

Recibido: 1 / 10 / 2008, aceptado en versión final: 29 / 10 / 2008

## El carbón: alternativa a la crisis energética en el Perú

The coal: alternative to the power crisis in Peru

E. Mauro Giraldo P.<sup>1</sup>

---

### RESUMEN

En la Revista del Instituto de Investigaciones de la FIGMMG vol. 10 N° 20, se publicó sobre la minería del carbón en el norte del Perú, como resultado del estudio de más de 20 minas, considerando su clasificación, ubicación, geología, minería y el problema social reinante. En esta oportunidad, entre otros aspectos, se hace un análisis de la reserva energética a partir del carbón, tomando como base a las minas estudiadas y lo realizado por otros como el INGEMMET, como una alternativa para resolver la crisis energética que ya vive el Perú. Según el Banco Mundial y otros, nuestro país seguirá creciendo, por ende habrá mayor demanda energética, demanda que no podrá ser cubierta con la escasa reserva existente; al cual se suma la reducción paulatina del caudal de los ríos que accionan las hidroeléctricas, por el creciente descongelamiento de los nevados de las cordilleras por efecto del calentamiento global, siendo los glaciares las principales fuentes de agua durante la época de sequía en nuestro país. Proyectándose a mediano y largo plazo, al fenómeno del calentamiento global se sumará el agotamiento de reservas de gas y petróleo y/o su encarecimiento elevado, escenarios que hacen reflexionar y pensar en otras fuentes de energía como el carbón, considerando su abundancia en nuestro territorio. Por consiguiente, amerita profundizar este estudio para la instalación de centrales termoeléctricas accionados por carbón en puntos estratégicos, para minimizar su costo de transporte y contar con una energía eléctrica barata; generando también fuentes de trabajo, directas e indirectas, y afianzando la descentralización que vive nuestro país.

**Palabras clave:** Carbón, antracita, energía, Kilocaloría, kilowatt hora, mega watt.

### ABSTRACT

In the Vol. 10 N° 20 of the Magazine of the Institute of Investigations of the FIGMMG, published on the mining of the coal in the north of Peru, as resulting from the study of than 20 mines, considering more its classification, location, geology, mining and the ruling social problem. In this opportunity, among other aspects, an analysis is made of the power reserve from the coal, taking as it bases to the studied mines and the made thing by others like the INGEMMET, like an alternative to solve the power crisis that already lives Peru. According to the World Bank and others, our country will continue growing, therefore there will be greater power demand, demand that could not be covered with the little existing reserve; to which the gradual reduction of the volume of the rivers is added that drive the hydroelectric ones, by the increasing disfreezing of the snowed ones of mountain ranges by effect of the global heating, being the glaciers the main water sources during the time of drought in our country. Projecting to medium and long term, to the phenomenon of the global heating the exhaustion of reserves of gas and petroleum will be added and/or its excessive cost, scenes that make reflect and think about other power plants like the coal, considering its abundance in our territory. Therefore, it is necessary to deepen this study for the installation of thermoelectrial power stations driven by coal in strategically important points, to diminish its cost of transport and of counting on a cheap electrical energy; also generating sources of direct and indirect work and strengthening the decentralization that lives our country.

**Keywords:** Coal, anthracite, energy, kilocalorie, kilowatt hour, mega watt.

---

1 Profesor de Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima - Perú.  
E-mail: egiraldop@hotmail.com

## I. INTRODUCCIÓN

El Perú actualmente cuenta con escasas reservas de energía; según el Banco Central de Reserva (BCR), se estima que a diciembre de 2008, la reserva energética se habrá reducido a 10%, cuando lo mínimo es 20%, incluso otros países cuentan con 40%. Por otro lado, el Perú es un país en crecimiento vertiginoso, tanto demográfico como económico, lo cual implica también mayor demanda energética, y de no tomarse las precauciones se puede desembocar en una crisis energética con graves consecuencias económicas y sociales, por la paralización de industrias y desatención a la demanda urbana.

En otro escenario, el fenómeno del calentamiento global se acelera cada vez más, ocasionando el descongelamiento de los nevados, fuentes de agua de los ríos más importantes de la sierra y la costa, cuyos caudales y desniveles se aprovechan actualmente para accionar las centrales hidroeléctricas. Dentro de 15 a 20 años, es probable que dichos ríos si no están secos, no tendrán el caudal necesario para seguir accionando dichas centrales y no podrán generar la cantidad de energía de acuerdo a la demanda de entonces. Una alternativa para paliar esta encrucijada podría ser la construcción de cadenas de presas para almacenar el agua en épocas de lluvias.

Actualmente, el 38% de la energía termoeléctrica es generada por la combustión del gas natural y 40% por derivados de petróleo. Se observa que además de las limitaciones del sistema de transporte del gas para abastecer la demanda energética se suma la interrogante ¿Tendremos suficiente gas dentro de 15 ó 20 años, para seguir generando la cantidad de energía necesaria?, pero aun por la situación del petróleo, de seguro vamos a tener serios problemas energéticos en el futuro si no se toman las previsiones del caso.

El Perú cuenta con gran potencial de reservas de carbón, que puede ser una alternativa más económica e inmediata para generar energía barata. Amerita pues, que el Estado tome acciones, empezando por regularizar la minería informal del carbón; luego hacer un estudio de lugares estratégicos para la instalación de centrales térmicas, por ejemplo, Coina en La Libertad para centralizar la producción del Alto Chicama, Yungay para centralizar el carbón del callejón de Huaylas y parte de Conchucos, etc.

## II. ANTECEDENTES

Hace 20 años, no había preocupación por el fenómeno del calentamiento global como ahora, que está descongelando los nevados alrededor del mundo. En nuestro país, los glaciares son las principales fuentes de agua en épocas de estiaje. Actualmente, una persona común y corriente habla de este fenómeno, provocado por hombre sobre todo por los países más industrializados del mundo, que irresponsablemente han emanado a la atmosfera año tras año ingentes cantidades de gases, produciendo el efecto invernadero.

Como demostración de lo antes expuesto, las fotografías 1 y 2 muestran el nevado de Huascarán, el pico más importante de nuestro país con una altura de 6768 msnm, tomadas en 1980 y el 2008 desde del distrito de Cascapara (lugar estratégico para observar la Cordillera Blanca). En la primera vista se observa la cobertura de nevado casi total y con lenguas glaciares hasta muy abajo, mientras que en la segunda vista se observa un marcado despoblamiento del blanco nevado, con grandes depresiones negras y un gran retroceso de las lenguas glaciares. Según SENAMHI y otros, en los últimos 35 años se habrían perdido entre 22 a 26% de los glaciares y una reducción del 12% del flujo de agua.



Foto 1. Nevado de Huascarán visto desde el distrito de Cascapara – Yungay, 1980.



**Foto 2.** Nevado de Huascarán visto desde el distrito de Cascapara – Yungay, 2008.

Lonnie Thompson de la Universidad de Ohio – USA, indica que el 70% de los glaciares tropicales del mundo están en el Perú y constituyen la fuente principal de agua de los ríos que no solamente sirven para el consumo humano, sino también para la agricultura y generación de energía.

La Organización Internacional del Agua considera que en el año 2025, el Perú sería el único país de Latinoamérica que sufriría la situación traumática de quedarse sin agua en forma permanente; lo cual, parece estar más cerca de lo que se piensa, dado que ya existe manifestaciones encontradas con las comunidades por esta situación que se viene, como es el caso de la comunidad de Caraz (Huaylas), quienes

han pedido que se declare en emergencia la laguna de Parón (principal reserva de agua del Callejón de Huaylas), considerando el peligro de quedarse sin agua, por el desmedido uso de ella por la central hidroeléctrica del Cañón del Pato. Tal preocupación ha impulsado a dicha comunidad, tomar el control de su desaforo desde el mes de julio del año en curso; puesto que la reserva de agua de dicha laguna ya se habría reducido en 50%; dicho proceso de reducción, irá afectando también a las grandes agroindustrias del norte, caso de Chao, Virú y Moche que son irrigados por el río más importante de la costa, el río Santa. La foto 3 ilustra al río Santa visto en la localidad de Tingua – Yungay, con un caudal muy por debajo de lo que tenía en el pasado.



**Foto 3.** Río Santa mostrando su disminuido caudal, visto en Tingua – Yungay (Cortesía del Ing. Francisco Méndez M.)



Foto 4. Manto de carbón con 6 m de potencia de la mina informal Canibamba, Usquil-Otuzco.



Foto 5. Galería principal de una mina informal de carbón en peligro de colapso y subsidencia.

Según el Ministerio de Energía y Minas del Perú (MEM), la capacidad instalada al mes de diciembre de 2007 fue de 7028 MW, de los cuales, 5990 MW fue generado para el mercado eléctrico y 1038 MW para uso propio. De los 5990 MW, 3145 MW (52,5%) fue por generación hidráulica y 2845 MW (47,5%) generación térmica.

El aumento de la demanda energética en el mes de setiembre del año en curso, fue de 4108 MW, 9,3% superior al mismo período del año 2007, y 21%, 29%, 38% y 42% superior a los años 2006, 2005, 2004 y 2003, respectivamente. Así mismo, la generación de energía en el mes de setiembre de este año fue de 2554 GW.h, 11,1% superior que en el mismo período del 2007. La venta total del mismo mes en el presente año fue de 2237 GW.h, 9,2% mayor correspondiente al mismo mes del 2007 (Estadística Eléctrica – setiembre de 2008, Ministerio de Energía y Minas).

De lo antes expuesto, se deduce que el mayor porcentaje de generación de energía corresponde a la hidráulica (52,5%) y el margen de reserva es del orden del 12%, lo cual es preocupante por cuanto el crecimiento industrial y poblacional del Perú demandará un aumento de energía al menos del 7% anual. Por consiguiente, de no tomarse las precauciones desde el corto plazo se podría tener un desabastecimiento energético.

### III. FUENTES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA

Las fuentes de generación de energía son diversas, como la hidráulica, térmica, eólica, solar, nuclear,

etc. En nuestro país, las principales fuentes son las 2 primeras, y dentro de ellos la más importante es la hidráulica, como muestra el gráfico N° 1, la generación por la demanda creciente, sólo en los 3 últimos años 2005, 2006 y 2007, se ha venido incrementando en 5,3%, 7,6% y 9,8%, respectivamente (Estadística Eléctrica 2007, Ministerio de Energía y Minas). Así mismo, durante el año 2007 la generación hidráulica descendió en 0,75% por ser suplido por la generación térmica con gas de Camisea, que también ya quedó limitado por la capacidad de la tubería instalada.

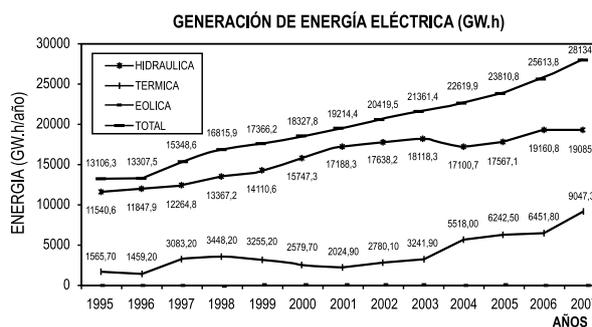


Gráfico N.º 1. Generación de energía eléctrica 1995 – 2007 en GW.h/año.

### IV. RESERVA Y PROPIEDADES DEL CARBÓN

De las 20 minas estudiadas, muchas de ellas no cuentan con un estudio de reservas, por la informalidad que impera en su explotación, La foto 4 muestra un manto de carbón de 6 m de potencial explotado minero informal y la foto 5 presenta la galería principal de

Tabla N.º 1. Reservas y propiedades del carbón en las diferentes minas estudiadas en el norte del Perú.

| MINA              | RESERVAS DE CARBÓN (TMS) |          |          | TIPO DE CARBÓN  | HUMED. (%) | COMPOSICIÓN Y PODER CALORÍFICO DEL CARBÓN |           |             |           |                 |           |                            |           |
|-------------------|--------------------------|----------|----------|-----------------|------------|---|-----------|-------------|-----------|-----------------|-----------|----------------------------|-----------|
|                   | Probad.                  | Probab.  | Total    |                 |            | Volátiles (%)                             |           | Cenizas (%) |           | Carbón Fijo (%) |           | Poder Calorífico (Kcal/kg) |           |
|                   |                          |          |          |                 |            | Base húmeda                               | Base seca | Base húmeda | Base seca | Base húmeda     | Base seca | Base húmeda                | Base seca |
| Chimu 1           | 1070485                  | 133486   | 1203971  | Antracita       | 5,01       | 2,38                                      | 2,51      | 11,32       | 11,92     | 81,29           | 85,57     | 6365,00                    | 6700,67   |
| Pampa Verde       | 69450                    | 92164    | 161614   | Antracita       | 7,30       | 3,45                                      | 3,71      | 12,41       | 13,36     | 76,42           | 82,45     | 6331,37                    | 7012,00   |
| Pampa Hermosa     | 2258685                  | 13098345 | 15357030 | Antracita       | 11,57      | 18,74                                     | 20,75     | 6,33        | 7,07      | 62,84           | 71,58     | 6479,97                    | 7338,65   |
| Guitarrilla       | 383717                   | 6006000  | 6389717  | Antracita       | 6,72       | 2,45                                      | 2,69      | 4,50        | 4,83      | 85,85           | 92,02     | 7121,00                    | 7633,50   |
| Los Andes         | 684396                   | 572788   | 1257184  | Antracita       | 4,85       | 2,40                                      | 2,54      | 8,63        | 9,19      | 84,12           | 88,27     | 6791,50                    | 7122,50   |
| Chacomas          |                          |          |          | Antracita       | 6,70       | 2,43                                      | 2,61      | 9,68        | 10,35     | 81,20           | 87,04     | 6521,25                    | 6992,50   |
| San Martín        | 429000                   |          | 429000   | Antracita       | 6,00       | 2,98                                      | 3,18      | 5,61        | 5,97      | 85,41           | 90,85     | 6592,00                    | 7012,00   |
| El Gato           |                          |          |          | Antracita       | 8,70       | 1,90                                      | 2,08      | 5,69        | 6,23      | 83,71           | 91,69     | 6441,00                    | 7055,00   |
| Carbonifera 2000  |                          |          |          | Antracita       | 10,01      | 5,14                                      | 5,71      | 18,74       | 20,83     | 66,11           | 73,46     | 5823,00                    | 6471,00   |
| Ángel Antonio 1   | 1992000                  |          | 1992000  | Antracita       | 7,27       | 2,74                                      | 2,97      | 10,10       | 10,92     | 79,88           | 86,11     | 6372,00                    | 6871,63   |
| Canibamba         | 250000                   |          | 250000   | Antracita       | 4,96       | 1,60                                      | 1,69      | 3,25        | 3,42      | 90,18           | 94,89     | 7325,00                    | 7707,67   |
| Tres Ases         | 100000                   |          | 100000   | Antracita       | 8,60       | 4,07                                      | 4,46      | 16,12       | 17,63     | 71,22           | 77,92     | 5936,00                    | 6494,00   |
| Magia Blanca      | 541657                   | 1529237  | 2070894  | Antracita       | 8,09       | 2,28                                      | 2,48      | 19,89       | 21,39     | 69,75           | 76,14     | 5871,50                    | 6409,50   |
| Consortio Israel  |                          |          |          | Antracita       | 6,06       | 2,55                                      | 2,72      | 12,12       | 12,90     | 79,27           | 84,38     | 6016,00                    | 6404,00   |
| Aguas Limpias     |                          |          |          | Antracita       | 7,94       | 2,52                                      | 2,74      | 13,59       | 14,76     | 75,95           | 82,50     | 6474,00                    | 7033,00   |
| Jesús de Nazareth |                          |          |          | Antracita       | 4,80       | 4,71                                      | 4,95      | 28,13       | 29,55     | 62,36           | 65,50     | 5153,00                    | 5413,00   |
| Juanc Jumer       |                          |          |          | Antracita       | 32,76      | 23,31                                     | 34,67     | 6,39        | 9,50      | 37,54           | 55,83     | 3016,00                    | 4486,00   |
| Ucro              |                          |          |          | Antracita       | 39,37      | 20,62                                     | 33,97     | 14,91       | 24,63     | 25,10           | 41,41     | 2273,90                    | 3745,33   |
| El Chorro         |                          |          |          | Grafito         | 2,81       | 4,18                                      | 4,31      | 26,03       | 26,78     | 66,98           | 68,91     | 4739,00                    | 4876,00   |
| Sonchino          | 200000                   |          | 200000   | Semi-bituminoso | 8,57       | 29,40                                     | 32,14     | 9,80        | 10,72     | 52,24           | 57,14     | 6502,48                    | 7111,00   |

**Tabla N.º 2.** Reservas de carbón deducidos a partir del estudio de INGEMMET.

| Características del carbón y reservas |                      | Cuenca del alto chicama | Cuenca del santa         | Cuenca de oyón-gazuza |                         | Cuencas de goyllarisquisga y jatunhuasi |          | Piñapata y tuco | Yacimiento de tumbes |
|---------------------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|---|----------|-----------------|----------------------|
|                                       |                      |                         |                          | Oyón                  | Gazuna                  | Goyllar                                 | Jatun.   |                 |                      |
| Tipo de carbón (astm)                 |                      | Antracita               | Antracita - metantracita | Semibituminoso        | Antracita semiantracita | Bituminoso y Sub-bituminoso             |          | Antracita       | Lignito              |
| Reservas (tm), ingemmet 1983          | Probadas + probables | 59000000                | 48800000                 | 26000000              |                         | 1251000                                 | 813000   |                 |                      |
|                                       | Posibles             | 250000000               | 1058000000               | 42000000              |                         | 5000000                                 | 60000000 | 50000000        | 100000000            |
| Reservas (tm), estimado actual        | Probadas + probables | 53100000                | 43920000                 | 23400000              |                         | 1125900                                 | 731700   |                 |                      |
|                                       | Posibles             | 225000000               | 952200000                | 37800000              |                         | 4500000                                 | 54000000 | 45000000        | 90000000             |
| Reservas minables (tm), recuper. 80 % | Probadas + probables | 42480000                | 35136000                 | 18720000              |                         | 900720                                  | 585360   |                 |                      |
|                                       | Posibles             | 180000000               | 761760000                | 30240000              |                         | 3600000                                 | 43200000 | 36000000        | 72000000             |

una mina informal con los cuadros rendidos a punto de producirse un colapso. De cada mina estudiada se tomó muestras, para su análisis en los laboratorios de Cementos Pacasmayo SAA (CPSAA) u otros a fin de determinar su calidad. Los resultados de los análisis llevados a cabo por CPSAA, se presentan en la tabla N.º 1, donde se observa que el carbón fijo para las antracitas es en promedio 83,15%.

De lo antes expuesto, se deduce que los mineros informales no cuentan con ningún tipo de estudio, menos de reservas. Por consiguiente, para los propósitos del presente estudio se ha tomado en cuenta las reservas reportadas por INGEMMET en el año 1983, del que considerando una reducción del 10%, ya sea por la explotación por mineros formales e informales, y la erosión por fenómenos naturales, se tendría las reservas que presenta la tabla N.º 2. En el mismo cuadro se estima las reservas minables considerando una recuperación del 80%, lo cual correspondería al tonelaje de carbón disponible para su uso.

Tomando en cuenta únicamente las reservas probadas y probables entre las cuencas del Alto Chicama y El Santa, se tendría 77 616 000 TM de carbón antracítico, 18 720 000 TM de carbón antracítico y semibituminoso en la cuenca de Oyón, 1 486 080 TM de bituminoso y subbituminoso en Goyllar-Jatunhuasi.

La composición y contenido energético de los carbones de las distintas minas, es en promedio: humedad

7,16%, volátiles 4,24%, cenizas 12,52%, carbón fijo 83,15% y poder calorífico 6854,41 kcal/kg (los 4 últimos parámetros analizados en base seca).

### V. RESERVA ENERGÉTICA A PARTIR DEL CARBÓN

El contenido energético del carbón varía de acuerdo a su grado de metamorfismo, los valores que ilustra la tabla N.º 3, se ha deducido considerando únicamente el contenido de carbón y no otras sustancias que también contribuyen en su poder calorífico como algunos volátiles. Se observa que el máximo calor que puede desprender sería el grafito o el diamante, es

**Tabla N.º 3.** Contenido energético del carbón de acuerdo a su grado de pureza.

| Material          | Contenido de carbón (%) | Contenido energético máximo por c (kcal/kg) |
|-------------------|-------------------------|---|
| Madera original   | 40                      | 3135,00                                     |
| Turba             | 60                      | 4702,50                                     |
| Lignito           | 70                      | 5486,25                                     |
| C. Bituminoso     | 78                      | 6113,25                                     |
| C. Semibituminoso | 83                      | 6505,13                                     |
| Antracita         | 90                      | 7053,75                                     |
| Meta antracita    | 98                      | 7680,75                                     |
| Grafito           | 100                     | 7837,50                                     |
| Diamante          | 100                     | 7837,50                                     |

**Tabla N.º 4.** Reserva energética del carbón, proveniente de algunas cuencas y posible número años de abastecimiento de energía.

| Cuencas  |            | Alto Chicama   | El Santa       | Oyón - Gazuna  | Goyllarisq. y jatunhuasi | Totales        |
|--|------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|----------------|
| <b>Contenido energético unitario (kcal/kg)</b>   |            | <b>6854,41</b> | <b>6854,41</b> | <b>6854,41</b> | <b>6854,41</b>           | <b>6855,41</b> |
| Reserva energética para las reservas probados + probables, eficiencia de transf. = 40 %    | Kcal       | 1,1647E+14     | 9,63346E+13    | 5,13258E+13    | 2,46956E+12              | 2,666E+14      |
|  | Kwh        | 1,35367E+11    | 1,11964E+11    | 59653165350    | 2870234994               | 3,09855E+11    |
|  | Mw.H       | 135366798,3    | 111964402,7    | 59653165,35    | 2870234,994              | 309854601,3    |
|  | Gw.H       | 135366,7983    | 111964,4027    | 59653,16535    | 2870,234994              | 309854,60      |
| Probables años de abastecimiento de energía en sustitución total de: (referencia año 2007) | Hidráulica | 7,09           | 5,87           | 3,13           | 0,15                     | 16             |
|  | Térmica    | 14,96          | 12,38          | 6,59           | 0,32                     | 34             |
|  | Total      | 4,81           | 3,98           | 2,12           | 0,10                     | 11             |

decir, 7837,50 kcal/kg, y el mínimo, correspondería a la madera con 3135 kcal/kg.

Tomando en cuenta los resultados de los análisis para el carbón antracítico de las distintas minas estudiadas, que tienen en promedio de 6854,41 kcal/kg, se tendría una reserva energética que ilustra la tabla N.º 4 sin tomar en cuenta las reservas de otras cuencas y el potencial de reservas posibles. Cabe destacar que la pizarra actúa como depresor del poder calorífico del carbón, por lo que es preciso seleccionarlo como muestra la foto 6 donde se aprecia al personal de la mina Chimú 1 en pleno proceso de pallaqueo de la pizarra. Así mismo, el carbón fino (cisco), tiene menor poder energético que el carbón tipo banco (fragmentos grandes) como muestra la foto 7, que corresponde a la pila de carbón en bloques en la mina Los Andes.

Para estimar la reserva energética, se ha tomado en cuenta el proceso de producción de la energía a partir del carbón, que incluye: a) generación de energía térmica, b) conversión de energía térmica

en mecánica y c) conversión de energía mecánica en eléctrica (evaluación del uso de carbón como combustible en la central termoeléctrica “Comandante Luis Piedrabuena”, Laurence Braulio R. y otro). Considerando las eficiencias de cada proceso, se ha tomado una eficiencia global de 40%, es decir, la eficiencia de transformación de la energía del carbón en energía eléctrica, con lo que se ha estimado los KWH, MW.h y GW.h como reserva energética para las cuencas indicadas en la tabla N.º 4 y únicamente considerando las reservas de carbón probadas + probables.

Para estimar los probables años de abastecimiento de energía eléctrica a partir del carbón, se ha tomado como referencia la generación de energía durante el año 2007, presentado en el gráfico N.º 1 en GW.h/año, tanto para generación hidráulica, térmica y total (que incluye la mínima generación eólica). Asumiendo, además, lo que significaría en años si se sustituyera totalmente cada fuente de generación por la del carbón.



**Foto 6.** Selección manual del carbón de la pizarra (pallaqueo) en la mina Chimú 1, Cascas-La Libertad.



**Foto 7.** Pila de carbón en bloques en la mina Los Andes, Otuzco – La Libertad.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Muchos países del mundo, utilizan el carbón para generar energía eléctrica, caso USA, países europeos y asiáticos, etc. En noviembre del 2007, China puso en operación su central termoeléctrica más grande de carbón, equipada con 4 generadores de 1000 MW, con una inversión de 2100 millones de dólares USA, con lo cual, más del 70% de la energía es generada por centrales termoeléctricas.
- Para el aprovechamiento racional y adecuado del carbón en nuestro país, urge la intervención del Estado, puesto que la minería informal únicamente viene beneficiando a los acopiadores de dicha sustancia, mas no a quienes realmente lo extraen, en la mayoría de los casos en condiciones infrahumanas, con exposición a todos los riesgos e implicancias de la minería subterránea, inclusive atentando contra la subsistencia de la propia mina.
- Existe basta reserva de energía en el carbón, para cuya transformación tiene que haber voluntad política del Estado, basado en la descentralización. Primero, profundizar el estudio al respecto, coadyuvando al mejor aprovechamiento del carbón, generación de fuentes de trabajo, directas e indirectas, ya sea en su explotación, comercialización, transformación y distribución de la energía eléctrica.
- De acuerdo a las propias estadísticas del Ministerio de Energía y Minas, las reservas energéticas son mínimas, muy por debajo de lo estándar, de no tomarse las medidas pertinentes, se podría entrar en una crisis energética en el corto plazo.
- Amerita profundizar este estudio, integrando un equipo multidisciplinario, a fin de hacer un análisis integral al respecto, desde el aspecto social hasta la generación y demanda energética en el mediano y largo plazo en el Perú.
- La reserva de gas, en lo posible, se debe preservar para el uso doméstico, parque automotor y otras aplicaciones menores, que para la generación de energía eléctrica, lógicamente evaluando la reserva y la demanda. La mayor demanda de energía eléctrica se debe generar con el carbón y,

en menor escala, con otras fuentes como la eólica, solar, etc.

- Se debe controlar o restringir el desaforo de lagos y lagunas, reservorios naturales de agua, como están ocasionando ciertas centrales hidroeléctricas, para así evitar el desabastecimiento de agua para consumo humano y la agricultura. Para superar temporalmente esta deficiencia, se debe construir cadenas de presas en el cauce de los ríos, para almacenar agua en épocas de lluvia.

## VII. AGRADECIMIENTO

El autor agradece a Cementos Pacasmayo SAA, por su colaboración en la ejecución del presente estudio. Agradece también a todas las empresas mineras del carbón, por las facilidades y la información dispensada. Así mismo, hace lo propio a quienes colaboraron en su ejecución y presentación final del presente artículo. Sin dejar de agradecer también al Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalurgia, por permitir publicar el presente artículo en ésta su prestigiosa revista.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Giraldo P. E. Mauro y otro (2008). "Minería actual del carbón en el norte del Perú". *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, UNMSM. Vol. 10 N.º 20: Lima – Perú.
- [2] Laurence Braulio R. y otro. *Evaluación del uso de carbón como combustible en la Central Termoeléctrica "Cdt. Luis Piedrabuena"*. Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.
- [3] Leonard, Joseph W. III. (1991). "Coal Preparation", Society of Mining, Metallurgy, and Exploratio, Inc. Port City Press, Inc. Baltimore Maryland.
- [4] INGEMMET (1983). *Inventario preliminar del carbón mineral en el Perú*. Lima-Perú.
- [5] Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad (2008). *Estadística eléctrica*.