65	6,09	97,26	0,80	0,45	1,39	0,099	0,011	0,10	n.d	0,01	0,09	0,10	29,00
		María	María	33417	2,18	21,47	6,47	98,94	0,75	0,45	---	0,091	---	0,03	n.d	n.d	0,03	0,03	24,59
Caraz	Condor	Condor 2	33422	3,44	28,38	3,59	98,74	0,84	0,91	---	0,102	---	0,19	0,01	0,01	0,17	0,25	23,18	
	Huaylas	Huaylas 2	33421	7,32	11,76	1,33	98,57	0,53	0,52	0,11	0,065	0,001	0,26	0,02	0,01	0,23	0,27	29,19	
			33420	4,07	21,66	1,80	98,53	0,79	0,65	---	0,096	---	0,27	n.d	0,01	0,26	0,33	26,04	
	Pueblo	Caraz	Caraz 4	33424	4,94	5,66	2,08	98,92	1,19	0,55	---	0,144	---	0,49	n.d	0,01	0,48	0,51	31,70
			Caraz 3	33423	4,27	10,74	2,61	97,44	1,39	0,76	---	0,171	---	0,45	n.d	0,01	0,44	0,49	30,08
	Libre	Caraz	Caraz 2	33426	4,50	14,36	2,62	98,52	1,10	0,65	---	0,134	---	0,60	n.d	0,01	0,59	0,69	28,31
			Caraz 1	33425	4,46	6,87	1,39	98,72	0,94	0,59	---	0,114	---	0,34	n.d	0,01	0,33	0,35	31,84
			Ingenio	Gemelas	33419	5,04	16,08	2,44	98,65	1,12	0,73	---	0,136	---	0,48	0,02	0,01	0,45	0,54

Hu: Humedad  
Cen: Cenizas  
MV: Materias volátiles

C: Carbono  
H: Hidrógeno  
N: Nitrógeno

O: Oxígeno  
S<sub>t</sub>: Azufre total  
S<sub>p</sub>: Azufre pirítico  
S<sub>i</sub>\* = (S<sub>p</sub>\* + S<sub>i</sub>\* + S<sub>o</sub>\*)

S<sub>s</sub>: Azufre sulfato  
S<sub>o</sub>: Azufre orgánico  
PC: Poder calorífico (Mj/Kg)

\* Valores obtenidos sobre base seca  
\*\* Valores obtenidos sobre base seca y libre de cenizas (c/p).  
n.d: No detectado  
O\*\* = 100 - (C\*\* + H\*\* + N\*\* + S<sub>o</sub>\*\*)

( Por. R. CARRAS CAL, 1997 ).

**Cuadro 9A. RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LOS CARBONES DEL AREA DE DIVISORIA DE AGUAS**

ZONA	Capa	Muestra	Hu (%)	Cenizas* (%)	MV** (%)	C** (%)	H** (%)	N** (%)	O** (%)	H/C at	O/C at	S <sub>tot</sub> * (%)	S <sub>pir</sub> * (%)	S <sub>no</sub> * (%)	S <sub>org</sub> * (%)	S <sub>org</sub> ** (%)	PC* MJ/Kg
CATAULLOS (a)	4	32272	3,55	7,43	3,29	96,97	0,57	0,78	1,09	0,071	0,008	0,67	0,02	0,10	0,55	0,59	30,87
	5	32274	3,20	14,48	4,19	95,66	0,39	0,71	2,50	0,049	0,020	0,70	0,02	0,05	0,63	0,74	28,13
	6	32276	5,18	2,78	6,72	94,18	0,49	0,63	4,06	0,062	0,032	0,66	0,02	0,02	0,64	0,64	31,39
	7	32279	3,19	18,11	3,82	97,37	0,46	0,65	0,84	0,057	0,006	0,62	0,02	0,04	0,56	0,68	26,50
LOS ANDES (b)	4	32284	3,75	6,17	3,49	96,36	0,31	0,68	1,83	0,039	0,014	0,81	0,04	0,02	0,75	0,80	31,25
		32285	2,53	42,86	11,76	89,34	1,21	1,23	6,66	0,163	0,056	1,22	0,33	0,19	0,70	1,23	16,40
		32283	3,16	8,85	2,75	96,98	0,41	0,72	1,21	0,051	0,009	0,71	0,05	0,02	0,64	0,68	30,59
	5	32281	2,52	3,47	2,12	97,91	0,33	0,74	0,37	0,040	0,003	0,61	n.d	0,02	0,59	0,65	32,69
		32282 <sup>cb</sup>	4,33	5,92	2,23	98,85	0,61	0,68	---	0,074	---	0,68	0,01	n.d	0,67	0,71	31,73
		32295	2,80	4,71	2,32	96,72	0,42	0,60	1,39	0,052	0,012	0,65	0,01	n.d	0,64	0,64	31,97
VICTORIA (c)	4	32294	2,53	10,40	3,26	96,50	0,36	0,69	1,61	0,045	0,013	1,06	0,20	0,11	0,73	0,84	29,59
		32291	2,78	4,65	2,15	97,73	0,55	0,59	1,61	0,067	0,012	0,63	0,15	0,10	0,38	0,49	32,00
	5	30490 <sup>cb</sup>	3,64	8,09	1,84	98,37	0,50	0,59	0,39	0,061	0,003	0,27	0,10	0,03	0,14	0,15	31,15
		30491 <sup>cb</sup>	4,03	5,10	1,92	96,81	0,35	0,59	0,80	0,043	0,006	1,43	0,05	0,01	1,37	1,45	31,91
		32293 <sup>cb</sup>	4,62	1,45	1,19	99,39	0,43	0,60	---	0,052	---	0,32	0,01	n.d	0,31	0,31	33,57
	6	32289	2,55	9,78	2,82	97,39	0,33	0,68	1,20	0,041	0,009	0,38	0,02	n.d	0,36	0,40	30,16
		32290	2,52	5,25	2,51	92,92	0,58	0,79	5,26	0,075	0,042	0,46	0,02	0,01	0,43	0,45	31,91
		32288	2,50	19,09	4,12	95,88	0,48	0,99	2,29	0,060	0,018	0,35	0,03	n.d	0,33	0,40	26,70
SHULCAHUANCA (d)	5	30493	0,29	11,37	9,26	81,54	0,68	0,52	0,41	0,100	0,004	15,08	0,06	0,09	14,93	16,85 <sup>+</sup>	26,48
	6	30492	3,68	12,03	3,48	96,42	0,66	0,73	1,44	0,082	0,011	0,67	n.d	0,01	0,66	0,75	29,82
TRES AMIGOS (e)	4	30489	3,48	6,11	2,24	96,08	0,51	0,64	0,49	0,064	0,004	2,15	n.d	0,01	2,14	2,28	31,41
CALLACUYAN (f)	1	30487	2,57	9,51	2,56	95,83	0,27	0,56	1,12	0,034	0,003	2,03	n.d	0,02	2,01	2,22	30,05
		30488	3,58	7,34	2,32	96,83	0,27	0,70	1,16	0,033	0,009	0,97	n.d	0,01	0,96	1,04	31,08
	4N	32297	3,44	4,52	2,59	97,08	0,86	0,58	0,81	0,106	0,006	0,98	0,25	0,09	0,84	0,88	32,18
		30485	3,56	4,07	1,63	97,25	0,41	0,65	0,92	0,051	0,007	0,75	n.d	0,01	0,74	0,77	32,42
	4S	32298	0,27	5,39	7,75	82,45	0,23	0,50	---	0,033	---	16,44	0,02	0,05	15,74	17,30 <sup>+</sup>	27,33
		30484	0,23	7,60	7,34	80,52	0,60	0,51	2,28	0,089	0,021	14,89	n.d	0,02	14,87	16,09 <sup>+</sup>	29,58
	5	32302	0,16	3,98	7,55	79,65	0,09	0,56	1,07	0,014	0,010	17,96	0,05	0,02	17,89	18,63 <sup>+</sup>	27,68
		30486	0,13	4,76	14,57	73,90	0,43	0,45	0,97	0,069	0,009	23,11	n.d	0,01	23,10	24,25 <sup>+</sup>	26,04

MV: Materias volátiles

C: Carbono

H: Hidrógeno

O: Oxígeno

N: Nitrógeno

S<sub>tot</sub>: Azufre total

S<sub>pir</sub>\* = (S<sub>pir</sub>\* + S<sub>no</sub>\* + S<sub>org</sub>\*)

S<sub>pir</sub>: Azufre pirítico

S<sub>no</sub>: Azufre sulfato

S<sub>org</sub>: Azufre orgánico

PC: Poder calorífico

Hu: Humedad

at: atómico

O\*\* = 100 - (C\*\* + H\*\* + N\*\* + S<sub>org</sub>\*\*)

\* Valores obtenidos sobre base seca

\*\* Valores obtenidos sobre base seca y libre de cenizas

n.d : no detectado

( Por. R. CARRASCAL, 1997 )

**Cuadro 9B. RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LOS CARBONES DEL BAJO CHICAMA**

ZONA	CAPA	Muestra	Hu (%)	Cenizas (%)	MV** (%)	C** (%)	H** (%)	N** (%)	O** (%)	H/C at	O/C at	S <sub>tot</sub> * (%)	S <sub>pir</sub> * (%)	S <sub>no</sub> * (%)	S <sub>org</sub> * (%)	S <sub>org</sub> ** (%)	PC* MJ/Kg
BAÑOS CHIMU (a)	Principal (Trujillo)	32246	2,62	20,57	4,61	96,21	0,37	0,47	2,69	0,046	0,021	0,60	0,35	0,04	0,21	0,26	23,95
		32249	3,51	21,55	4,95	95,93	0,28	0,27	3,27	0,035	0,026	0,34	0,02	0,12	0,20	0,25	24,57
		32250	2,85	15,09	4,17	96,93	0,16	0,42	2,25	0,020	0,017	0,44	0,07	0,17	0,20	0,24	27,00
		32247	2,36	23,46	4,32	95,58	0,20	0,51	3,46	0,025	0,027	0,49	0,28	0,02	0,19	0,25	23,55
		32256	2,04	10,49	4,11	96,96	0,26	0,31	2,24	0,032	0,017	0,43	0,07	0,15	0,21	0,23	28,83
		30499	1,80	7,21	4,26	96,71	0,31	0,30	2,36	0,038	0,018	0,40	0,08	0,02	0,30	0,32	30,24
		32257	2,03	13,67	3,79	97,32	0,21	0,30	1,92	0,026	0,015	0,58	0,29	0,07	0,22	0,25	27,36
		32258	1,93	11,48	3,50	97,07	0,20	0,31	2,00	0,025	0,015	0,47	0,08	0,02	0,37	0,42	28,52
HUAYDAY (b)	Principal (Trujillo)	30498	3,58	4,87	2,18	96,89	0,64	0,70	1,13	0,079	0,008	0,63	0,01	0,01	0,61	0,64	32,40
		32252	2,80	14,53	3,17	96,59	0,71	0,87	1,14	0,088	0,009	0,61	n.d	0,02	0,59	0,69	28,41
		32254	2,50	12,45	3,36	96,34	0,88	0,95	1,17	0,110	0,009	0,61	n.d	0,03	0,58	0,66	29,21
AMBARA (c)	Principal (Trujillo)	30497	3,72	6,20	2,64	96,80	0,50	0,77	1,28	0,062	0,010	0,63	0,01	0,01	0,61	0,65	31,96
		32262	3,08	9,32	3,12	94,59	0,73	0,74	3,27	0,093	0,026	0,67	0,06	n.d	0,61	0,67	30,31
		32261	5,67	6,19	7,95	92,85	0,78	0,74	4,92	0,101	0,040	0,70	0,03	n.d	0,67	0,71	30,03
CERRO ARENAS (d)	Pedregal I	30496	2,81	15,23	3,83	96,87	0,45	0,66	1,25	0,055	0,010	0,68	0,02	0,01	0,65	0,77	28,52
		32259	3,03	15,73	4,46	95,80	0,77	0,65	2,04	0,096	0,016	0,64	0,02	n.d	0,62	0,74	27,93
PEÑA DEL GALLO (e)	Adriana Gallina	30494 30495	4,79 2,50	6,63 6,88	3,98 2,56	96,59 96,84	0,28 0,29	0,58 0,66	1,77 1,39	0,035 0,036	0,014 0,011	0,78 0,78	n.d 0,01	0,05 0,01	0,73 0,76	0,78 0,82	30,77 31,26

MV: Materias volátiles

C: Carbono

H: Hidrógeno

O: Oxígeno

N: Nitrógeno

S<sub>tot</sub>: Azufre total

S<sub>tot</sub>\* = (S<sub>pir</sub>\* + S<sub>no</sub>\* + S<sub>org</sub>\*)

S<sub>pir</sub>: Azufre pirtico

S<sub>no</sub>: Azufre sulfato

S<sub>org</sub>: Azufre orgánico

PC: Poder calorífico

Hu: Humedad

at: atómico

O\*\* = 100 - (C\*\* + H\*\* + N\*\* + S<sub>org</sub>\*\*)

\* Valores obtenidos sobre base seca

\*\* Valores obtenidos sobre base seca y libre de cenizas

n.d : no detectado

(Por. R. CARRASCAL, 1997)

### Azufre y elementos trazas en el carbón

Algunas antracitas de la Cordillera occidental contienen a veces sustancias que a veces pueden resultar perjudiciales. Entre estos destaca el azufre que puede presentarse como sulfuro (principalmente pirita), nativo (denominado a veces "orgánico" o sulfato. Especialmente dañino es el azufre nativo que no puede eliminarse con lavado. En Callacuyán las soluciones hidrotermales han introducido grandes cantidades de azufre nativo en la antracita que impiden su utilización. En algunas antracitas se ha encontrado cantidades anómalas de mercurio, boro y otros elementos. En las minas de Cocabal se proyectaba recuperar el germanio de las cenizas.

### Preparación de la Antracita

Actualmente no se lava la antracita con la excepción de la mina La Victoria donde se utiliza para este fin canaletas. Cuando se exportaba la antracita a Argentina, operaban tres plantas de lavado. El carbón extraído en La Galgada y Cocabal se trataba en plantas cautivas al pie de las bocaminas y el de la mina La Limeña, en la planta de Banco Minero del Perú en Chimbote.

El carbón extraído de las minas (R.O.M.) tenía 65.6% a 69.5% de carbón fijo, 29.6% a 32.1% de cenizas, 4.0% a 6.5% de materia volátil y 0.6% a 0.8% de azufre. Una de las características comunes de las antracitas de Bajo Santa es su alto peso específico que se debe al elevado contenido de cenizas y a veces sobrepasa a 1.8 gr/cm<sup>3</sup>. A pesar de la similitud de las leyes y el peso, las características del

carbón eran distintas y los métodos de lavado tenían ser diferentes.

Las antracitas extraídas de las minas La Galgada y especialmente de Cocabal, eran fáciles de lavar ya que tenían pocos intercrecimientos de estéril. Su granulometría era fina y no se necesitaba trituración. Su preparación comenzaba con clasificación por tamaños. Los trozos grandes se depuraba con los jigs (en La Galgada) o escogía a mano (en Cocabal). Los tamaños intermedios se lavaba en mesas vibratorias y los finos se flotaba. La flotación era muy facil y económica, utilizandose como reactivos querosene o petroleo con gotas de aceite de pino; sin embargo se podía flotar sólo los granos con menos de la malla 35.

En La Limeña, el intercrecimiento de la antracita con el esteril era íntimo; a pesar de esto se los pudo separar aprovechando que la antracita era más quebradiza. Después de triturar el carbón extraído de la mina, la antracita se concentraba en los finos, y el esteril de los gruesos se eliminaba manualmente. La separación por métodos gravimetricos era difícil, ya que la diferencia del peso específico era muy pequeña y para la flotación el grano ea demasiado grueso.

Los concentrados preparados en base de las antracitas de las tres minas tenían leyes similares: 80.9%-85.2% de carbón fijo, 10.6%-12.6% de cenizas, 3.2-6.5% de materia volátil y 0.5-0.9% de azufre.

Con el cierre de estas minas se dejó de lavar la antracita en la región y en el mercado hubo sólo antracita heterogénea, mal calibrada y normalmente con 18% a 32% de cenizas. Tales

**Cuadro 10. ELEMENTOS MAYORITARIOS Y MINORITARIOS DETERMINADOS EN LAS CENIZAS DE ALTA TEMPERATURA PARA CARBONES DE LA CUENCA DEL RIO SANTA.**

SECTOR	ZONA	CAPA	Muestra	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	CaO (%)	K <sub>2</sub> O (%)	TiO <sub>2</sub> (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	MnO (%)	SO <sub>3</sub> (%)	
La Galgada Ancos	Eclipse	Eclipse 2	33413	51,61	28,30	1,49	3,81	1,03	3,58	n.d	n.d	1,34	
	M. Poderosa	Yurico	33410	43,96	33,03	6,94	0,79	1,09	2,26	0,36	n.d	1,39	
	S. Jerónimo	Yurico	33411	48,34	39,44	0,86	0,53	3,54	1,44	1,38	0,27	0,65	
	La Galgada	Galgada	33412	55,11	25,61	3,14	0,28	2,28	1,60	n.d	n.d	0,89	
Chuquicara Huallanca	Nueva Esperanza	Esperanza	33414	74,24	12,10	1,10	4,17	1,41	0,43	n.d	0,33	3,55	
	Betsy	Betsy	33415	67,90	19,14	3,45	0,26	1,53	1,26	n.d	n.d	0,22	
	Los Ases	Ases 1	33418	47,90	37,83	0,77	0,15	5,82	1,54	2,25	0,28	0,08	
	Roxana	Roxana	33416	43,42	32,02	4,38	5,19	5,96	1,70	n.d	0,22	4,59	
	María	María	33417	72,37	18,52	0,82	0,23	2,44	1,41	n.d	0,25	0,08	
Caraz Pueblo Libre	Condor	Condor 2	33422	58,42	34,42	0,19	0,75	3,16	1,80	1,42	0,29	n.d	
	Huaylas	Huaylas 2	33421	46,07	34,19	0,89	3,64	7,03	1,81	2,08	0,34	n.d	
			33420	79,54	14,48	0,33	0,08	1,05	0,96	n.d	0,37	0,04	
	Caraz	Caraz	Caraz 4	33424	48,83	37,87	0,76	0,98	2,91	2,94	1,84	0,06	0,32
			Caraz 3	33423	53,45	36,08	0,46	0,62	1,94	1,59	1,35	0,30	0,27
			Caraz 2	33426	74,82	15,94	0,40	0,45	1,69	1,27	n.d	0,35	0,19
			Caraz 1	33425	52,06	34,89	1,20	0,82	5,88	1,32	1,31	0,23	0,41
	Ingenio	Gemelas	33419	54,43	30,23	1,01	0,72	4,26	2,41	1,45	0,18	0,24	

n.d : No detectado  
(Por. R. CARRASCAL, 1997).



**Cuadro 10 A. ELEMENTOS MAYORITARIOS Y MINORITARIOS EN LAS CENIZAS OBTENIDAS A ALTA TEMPERATURA DE LOS CARBONES DEL SECTOR DEL AREA DE DIVISORIA DE AGUAS**

ZONA	Capa	Muestra	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na <sub>2</sub> O (%)	K <sub>2</sub> O (%)	TiO <sub>2</sub> (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	MnO (%)	SO <sub>3</sub> (%)
CATAULLOS (a)	4	32272	44,98	37,91	1,97	1,95			2,17	2,23	0,79	0,05	0,96
	5	32274	47,07	37,50	1,83	0,77			4,28	1,69	1,97	0,11	0,20
	6	32276	31,12	27,61	8,38	5,45			1,90	1,56	n.d	n.d	6,89
	7	32279	55,57	32,88	1,16	0,44			2,48	1,45	0,66	0,24	0,57
LOS ANDES (b)	4	32284	42,16	37,73	3,41	1,98			3,25	2,03	0,36	n.d	1,44
		32285	47,39	39,12	2,18	0,00			1,73	1,59	1,97	0,07	0,27
		32283	47,31	38,99	1,63	1,11			1,31	2,02	1,21	0,12	0,60
	5	32281	39,88	34,77	5,74	3,16			2,08	1,73	n.d	n.d	3,54
		32282*	43,94	40,11	1,10	1,22			3,64	2,59	0,64	0,07	1,42
VICTORIA (c)	4	32295	41,47	41,16	1,50	2,79			0,91	2,20	n.d	0,12	2,23
		32294	43,84	35,86	4,08	1,03			3,47	1,88	0,86	n.d	1,05
	5	32291	39,04	33,73	8,12	3,20			2,77	1,75	n.d	n.d	2,36
		30490*	50,20*	37,29*	1,60*	1,13*	0,80*	1,01*	5,14*	1,89*			
		30491*	42,55	40,43	2,09	4,14			2,40	1,56	1,17	0,18	0,57
		32293*	30,40	41,16	2,08	6,45			0,96	1,98	n.d	0,09	7,10
	6	32289	49,05	33,34	4,15	2,08			1,41	1,31	n.d	0,10	1,14
		32290	37,83	45,15	2,27	2,11			1,38	2,67	n.d	0,02	2,42
	32288	43,48	40,36	1,89	0,92			3,87	1,85	2,37	0,11	0,16	
SHULCAHUANCA (d)	5	30493	77,10*	17,57*	1,52*	0,26*	0,49*	0,27*	1,45*	1,32*			
	6	30492	59,50*	33,83*	0,54*	0,44*	0,55*	0,03*	2,38*	1,78*			
TRES AMIGOS (e)	4	30489	38,90*	25,50*	28,60*	1,05*	0,83*	0,92*	1,20*	1,54*			
CALLACUYAN (f)	2	30488	55,70*	36,00*	1,69*	0,79*	0,69*	0,63*	1,25*	3,11*			
	4N	32297	38,23	39,60	8,56	1,61			1,19	2,65	1,17	n.d	1,15
	4S	32298	38,60	38,40	8,58	1,61			1,19	2,68	1,07	n.d	1,25
		30484	46,50*	44,35*	0,69*	0,56*	0,77*	0,27*	2,34*	1,90*			
		30484	42,78	45,56	0,70	0,93			2,41	2,07	1,64	0,30	0,86
	5	32302	36,72	38,02	2,12	4,70			1,75	1,96	n.d	0,29	1,22
30486		63,10*	31,27*	0,31*	0,54*	0,49*	0,96*	0,99*	2,04*				
	30486	54,56	34,13	0,33	0,78			1,12	2,22	0,56	0,33	0,76	

( Por. R. CARRASCAL, 1997 )

**Cuadro 10B. ELEMENTOS MAYORITARIOS Y MINORITARIOS EN LAS CENIZAS OBTENIDAS A ALTA TEMPERATURA DE LOS CARBONES NOROESTE DEL ARA DEL BAJO SANTA**

ZONA	CAPA	Muestra	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na <sub>2</sub> O (%)	K <sub>2</sub> O (%)	TiO <sub>2</sub> (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	MnO (%)	SO <sub>3</sub> (%)
BAÑOS CHIMU (a)	Principal (Trujillo)	32246	45,59	36,16	3,57	2,49			1,88	1,83	1,03	n.d	0,91
		32247	48,19	37,11	2,62	1,06			2,33	1,77	1,99	0,02	0,22
		32256	45,63	34,87	2,49	2,31			1,70	2,17	0,33	0,36	1,27
		30499	52,60*	32,25*	2,57*	4,53*	2,08*	1,10*	1,90*	2,72*			
		32257	47,67	34,39	5,58	0,95			2,04	2,07	1,05	n.d	0,86
HUAYDAY (b)	Principal (Trujillo)	30498	41,70*	43,60*	3,05*	6,03*	2,40*	1,37*	1,54*	0,67*			
		32252	46,16	37,02	1,40	1,71			2,96	1,67	1,52	0,20	0,47
AMBARA (c)	Principal (Trujillo)	30497	51,80*	36,50*	3,21*	0,91*	3,22*	0,69*	1,99*	1,65*			
		32262	48,39	35,31	3,04	0,94			1,43	1,89	0,27	n.d	1,22
CERRO ARENAS (d)	Pedregal 1	30496	81,40*	13,66*	1,79*	0,10*	0,29*	0,03*	1,19*	1,45*			
		32259	63,50	28,01	2,65	0,15			2,61	1,73	0,45	n.d	0,24
PEÑA DEL GALLO (e)	Adriana	30494	67,00*	23,60*	1,93*	2,07*	0,97*	0,84*	1,50*	1,32*			
	Gallina	30495	42,50*	26,77*	27,50*	0,66*	0,90*	0,19*	1,20*	2,44*			

\* Determinado por absorción atómica

n.d : no detectado

( Por. R. CARRASCAL, 1997)

contenidos son marcadamente superiores que en las reservas de las minas que las producían, y se deben a la dilución. La antracita sin dilución, con leyes de las reservas, no necesita ser lavada y podría ser usada directamente en la siderúrgica.

#### La granulometría y el empleo de antracita

La antracita con tamaños menores a 1/4" se empleará para la reducción directa y con granulometría entre 1/4" y 3/4", para el gasógeno. La antracita más gruesa se venderá de acuerdo al tamaño a las fundiciones, fraguas, si es para el consumo doméstico, o se la exportará. Dentro de lo razonable, conviene evitar la disminución del grano de la antracita ya que los tamaños mayores son más cotizados. Por ejemplo, una tonelada de antracita de fundición (tamaño de más de 4") vale 4 veces más que la de tamaños finos sin lavar. La antracita nacional explotada tiene una granulometría fina y habrá pocas veces la necesidad de la molienda. Así, por ejemplo, la antracita extraída de la mina Cocabal tenía el 60% con menos de 9/16".

#### La antracita en la siderúrgica de Chimbote

La antracita en la siderúrgica de Chimbote se emplea en el gasógeno (30,000 TM/año) y se puede utilizar para la reducción directa (70,000 TM/año) así como en la planta de sinterización o inyectandola en el alto horno. Para todos los procesos mencionados, conviene tener antracita con la cantidad menor posible de cenizas y azufre y la mayor de carbón fijo; este

último le proporcionará más alto poder calorífico. Esto se puede conseguir lavando y clasificando (calibrando) el carbón. La uniformidad del tamaño del grano es indispensable para un buen lavado y facilita el flujo de gases que es muy importante en la reducción directa y combustión en general. Para el gasógeno es importante la eliminación de los fragmentos de las pizarras que acompañan a las de la antracita. Estas pizarras, en depósitos de la cuenca Oyón-Chimú, tienen más bajo punto de fusión que las cenizas de carbón propiamente dichas y los aglomeran obstruyendo los ductos y parrillas. La alimentación para los procesos industriales, tiene que ser la más uniforme posible y las antracitas compradas deben ser homogeneizadas y clasificadas.

Una buena clasificación del grano facilita el paso de gases, lo que ayuda a la combustión. Las pruebas de combustión de las antracitas se hizo sólo para las antracitas de Cocabal y La Limeña obteniendo un promedio de 9.2"/hora y 5.3"/hora respectivamente.








#### Antracita para la reducción directa de SIDERPERÚ S.A.

Buscando la posibilidad de usar la abundante antracita de la región, SIDERPERÚ hizo en la segunda mitad de la década de los 70, ensayos en una pequeña planta piloto sobre el uso de la antracita en la reducción directa. Estos ensayos realizados con ayuda de ITINTEC dieron buenos resultados y se instaló con la asistencia de la empresa Lurgi, tres hornos rotativos para este proceso. La antracita para estos hornos debía tener, según las mencionadas pruebas, más del 75% de carbón fijo y

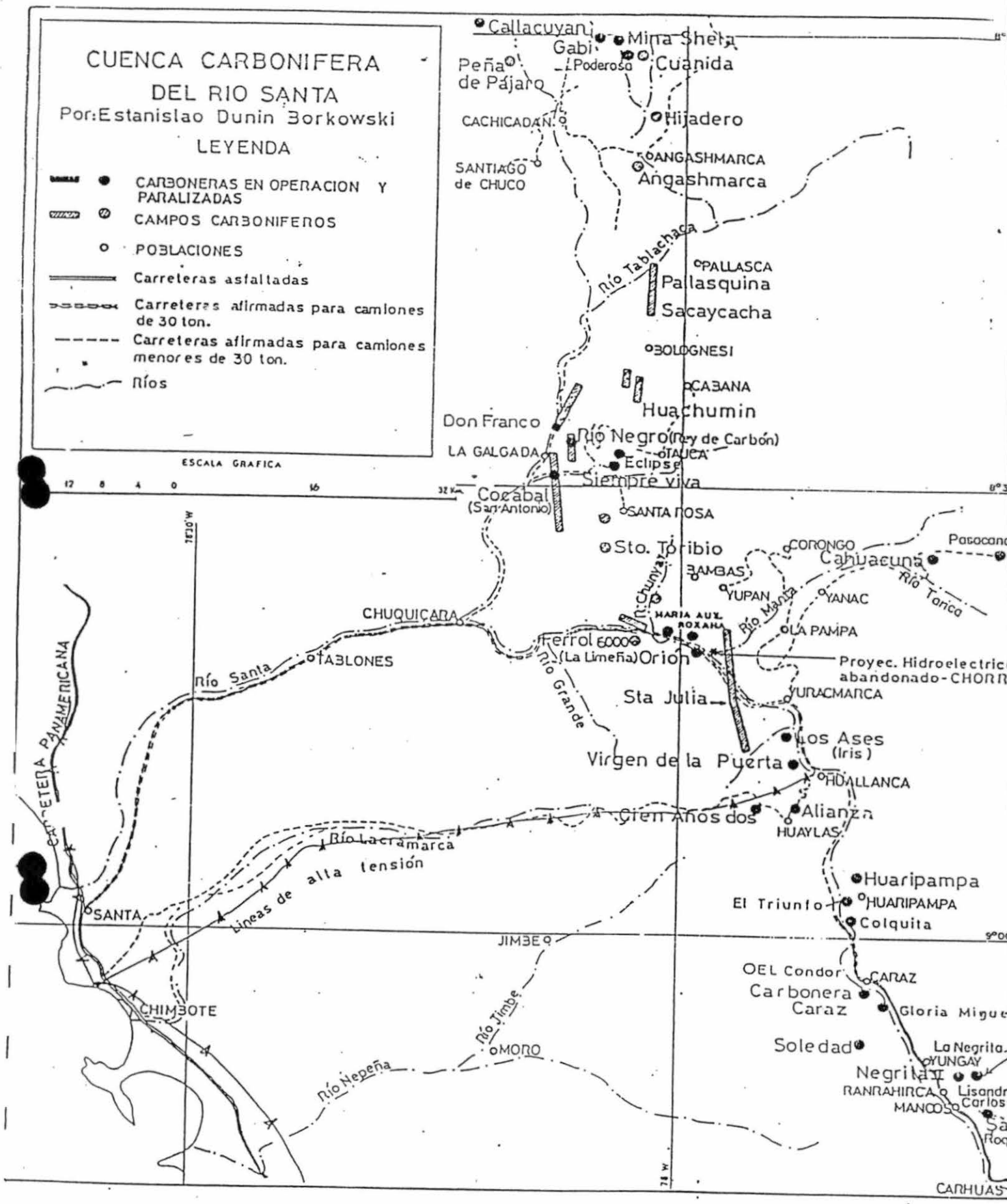
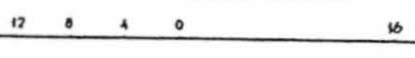
# CUENCA CARBONIFERA DEL RIO SANTA

Por: Estanislao Dunin Borkowski

## LEYENDA

-  CARBONERAS EN OPERACION Y PARALIZADAS
-  CAMPOS CARBONIFEROS
-  POBLACIONES
-  Carreteras asfaltadas
-  Carreteras afirmadas para camiones de 30 ton.
-  Carreteras afirmadas para camiones menores de 30 ton.
-  Ríos

ESCALA GRAFICA



menos del 15% de cenizas y del 1.3% de azufre. La granulometría de la antracita debería ser uniforme y estar entre los 0.1 mm y 6 mm. Con estas especificaciones cumplirían los concentrados de antracita producidos en Bajo Santa durante los años 1946-1957. En el año 1980, cuando se puso en marcha los mencionados hornos, las plantas que producían los concentrados ya estaban cerradas y SIDERPERÚ tuvo que utilizar las antracitas sin lavar, proporcionadas por los pequeños mineros que fueron heterogéneas, sucias y mal clasificadas. Es muy probable que el alto contenido de cenizas se debió además de la dilución, al control deficiente de la calidad de antracita adquirida.

#### Proyectos de expansión del uso de la antracita

Los precios relativamente bajos de la antracita con respecto a los otros combustibles, sugieren su mayor uso. A SIDERPERÚ podría interesarle la ampliación de la planta de reducción directa y eventualmente, la instalación de gasógenos más grandes y/o de una carboeléctrica para su uso interno, pudiendo venderse los excedentes. La idea de instalar una carboeléctrica con antracita es muy antigua, e inclusive se han preparado numerosos proyectos de la central con diferentes dimensiones, ubicación y madurez. El proyecto más grande y maduro, es el integral de Alto Chicama que debió cubrir el déficit energético del norte del Perú. La mina tendría la capacidad productiva de 4,600 TM de carbón por día o unos 1.6 millones TM por año que se quemarían en la planta carboeléctrica de Coyna con una capacidad instalada de 500 MW.

Dicho proyecto que incluía una propuesta de autofinanciación por la empresa suministradora del equipo, (previa garantía del gobierno peruano) se encuentra en los archivos de MINEROPERÚ. ELECTROPERÚ preparó posteriormente anteproyectos para una central de 100 MW con ubicación, todavía, no precisada. Entre varias alternativas de ubicación se contemplaba las de Chimbote y de La Galgada donde se proyectaba instalar la planta al pie de la mina. Tal ubicación tendría la ventaja de sustituir el transporte de antracita por la transmisión de la corriente eléctrica, pero sería más vulnerable frente a los desperfectos y desastres naturales. La central de La Galgada se abastecería con las antracitas de la cuenca del Río Tablachaca. El proyecto de ELECTROPERÚ que debe todavía encontrarse en los archivos de esta empresa, no se ocupa mayormente del problema minero, de transporte local y de la ubicación de la planta. El aspecto del espacio para las instalaciones y canchas, que es crítico en los valles de los Andes, contempla el anterior estudio de Sofremines, que propone la ubicación de la central en Chuquicara o Tablones. Dicha central se alimentaría con la antracita proveniente de todo el Bajo Santa que se clasificaría previamente en la plata de beneficio. La antracita sin uso o mercado, se quemaría en la central. Tablones, tiene la ventaja de encontrarse en un valle ancho donde existe el espacio suficiente para el acopio de antracita, planta de beneficio, canchas de relaves, central eléctrica, depósitos de cenizas, etc. A pesar de existir muchos estudios anteriores, SIDERPERÚ, en el caso de que se decida ampliar el consumo de la

antracita, debe preparar su propio plan basado en datos precisos y más recientes.

#### Información disponible sobre los yacimientos carboníferos

La información contenida en este estudio proviene de publicaciones, informes inéditos, comunicaciones personales y experiencia del suscrito. Las publicaciones aparecieron en los boletines de los diferentes servicios de gobierno, Sociedad geológica del Perú y anales de diferentes eventos. Una visión panorámica del carbón peruano dan los anales del Primer Symposium Nacional de Carbón (1985) que incluyen 41 contribuciones sobre todos los problemas y posibilidades del carbón en el Perú. Los informes inéditos se puede encontrar en los archivos de las diferentes entidades o personas que se interesaron por el carbón. Información abundante inédita sobre el carbón nacional reunió el Banco Minero del Perú que financiaba su explotación. La mayoría de los informes fueron preparados por las empresas que solicitaban los préstamos y de los funcionarios del banco que los controlaban. Dichos informes además de la información financiera contienen abundante información geológica y técnica. El banco contrató varios expertos con gran experiencia como consultores para solucionar los problemas de la minería, cuyos estudios todavía existen. El archivo de INGEMMET contiene un medio millar de informes sobre el carbón, e incluye además del archivo del Banco Minero del Perú, los reportes de los servicios gubernamentales de geología, minería y metalurgia que lo precedieron (Cuerpo de Ingenieros de Minas, INIFM, INCITEMI, Carta Geologica



Nacional, etc.) así como de Cerro de Pasco Corporation. INGEMMET para facilitar el manejo de sus archivos, editó en dos tomos el Fondo Documental de informes técnicos y está preparando el tercero.

Los estudios de Alto Chicama se encuentran en los archivos de MINEROPERÚ y ELECTROPERU donde pueden ser revisados. SIDERPERÚ tenía gran número de informes de gran interés, que por el momento se han extraviado pero que probablemente podrán en parte, recuperarse.

Al final de este estudio se adjunta la bibliografía. Como la información sobre el carbón peruano es muy abundante, se indicó sólo en la bibliografía los trabajos que se utilizó para preparar este estudio.

## RECOMENDACIONES

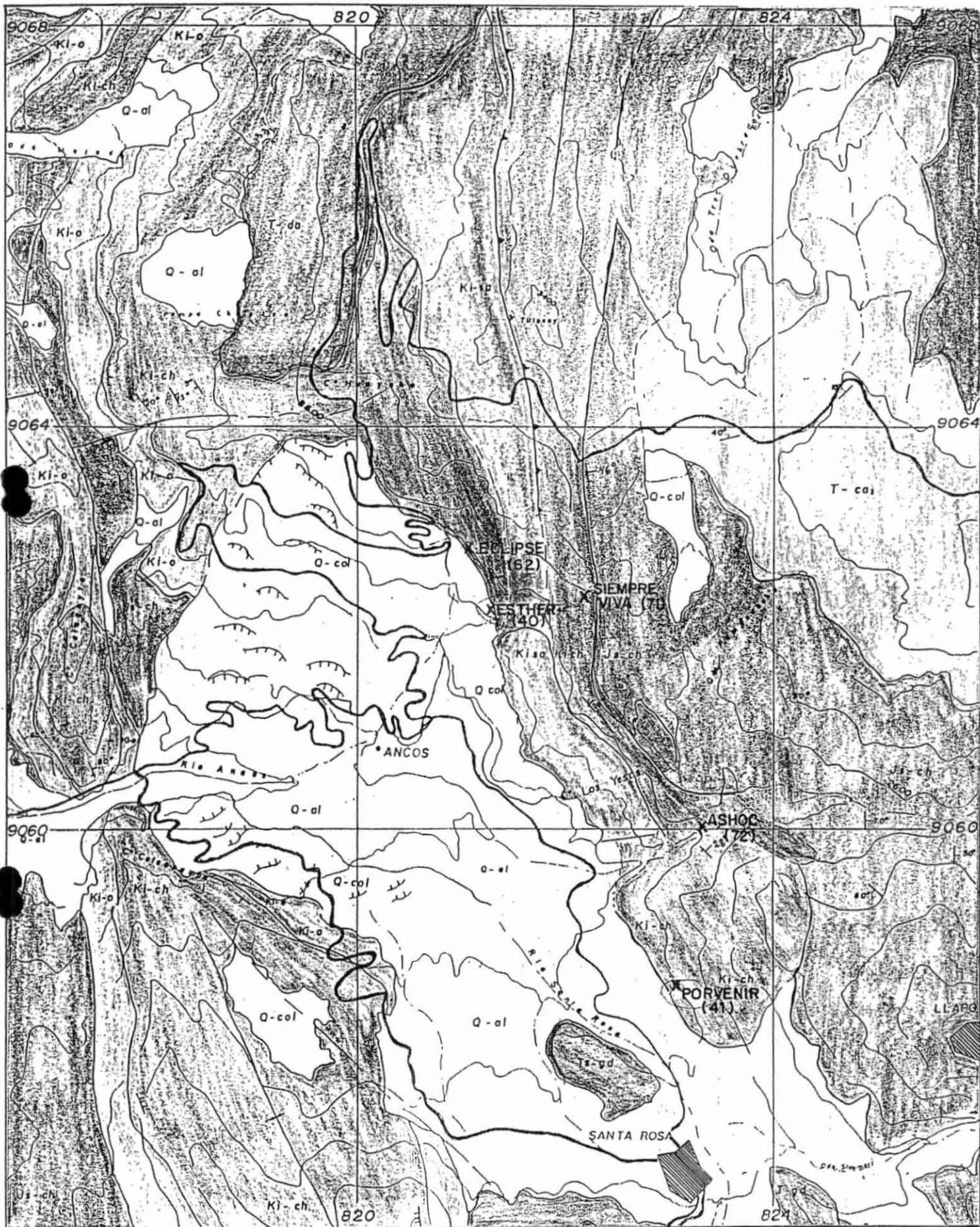
### Pruebas de reducción directa con antracita

Se recomienda que SIDERPERÚ S.A. estudie la influencia de la pureza y granulometría de la antracita, en el proceso de la reducción directa. Para este proceso, en el pasado, se utilizaba la antracita comprada a los mineros de la región, pero los resultados fueron mediocres. Como SIDERPERÚ disponía de abundantes finos de coque metalúrgico decidió usarlos en la reducción directa obteniendo mejores resultados que con la antracita anteriormente empleada. Estos finos tenían características similares a la de la antracita recomendada, que no se utilizó por no estar disponible. La reserva de finos de coque en la planta de Chimbote se está acabando y la generación de nuevos finos será más lenta que su consumo en

los hornos de la reducción directa y SIDERPERÚ S.A. tendrá que decidirse que reductor va a utilizar. Las personas que supervisaban este proceso afirman que, los malos resultados obtenidos con la antracita se debían a que ésta no cumplía con las especificaciones técnicas y que los ensayos previos de laboratorio indican, que los finos limpios y bien clasificados de la antracita, por ser más reactivos, darían mejores resultados que el coque. Para verificar estas opiniones se recomienda recurrir al experimento y de acuerdo a los resultados tomar una decisión. En este contexto, conviene evaluar el rendimiento económico del empleo debido de la antracita en el proceso de reducción directa y comparar con los rendimientos de la antracita que se utilizaba anteriormente, así como también con los de finos de coque metalúrgico. SIDERPERÚ conoce el rendimiento de los finos de coque que se está utilizando. En la planta existen todavía remanentes de la antracita que se usaba antes de emplear los finos de coque, con los cuales se podría confirmar los resultados mediocres obtenidos. Disponiendo de los resultados de las pruebas, SIDERPERÚ podrá tomar una decisión bien fundamentada referente al abastecimiento de la antracita. Esto permitirá determinar si conviene aumentar el uso de la antracita nacional en la siderúrgica de Chimbote.

La antracita limpia y clasificada se debe comprar a los proveedores previa comprobación de su calidad. Como posibles proveedores de antracita requerida se proponen tentativamente los siguientes mineros:

- Eduardo Rabines; propietario de la mina en operación Juan



**MAPA GEOLOGICO DE LA PARTE ESTE DEL DISTRITO DE TAUCA**

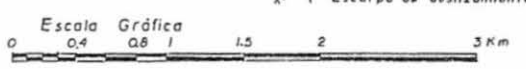
SEGUN : INGEMMET, 1992  
 MODIFICADO POR: E. DUNIN  
 E. CASILLA

FECHA : DICIEMBRE 1997

ESCALA : 1 : 50,000

**LEYENDA Y SIMBOLOGIA**

Q	al	CUATERNARIO Aluvial	Xc	Mina de carbón
	col	Coluvial	~	Falla Inversa
T	ca	Sub-Volcánico	~	Rumba y buzamiento suave
	co	Grupo Callpuy Superior	+	Eje sinclinal
	co	Interior	-	Falla
	co		+	Eje de anticlinal
	bu	Formación Huaylas	+	Contacto observado
	ca	Formación Carhuaz	+	Escarpa de deslizamiento
	so	Formación Santa		
	ch	Formación Chimú		
	o	Formación Oyan		
	ch	Formación Chicama		
			Da	Dacita
			Ri	Riolita
			Gr	Granodiarita
			Ta	Tonallita
			Ga	Gabro



PRODUCTORES DE CARBON

MINA	PROPIETARIO	DIRECCION	TELEFONO
Cesar II	César Claudet	Ayacucho 948	243964 TRU
La Victoria	Juvenal Castro	America Norte 526	234352 TRU
San Juan B.	Manuel Montoya		252108 TRU
Ambara	Eduardo Rabines	Bolivar 935	231917 TRU
San Marcos	Hugo Valverde	Miraflores 1099	241204 TRU
San Hilarión	Augusto Montoya	Gamarra 452-208A	253352 TRU
Shella	Jaime Horna		
Gavi	Rafael Palacios	Bernardo Alcedo 118	
Maria VS	Alfredo Urquiaga	Av. Ejercito 1008	252446TRU
San Martin	Julio Zeballos	Heredia 395	246362 TRU
Ferrol 6000	Adolfo Heldmaier	Villavicencio 250	327781 CHIM
Virgen de la Puerta	Angel Reyes	Aviación 565	324746 CHIM
Eclipse	Abel Gastañaga		
Esther	Jaime Rosello	Acomayo 101	324344 LIM
Callacuyan	Minero Perú		620740 LIM
Baños Chimu	Juan J. Leguia		494736 TRU
Compin	Felix Bracamonte	San Martin 759	
Rio Negro	Roberto Watanabe	Bolognesi 633	336064 CHIM
Chorro Huaraz	Julio Zelada		
Joia	Vera Gutierrez		
Irma 12P	Giovanni Cecchet		
La Poderosa	Manuel Lujan	Miraflores 1451	248851 TRU
Ruthy	Juan Carlin		

Existen otros pequeños mineros que no han podido ser ubicados

Pablo II, cerca de Ambara-Distrito de Lucma. El minero afirma que podría proporcionar, puesto en la siderúrgica, el cisco con menos de 6 mm de diámetro y con 12% a 15% de cenizas a un precio de US\$45.00/ton +IGV.

- Los Srs. Castro Vereaux propietarios de la mina en operación La Victoria en Alto Chicama distrito de Quiruvilca clasifican sus antracitas y las lavan en canaleta obteniendo un cisco con muy bajas cenizas (12% ?).

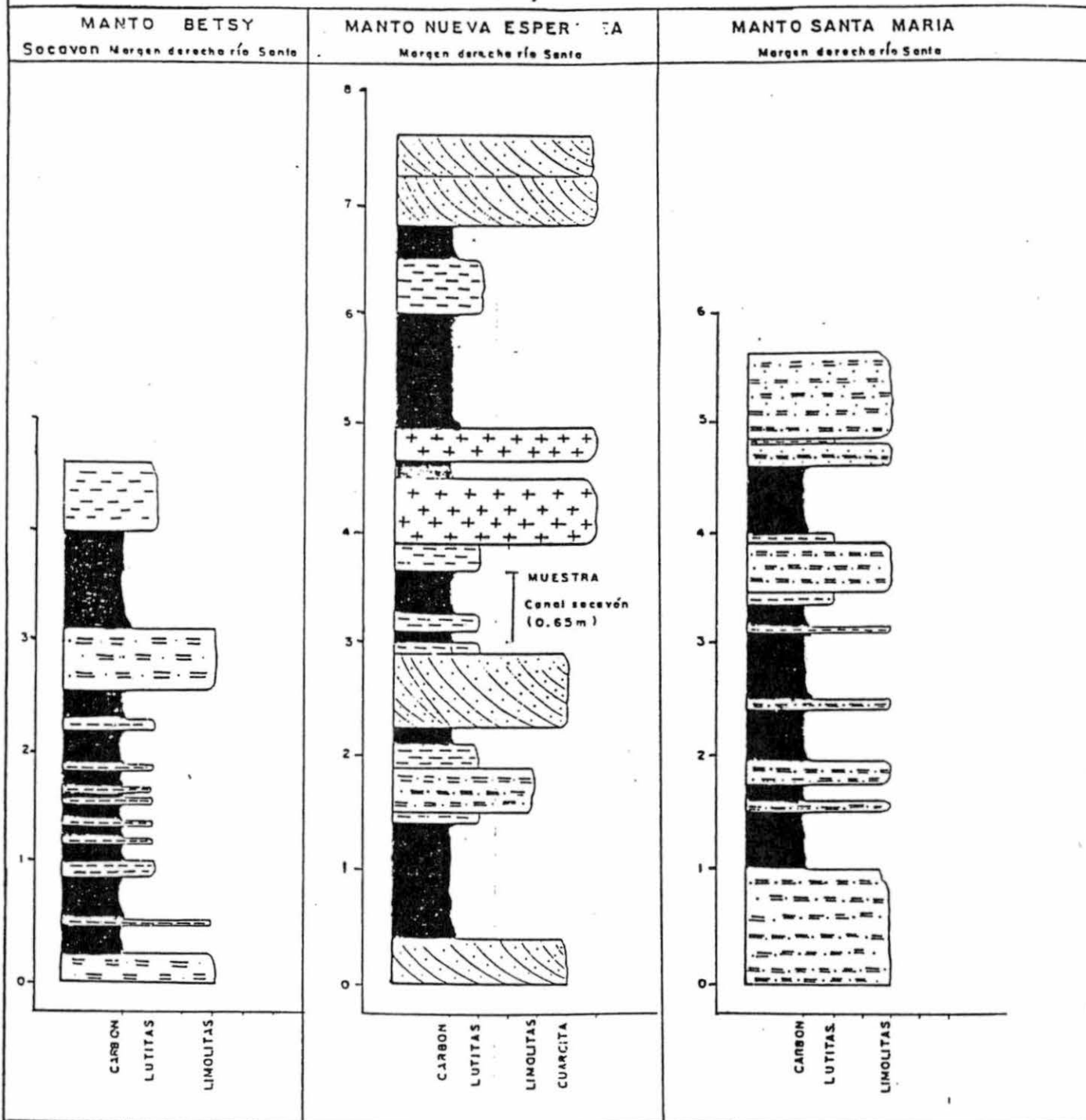
Paralelamente conviene identificar otros proveedores que puedan proporcionar la antracita requerida. Los pedidos de antracita para los ensayos hay que colocarlos lo más rápido posible para hacer los ensayos en un horno, antes de que se terminen los finos de coque. A cada proveedor se le deberá comprar un lote que permitirá operar un horno durante tres días, período que durará la prueba, o por lo menos 250 TM. Dicho lote se muestreará primero en la mina o almacén del proveedor y luego en la planta de Chimbote. No conviene mezclar para una prueba, la antracita de diferentes proveedores; la misma prueba equivaldrá al muestreo del yacimiento y determinará su valor para SIDERPERÚ.

#### Abastecimiento de antracita dirigido por SIDERPERÚ

Para reducir el riesgo de desabastecimiento, el suministro de antracita debe ser planificado a mediano y largo plazo. Las pruebas de la reducción directa y sus preparativos permitirán evaluar la factibilidad y conveniencia de aprovisionarse con la antracita sin lavar de los mineros de la región. SIDERPERÚ se abastece tradicionalmente con tal

antracita y tal vez podrá continuar con esta práctica, si es que existe un pequeño consumo. A corto plazo, existe el peligro que los proveedores no podrán suministrar la antracita limpia y bien clasificada al ritmo requerido por SIDERPERÚ. Cuando SIDERPERÚ compraba 100,000 TM de antracita por año, tuvo que aceptarla hasta con un 25% de cenizas, temiendo quedarse desabastecida. Es probable que cuando las exigencias de calidad sean mayores, los precios de la antracita aumenten. Para disminuir estos problemas, SIDERPERÚ tendrá que apoyar a los proveedores que tienen yacimientos apropiados, para que aumenten su producción. La obtención de antracita limpia y clasificada de los mineros es en teoría, posible, siempre y cuando se logre evitar la dilución. El carbón de los depósitos enumerados en el informe de CNPSA (con excepción de Callacuyan), cumplen con las especificaciones técnicas requeridas para la reducción directa. En la práctica, la dilución es inevitable como lo demuestran los contenidos de cenizas en el carbón de las minas que trabajaban para la exportación y en los lotes de antracita que enviaban los pequeños mineros a SIDERPERÚ. MINEROPERÚ preveé un contenido de más de 20% en el carbón extraído del sector "F" de Alto Chicama. Queda por determinar hasta que punto se puede mejorar la pureza de la antracita estableciendo un control real y estricto de las compras, e incentivando a los productores de tener más cuidado en la explotación. El control anterior de compras era inefectivo debido a la corrupción generalizada. Los incentivos que podría proporcionar SIDERPERÚ serían la asistencia a la explotación de las minas y

# FERROL 6,000



## PROSPECTO FERROL 6,000 COLUMNA ESTRATIGRAFICA

GEOLOGIA:

R. CARRASCAL

ESCALA:  
1 : 50

FECHA:  
Febrero 89'

PLANO:

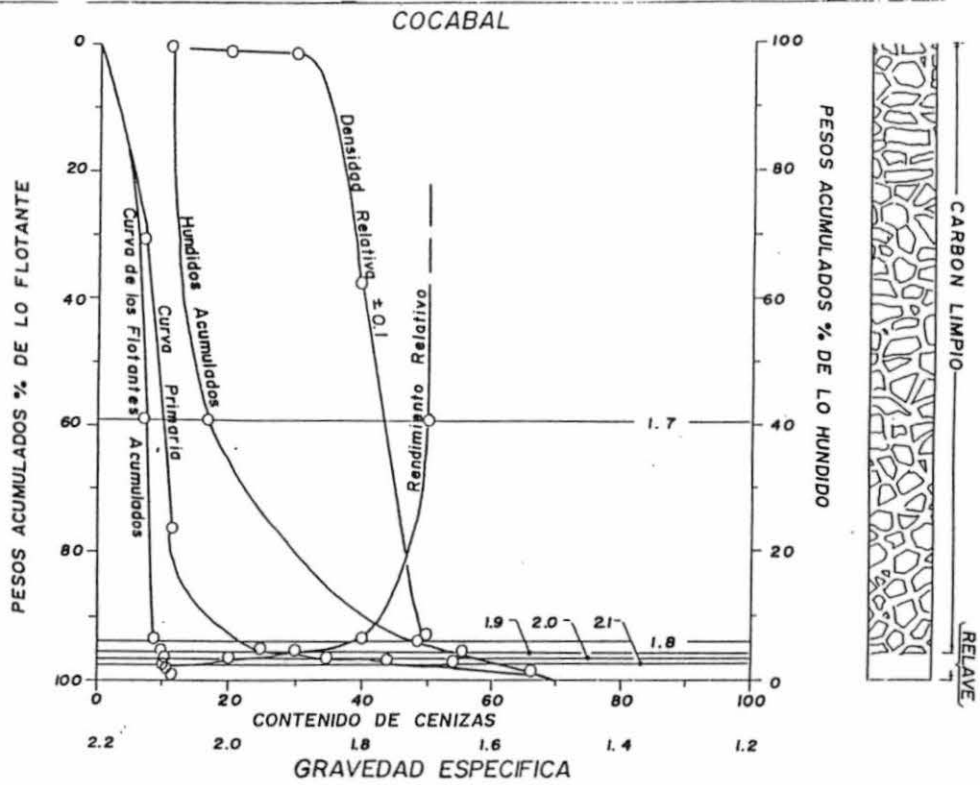
eventualmente créditos para ampliar las operaciones mineras que se lo merezcan por su geología, bajo costo, método de explotación que evite la dilución y seriedad del propietario.

#### Promoción de un yacimiento sobre ejemplo de Ferrol 6000

Como ejemplo puede servir la mina Ferrol 6000 a la cual el suscrito ha entrado hace muchos años, pero cuyo propietario no conoce personalmente. El manto mejor reconocido es Nueva Esperanza, con un espesor de 0.8 mt a 1.2 mt, seguido por galería a lo largo de 390 mt. Paralelos a este manto, corren los mantos Santa María y Santa Marta con espesores de 1 mt y 2.2 mt. Según los datos de C.N.P.S.A., la antracita en el manto de Nueva Esperanza tiene 75.5% de carbón fijo, 10.2% de cenizas y 0.4% de azufre. Las cajas son nítidas y teniendo cuidado se podría, probablemente, tener una baja la dilución. El propietario de la mina, Sr Heldmayer ofreció, según lo que entiendo, proporcionar antracita a SIDERPERÚ S.A. a un precio 35 US\$/TM. Se ignora si podrá mantener este precio con las exigencias de granulometría y pureza. El costo de explotación es bajo, pero aumenta en 2 US\$/TM, por el transporte a lo largo de trocha carrozable de 9.7 km, que une la bocamina a la carretera afirmada ubicada a unos 750 mt más abajo. Los afloramientos de los mantos siguen hacia la quebrada Chunyay, cuyo fondo es cercano y ligeramente superior a la carretera afirmada. Habilitando el transporte a lo largo de dicha quebrada, se podría reducir la distancia y aumentar el encampamane y reservas del prospecto. El suscrito no estudió el problema pero conoce varios similares.

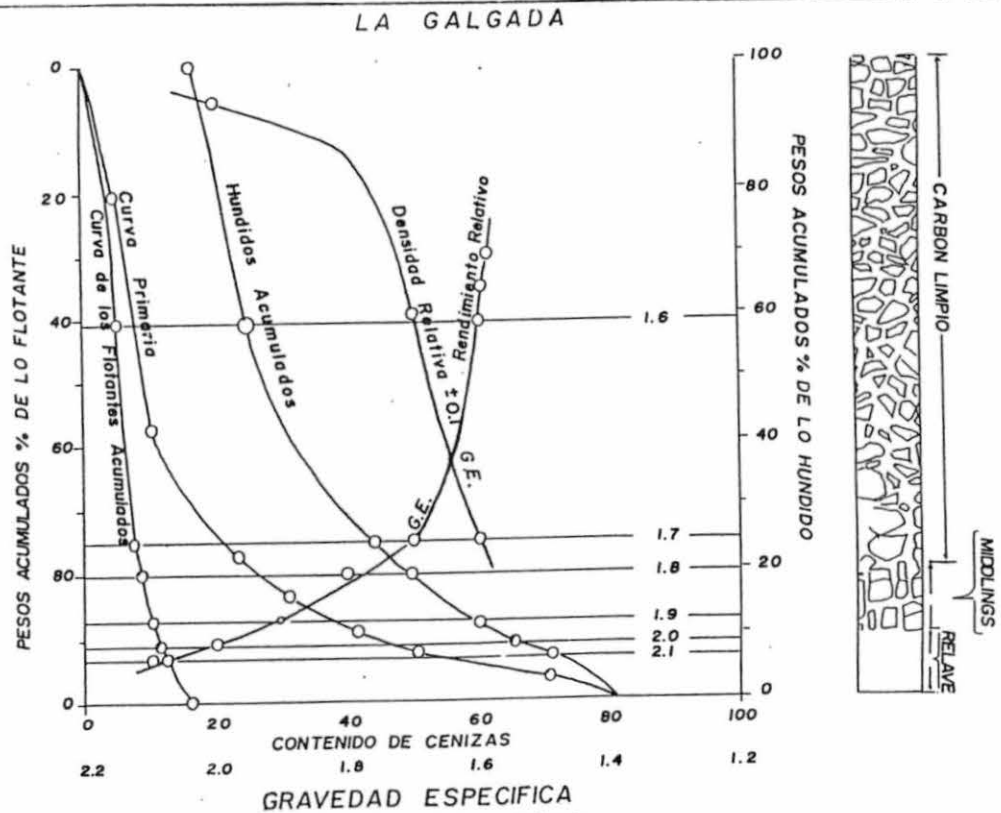


## CURVAS DE LAVABILIDAD DE ANTRACITAS DE "COCABAL" Y DE "LA GALGADA"



Curva standard de lavabilidad para la antracita de Cocabal.

La columna de la derecha muestra diagramáticamente el rendimiento teórico y lo fácil que es lavar teóricamente este carbón (David E. Pearson 1,981)



Curva de lavabilidad standard para la antracita de La Galgada.

La columna de la derecha muestra en forma diagramática el rendimiento teórico con un contenido de 9% de cenizas. (Informe David E. Pearson 1,981)

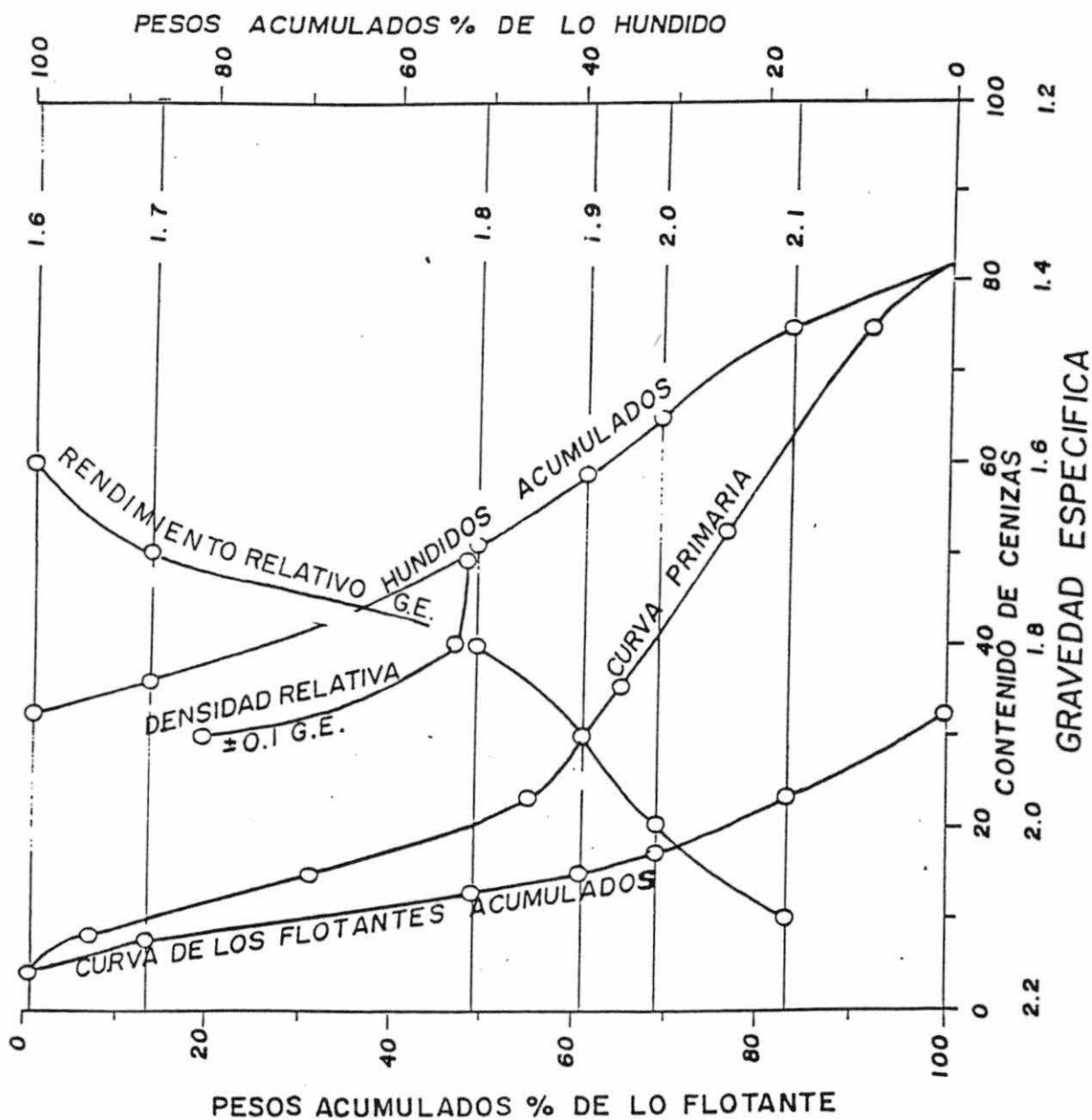
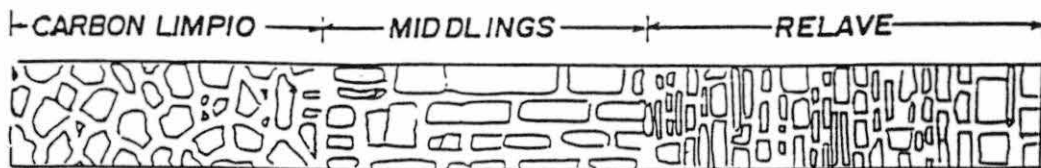
### Instalación de una planta de beneficio

La instalación de una planta piloto de lavado de carbón, con capacidad de 250 a 500 toneladas al día, permitirá clasificar y lavar toda la antracita adquirida y mejorar el rendimiento de los procesos que la están utilizando en la siderúrgica. Disponiendo de tal planta, SIDERPERÚ S.A., podría comprar la antracita como sale de las minas, lo que facilitaría su abastecimiento. Disponiendo de una planta de lavado se podrá ajustar los concentrados a los diferentes usos y tal vez, encontrar nuevos. Con las pruebas de lavado, se obtendrá información valiosa sobre las características de la antracita en los yacimientos y eventualmente podrá evaluarse los métodos de explotación que se están utilizando.

La adquisición de una planta de beneficio constituye una inversión y el costo de su operación un gasto, que se justifica cuando aporta un mayor beneficio económico en los procesos que la utilizan. El uso de las plantas de lavado es generalizado entre los productores y consumidores de antracita por ser beneficioso. En el caso de SIDERPERÚ S.A. se debe comparar el costo de preparación de la antracita, con el beneficio económico que representa su uso en los procesos que la utilizarán y particularmente en la reducción directa. La estimación del costo de beneficio será relativamente fácil ya que existe la información antigua que se tendrá revalorizar. Los pruebas de reducción directa con las antracitas limpias permitirán evaluar el beneficio que aporta el lavado.

Las experiencias adquiridas sobre el lavado y los proyectos de las plantas de lavado, podrán ser tomadas en cuenta en el

# CURVAS DE LAVABILIDAD DE ANTRACITA DE LA LIMEÑA



Curva de lavabilidad standard para la antracita de LA LIMEÑA.

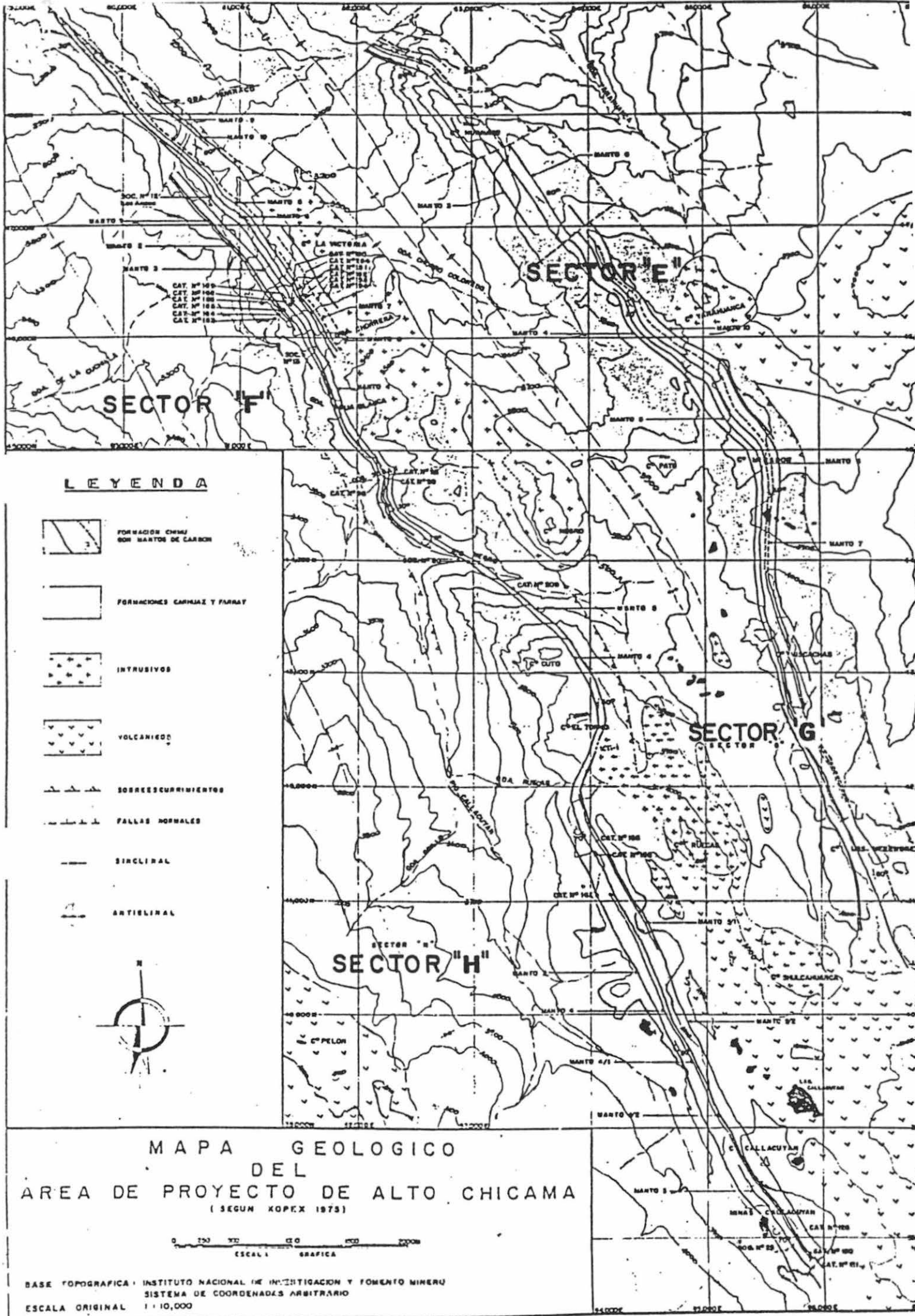
La fila superior muestra las proporciones teóricas del carbón con 10% de cenizas (David E. Pearson, 1981)

diseño de una planta moderna, previa su revisión y adaptación a la nueva situación. Los estudios de Dr. T. Fraser del año 1955 proporcionan la información básica sobre diseño de la planta de lavado en el futuro para los carbones en aquel entonces explotados. Los diagramas de flujo son flexibles y pueden ser adaptados a las nuevas necesidades. A pesar que dichos estudios tienen sólo un valor referencial para otros yacimientos, podrán resultar muy útiles ya que permitirán efocar mejor su investigación.

La planta podrá instalarse provisionalmente en Chimbote donde se tratará el carbón enviado de las minas. Para diseñar, adquirir, instalar y poner en marcha una planta de beneficio se requerirá por lo menos un año. Más tarde, se la podrá trasladar al lugar del acopio o cerca al yacimiento explotado. Así se eliminará el falso flete y podrá ajustarse mejor el lavado a la alimentación.

#### Adquisición de derechos mineros por SIDERPERU S.A.

SIDERPERÚ S.A. podrá adquirir sus propios derechos mineros para desarrollar su propia mina y/o para protegerse de los proveedores que en el momento menos oportuno, pueden imponer condiciones inacceptables. Para poder conseguir el control de tales yacimientos hay que esperar el momento oportuno. La adquisición de los derechos mineros a bajo precio, será probablemente, fácil en los próximos meses. La mayoría de los pequeños mineros de antracita, están en una mala situación económica por falta de mercado y muchos de ellos van a querer vender sus derechos mineros. Varios



**LEYENDA**

- FORMACION CHIMU  
SOL MANTOS DE CARBON
- FORMACIONES CARHUAZ Y PAMPAY
- INTRUSIVOS
- VOLCANICOS
- SOBRESCURRIMIENTOS
- FALLAS NORMALES
- SINCLINAL
- ANTICLINAL



**MAPA GEOLOGICO  
DEL  
AREA DE PROYECTO DE ALTO CHICAMA  
(SEGUN KOPEX 1973)**



BASE TOPOGRAFICA: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION Y FOMENTO MINERO  
 SISTEMA DE COORDENADAS ARBITRARIO  
 ESCALA ORIGINAL 1:10,000

especuladores están cansados de seguir pagando por sus derechos y temen que la antracita no tendrá futuro por la competencia del gas de Camisea. La fiebre de oro disminuyó con la baja de sus precios y la exploración por este metal disminuyó; varias empresas extrajeras que buscaban este metal se retiraron del Perú.

En junio, los titulares tendrán renovar sus derechos mineros pagando dos dólares por hectárea y para algunos, esto será muy oneroso. Los derechos mineros no renovados saldrán de libre disponibilidad y SIDERPERÚ S.A. los podrá solicitar al Estado pagando la misma cantidad por hectárea como los titulares anteriores. Actualmente existen también áreas carboníferas de libre disponibilidad. Es muy importante para esta selección, el conocimiento actualizado de los derechos mineros y cambios en la situación legal, como por ejemplo, la aparición de nuevos derechos mineros. Los estudios de la antracita y de sus yacimientos, deben desarrollarse paralelamente, con los de sus usos metalúrgicos. Un bosquejo económico preliminar puede resultar muy importante para las adquisiciones.

#### Selección del yacimiento para una explotación mayor

En el caso que SIDERPERÚ desea abrir una o pocas minas para abastecerse con la antracita debe que escoger bien los yacimientos que serán explotados. De esta selección dependerá el éxito y técnico y económico de la operación minera y de los procesos que utilizarán el carbón. Los criterios para la selección pueden ser muy variados y recién la evaluación de su conjunto permitirá tomar una decisión acertada.

**CUADRO II. RESULTADOS MEDIOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LOS CARBONES DE ALTO CHICAMA, SEGUN MINERO PERU**

Sector	N° de Mantos	N° de Análisis	Humedad	Cenizas	Partes Volátiles	Poder calorífico		Peso específico kg/dm <sup>3</sup>	Azufre		
						carbón natural Kcal/kg.	carbón sin agua kcal/kg.		Total	Combustible	en ceniza
									%	%	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
E	3	2	30,70	28,77	17,21	3034	7486	1.60	0.23	0.20	0.03
	4	30	9.74	12.63	9.76	5457	7030	1.59	1.38	1.35	0.03
	5	3	12.49	15.61	11.43	4804	6681	1.52	0.50	0.47	0.03
	9	1	4.75	13.06	3.42	4096	6587	1.79	0.45	0.44	0.01
	10/	3	5.82	27.72	6.05	5062	7617	1.67	0.50	0.47	0.03
Promedio		39	10.58	15.3	10.26	5268	7060	1.60	1.16	1.13	0.03
F	2	5	5.82	23.74	4.15	5268	7478	1.67	0.55	0.54	0.01
	4	88	3.72	12.58	4.33	6283	7506	1.58	0.59	0.56	0.03
	5	30	4.95	8.79	4.69	6586	7635	1.53	0.50	0.43	0.07
	6	4	3.76	8.99	4.54	6776	7766	1.57	0.58	0.54	0.04
	7	3	2.64	6.69	2.18	7162	7899	1.60	0.80	0.76	0.04
Promedio		130	4.06	11.91	4.36	6272	7534	1.57	0.61	0.53	0.08
G	4/5	17	12.95	9.24	16.67	4769	6129	1.59	3.90	3.85	0.05
	4/2	4	14.01	17.89	17.23	3806	5589	1.61	2.50	2.45	0.05
	5/4	20	7.10	8.64	9.48	5917	7022	1.57	4.53	4.50	0.07
	5/2	11	8.84	14.06	9.10	5319	6899	1.65	3.40	3.38	0.02
	5/1	6	8.86	8.07	12.01	5520	6645	1.55	2.13	2.07	0.06
	6/	6	9.41	12.67	13.38	5136	6658	1.50	5.50	5.42	0.08
	6/2	4	10.16	14.01	13.68	4996	6588	1.54	3.28	3.23	0.05
	7	13	12.91	15.38	11.98	4705	6559	1.58	1.06	1.03	0.03
	10	1	14.92	28.39	16.02	3271	5770	1.67	0.88	0.85	0.03
Promedio		82	13.22	11.76	12.59	5144	6586	1.58	3.39	3.35	0.04
H	4 1	10	2.57	8.15	5.86	5039	5644	1.58	2.10	2.07	0.03
	4 2	38	6.31	9.42	7.62	5298	6287	1.63	1.84	1.82	0.02
	5 2	15	8.05	7.94	9.68	5353	6372	1.46	4.05	4.02	0.03
Promedio		63	6.13	8.86	7.83	5270	6205	1.58	2.41	2.38	0.03

Casi todos las áreas que abastecen la antracita para SIDERPERÚ forman parte de la ya mencionada faja principal de afloramientos de las formaciones Chimú y Oyón entre el Callejón de Huaylas y departamento de Cajamarca. Dicha faja tiene afloramientos de antracita a todo su largo. El reconocimiento del carbón en esta faja es todavía incompleto y es casi seguro, que se podrá encontrar en ella potencial carboníferos mucho mayor que el actualmene conocido. Importantes depósitos de antracita se encuentran también más al este, norte y sur de la faja mencionada, pero son de menor interés para SIDERPERÚ, por ser más alejados y difícilmente accesibles de Chimbote.

Como la principal faja carbonífera es muy larga, para estudiar las posibilidades de explotar su carbón, conviene dividirla en segmentos. Para cada segmento hay que estudiar todos los factores que pueden influir sobre la explotación de antracita. Esto permitirá comparar los sectores entre si, y determinar, cual de ellos debe escoger SIDERPERU para su explotación.

Entre los factores, hay que tomar en cuenta situación legal y la posibilidad de adquirir derechos mineros propios, la distancia y accesibilidad de Chimbote, geología, potencial y reservas del carbón, calidad de antracita, facilidad de explotarla y preparala, recursos naturales existentes e infraestructura, inversión requerida para su adquisición y preparación de la mina y los costos de explotación, etc.

Para poder escoger mejor, conviene recopilar la información sobre los diferentes ectores. Por lo pronto



## CARACTERISTICAS DEL CARBON EXTRAIDO DE LA MINA

## SECTOR "F"

SEGUN MINERO PERU

UNIDADES	VALORES PARA EL CARBON PROMEDIO	VALORES LIMITES PARA POR LO MENOS EL 95% DEL CARBON SUMINISTRADO
----------	---------------------------------	------------------------------------------------------------------

CARBON EXTRAIDO DE LA MINAANALISIS APROXIMADO

		VALOR MIN.	VALOR MAX.
HUMEDAD TOTAL	%	7.0	10.0
CENIZAS	%	20.0	25.1
MATERIA VOLATIL	%	2.5	2.2
CARBON FIJO	%	70.5	74.2
PODER CALORIFICO BRUTO	Kj/kg.	24'116	25'372
PODER CALORIFICO NETO	KJ/kg	23'697	24'995

CARBON ENTREGADO A LA CENTRAL TERMICAANALISIS APROXIMADO

		VALOR MIN.	VALOR MAX.
HUMEDAD TOTAL	%	15.0	20.0
CENIZAS	%	18.3	22.3
MATERIA VOLATIL	%	2.2	2.5
CARBON FIJO	%	64.5	72.5
PODER CALORIFICO BRUTO	KJ/kg	22'023	24'702
PODER CALORIFICO NETO	KJ/kg	21'436	24'283
INDICE HARDGROVE		40.5	44.1

ANALISIS DEL CARBON SECO LIBRE DE CENIZAS

		VALOR
C	%	92.6
H	%	1.5
O + N	%	5.1
S	%	0.8

ANALISIS DE LA CENIZA

		VALOR	TEMPERATURA DE ABLANDAMIENTO DE LA CENIZA
SiO <sub>2</sub>	%	49.2	MIN. 1260°C
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	40.4	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	4.3	
CaO	%	1.6	TEMPERATURA DE FUSION DE LAS CENIZAS
MgO	%	1.5	
Na <sub>2</sub> O	%	0.4	MAYOR DE 1 400°C
K <sub>2</sub> O	%	2.2	
SO <sub>3</sub>	%	0.3	

existen mapas topográficos, geológicos y catastrales 1:25,000 o mayores de estas áreas. La información de estos mapas conviene integrar y complementar con la de informes preexistentes. La integración puede presentar ciertas dificultades; Como se explotaban sucesivamente diferentes minas cuya ubicación precisa se desconoce, que a veces cambiaban de nombre, la información es puntual y difícil de correlacionar. Se recomienda hacer un esfuerzo de integrar, por lo menos, esta parte de la información que es de interés inmediato y actualizarla, complementándola en el campo y eventualmente en el laboratorio.

Para verificar y complementar la información se recomienda hacer visitas del campo en presencia de los titulares de los derechos o personas que los conocen.

Las antracitas de Bajo Santa son similares a los de Penssylvania en Estados Unidos de Norte América, lo que permitió y permitirá adaptar sus tecnologías a las condiciones peruanas.

La persona que preparará la selección de yacimientos debe conocer, de preferencia, su historia y geología, como también a los propietarios de las minas. En la selección del yacimiento y luego en la puesta en operación de la mina, deben intervenir funcionarios de SIDERPERÚ y/o consultores con diferentes especialidades: así, por ejemplo, un abogado especializado en derecho minero debe estudiar la situación legal de los prospectos por adquirir y un metalurgista conocedor de los proyectos de SIDERPERÚ debe investigar la calidad de antracita.

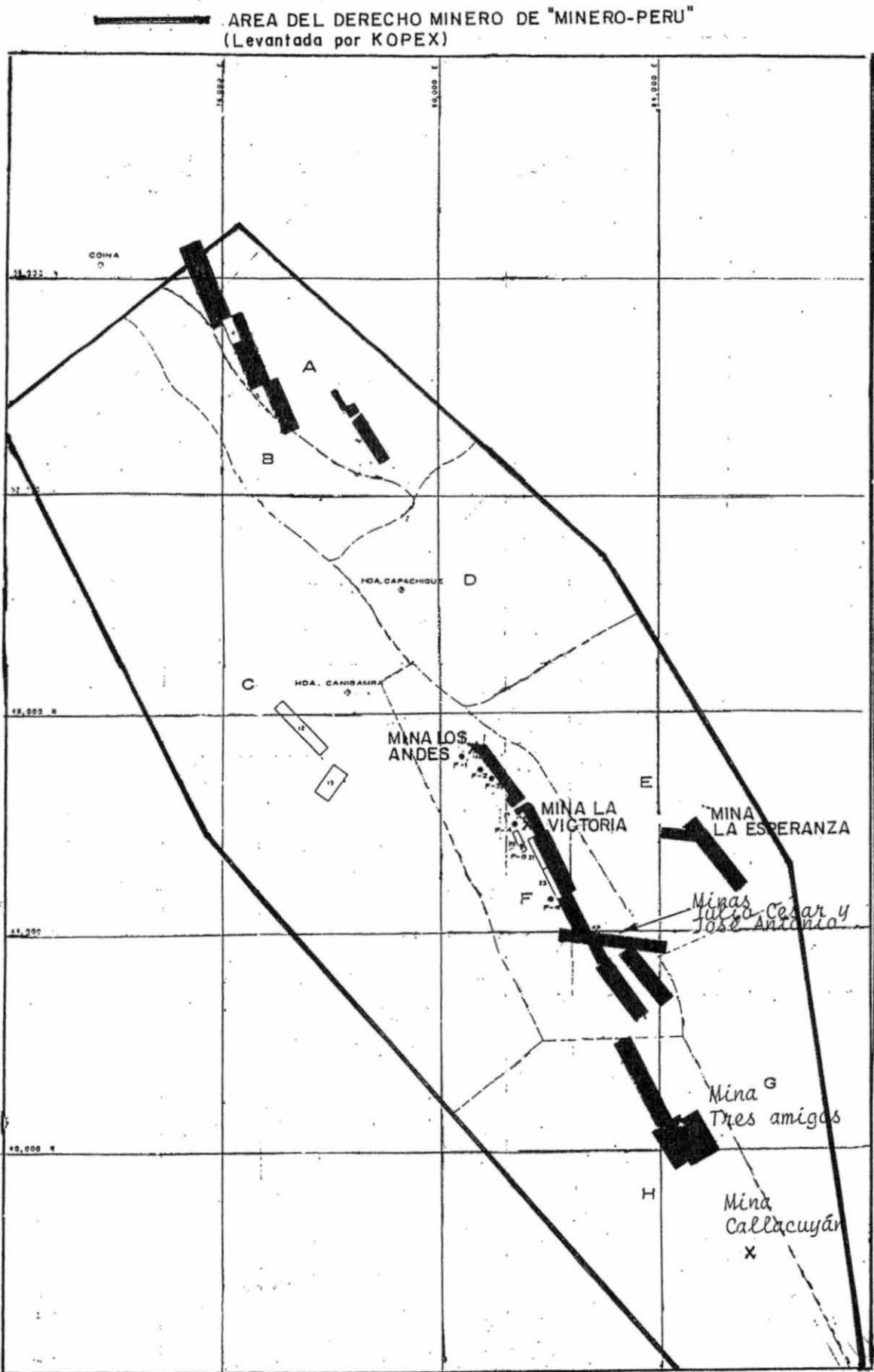
### Habilitación de una mina mayor

En el caso que SIDERPERÚ S.A. proyecte utilizar grandes cantidades de antracita, conviene que abra sus propias minas o haga contratos con proveedores mayores. La antracita proveniente de una o pocas operaciones, será, probablemente, más uniforme que de varias minas pequeñas, lo que facilitará su uso industrial. Una explotación mayor, permite hacer ahorros de escala, utilizar maquinaria más cara y eficiente, justificar mayores inversiones en infraestructura, etc.

La habilitación de una explotación minera mayor, requiere tiempo y dinero. SIDERPERÚ S.A debe iniciar los preparativos inmediatamente después de la adquisición del derecho. La información debe ser la más completa posible y fidedigna. Tal información con la excepción de Alto Chicama, no existe, y SIDERPERÚ tendrá que complementarla con estudios propios. Para la recopilación, comprobación y eventual ampliación de la información existente, se necesita tiempo y dinero. El costo de exploración al principio, será relativamente pequeño pero aumentará cuando se requerirán sondajes diamantinos o labores mineras.

La inversión para la puesta en operación de una mina es mucho mayor y sólo se justifica si existe la certeza de existir suficiente carbón, económicamente explotable para su amortización. En la Cordillera Occidental, sólo el alejado "Sector F" de Alto Chicama (Minas Los Andes, La Victoria, Julio Cesar etc.) ha sido suficientemente estudiados para justificar la apertura de una mina mayor, siempre y cuando se

SECTORIZACION DE ALTO CHICAMA Y LA UBICACION DE LOS DERECHOS MINE-  
ROS PREEXISTENTES



- Concesiones y Denuncias de la "UNIDAD ECONOMICA Y ADMINISTRATIVA SAN BENITO"
- Concesiones de la Mina "LOS ANDES"
- Sondaie diamantino

encuentre el uso para su carbón. Antes de iniciar la preparación de la mina esta información debe ser actualizada. Especial interés tiene el estudio de la distribución y naturaleza de azufre que hasta la fecha no se realizó.

En el caso de requerir muy grandes cantidades de antracita, la exploración preliminar no debe restringirse a un solo yacimiento, ya que se ignora si este, podrá suplir sólo toda la antracita requerida a largo plazo.

Para operar una mina grande, SIDERPERÚ S.A. va a necesitar equipo y gente especializada. Probablemente ambos, se puede conseguir en España donde se cierran las minas de antracita que no pueden competir con el carbón de otros países de la Unión Europea. Los mantos de antracita de Asturias y León son parecidos a los peruanos y para su explotación se patentó rozadoras especiales que podrían ser utilizadas en el Perú. Muchas minas se han cerrado y tal vez se podría comprar el equipo usado a menor precio.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Agramonte B.J.-Díaz V.A. (1983) Inventario Preliminar del Carbón Mineral del Perú; INGEMMET, Lima.
- Ángeles B.P.M. (1985) Importancia del Carbón en Metalurgia; Primer Symposium Nacional del Carbón, #-A1 ; Lima.
- Bennett E. & Fraser T. (1956) Situación Carbonera en el valle del Santa. 3ra Convención de Ingenieros de Minas, pag 33-55; Lima

- Bennett E. (1957) Report to the United Cooperation  
Administration-Technical Assistance to the  
Antracite Coal Industry in Perú; Inédito; 80  
páginas; Lima
- Castillo P. (1992) Combustión de carbón mineral en el Perú;  
Curso Práctico; Combustión Industrial S.A.
- Carrascal R. (1996) Caracterización y Estudio de los carbones  
de las cuencas Oyón, Santa, Alto Chicama y  
Yanacancha de Perú ; Tesis Doctoral  
Universidad de Oviedo e Instituto Nacional  
del Carbón; España
- Dunin-Borkowski E. (1957) Algunas observaciones sobre las  
compañías carboneras de Cocabal; tesis de  
grado; Universidad Nacional de Ingeniería
- Dunin-Borkowski E. (1984) Ensayo Preliminar sobre el carbón  
del Grupo Goyllarisquizga: Facies  
Occidentales; Boletín de la Sociedad  
Geológica del Perú; T73; pp 15-55.
- Dunin-Borkowski E.- Sanchez T.F. (1987) Informe sobre estudios  
geológicos y perfil de proyecto para futura  
fuente de abastecimiento de carbón antracita  
para TRUPAL
- Dunin-Borkowski E. (1989) Características geológicas,  
distribución geográfica y aprovechamiento de  
carbones peruanos: "Simposium-Carbón  
Energético, Eléctrico y Siderúrgico";  
(SIDERPERÚ) Chimbote.

- Dunin-Borkowski E. (1990) Informe sobre los prospectos carboníferos de la sucesión Aristides Castro Gamboa y la mina del carbón Callacuyán de MINEROPERU, Inf.inéd.
- Dunin Borkowski E. (1991) La relación entre la calidad y Empleo del Carbón en el Perú; Ingeniería Industrial; Bol.3
- Dunin-Borkowski E. (1992) Los últimos estudios de INGEMMET en La cuenca carbonífera del Santa y sus resultados (comentarios como consultor de INGEMMET)
- Dunin-Borkowski E.-Casilla E. (1996) Yacimientos de antracita de la COMPANIA MINERA BUENA VISTA
- Escudero J. (1979) El carbón de Alto Chicama; Boletín de INGEMMET; Serie B; Bol. N#2.
- Fraser T. (1956) Preparación de carbón de la Mina Limeña de Victor Sanchez Aizcorbe; 3ra Convención de Ingenieros de Minas, pags 1-9; Lima
- Fraser T. (1956) Pruebas de preparación de Antracitas da Ancos y La Galgada; 3ra Convención de Ingenieros de Minas, pags 55-88; Lima.
- KOPEX-MINEROPERÚ (1974) Estudio Geológico de los derechos especiales de MINEROPERU en Alto Chicama (a base de este estudio se preparó un proyecto de una Carboeléctica en Coina (500 MW) y Callacuyán (100 MW).
- INGEMMET (1993) Fondo Documental de Informes Tecnicos del Banco Minero del Perú; 564 pag. Lima

- INGEMMET (1994) Fondo Documental de Informes Tecnicos del  
INGEMMET:1902-1994, 470 Pag., Lima
- INGEMMET-ELECTROPERU (1992) Central carboeléctrica Río Santa;  
Estudio Geológico y evaluación de reservas de  
carbón en la cuenca del Río Santa; Informe  
Técnico inédito
- Manrique A. (1986) Geología Economica de las Cuencas de  
Alto Chicama, Santa, Oyón y Jatunhuasi; Inf.  
Inéd. para PROCABON-COFIDE-Naciones Unidas;  
Arch. MINEROPERU; Lima
- Mimbrela de la Vega J. (1985) Utilización del Carbón y  
sus derivados en la Siderurgica de Chimbote;  
Prim. Symp. Nac. Carbón, #-25; Lima
- Mucho R. (1992) Estudio de factibilidad del uso de carbón  
Nacional por C.N.P.S.A. (Cementos Norte  
Pacasmayo S.A.)
- Pearson E.D. (1981) Report to The United Nations Revolving  
Fund for Natural Resources Exploration on a  
Coal Mission to Perú; Victoria, British  
Columbia, Canadá.
- Philipps C. (1956) Sistemas de explotación actuales en la  
Carbonera Ancos; 3ra Convención de  
Ingenieros de Minas pags 30-33; Lima
- Sánchez F. (1987) Visita a los asientos mineros carboníferos  
del departamento de La Libertad en exploración,  
explotación y desarrollo
- Silva L. W. (1997) Extracción de carbón antracita de los  
yacimientos del Alto Chicama; CESEN (O.N.G.)



Lima 9 de Febrero 1998

Dr-Ing. Estanislao Dunin-Borkowski

Número del C.I.P. 5213