

La importancia del carbón mineral en el desarrollo

The Importance of the mineral coal in the development

Elard F. León D.*

RESUMEN

En el futuro la industria puede ser determinada por procesos de bajo costo de operación y capital. La confiabilidad y bajo precio del carbón mineral son los factores para la utilización en la industria. El carbón mineral puede emplearse en muchas y diversas actividades.

La implacable presión sobre los costos de operación, producción e inversión está obligando a los productores de acero a acelerar el desarrollo tecnológico y a considerar nuevas tecnologías y mejoras, con miras a mejores calidades, mejor performance, menos intensidad de capital y mejor impacto ambiental. La utilización del carbón mineral es una alternativa.

Palabras claves: Carbón mineral, Siderurgia, Metalurgia.

ABSTRACT

In the future, the industry can be determined by processes of low cost operation and the capital. The reliability and low price of the mineral coal are the factors for the utilization in the industry. The coal mineral can be use many and several activities.

The implacable pressure on the costs of operation, production and investment costs is forcing the producers of steel to accelerate the technological development and to considering new technologies and improvement, with a perspective to get the best qualities, best performance, with less intensity of capital and minor environment impact. The utilization of the mineral coal is an alternative.

Keywords: Coal mineral, Siderurgy, Metallurgy.

* Departamento Académico de Ingeniería Metalúrgica. Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
E-mail: eleond13@hotmail.com / eleond@unmsm.edu.pe.

INTRODUCCIÓN

El petróleo, el carbón y el gas natural son los grandes protagonistas de la revolución industrial en nuestros días. De ellos depende la mayor parte de la energía de la industria y transporte. Actualmente el 79,6% de la energía comercial proviene del petróleo, carbón y gas natural, y producen problemas de contaminación, acentuándose el efecto invernadero, ya que emiten CO₂ y otros gases, pero no se podría dejar de utilizarlos si no disponemos de un sustituto adecuado, ya que el desarrollo se paralizaría. La energía nuclear también tiene importante repercusión ambiental, ya que produce residuos peligrosos que duran miles de años en su destrucción.

El dióxido de carbono contribuye al calentamiento global al atrapar los rayos del sol en la atmósfera. Esto ocurre cuando se procesan o se queman combustibles como el carbón, el petróleo y el gas natural. El mundo emite aproximadamente 24 000 millones de toneladas de CO₂ cada año.

Dentro de los diferentes tipos de energía utilizados en la actualidad, se tiene:

Petróleo	35,8%
Carbón	23,7%
Gas Natural	20,1%
Biomasa	11,1%
Nuclear	6,6%
Hidroeléctrica, Solar, eólica	2,7%

ORIGEN Y NATURALEZA QUÍMICA DEL CARBÓN

El carbón es una masa estratificada compacta de materia vegetal, su descomposición ha sido llevada a varios pasos de perfección y ha sido combinado en sus propiedades químicas y físicas como resultado de acción geológica. Los restos de los vegetales sufrirán un proceso de degradación al aumentar la presión y temperatura. Estos cambios incluyen complejas alteraciones en los compuestos que forman la estructura de las plantas para producir el carbón, con desprendimiento de bióxido de carbono y metano. Los cambios físicos incluyen oscurecimiento en el color, incremento en la dureza, solidez en la consistencia mineral y cambio en la fractura.

El origen vegetal es evidente al examinar los diferentes rangos, algunos de los carbones ligníticos son café y blandos con fragmento de estructura vegetal a simple vista. En carbones bituminosos, el examen microscópico revela tejidos celulares y otras estructuras como semillas. La antracita es negro brillante, muy dura y el vegetal remanente se destaca con dificultad. La antracita es un carbón mineral de

buena calidad, procede de la transformación del bituminoso, contiene hasta un 95% de carbón y aunque puede arder con dificultad desprende mucho calor y poco humo. Se formó hace unos 250 millones de años, durante los periodos Carboníferos y Pérmico en la Era Primaria.

En adición al material vegetal, algunos carbones incluyen residuos animales que fueron colectados con los vegetales en los depósitos originales. La materia inorgánica está presente siempre en un carbón, su naturaleza y cantidad influyen en las propiedades del depósito.

El carbón es un combustible de alto poder calorífico y de los más abundantes (se calculan reservas para 220 años con el actual consumo), pero también es el más sucio y si tiene un alto porcentaje de S, expulsa una gran cantidad de SO₂, por ello es principal causante de la lluvia ácida.

COMPOSICIÓN DEL CARBÓN

Los elementos principales de que están compuestos los carbones son: carbono, hidrógeno y oxígeno, junto con pequeñas cantidades de azufre, nitrógeno y otros elementos característicos de la materia inorgánica. Una serie de alteraciones químicas, gracias a la acción de las bacterias, consiste en un enriquecimiento progresivo en átomos de carbón, transformando las moléculas orgánicas (fundamentalmente celulosa) en carbón y subproductos como el CO₂ y CH₄.

Este proceso bioquímico es complementado en una alteración geológica, la maduración,

consiste en una compactación, pérdida de agua y expulsión de las sustancias volátiles que se habían formado previamente. La maduración sería favorecida por factores: la presión y temperatura.

El carbón, hidrógeno, nitrógeno y una parte del azufre se combinan en moléculas muy complejas con alto peso molecular, que fueron producidas de la sustancia vegetal original por las reacciones de carbonificación.

TIPOS DE CARBONES

Los métodos mejores conocidos para la clasificación de carbones, dentro de varios rangos de turba a antracita, utilizan el análisis aproximado de material volátil y carbón fijo; y el valor calorífico o bien el análisis final de carbono, hidrógeno y oxígeno.

Dentro de los diferentes tipos de carbones se tiene:

	% de carbón	Poder calorífico (cal/gr)
Turba	55.44	4500/6000
Lignito	72.95	6000/7000
Bituminoso (hulla)	84.24	7000/8000
Antracita	93.50	>8000

La clasificación más usual es la de ASTM (cuadro 1) que utiliza el contenido de carbón fijo y materia volátil en base seca, en los carbones de alto rango.

El contenido de carbón fijo y materia volátil usado en la clasificación ASTM es seco y libre de materia mineral.

Los mayores depósitos de carbón están en América del Norte, Rusia, Colombia y China, habiendo cantidades considerables en algunas islas del Ártico, Europa Occidental, India, África del Sur, Australia y América del Sur.

El coque, es el residuo de la destilación del carbón. Estructuralmente el coque es un compuesto celular, poroso. Las propiedades físicas y químicas del coque metalúrgico, así como de su composición, dependen del carbón usado y de la temperatura de coquización.

No todos los carbones bituminosos forman coque por el método convencional, y no todos los carbones coquizables dan la misma firmeza o masa celular característica del coque apropiado para uso metalúrgico. Algunos carbones producirán un coque aceptable sin mezclarse con otros carbones, mientras que otros son usados únicamente como constituyentes de una mezcla.

EL CARBÓN EN EL ESCENARIO MUNDIAL

El carbón siempre se ha considerado el candidato más probable para reemplazar al petróleo, caro y escaso. El carbón es un recurso abundante, de amplia distribución geográfica, por lo que, a largo plazo, aventaja a otros combustibles competitivos. El consenso respecto a un resurgimiento del carbón, después de su decadencia de postguerra y de las alzas de los precios del petróleo, estimuló los estudios sobre sus perspectivas, en especial, el Estudio. Durante los años 1950 a 1970, la proporción de carbón en el abastecimiento mundial de energía disminuyó de 55% a sólo 20% anual. Esto no se debió a que haya declinado la demanda global de este combustible, sino a que se utilizaron petróleo, gas natural y fuerza hidráulica para satisfacer las mayores necesidades de energía cuando el consumo aumentó.

La tendencia ascendente en la contribución del carbón se tuvo luego de la primera crisis del petróleo en 1973-1974. En el periodo 1973-1983, el consumo de carbón a nivel mundial aumentó en 26%, en Norteamericana y Asia en 25% y 35% respectivamente, hasta 1981, luego se estancó, debido a la recesión económica [1].

Un auge mundial del uso del carbón, así como de su minería, en el momento actual, está contribuyendo a compensar algunas presiones económicas del aumento del precio del petróleo, y representa un im-

portante cambio en el consumo de energía. La tendencia es especialmente visible en los países con mayor demanda de energía del mundo: China e India, países que tienen grandes reservas de carbón, pero no suficientes de petróleo y gas.

Según algunos cálculos el consumo mundial de carbón ha estado creciendo más rápido que la utilización de cualquier otra fuente de energía, incluyendo el petróleo, el gas natural, la hidroeléctrica y la nuclear. En el año 2003 el consumo mundial del carbón creció en 6,9% frente a un 2,1% del petróleo [2].

En el año 2004 la producción de carbón llegó en Estados Unidos, aproximadamente, a los 1200 millones de toneladas, un incremento de 3,7% con respecto a 2003. En China la producción en 2004 creció un 11,8%, aproximadamente 1900 millones de toneladas, un aumento que equivale más de la mitad de la producción de Australia [2].

Además, existen enormes reservas sin explotar que pueden ser desarrolladas a bajo costo, lo contrario de lo que sucede con el petróleo. Aunque los precios del carbón han subido 80% a lo largo del año 2004, a más de US\$ 50 por tonelada, cuesta US\$ 3 para generar un millón de BTU de energía con carbón, frente a US\$ 7 para el gas natural [2].

Peadbody Energy Corp., la mayor productora de carbón de USA, planea duplicar su producción anual a 400 millones para 2010. La mayor minera de carbón de China, Shenhuan Group Corp., espera duplicar a 200 millones toneladas en ese lapso. La producción también está aumentando en Colombia, Australia e Indonesia [2].

En el mundo, el carbón contribuye con 24% de las necesidades de energía. Pero el protagonismo del carbón está creciendo debido a que los países en desarrollo están buscando las opciones menos caras para dotar de energía a sus economías en pleno auge. Al dar electricidad para las plantas industriales y unidades de aire acondicionado en países como China e India, la utilización continuada de carbón podría reducir sus necesidades de petróleo y de gas natural.

EL CARBÓN TÉRMICO

La generación de electricidad es el mayor mercado del carbón térmico, y representa más del 60% del uso de hulla, antracita y sobre el 90% del lignito del mundo. Entre 1973 y 1981, la demanda mundial de energía eléctrica aumentó en un tercio, pero, con el rápido aumento de la generación nuclear, el incremento en la producción eléctrica de las centrales térmicas convencionales de carbón, gas o petróleo, fue mucho menor. No obstante la progresiva sustitución del petróleo y el gas por carbón originó un aumento de un 50% en la generación de electricidad

de centrales alimentadas por carbón. Desde 1981 la demanda global de electricidad sólo ha aumentado marginalmente y, al mismo tiempo, han continuado entrando en actividad centrales nucleares e hidráulicas para satisfacer la demanda cuando se esperaba un crecimiento más rápido de las necesidades de electricidad. Pese a estas condiciones adversas, la tendencia hacia el uso del carbón se mantiene y la electro-generación en centrales que queman carbón sigue en aumento, especialmente en Norteamérica y Asia. Aproximadamente el 30% de la energía eléctrica mundial se provee de la fuente de carbón.

En EE.UU., el carbón genera cerca de la mitad de la electricidad del país. Algunas empresas están tratando de obtener más energía con el carbón desde que aumentaron los precios del gas natural. Se cree que las emisiones del carbón son responsables de que haya más enfermedades respiratorias y otras consecuencias para la salud, además que contribuye al calentamiento global. Los daños son mayores para la China e India, que representan hasta dos tercios de la demanda global hasta 2030.

Además del sector de generación eléctrica, la industria del cemento es el mayor usuario del carbón térmico. En los años 1970, el carbón mejoró su posición competitiva frente al petróleo en este sector. Esto originó un notario desplazamiento hacia el uso del carbón, el cual ha aumentado, no obstante, la mayor eficiencia de esta industria en el empleo de energía.

EL CARBÓN EN LA METALURGIA

El sector siderúrgico es el principal consumidor del carbón metalúrgico. El carbón suministra más del 80% de los requerimientos totales de energía y calor. La mayor parte de este carbón va a la producción de coque metalúrgico. La carga de un Alto Horno típico contiene de unos 400 a 450 kilos de coque por tonelada de arrabio producido. Solo ciertos tipos de carbón son los más adecuados para la fabricación de coque metalúrgico, y de ellos no todos dan la clase de coque necesario para fines metalúrgicos. Para su empleo en el Alto Horno el coque debe estar libre de polvo, y los trozos deben tener un adecuado rango de tamaño, entre 5/8" a 2", para permitir la combustión rápida. Debe ser suficientemente resistente para soportar el peso de la carga que se introduce en el Alto Horno, asimismo debe estar libre de S como sea posible y contener cantidades mínimas de ceniza. Las propiedades y su composición dependen en gran medida del carbón utilizado y de la temperatura en la que se realiza el proceso. Algunos carbones dan un coque aceptable sin necesidad de mezclarlos con otros carbones, mientras que otros solo se utilizan como componentes o mezclas. Hay un consenso general

que el coque del Alto Horno más deseado, es el que se obtiene de la destilación del carbón bituminoso medio volátil.

El carbón es el insumo (reductor) en los métodos de reducción directa con reductor sólido. Con cierta ligereza se suele afirmar que casi cualquier carbón puede emplearse como reductor. Esto lamentablemente está lejos de ser cierto. Lo que sí es verdad es que toda la gama de carbones, desde los lignitos hasta las antracitas, pueden encontrarse reductores apropiados. Las características que determinan la aplicabilidad de un carbón a la reducción directa de hierro son: Fusibilidad de las cenizas, composición de las cenizas, reactividad, materias volátiles, contenido de azufre y contenido de cenizas. El contenido de azufre es importante sobre todo si, como es lo común, las cenizas de carbón son ácidas, es decir, que no tienen capacidad para retenerlo como lo hacen las cenizas básicas.

Dentro de las innovaciones tecnológicas de reducción del mineral de hierro se encuentra el método COREX, que emplea como insumo el carbón en su estado natural, para la obtención del arrabio, tal como se obtiene en el Alto Horno. El carbón utilizado puede ser lignito, antracita, sub-bituminosos y otros que no se pueden utilizar para obtener el coque metalúrgico apto para el Alto Horno.

El coque formado es una alternativa para fabricar coque que se puede emplear en el Alto Horno. Para su elaboración se emplea una mezcla en la que gran porcentaje está constituido por carbones no coquizables, por el método convencional, tales como antracita y sub-bituminosos.

CARBÓN PERUANO

Por los estudios geológicos existentes, que generalmente son de limitado alcance, sabemos que, debido a las intensas perturbaciones geológicas que tuvieron su ocurrencia principalmente durante el terciario, las secuencias estratigráficas de la gran mayoría de estos yacimientos sufrieron considerables plegamientos, fallas, sobre escurrimientos, etc., dando lugar a que los yacimientos descubiertos se hallen en áreas reducidas y discontinuas, con la particularidad de que el carbón muchas veces en un mismo yacimiento sea heterogéneo en cuanto a calidad y rango.

Generalmente, la evaluación geológica y minado de carbón exigen la aplicación de tecnologías especiales.

Por otro lado, la topografía caprichosa del territorio, así como los fenómenos de remoción en masa que periódicamente se presentan en el país, dificultan el acceso a los yacimientos y consiguientemente encarecen el transporte del carbón de las minas a los centros de consumo.

Es de esperar que todas estas dificultades quedaran superadas en razón a las perspectivas de uso cada más importante del carbón en la Industria Siderúrgica Nacional, del Cemento y también debido al incremento constante de su cotización en el mercado internacional como consecuencia de la crisis energética mundial.

Se ha estudiado la geología y los recursos de carbón en las cuencas del Alto Chicama, Santa, Oyón y Jatunhuasi con el objeto de determinar las reservas y clases de carbón disponibles. Estas cuencas fueron escogidas por considerarse que su ubicación geográfica permite un abastecimiento de carbón a precios competitivos a un mercado potencial existente en la costa norte del país [3].

Se ha encontrado que las reservas verificables en las cuatro cuencas estudiadas asciende a 46.5 millones que pueden ser disponibles a corto plazo. Los recursos carboneros totales se estiman en 1103 millones de toneladas métricas (Cuadro N° 2).

La gran mayoría de minas privadas están produciendo carbón en pequeña escala. Según estimados del Ministerio de Energía y Minas, se han producido últimamente unas 31 000 toneladas de antracita, no sobrepasando la extracción anual de 81 000 TM (4). Alrededor del 50% de la producción son finos (0" a ¼»).

En el Perú existen suficientes reservas de antracita en las cuencas del Alto Chicama, Santa y Oyón. Las antracitas son de buena calidad (excepto el alto % de azufre), susceptibles de alcanzar una disminución de cenizas, mediante el escogido de los tamaños mayores de 1" y lavado de los tamaños menores. El azufre en el carbón destinado para uso metalúrgico juega un papel muy importante ya que se une al metal que se produce, afectando sus propiedades.

Las reservas de carbón bituminoso con medio o bajo contenido de volátiles están ubicadas en la cuenca de Jatunhuasi y a la parte sur de la cuenca de Oyón, respectivamente. SIDERPERU con ayuda con la consultora polaca KOPEX tiene reservas de carbón muy heterogéneas, de las cuales la mitad es carbón sub-bituminoso, que para producir coque necesita ser mezclados con otros tipos de carbones. Dichas reservas no son suficientes para operar una coquería. Por otro lado el depósito de Oyón es muy perturbado tectónicamente y su explotación sería difícil a gran escala.

Con muy pocas excepciones el minado del carbón es artesanal, sin orientación de ingeniería y usan equipos y técnicas primitivas que no hacen justicia al yacimiento que podría producir más.

CONCLUSIONES

El Perú tiene un considerable potencial de carbón de cuyo aprovechamiento ofrece y variadas oportu-

nidades para los inversionistas. Las mejores posibilidades presentan la explotación e industrialización de la antracita de los Andes Nor-occidentales. La costa norte del Perú, próxima a los yacimientos, se está industrializando y necesita el carbón como materia prima y/o como fuente de energía. El potencial de la antracita en la sierra norte tiene el orden cientos de millones de toneladas y una gran parte tiene un alto poder calorífico. En los Andes nor-orientales, al parecer, existen depósitos de hulla que el Perú necesita e importa de Colombia para las industrias del cemento y metalúrgica [4].

Se debe tener en cuenta que todos los carbones destinados a usos siderúrgicos deben cumplir con requisitos generales y específicos. Entre los requisitos generales se exige que el carbón sea duro, es decir, que tenga un poder calorífico superior a los 6000 cal/gr, luego se exige bajo contenido de las siguientes impurezas: cenizas (máximo 10%), humedad (máximo 8%), azufre (máximo 1,5%), fósforo (máximo 0,04%).

Las explotaciones de la antracita en el Perú son muy pequeñas y primitivas, el transporte es muy caro, la producción es heterogénea y el suministro inseguro. La mayor parte de la antracita extraída se utiliza sin lavado como combustible barato en las ladrilleras y sólo una pequeña cantidad en las industrias.

Cementos Lima y Cemento Andino importa 240,000 TM. anuales de carbón sub-bituminoso, con 35% a 38% de material volátil y con los máximos de 10% de humedad y 10% de cenizas. Cementos Pacasmayo importa asimismo 80 000 TM./año de carbón con características similares a las anteriores. DAN ROA utiliza 50 000 TM/año de carbón bituminoso coquificable y Aceros Arequipa unas 25 000 TM/año sub-bitumino y antracita, para su planta de reducción directa en Pisco (4). SIDERPERU cuando opera el Alto Horno en Chimbote necesita importar entre 120 000/150 000 TM anuales de coque metalúrgico.

El déficit de energía eléctrica en el norte peruano tiene en este momento cientos de megavatios y está creciendo. Para cubrir este déficit se han realizado varios anteproyectos de centrales carbo-eléctricas, basadas en el empleo de antracitas de las cuencas de Chicama y Santa, cuyos yacimientos son accesibles y mejor conocidos.

No existen suficientes conocimientos que motiven a convertir el carbón de recurso natural, en un insumo atractivo como carbón térmico y para la industria.

RECOMENDACIONES

Por el carbón preparado podrían interesarse varias industrias, sobre todo la siderúrgica y la del cemento. El prerrequisito para el uso racional de la antracita es la preparación, que consistiría en la homoge-

nización, clasificación según la granulometría, disminución del % de azufre y lavado. El lavado es especialmente importante para el beneficio de la fracción fina o «cisco» que constituye un gran porcentaje de la antracita extraída de la mina. Actualmente el «cisco» no se lava y en consecuencia el contenido de material no combustible es alto, lo que reduce su valor.

La antracita podría sustituir a algunos combustibles, que podrían ser usados de manera más conveniente. El gas producido a partir de antracita ya fue utilizado en la Siderúrgica de Chimbote. La preparación de briquetas de carbón para cocinas es otra alternativa.

La Siderúrgica de Chimbote, con una antracita preparada, tiene la posibilidad de efectuar un desarrollo siderúrgico utilizando este insumo en el método COREX para la elaboración de arrabio. Asimismo con el gas exceso producido en el COREX (con antracita) puede operar una planta de Reducción Directa y abastecer de gas al Alto Horno, por lo tanto disminuir el consumo de coque.

Bajar los costos en las operaciones mineras es una prioridad. Esto se debe conseguir empleando una tecnología apropiada en la explotación ya que las capas en diferentes cuencas, por tratarse mayormente de capas muy disturbadas, subverticales con groso-

res que varían de 0,5 a 2 m, a excepción de casos puntuales que alcanzan mayores grosores, al mismo tiempo se requiere mejorar la infraestructura vial, asimismo la gran producción conduce a la economía de escala, lo que implica que en algunas zonas para el transporte se podría realizarse a través de un carbo ducto.

Es necesario realizar investigación para mejorar la calidad del carbón, sobre todo el porcentaje de azufre, para mejorar la contaminación ambiental y encontrar nuevos usos tal como lo está realizando Colombia con un combustible proveniente de la mezcla de carbón pulverizado con agua y un residuo del petróleo.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Siderurgia Latinoamericana (1985). *Carbón a la espera de la expansión*. ILAFA.
- 2 El Comercio (16/11/2004). «Demanda en China e India estimula el auge del carbón mineral». *The Wall Street Journal*, Economía y Negocios.
- 3 Alberto I. Manrique (1986). *Geología económica de las cuencas del Alto Chicama, Santa, Oyón y Yatunhuasi*. PROCARBON.
4. Carbones. INGEMMET, www.

Cuadro 1. Norma ASTM D 388 - 82. Clasificación de carbones minerales por rango.

TIPO	CLASE	C.F %	M.V %	PODER CALORÍFICO BTU/Lb	CARÁCTER AGLOMERANTE
I. Antracita	1. Meta antracita	/98	≤ 2		Carbones no aglomerantes
	2. Antracita	92 – 98	2 – 8		
	3. Semi antracita	86 – 92	8 – 14		
II. Bituminoso	1. Bajo volátil	78 – 86	14 – 22	/ 14 000 13000-14000 11500-13000 10500-11500	Carbones aglomerantes
	2. Medio volátil	69 – 78	22 – 31		
	3. Alto volátil A	< 69	> 31		
	4. Alto volátil B				
	5. Alto volátil C				
III. Sub bituminoso	1. Clase A			10500–11500	Carbones no aglomerante
	2. Clase B			9500-10500	
	3. Clase C			8300-9500	
IV. Lignítico	1. Lignito A			6300-8300	
	2. Lignito B			< 6300	

Notas:

- Los contenidos de carbono fijo (CF) y materias volátiles (MV) se determinan sobre muestras secas, libres de otras materias minerales.
 - El poder calorífico se determina sobre muestras con humedad natural inherente.
- Los carbones de más de 69% CF se clasifican según el contenido de carbono fijo, sin tener en cuenta su valor calorífico.

Cuadro 2. Recursos y reservas totales estimadas de carbón en el Perú.

Eras	Cuencas	R. Probadas (t)	Recursos (t)
Paleozoico	Paracas		2 950 00
Mesozoico	Yura		2 892 00
	Oyón	18 000 000	172 050 00
	Santa	575 940	214 749 94
	Chicama	26 976 741	312 174 36
	Goyllarisquizga	1 542 500	7 970 00
	Jatunhuasi	1 905 295	60 457 25
	Cajamarca	20 000	54 870 00
	Chiclayo		400 00
Cenozoico	Yanacancha		25 000 00
	Tumbes		101 000 00
	Loreto		100 000 00
Subtotal		49 020 476	1 054 613 55
Total			1 103 634 03

* En los casos donde las reservas probadas y probables no están diferenciadas, se ha considerado 50% como reservas probadas y 50% como reservas probables que pasan a formar parte de los recursos (reservas geológicas) de carbón.

Fuente: INGEMMET.