e. n. adaro

CONTROL Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DE LAS MINAS DE CARBON

PLAN ENERGETICO NACIONAL - MEDIO AMBIENTE

DICIEMBRE 1980

empresa nacional adaro de investigaciones mineras, s.a.
enadimsa

50272

TITULO	CONTROL Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DE LAS MINAS DE CARBON
CLIENTE	PLAN ENERGETICO NACIONAL - MEDIO AMBIENTE
FECHA	DICIEMBRE - 1980

Referencia :

Departamento : MEDIO AMBIENTE

I N D I C E

	Pág.
0.- PRESENTACION	1
I.- Conclusiones	2
II.- Tratamientos	10
1.- INTRODUCCION	11
2.- CARACTERISTICAS DEL CARBON	14
3.- PROCESO DE CONTAMINACION DE LAS AGUAS DE MINA .	17
3.1.- Características de las aguas de drenaje y de las aguas residuales de los lavaderos de carbón	26
4.- EL PROBLEMA DEL AGUA EN LA MINERIA DEL CARBON .	28
5.- PARAMETROS UTILIZADOS PARA ESTABLECER LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE MINA	31
5.1.- pH acidez y alcalinidad	33
5.2.- Conductividad	34
5.3.- Dureza total o grado hidrotimetrico ..	35
5.4.- Hierro	36
5.5.- Manganeso	37
5.6.- Sólidos en suspensión	38
5.7.- Sólidos disueltos	39
5.8.- Sulfatos	40
5.9.- DQO (valor al permanganato)	41
5.10- Amoniaco	42
5.11- Fenoles	43

Pág.

6.- METODOLOGIA 44

7.- ZONA ASTURIANA 47

7.1.- Características generales 47
7.2.- Características climáticas 49
7.3.- Características hidrológicas 50
7.4.- Asturias Norte 52
7.4.1.- Lavaderos 54
7.5.- Asturias Sur 62
7.5.1.- Lavaderos 62
7.6.- Asturias Occidental 71
7.6.1.- Lavaderos 71
7.7.- Efectos de los vertidos mineros en los cauces públicos de la zona 80

8.- ZONA DE LEON 92

8.1.- Características generales 92
8.2.- Características climáticas 94
8.3.- Características hidrológicas 95
8.4.- Norte de León 98
8.4.1.- Lavaderos 105
8.5.- Bierzo-Villablino Norte 105
8.5.1.- Lavaderos 107
8.6.- Bierzo Villablino Sur 113
8.6.1.- Lavaderos 113
8.7.- Efectos de los vertidos mineros en los cauces públicos de la zona 124

9.- ZONA GUARDO-BARRUELO 132

9.1.- Características generales 132
9.2.- Características climáticas 132
9.3.- Características hidrológicas 133
9.4.- Guardo-Barruelo 136

Pág.

10.- ZONA DE TERUEL 145

10.1.- Características generales 145
10.2.- Características climáticas 147
10.3.- Características hidrológicas 148

11.- ZONA PIRENAICA 154

11.1.- Características generales 154
11.2.- Características climáticas 154
11.3.- Características hidrológicas 156
11.4.- Zona Pirenaica 161
11.5.- Efectos de los vertidos mineros en los cauces públicos de la zona .. 168

12.- ZONA SUR DE ESPAÑA 169

12.1.- Características generales 169
12.2.- Características climáticas 171
12.3.- Características hidrológicas 172
12.4.- Sur de España 176
12.5.- Efectos de los vertidos mineros en los cauces públicos de la zona ... 183

13.- ZONA BALEARES 185

13.1.- Características generales 185
13.2.- Características climáticas 185
13.3.- Características hidrológicas 186

14.- GALICIA 190

14.1.- Puentes de Garcia Rodriguez 190
14.2.- Características climáticas 192

Pág.

14.3.- Características hidrológicas 194

14.4.- Efectos de los vertidos mineros en los cauces públicos de la mina 195

15.- TECNOLOGIAS DISPONIBLES PARA REDUCIR LA CONTAMINACION DE LOS EFLUENTES 197

15.1.- Grupo A - Técnicas mineras 197

15.1.1.- Minería a cielo abierto o de superficie 197

15.1.2.- Minería subterránea 198

15.1.3.- Control de las aguas de infiltración 199

15.1.4.- Medidas internas en las - plantas de preparación ... 201

15.2.- Grupo B - Técnicas del agua (tratamiento de efluentes) 202

15.2.1.- Para aguas de drenaje ... 205

15.2.2.- Aguas residuales de lavad. .. 206

16.3.- Tratamientos convencionales 207

15.3.1.- Balsas de homogeneización o depósitos reguladores 207

15.3.2.- Tratamiento de neutralización 207

15.3.3.- Aireación 209

15.3.4.- Sedimentación 210

15.4.- Tratamientos específicos 226

15.4.1.- Tratamiento de recirculación o neutralización de vertidos 226

0.- PRESENTACION

El Comité de Supervisión del Plan Energético Nacional aprobó el 20 de Junio de 1980 el proyecto titulado "CONTROL Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DE LAS MINAS DE CARBON"

I.- CONCLUSIONES

Plantamiento del estudio

Los resultados del presente estudio, tienen por objeto establecer el grado de contaminación en los medios receptores acuosos, generado por los vertidos de la minería del carbón, es decir por las aguas de drenaje de minas y por las aguas residuales de los lavaderos.

Los datos obtenidos en el estudio se han basado en una encuesta que ha sido realizada por los técnicos, encargados de éste, en colaboración con los técnicos de las empresas mineras.

El estudio se ha desarrollado partiendo de la base de agrupar en zonas mineras las instalaciones encuestadas, y dentro de estas, en cuencas hidrográficas de los rios que se ven influenciados por estos vertidos. De esta forma, el estudio cubre practicamente la totalidad de la minería del carbón en España.

En cuanto a los vertidos, se han estudiado por separados los procedentes de drenajes de minas y los de lavaderos, por existir una gran disparidad entre ellos. Una segunda clasificación en aguas ácidad y alcalinas se ha justificado a pesar de ser pocas las instalaciones con aguas de tipo ácido, ya que algunas instalaciones aportan grandes caudales con pH muy bajo.

El número de instalaciones encuestadas ha sido de 179, de las cuales 118 son minas, y 61 a lavaderos, distribuidas según se indica en el cuadro siguiente.

	MINAS		LAVADEROS	
	nº	%	nº	%
Zona Asturiana	49	41,5	21	34,4
Zona de León	46	39,0	29	47,5
Zona Guardo-Barruelo	13	11,0	8	13,1
Zona de Teruel	1	0,9	-	-
Zona Pirenaica	2	1,6	2	3,3
Zona de Baleares	1	0,9	-	-
Zona Sur de España	5	4,2	1	1,7
Zona de Galicia	1	0,9	-	-
Total	118	100	61	100

De estas instalaciones encuestadas se han cumplimentado el 70% de las de minas y el 83% en las de lavaderos.

En el tratamiento de los datos obtenidos de las encuestas realizadas se ha prestado mayor atención al estudio de los parámetros cuyas concentraciones en los afluentes brutos exceden de los límites tolerables.

Resultados globales

La influencia global de los vertidos procedentes de la minería del carbón (minas y lavaderos) puede sintetizarse de la siguiente forma:

	CAUDALES		S.S.		S.V.		D.Q.O.	
	10^3 m^3/día	%	t/día	%	t/día	%	t/día	%
MINAS	490,5	94,3	33	6,4	11	5,5	34	8,3
LAVADEROS	29,5	5,7	483	93,6	190	94,5	376	91,7
TOTAL	520	100	516	100	201	100	410	100

De los caudales anteriormente indicados, practicamente la totalidad de las aguas son de tipo alcalino ya que solamente 3 x 10^6 m^3/año, (aproximadamente el 1,7%) del vertido total de aguas de drenaje) son aguas de tipo ácido y corresponden a los desagües de las isntalaciones de Mina Pola de Laviana, Grupo Rio y Grupo Mourin, en Bierzo-Villablino Sur, Minas Eugenia y Montebismo en Guardo-Barruelo.

Mención aparte merecen las aguas drenadas en la mina a cielo abierto de Puentes de García Rodriguez, cuyo caudal de aguas ácidas se estiman en unos 2 x 10^6 m^3/año.

En los vertidos efectuados por los lavaderos, el caracter alcalino de las aguas es predominante, ya que una única instalación de las encuestadas (lavadero Alicia, en Bierzo-Villablino Sur), presenta un pH inferior a 7.

Las cargas contaminantes aportadas por los vertidos de los lavaderos son bastante considerables y son debidas a una serie de factores que más adelante se exponen.

La antigüedad de las instalaciones y su deficiente mantenimiento, provocan la existencia de numerosos derrames, con altos contenidos en partículas sólidas.

Respecto a su antigüedad, los lavaderos pueden clasificarse así:

Antigüedad	%
< 5 años	17,5
5 - 10 años	17,5
10 - 20 años	24,5
> 20 años	40,5

Otro factor que influye en el contenido de contaminantes en estos vertidos, es el sistema empleado en el lavadero del carbón. Aquellos lavaderos que no emplean la flotación, o aquellos otros que tratan en seco las fracciones de menor granulometria, producen vertidos menos cargados en sólidos que los producidos por aquellos que tratan los finos con agua.

Se ha observado tambien que aunque muchas instalaciones disponen de balsas de decantación, estas no alcanzan la capacidad necesaria, y empleándose más como depósitos de almacenamiento, que como sistema de tratamiento. El tiempo de retención de estas aguas en dichas balsas es mínimo, por lo que es frecuente que exista poca diferencia entre la calidad de las aguas de entrada a las balsas y los de rebose.

Hay que considerar además que aparte de los tres parámetros considerados (S.S., S.V. y D.Q.O.), las aguas residuales de lavaderos principalmente, contienen aceites, grasas y materias tóxicas no biodegradables, procedentes del uso de reactivos en el proceso.

Problemas detectados

Son varias las instalaciones en las que la contaminación producida por sus vertidos es importante, ya que los parámetros significativos alcanzan valores que superan con mucho los niveles de calidad para este tipo de aguas. Estas instalaciones son:

MINAS	S.S. mg/l	D.Q.O. mg/l O_2
Pozo Candín I	1.282,4	220
Demasía a Carmencita	1.172,2	1.300
San Juan-Veneros	3.687,6	850
Abalino y Eladio	1.008,8	-
Pedraforca	1.418,8	-
LAVADEROS		
Carrocera	14.750	27.850
Modesta	1.259	490
Pumarabule	26.548	6.650
Mosquitera	2.611	5.000
Turón	22.310	18.733
Figaredo	31.451	29.440
Sovilla	8.301	7.850
Batán	22.777	10.450
Hullasa	36.641	23.400
V. Riesco	3.535	2.300

De acuerdo con el tipo de vertido se puede efectuar la siguiente clasificación:

S.S. mg/l	MINAS %	LAVADEROS %
0 - 100	57,9	35,3
100 - 250	16,9	14,7
250 - 500	14,8	14,7
500 - 750	4,2	3,0
750 - 1.000	1,0	-
1.000 - 2.000	4,2	5,9
2.000 - 5.000	1,0	5,8
5.000 - 10.000	-	3,0
10.000 - 25.000	-	3,8
> 25.000	-	3,8
D.Q.O. mg/l O_2		
0 - 100	49,4	28,6
100 - 250	29,1	14,3
250 - 500	12,6	25,0
500 - 750	1,3	-
750 - 1.000	3,8	7,1
1.000 - 2.000	2,5	-
2.000 - 5.000	-	7,1
5.000 - 10.000	1,3	3,6
10.000 - 25.000	-	10,7
> 25.000	-	3,6

Tanto en los vertidos de minas como en los de lavaderos el contenido en Fe y Mn, normalmente es inferior a 0,1 mg/l, - aunque aparecen algunas instalaciones con contenidos mayores, y que a continuación se indican.

MINAS	Fe mg/l	Mn mg/l
Grupo Rio	-	8,9
Grupo Maurin	-	2,8
Mina Eugenia	15,4	4,7
Montebismo	-	2,7
Agrupación Velilla	-	1,5
Minas S. Cebrian	-	1,8
LAVADEROS		
Lav. Alicia	-	2,8

Por el contenido de aceites y grasas y fenoles en sus vertidos destacan los siguientes lavaderos:

LAVADEROS	Aceites y grasas mg/l	Fenoles mg/l
Carrocera	34,25	-
Pumarabule	30,28	-
Mosquitera	582,86	-
Lieres	22,98	-
Sovilla	7,63	17,80
Batán	9,09	5,43
Hullasa	6,60	-
Monasterio H	468,38	-
Victoriano González	432,00	-

Los rios que se estiman más afectados por los vertidos de la minería del carbón son:

Rio Nalón
Rio Candín
Rio Aller
Rio Caudal
Rio Turón
Rio Narcea
Rio Sil
Rio Tremor
Rio Eume

Como consecuencia de todo lo anteriormente expuesto, - se deduce la necesidad de adoptar las medidas adecuadas, para - prevenir la contaminación en los rios antes mencionados, tratando los efluentes mineros correspondeitnes, y de forma especial a las instalaciones enumeradas con anterioridad.

II.- TRATAMIENTOS.

Los efluentes producidos por la minería del carbón, - cuando tienen caracter contaminante, deben ser tratados antes de ser vertidos a los cauces receptores, con el fin de no ocasionar en estos un grave efecto de impacto ambiental y ecológi co, reduciendo los recursos hídricos de las zonas explotadas.

Para las aguas de tipo ácido es preciso colectar estas en balsas ó dipósitos en donde se homogenicen y se modifique el pH ácido a alcalino (neutralización) con los agentes alcalinos más disponibles, permaneciendo el tiempo necesario de retención, para producir la sedimentación de los sólidos en suspen - sión. Con posterioridad es conveniente efectuar la aireación de estas aguas a fin de reducir el contenido en hierro y manganeso.

Para las aguas de tipo alcalino basta con una sedimentación de los sólidos en balsas o represas para lo cual se precisa un tiempo de detención y en definitiva una capacidad suficiente.

En el caso de las aguas residuales procedentes de los lavaderos es conveniente la adopción del sistema de recirculación de estas aguas al circuito de lavado, despues de clarificadas, en clarificadores mecánicos o balsas, debiendo ser - estas últimas de gran capacidad debido al prolongado tiempo de retención necesario.

1.- INTRODUCCION

Las relaciones entre la mineria y la contaminación - de las aguas, es bien conocida. Las explotaciones mineras perturban la tierra y desequilibran los sistemas naturales. Los - cambios físicos y químicos producidos en el medio ambiente originan a menudo la contaminación de las aguas. La contaminación física es producida por la erosión causada por la alteración - del suelo, dando lugar a un aumento de los rendimientos. La - contaminación química proviene de la exposión de los minera - les a la disolución o su lixiviación, resultando de ello concentraciones indeseables de materias disueltas.

Muchos kilometros de los rios de nuestro país se ven degradados por la contaminación producida por las minas. Las - aguas subterráneas sufren tambien los efectos de esta contaminación, aun cuando en este caso, el impacto ocasionado es apenas conocido.

En el presente trabajo se pretende presentar la influencia con que inciden los vertidos de la mineria del carbón, en la contaminación de los cauces públicos a los que general - mente son evacuados.

Las aguas procedentes de los desagües de las minas de carbón, son aguas subterráneas en los que el volumen y composición química varían entre amplios límites, según la naturaleza de los terrenos de cobertura. Generalmente estas aguas no son puras sino que contienen particulas de tierra y carbón que deben ser eliminadas antes de su vertido, para evitar la formación de depósitos de lodos.

La naturaleza alcalina, es la más común en las aguas procedentes de los desagües de las minas de carbón, aunque algunas minas pueden presentarse algo ácidas, debido sin duda a la presencia de ácido carbónico libre en exceso.

La eliminación de las sales disueltas en estas aguas, depende en gran parte de las características de composición de dichas sales. En los emisarios con poco caudal el vertido de las sales provoca necesariamente una salinización, que hace que estas aguas se conviertan en inutilizables, tanto para usos domésticos, como industriales o agrícolas.

No siempre las aguas de estas minas se presentan tan contaminantes, ya que si no están demasiado cargadas en sales, pueden después de un ablandamiento usarse como aguas industriales o como coadyuvantes en la depuración de aguas por masas filtrantes cambiadoras de iones.

El verdadero problema de contaminación se presenta realmente con caracteres graves en los lavaderos de carbón. Estas instalaciones cuyo proceso, tiene como misión, eliminar los estériles y clasificar el carbón por tamaños, origina aguas residuales con un alto poder contaminante.

El empleo del agua en las diversas etapas de tratamiento según los diferentes esquemas, precisa la utilización de un elevado número de aditivos, y en ocasiones en cantidades considerables. Todos estos aditivos introducen a lo largo del proceso una gran cantidad de agentes contaminantes difíciles de determinar en la mayoria de los casos por su propia naturaleza química. Además en las aguas vertidas por los lavaderos hay que considerar una gran cantidad de sólidos (estéril y carbón) que arrastran estas aguas a lo largo del proceso.

Tanto por lo que se refiere a los agentes químicos que contienen como por su contenido en sólidos, estas aguas son las que de una manera primordial afectan a la contaminación de los emisarios y por tanto las que en todo caso deben ser consideradas con mayor rigor a fin de estudiar las posibles alternativas para su tratamiento y depuración.

2.- CARACTERISTICAS DEL CARBON

El proceso de formación del carbón es originado por la acumulación y compactación de materiales orgánicos por estratos de sedimentos; tales materiales han podido ser acumulados tanto en ámbitos de sedimentación marinos como continentales. El grado de compactación definido geológicamente por las condiciones estratigráficas y tectónicas, juega un papel fundamental en la clasificación de los carbones.

Existe una gran diversidad de criterios para clasificar los distintos tipos de carbones. La clasificación más simple es la basada en carbono fijo, humedad, contenido en volátiles y poder calorífico, esta clasificación no tiene en cuenta otros parámetros importantes como índice de hinchamiento, resistividad o cenizas, sin embargo y como clasificación general puede considerarse como válida. En cualquier clasificación , pueden definirse tres tipos de carbón: antracita, hulla y lignito.

La antracita representa el grado final de la carbonización y para su formación ha requerido grandes cantidades de calor y una compactación externa, tales condiciones no son frecuentes en la naturaleza, y por ello en términos generales, la antracita no es un carbón muy común.

Las cuencas de antracitá están por lo general confinadas en áreas que han sufrido intensos plegamientos o intrusión ígnea.

Como tipo de carbón se caracteriza por su densidad, dureza y mayor grado de homogeneización. En cuanto a sus características propias como carbón, tiene los siguientes valores medios: porcentaje de carbono fijo mayor del 85%, humedad menor del 3%, materias volátiles menor del 12% y poder calorífico entre 6.600 y 8.400 Kcal./Kg.

La hulla, conocida tambien por carbón bituminoso se ha formado por un aumento continuado de la presión y la compactación de las materias orgánicas. En cuanto a su origen, son carbones húmicos, existiendo algunos tipos de sapropilíticos conocidos con el nombre de "cannel".

Es el tipo de carbón más noble, tanto por su poder energético, como por su importancia en la industria metalúrgica. Sus características varían entre límites muy amplios; así el contenido en carbono fijo se encuentra entre el 47 y el 85 %, la materia volátil entre el 22 y el 41%, la humedad del 3 al 12% y el poder calorífico entre unas 5.400 y 8.000 Kca/Kg.

Por último, el lignito es considerado como el carbón de más bajo nivel de carbonificación (a excepción de los carbones recientes o turbas), su formación geológica es relativamente reciente y se sitúa entre el cretaceo y el mioceno, muy posterior por tanto a la hulla y las antracitas formadas en el carbonífero.

Las características de formación de los lignitos son muy diversas, así se encuentran lignitos húmicos, lignitos sapropelíticos y lignitos liptobiolíticos, formados los primeros por compuestos húmicos con modificaciones inferiores a las hullas; los segundos por carbonificación de grasas animales, y vegetales inferiores, y constituídos exclusivamente por ceras naturales, los terceros.

Tecnológicamente es más común clasificar los lignitos en:

- Lignitos pardos, que se presentan en ocasiones en grandes masas, siendo carbones terrosos, con gran contenido de humedad, lo que hace que su poder calorífico sea poco mayor que el de la turba, unas 2.000 Kcal/Kg. El contenido medio en carbono fijo es del 30%, en materias volótiles del 25%, la humedad, en ocasiones, próxima al 45% y el poder calorífico llega a alcanzar las 3.600 Kcal./Kg.

- Lignitos negros, conocidos internacionalmente por carbón sub-bituminoso y en algunos casos por hullas lignitosas, tienen un color que varía desde el pardo oscuro, al negro brillante, son duros, su humedad no suele sobrepasar el 25%; su poder calorífico llega a alcanzar las 5.000 Kcal/Kg, aún cuando normalmente se encuentra por las 3.700 kcal/kg, el contenido medio de volátiles es del 34% y el carbono fijo del 42%.

3.- PROCESO DE CONTAMINACION DE LAS AGUAS DE MINA

Los carbones minerales se presentan como intercalaciones estratiformes o "capas" entre sedimentos en su mayoria clásticos como pizarras arcillosas, areniscas y conglomerados. Los depósitos arcillosos de formaciones antiguas, en este caso el carbonífero (hulla y antracita) y Terciario (lignitos) aparecen consolidados como pizarras arcillosas; las arcillas puras, o sea, de caolín, se han visto alteradas por sustancias orgánicas o por minerales piríticos (de origen asímismo sedimentario), finamente repartidos los cuales por meteorización conjunta con el espato calizo contenido en la arcilla - dan lugar a la formación del yeso, que contribuye, junto con la presencia de sulfuros metálicos al alto contenido de sulfatos que con frecuencia se observa en las aguas de drenaje de mina.

Asociadas a los yesos se presentan tambien otras rocas de caracter salino que aportan a las aguas de drenaje - otros tipos de sales además de los sulfatos, como cloruros y fluoruros.

Una formación carbonífera típica, como es el caso de la cuenca hullera asturiana, es el carbonífero calciparálico, es decir, formado en las proximidades del mar. Esta formación es debida a la invasión reiterada del ámbito de sedimentación

por parte del mar, dando origen a intercalaciones importantes de depósitos marinos que representan un gran porcentaje del - espesor de la serie, siendo frecuente la presencia de bancos calcáreos.

La serie está formada además de por los diversos pa quetes productivos, por una monótona alternancia de pizarras, areniscas y carbón salpicada por bancos de caliza y por inter calaciones de conglomerados silíciceos.

Las circunstancias de disolución del $CaCO_3$ en los mares son muy complicadas y la explicación más razonable que se ha dado es que considerando que el Ca CO_4 está disuelto - en el agua de mar en mucha mayor cantidad que el Ca CO_3 (cuya solubilidad es muy baja) sin embargo se supone que sus disoluciones precipitan Ca CO_3, o bien mediante el $(NH_4)_2CO_3$, ca so de la formación de carbones, bien sea indirectamente mediante la acción de bacterias (B. Calcis).

Por tanto en esta clase de yacimientos de carbón o similares, ocurren dos fenómenos en los que las calizas juegan un papel fundamental, de una parte, las aguas infiltra - das, bien sea desde la superficie del terreno bien desde los acuíferos suprayacentes, circulan a través de aquellas, y de otra, durante la explotación se exponen a la atmósfera y al agua drenada, no solo las capas de carbón sino tambien otros materiales arcillosos o las mismas calizas. En uno y otro ca so, las intercalaciones calizas favorecen el incremento de - la acalinidad de las aguas y por tanto un pH más básico en - éstas. Por tal motivo se puede decir que son las calizas las que definen el caracter alcalino de las aguas de drenaje.

El mecanismo químico es el siguiente:

Como se ha indicado la solubilidad del carbonato - de calcio es muy baja en agua pura, siendo como todas las - disoluciones químicas, función de la temperatura con la cual aumenta la solubilidad, sin embargo, aun así ésta es baja, - ya que a 20°C es tan solo de 12,4 mg/l. El carbonato de cal - cio disuelto es disociado según la siguiente reacción equili_ brada:

$$CO_3\ Ca = CO_3^{=} + Ca^{++} \qquad (1)$$

Si el agua contiene anhídrido carbónico, como es - el caso de las aguas drenadas de las explotaciones mineras, las cantidades de carbonato de calcio que pueden ser disueltas aumentan con la concentración en ácido carbónico, dando bicarbonato de calcio que es al contrario del carbonato, muy soluble.

$$CO_2\ (atm) = CO_2\ (disolución) \qquad (2)$$

según la Ley de Henry (CO_2) disolución $= 10^{-1,5}(CO_2)$ atm., es decir, el CO_2 se disuelve en el agua con relativa facilidad y reacciona con el carbonato cálcico según la siguiente reacción

$$CO_3\ Ca + CO_2 + H_2O = Ca^{++} + 2HCO_3^{-} \qquad (3)$$

El bicarbonato puede a su vez descomponerse según la reacción:

$$H\ CO_3^{-} = CO_3^{=} + H^{+} \qquad (4)$$

sin embargo, dado que la constante de solubilidad de esta - reacción es $K = 6\text{-}10^{-11}$, la concentración de iones $CO_3^{=}$ está

gobernada por la concentración de iones H^+, es decir, por el pH, a pH ácido aumenta la concentración de ($CO_3^=$) y a pH básico disminuye.

En contenido en las aguas de ión bicarbonato constituye el factor más importante de la alcalinidad que se define por la siguiente expresión.

$$Alc = 100 \left([CO_3^=] + 1/2 [HCO_3^-] + 1/2 [OH^-] \right) \quad (5)$$

y se mide en mg/l de CO_3 Ca.

Cuando el pH es mayor de 8,2, la concentración de $CO_3^=$ puede suponerse nula.

Cuando el pH es menor de 8,2, la concentración de $CO_3^=$ y la de OH^- pueden suponerse nulas.

A pH ácido ($pH < 7$) la concentración de iones bicarbonatos (alcalinidad) es mínimo y a pH básico ($pH > 7$) la concentración de aquellos se incrementa por lo que aumenta la alcalinidad.

La exposición anterior ha pretendido demostrar la procedencia geológica y química de las aguas alcalinas en el desagüe de las minas de carbón.

A continuación veamos la procedencia de las aguas ácidad.

Como se ha expresado anteriormente las pizarras arcillosas, frecuentes en los yacimientos de carbón, contienen

FeS_2 aparte de ello existen gran cantidad de minerales sedimentarios que se encuentran en forma capilar o en vetas en dichos yacimientos, entre estos minerales se encuentran:

Blenda :	ZnS
Pirrotina :	FeS
Millerita :	NiS
Marcasita :	FeS_2
Pirita :	FeS_2

La pirita es más abundante y en general los citados minerales y otros del mismo tipo reciben el nombre de "piritas" en sentido genérico. Cuando estas moléculas se extraen con el carbón en las explotaciones en la boca se exponen a la acción oxidante del aire, el agua y las bacterias. La acción química del agua por medio del oxígeno en ella disuelto preveniente del oxígeno atmosférico, oxida los sulfuros o sulfatos según la siguiente reacción:

$$2FeS_2 + 7O_2 + 2H_2O - 2FeSO_4 + 2H_2SO_4 \qquad (6)$$

Lo que trae consigo una disminución del pH. De otra parte el sulfato en presencia del ácido sulfúrico es bastente resistente a la acción oxidante, por lo que las aguas drenadas en condiciones ácidas, es decir, en el supuesto de que no se den las condiciones ya expuestas para la formación de aguas alcalinas, contienen el sulfuro en forma de sulfato y altos contenidos en hierro disuelto (Fe^{++}).

No obstante, debido a la lenta velocidad de infiltración y a condiciones determinadas por el pH y a la alcali

nidad, alguna pequeña cantidad de SO_4 es oxidada según la - reacción:

$$4F_2SO_4 + O_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2\ Fe_2\ (SO_4)_3 + 2H_2O \qquad (7)$$

y cuando la concentración de ácido sulfúrico se diluye en las corrientes receptoras dentro de la mina, el sulfato férrico - se hidroliza según:

$$Fe_2\ (SO_4)_3 + 6H_2O \rightarrow 2Fe\ (OH)_3 + 3H_2SO_4$$

Por lo contrario, el contenido en las aguas de hierro total (hierro férrico más hierro ferroso) es siempre igual o mayor que el hierro disuelto, oscilando la relación entre - ambos en límites de 0 a 7.

Por otra parte, como puede desprenderse de las - reacciones arriba citadas, todo el sulfuro que en principio se presentaba en el subsuelo como sulfato soluble y en menor proporción como insoluble, figura prácticamente en su totalidad en forma de ácido sulfúrico en las aguas drenadas en la mina.

Existe además la evidencia de que la actividad - bacteriana juega un papel importante en la formación del ácido.

Las bacterias oxidantes de sulfuros, como el - "thiobacillus thiooxidans" una bacteria autotrófica, usa el sulfuro inorgánico como el thiosulfato o el tetrathionato como alimento produciendo a su vez sulfato, el cual es, como - se ha visto, convertido eventualmente en ácido sulfúrico. Se ve pues, que la formación de aguas ácidas de mina dependen no solo de reacciones puramente químicas sino tambien bioquí

químicas cuando el sulfuro oxidable entra en contacto con el aire y el agua. Ahora bien, puesto que tanto en el caso de que las aguas de drenaje sean ácidas como alcalinas pueden existir "piritas" en el yacimiento, lo expuesto anteriormente no justifica por si solo la existencia de unas u otras.

El carácter alcalino de las aguas de drenaje ha quedado suficientemente explicado cuando en el yacimiento existen calizas o bancos calcáreos; en el supuesto de que en aquel el contenido calizo sea mínimo, las intercalaciones rocosas de las capas de carbón estarán formadas, como ya se ha indicado, por materiales arcillosos y areniscas. La circulación lenta de las aguas infiltradas a través de estos materiales silíceos tienden a bajar su pH, y por otra parte, al no existir prácticamente calizas, su contenido en bicarbonatos (alcalinidad) es muy bajo.

Quimicamente el máximo de solubilidad es gobernado por el pH y la alcalinidad y no como parece a primera vista por los sulfatos o los hidróxidos. La solubilidad es representada por las siguientes expresiones:

$$(Fe^{++})\ (CO_3^{=}) = K_S$$

$$\frac{(H^+)\ (CO_3^{=})}{(HCO_3^-)} = K_2$$

$$(Fe^{++}) = \frac{K_S}{K_2}\ \frac{(H^+)}{(HCO_3^-)} \qquad (9)$$

A pH mayor de 10 la solubilidad del hierro es gobernada por los hidróxidos según:

$$(Fe^{++})\ (OH^-)^2 = K_S \text{ , o bien } (Fe^{++}) = \frac{(K'_S)}{(OH^-)^2} \qquad (10)$$

Por tanto, debido a las condiciones de bajo pH y alcalinidad en que se encuentran las aguas infiltradas a través de los materiales silíceos de cobertura de las capas productivas en la explotación de carbón, el hierro según la expresión (10), se encontrará fundamentalmente en forma de hierro ferroso y por tanto en la disolución de acuerdo con la reacción (7). Finalmente las aguas ácidad de mina se caracterizan asímismo por sus altos contenidos en metales como aluminio, zinc, níquel, estroncio y manganeso, dichos metales se encuentran diseminados en las intercalaciones o el carbón como sulfuros (piritas), óxidos o hidróxidos.

En todos los casos, su disolución en forma iónica en las aguas drenadas es debida a factores químicos del mismo tipo que los ya comentados para el hierro, con reacciones similares a las ya descritas. La única diferencia estriba en que para cada ión metálico, varían las constantes de solubilidad en función del pH y de la alcalinidad, siendo en el supuesto de las aguas ácidas, el pH, el factor determinante. En la tabla que a continuación se acompaña, pueden verse los pH de disolución para diversos tipos de iones metálicos.

VALOR MINIMO DEL pH PARA LA PRECIPITACION DE IONES METALICOS COMO HIDROXIDOS

ION	pH	ION	pH	ION	pH	ION	pH	ION	pH
Sn^{+2}	4,2	Al^{+3}	5,2	Ca^{+2}	7,2	Ni^{+2}	9,3	Cu^{+2}	9,7
Fe^{+3}	4,3	Pb^{+2}	6,3	Zn^{+2}	8,4	Fe^{+2}	9,5	Mn^{+2}	10,6

Se ha visto en los párrafos anteriores el desarrollo del proceso de contaminación de las aguas infiltradas en los yacimientos mineros con especial referencia a los agentes contaminantes más importantes: iones metálicos, acidez, alcalinidad y salinidad.

Dos tipos de contaminantes merecen además atención especial, los sólidos en suspensión y el ión amonio.

Contrariamente a lo que se podría pensar, el contenido de sólidos en suspensión en las aguas de drenaje es relativamente bajo en el desagüe final, ello es debido a dos causas, la primera es el bajo contenido en sólidos en suspensión de las aguas subterráneas cuando acceden a la explotación, pues dichas aguas han sufrido a lo largo de su infiltración en el terreno un intenso proceso de filtración. La segunda causa es que los sólidos en suspensión que aporta la explotación están constiuidas principalmente por finos y estériles de alta densidad por lo que decantan con facilidad en los canales de drenaje a lo largo de todo el sistema de extracción y bombeo de dichas aguas.

El contenido en sólidos disueltos, es por lo general, considerablemente mayor al de sólidos en suspensión, ello es provocado por el alto contenido en sales, especialmente sulfatos, en disolución.

El contenido, generalmente muy alto, de ión amonio es producido por una contaminación orgánica de las aguas drenadas a causa de materias fecales ocasionadas durante el proceso de laboreo; la urea de orín y de las materias fecales es rapidamente descompuesta en ión amónico.

Por último hay que señalar que las aguas de drenaje de mina tienen por lo general, una elevada dureza y un alto grado de mineralización y que si bien tales características no son determinantes en la contaminación de los medios receptores, hacen a las aguas de drenaje impropias para la mayoria de sus posibles usos directos.

3.1.- CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS DE DRENAJE Y DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LOS LAVADEROS DE CARBON.

Aún cuando en España existe un elevado número de explotaciones de carbón (antracita, hulla y lignito), el problema de la calidad de las aguas de drenaje y de las aguas residuales de los lavaderos de carbón, ha sido relegado a un plano sin importancia frente a los problemas de producción. Ello, si bien ha sido una constante en todos los sectores industriales, quizá en la minería y, en este caso, la minería del carbón, haya sido aún más dramático.

Las razones para tal situación no sólo hay que buscarlas en la falta de una política ambiental en nuestro país, sino tambien a las propias características de la industria minera: ubicación en zonas alejadas de los núcleos urbanos, grandes volúmenes de agua a tratar, gran variación estacional de la calidad y la cantidad de las aguas generadas las dificultades de encontrar condiciones topográficas adecuadas para la construcción de presas o balsas de decantación, etc.

Por tales motivos existen muy pocos estudios y datos analíticos referentes a la calidad de las aguas de mina.

Para evaluar las características de las aguas brutas (de drenaje o de vertidos en los procesos de lavado) se han realizado visitas a un gran número de instalaciones, de ambos tipos, recabando de las empresas datos concernientes a los vertidos y drenajes y tomando muestras "in situ" de los distintos afluentes de cada instalación encuestada.

4.- EL PROBLEMA DEL AGUA EN LA MINERIA DEL CARBON

La minería es la única actividad de carácter industrial generadora de agua, debido sin duda a las características geológicas de los yacimientos.

El agua aparece en la minería de interior o subterránea, a causa de las infiltraciones de los acuiferos propiamente dichos y de la escorrentia superficial a través de zonas fracturadas. En la minería a cielo abierto o superficial, el agua de la mina es la producida exclusivamente por la lluvia eficaz y en definitiva por la escorrentia superficial, y solo en determinadas ocasiones por acuiferos muy superficiales.

En una y otra minería el agua crea varios problemas a las explotaciones por lo que debe ser evacuada y conducida fuera del área de laboreo mediante los sistemas adecuados de drenaje.

En el caso de la minería a cielo abierto el factor fundamental es el climático, es decir, la intensidad y la cantidad de las precipitaciones en la zona de explotación.

En la minería subterránea, los factores que influyen en la infiltración de las aguas al interior de las labores son mucho más variados y entre ellos se pueden citar como más impor -

tantes:

- Precipitación eficaz
- Espesor de los terrenos de cobertura.
- Características y localización de los acuiferos
- Profundidad del nivel freatico
- Método de explotación
- Profundidad de las galerias
- Grado de fracturación de las capas suprayacentes
- Existencia de fallas
- Características geológicas del yacimiento

La conjunción de estos factores trae consigo una enorme fluctuación en los caudales producidos por el desagüe; estas variaciones se presentan no solo entre minas próximas, sino en diferentes galerias de un mismo pozo según su profundidad. Por otra parte, los factores climaticos, el avance y la profundización de la explotación, hace que existan grandes variaciones.

En líneas generales, se puede afirmar que la época de mayor desagüe es la de caida del invierno-primavera, que además coincide y está, evidentemente interrelacionado con la época de aguas altas de los rios.

Otro tipo de vertido que se presenta en actividades mineras del carbón, son las aguas residuales de los lavaderos.

La antigüedad de las instalaciones y equipos, el tipo de proceso de lavado y el correcto dimensionado para la capacidad real de tratamiento, influyen decisivamente en la pro -

ducción de aguas residuales. Esto origina importantes variaciones en los caudales medios vertidos.

5.- PARAMETROS UTILIZADOS PARA ESTABLECER LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE MINA.

Los parámetros de calidad de las aguas identificadas son para las aguas de drenaje de mina, según datos históricos de las cuencas carboníferas o de las explotaciones estudiadas.

- pH
- Conductividad
- Dureza
- Hierro total
- Manganeso
- Sólidos volátiles
- Sólidos en suspensión totales
- Sulfatos
- DQO
- Amoniaco

Los parámetros identificados en las aguas residuales de las plantas de preparación del carbón son los ya mencionados para las aguas de drenaje de mina, y además fenoles, aceites y grasas.

Aparte de los parámetros mencionados, 10 para las aguas de drenaje de mina y 12 para las aguas residuales de lavaderos que expresan las características cualitativas básicas de dichas aguas, y por tanto pueden ser consideradas como los constituyentes más importantes, existen otros muchos, que circunstancialmente podrían ser tenidos en cuenta. En el cuadro 1 se establecen los parámetros o elementos químicos según su rango de importancia que potencialmente, pueden afectar la calidad de las aguas y en definitiva, ocasionar la contaminación de los medios receptores.

CUADRO I

CONSTITUYENTES DE LOS VERTIDOS EN LA INDUSTRIA MINERA DEL CARBON

		SOLIDOS DISUELTOS	
Principales	Secundarios	Principales	Secundarios
Acidez	Arsénico	Aluminio	Arsénico
Alcalinidad	Bario	Boro	Bario
Aluminio	Cadmio	Calcio	Cadmio
Boro	Cromo	Hierro	Cromo
Calcio	Cobre	Magnesio	Cobre
Cloruros	Cianuro	Manganeso	Plomo
Dureza	Plomo	Níquel	Mercurio
Fluoruros	Mercurio	Sílice	Molibdeno
Hierro	Molibdeno	Estroncio	Selenio
Magnesio	Selenio	Zinc	
Manganeso			
Níquel			
Potasio			
Sílice			
Sodio			
Stroncio			
Sulfatos			
Sólidos disueltos			
Sólidos en suspensión			

ANALISIS ADICIONALES

Acidez neta	Aceites*
Acidez pH	pH
Amoniaco	Conductividad
Color	Turbidez
Hierro ferroso	

* Sólo en plantas de Preparación.

5.1.- pH ACIDEZ Y ALCALINIDAD

El pH mide la intensidad de acidez (pH > 7) de un agua. Las aguas potables tienen habitualmente un pH entre 7,2 y 7,6. Las aguas calizas tienen un pH elevado y las provenientes de terrenos pobres en terrenos calizos o silíceos, tienen un pH próximo a 7 y algunas veces un poco inferior.

No tiene significado sanitario y es raro que la acidez o alcalinidad sean una contra-indicación a la potabilidad, sin embargo muchas reacciones son controladas por el pH (de aquí su importancia), y la actividad biológica está, en general, restringida a un estrecho margen, entre pH 6 y 8. Las aguas muy ácidas o muy alcalinas son indeseables, ya que aumentan su agresividad y producen corrosión en los materiales y el cemento. Tambien hay que tener en cuenta, que aguas de estas características introducen posibles dificultades en sus tratamientos.

Cambios bruscos de un pH pueden causar daños graves en los organismos de la vida acuática.

Las medidas de pH del agua deben realizarse a ser posible "in situ" para prevenir los posibles cambios que puede sufrir el pH por reacciones químicas, respiración de organismos, etc.

La ácidez es normalmente definida como la cantidad necesaria de agua para neutralizar los iones hidróxilos de una muestra. Se expresa en cantidad de carbonato cálcico, equivalente a los iones hidróxilos neutralizados.

La alcalinidad es normalmente definida como la cantidad de agua necesaria para neutralizar los iones hidrógeno de una muestra. Se expresa en cantidad de carbonato cálcico, equivalente a los iones hidrógenos neutralizados.

La alcalinidad es comunmente producida por los carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos, boratos, silicatos, fosfatos y sustancias orgánicas.

5.2.- LA CONDUCTIVIDAD

La conductividad de un agua, es la conductancia entre dos electrodos metálicos de 1 cm^2 de superficie y separados entre sí un cm. La conductividad depende de la temperatura, y por tanto una conductividad dada viene medida a una temperatura dada.

Sin embargo, al venir dada la conductividad en función de la temperatura su medida no es comparativa, por lo que según las normas generalmente establecidas, la conductividad se da a una temperatura de 20°C, mediante un factor de corrección.

$$C_{20} = C_T \cdot f$$

Siendo C_{20} conductividad a 20°C, C_T conductividad a temperatura dada y f, factor de corrección que viene dado por tablas especiales. En los datos aportados en el estudio, la conductividad está medida a temperatura real del agua.

La conductividad se expresa en michomhos por centímetro ($\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1}) y la resistividad en (Ω - cm).

La medida de la conductividad permite evaluar rápida-

mente, aunque de forma aproximada la concentración en sales disueltas o mineralización global de un agua (las materias orgánicas y coloidales tienen una conductividad muy pequeña).

Esta medida es muy útil para el control de las aguas, ya que acusa inmediatamente las variaciones de su composición. La relación entre mineralización y conductividad, puede venir dada por la siguiente tabla:

	Conductividad < 100	($\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1})	muy poca mineralización.
100 ($\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1}) <	Conductividad < 200	($\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1})	poca mineralización
200 ($\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1}) <	Conductividad < 333	($\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1})	mineralización media
333 ($\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1}) <	Conductividad < 666	($\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1})	mineralización media acentuada
666 ($\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1}) <	Conductividad < 1000	($\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1})	mineralización importante.
	Conductividad > 1000	($\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1})	mineralización excesiva.

5.3.- DUREZA TOTAL O GRADO HIDROTIMETRICO.

Esta medida define el contenido, en un agua, de los iones de calcio y magnesio, y de forma aproximada el contenido en sales de estos dos elementos.

La dureza total se expresa en mg/l de CO_3Ca o en grados franceses (1°F = 10 mg/l de CO_3Ca).

Las sales de calcio y magnesio forman compuestos insolubles con el jabón, que pierde de esta manera su poder detergente y forma espuma con dificultad, asímismo las aguas cargadas de estas sales dificultan la cocción de las legumbres.

Las aguas cuya dureza es menor de 50 mg/l de CO_3Ca, además de formar con el jabón abundante espuma, producen sobre la piel una sensación agradable, quedando esta suave y tersa; por el contrario con aguas duras esta tiende a endurecerse y a hacerse rugosa por impregnarse de jabones insolubles de calcio y magnesio.

El emplio de agua dura para lavado de ropa produce consumo suplementario de jabón (100 g por grado hidrotimétrico y por m^3).

En las calderas de vapor, compresores, refrigeradores etc. se producen incrustaciones debidas a las sales de calcio y magnesio, que son muy perjudiciales.

La relación entre calidad de aguas y dureza total, según las normas internacionales es la siguiente:

Aguas de buena calidad	150	mg/l de CO_3Ca
Aguas de mediana calidad	300	" " "
Aguas de mala calidad	500	" " "
Aguas de difícil utiliz.	600	" " "

5.4.- HIERRO

El hierro en estado ferroso es bastante soluble en los medios receptores acuáticos, oxidándose con facilidad y alcanzando el estado férrico y precipitando generalmente. Según el caso, podrá existir en solución de forma coloidal, o en forma de complejos minerales u orgánicos (en particular si se ha utilizado un tratamiento del agua por polifosfatos).

Independientemente de producir coloración rojiza y un sabor desagradable en las aguas, el hierro no presenta inconve

nientes desde el punto de vista fisiológico, sin embargo puede afectar gravemente a los peces si se alcanzan altos contenidos en hidróxido férrico, que precipita en los bronquios de estos.

Algunas bacterias son muy ávidas de hierro (ferrobacterias), fijándose en las paredes de las canalizaciones y provocando fenómenos de corrosión con formación de concreciones voluminosas y duras.

Los límites indicados por las normas internacionales se han adaptado más por los inconvenientes de las aguas ferruginosas, en las labores de limpieza, que para evitar accidentes tóxicos. Estos límites varían entre 0,1 mg/l y un máximo de 0,4 mg/l, aun cuando se pueden ingerir algunas con un contenido de hasta 5 mg/l sin peligro.

5.5.- MANGANESO

Este elemento se presenta en el agua con contenidos generalmente muy bajos, reaccionando de forma muy similar al hierro, puede encontrarse con valencias diferentes y bajo forma soluble en suspensión o formando complejos.

Dadas las cantidades usuales en que aparece en el agua, no puede ser considerado como tóxico. Produce sabor desagradable y aunque precipite no provoca molestias.

En los tratamientos de las aguas, es indeseable porque favorecen el crecimiento de basterias del grupo sidero-bacterial (galliorella), perturbando al funcionamiento de los filtros de arena, así mismo estas basterias pueden producir la formación de depósitos en las canalizaciones.

Las normas europeas y americanas fijan los límites máximos aceptables de manganeso entre 0,05 y o,5 mg/l.

Altos contenidos en el agua de aporte, es perjudicial para las industrias textiles, tintes, alimentaria, destilerias papel, etc.

5.6.- SOLIDOS EN SUSPENSION

La materia en suspensión a 110°C representa la totalidad de las materias orgánicas y minerales en suspensión en la muestra analizada. La materia en suspensión a 700°C representa las materias minerales existentes en la muestra y no calcinadas a esa temperatura.

La diferencia entre estos dos valores representará la materia orgánica y la materia mineral calcinada, carbonatos y bicarbonatos, y especialmente, en las aguas de desagüe o de vertidos de lavaderos, el carbón o los finos de carbón que contiene la muestra.

La turbidez de un agua es debida a la presencia de materias en suspensión finamente divididas, tales como arcillas, limos, granos de sílice, materias orgánicas, etc. La apreciación de la abundancia de estas materias se mide en grados de turbidez. Existen varios métodos para su determinación: el de las gotas de mastic (Dienert), el de las gotas de mastic modificado (Grimaud. Morand) y el de la sílice; son quizás los tres principales; el método utilizado por el estudio es el método de la sílice, cuya unidad son los grados en sílice.

La mayor parte de las aguas superficiales tienen una turbidez importante y no suele ser probable su consumo directo, requiriendo por ello una depuración previa. Hay que considerar que la turbidez tiene por otra parte, un importante efecto

psicológico, ya que un agua turbia, con calidad química y bioquímica satisfactoria, no es apta para el consumo.

Las normas existentes al respecto, fijan los límites máximos para la turbidez entre 2,12 y 4,25 grados de sílice, siendo el límite superior indicado, solo para circunstancias excepcionales.

Los sólidos en suspensión en el agua interfieren con muchas actividades industriales, causando problemas, tales como Foaming e incrustaciones en calderas, etc.

Por otra parte, cuando sedimentan, forman depósitos de lodo en los lechos de los rios o en los lagos, cuasando a menudo daños irreparables a la vida acuática.

En cuanto a la utilización del agua en las industrias, las de acero, textiles, lavanderias, tinte y sistemas de refrigeración, no puede utilizar aguas con contenido alto de sólidos totales en suspensión.

Por último, respecto a sus efectos en el medio acuático, los sólidos en suspensión ocasionan gran mortalidad en los peces, por taponamiento de los sistemas de respiración (bronquios) y disminuyen la adaptabilidad de los animales acuáticos al medio por reducción del índice de luminosidad. Indirectamente varían la cadena alimentaria de la vida acuática y reducen el valor recreacional de un agua.

5.7.- SOLIDOS DISUELTOS

Los sólidos disueltos consisten principalmente en sales de calcio, magnesio, sodio y potasio, y trazas de hierro, manganeso y otras sustancias.

Las aguas potables llegan a tener en ocasiones hasta - 4.000 mg/l de sales disueltas, sin embargo aguas con más de - 5.000 mg/l de sales disueltas, son consideradas como aguas de peor calidad para fines de consumo.

Para regadío, el máximo contenido posible se encuentra en 5.000 mg/l, sin embargo, al igual que para el consumo humano aguas con más de 500 mg/l decrecen su utilidad para irrigación.

Los sólidos disueltos en aguas industriales crean perjuicios e interferencias a los evaporadores, calor, limpieza, y olor en los productos acabados.

La conductividad, ya se ha comentado en el apartado correspondiente, está muy relacionada físico-químicamente con los sólidos disueltos (mineralización), por lo que generalmente, dada su facilidad de medida, se utiliza aquella en vez de determinar por vía analítica los sólidos disueltos.

Aunque las aguas de drenaje de mina, en casos específicos pueden sobrepasar los límites aceptados para aguas potables en general, no llegan a niveles tóxicos. Por el contrario las aguas residuales de lavaderos superan frecuentemente tales límites.

5.8.- SULFATOS

El contenido en sulfatos es generalmente de - origen natural y está ligado a los elementos alcalinos y alcalinos-terreos de la mineralización. Según éstos, y según la intolerancia de los consumidores puede resultar que produzcan molestias gastro-intestinales. Las normas de O.M.S. indican que - la concentración límite en aguas de bebida no debe ser superior a 250 mg/l de SO_4.

La presencia de sulfatos de calcio en el agua provoca incrustaciones graves en las calderas y generadores de vapor al ser menos solubles en caliente que en frio.

5.9.- DQO (VALOR AL PERMANGANATO)

Entre las diversas formas de medir los efectos de la materia orgánica en los medios receptores, se encuentra el valor al permanganato que es por su mayor sencillez, el método analítico que se ha utilizado en el presente estudio. El método para su determinación consiste en la medida en medio ácido o en medio alcalino, de la cantidad de permanganato potásico utilizado para la reducción de las materias orgánicas contenidas en el agua. Los resultados se expresan en mg/l de O_2 y se utiliza la clasificación siguiente:

	Aguas muy puras	< 1 mg/l de O_2
1 mg/l de O_2 <	Aguas potables	< 2 mg/l de O_2
2 mg/l de O_2 <	Aguas sospechosas	< 4 mg/l de O_2
	Aguas malas	> 4 mg/l de O_2

Esta clasificación, es preciso señalar, es un poco arbitraria por cuanto no está bien definido el caracter sanitario de estas sustancias, ya que el consumo de una bebida con un contenido elevado de materias orgánicas no es necesariamente peligrosos (una infusión de té contiene 2.000 mg/l de O_2 de materias orgánicas), para una mayor exactitud esta determinación debe ser completada por un análisis bacteriológico.

No obstante, hay que señalar asímismo que un agua con elevado contenido en materias orgánicas es siempre sospechosa de contaminación bacteriológica o química (productos reductores).

Algunas materias orgánicas son causa del calor y mas sabor del agua al favorecer el desarrollo de microorganismos (algas, hongos, bacterias, etc), que se fijan en las paredes de las tuberías y segregan sustancias malolientes.

Por último cabe señalar que el referido método, se refiere a la DQO (demanda química de oxígeno) y representa la demanda de oxígeno ejercida no solo por la materia orgánica (DQO) sino tambien por los elementos inorgánicos. Existe otro método de análisis de la DQO propiamente dicha que se realiza mediante dicromato potásico. Para una misma agua la relación entre las determinaciones indicadas es:

$DBO_5 <$ DQO (Valor del permanganato) $<$ DQO (dicromato potásico).

5.10.- AMONIACO

La presencia de amoniaco es muy frecuente en las aguas debido en la mayor parte de los casos a procesos incompletos de degradación (oxidación) de la materia orgánica.

Un contenido alto en amoniaco indica generalmente una contaminación reciente en materias orgánicas en descomposición.

Al pasar el agua a través del suelo y bajo la influencia de bacterias nitrificantes (nitrosomonas y nitrobacter) el nitrógeno amoniacal se transforma respectivamente en nitroso y este en nítrico.

Un agua natural, pobre en amoniaco y rica en nitratos indica que ha sido sometida a una filtración y una depuración eficaz por el suelo.

El amoniaco favorece el desarrollo de ciertas bacterias las cuales, a su vez producen sabores desagradables.

Desde el punto de vista de la corrosión sobre el cobre, la presencia de amoniaco refuerza el efecto del oxígeno en razón de la estabilidad del complejo formado con el cobre.

Un agua potable no deberá tener de acuerdo con las normas europeas un contenido mayor de 0,5 mg/l de nitrógeno amoniacal.

5.11.- FENOLES

Bajo la forma de fenoles, se designa habitualmente, un conjunto de compuestos hidroxilos del benceno, entre los cuales el patrón es el fenol.

La presencia de fenoles en el agua, es generalmente originada por la contaminación industrial (industrias químicas, industrias del papel, cokerias, lavadero de carbón, refinerias, petroqímica etc). Estos productos, se oxidan dificilmente, son poco absorbentes, y se filtran con facilidad. La descomposición de los productos vegetales como la lignina, y las aguas residuales de las celulosas pueden producir compuestos fenóliticos. Por último de manera más limitada pueden ser tambien producidos por contaminación humana, en efecto la cantidad de hidroxilos vertidos diarimente por el organismo humano se evalua entre 200 y 300 mg, pero estos productos fenólicos evolucionan rápidamente debido a su biodegradabilidad.

6.- METODOLOGIA

La metodología adoptada para la elaboración del presente trabajo se ha basado en los siguientes puntos:

- Recopilación a través de las diferentes Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria y Energía, de las instalaciones mineras de carbón, con indicación de las empresas explotadoras y la ubicación de las mismas.

- Visitas por técnicos de ENADIMSA a las diferentes instalaciones, para la obtención de datos sobre los vertidos realizados por las mismas, toma de muestras representativas de estos vertidos y medida "in situ" de algunos parámetros (temperatura y conductividad).

- Análisis químico en los laboratorios de ENADIMSA, de las muestras tomadas en las instalaciones.

- Tratamiento de la información obtenida a través de las encuestas realizadas, e influencia de estos vertidos y tratamiento de estos afluentes.

El esquema de este informe se presenta con las características generales de los carbones en España, seguido de una so

mera explicación sobre la calidad de los tipos de aguas que se generan en la minería del carbón. Se señalan despues los paráme_ tros que se consideran esenciales, teniendo en cuenta que dado el caracter químico del agua en teoria podrían ser un gran núme_ ro, pero que, sin embargo, estableciendo determinados criterios de selección y de forma especial atendiendo a su posible control solamente un reducido número de parámetros debe ser seleccionado para el fin propuesto.

Para su estudio, los encuestas realizadas se han clasi_ ficado primeramente por cuencas mineras, y dentro de éstas por cuencas hidrográficas.

De esta forma el esquema de presentación de estas encues tas es el siguiente:

Zona Asturiana.-	Asturias Norte	- Cuencas del Nalón, Cadín, Pi_ les y Aboño.
	Asturias Sur	- Cuencas del Aller, Caudal Teverga y Turón.
	Asturias Occi_ dental	- Cuenca del Narcea y Gillón
Zona de León.-	Norte de León	- Cuencas del Bernesga, Luna y Esla.
	Bierzo-Villa_ blino Norte	- Cuencas del Sil e Ibias
	Bierzo-Villa blino Sur	- Cuencas de Brañuelas, Tremor y Cua.

Zona Guardo-Barruelo - Cuencas del Pisuerga y Carrión.

Zona Pierenaica - Cuencas del Salde y Llobregat

Zona Sur de España - Cuencas del Ojailén y Guadiato

Zona de Teruel -

Zona de Baleares -

Zona de Galicia - Cuenca del Eume

En cada una de estas zonas se estudian sus caracterís - ticas generales, las climáticas y las hidrográficas, exponiendo en los diversos cuadros todos los datos recogidos en las encues- tas, así como los análisis completos de cada una de las muestras. Se ilustran estos estudios con gráficos de la zona y situación - de las instalaciones con relación a los rios.

En anexos aparte se acompañan ordenadas por zonas, to- das las encuestas realizadas a las diferentes instalaciones.

El total de instalaciones visitadas alcanza la cifra de 179 , que se reparten de la siguiente forma:

	MINA	LAVADERO
Instalaciones visitadas .	118	61
Instalaciones encuestadas.	83	51
Instalaciones en las que por diversos motivos no se ha realizado la encuesta .	35	10

7.- ZONA ASTURIANA

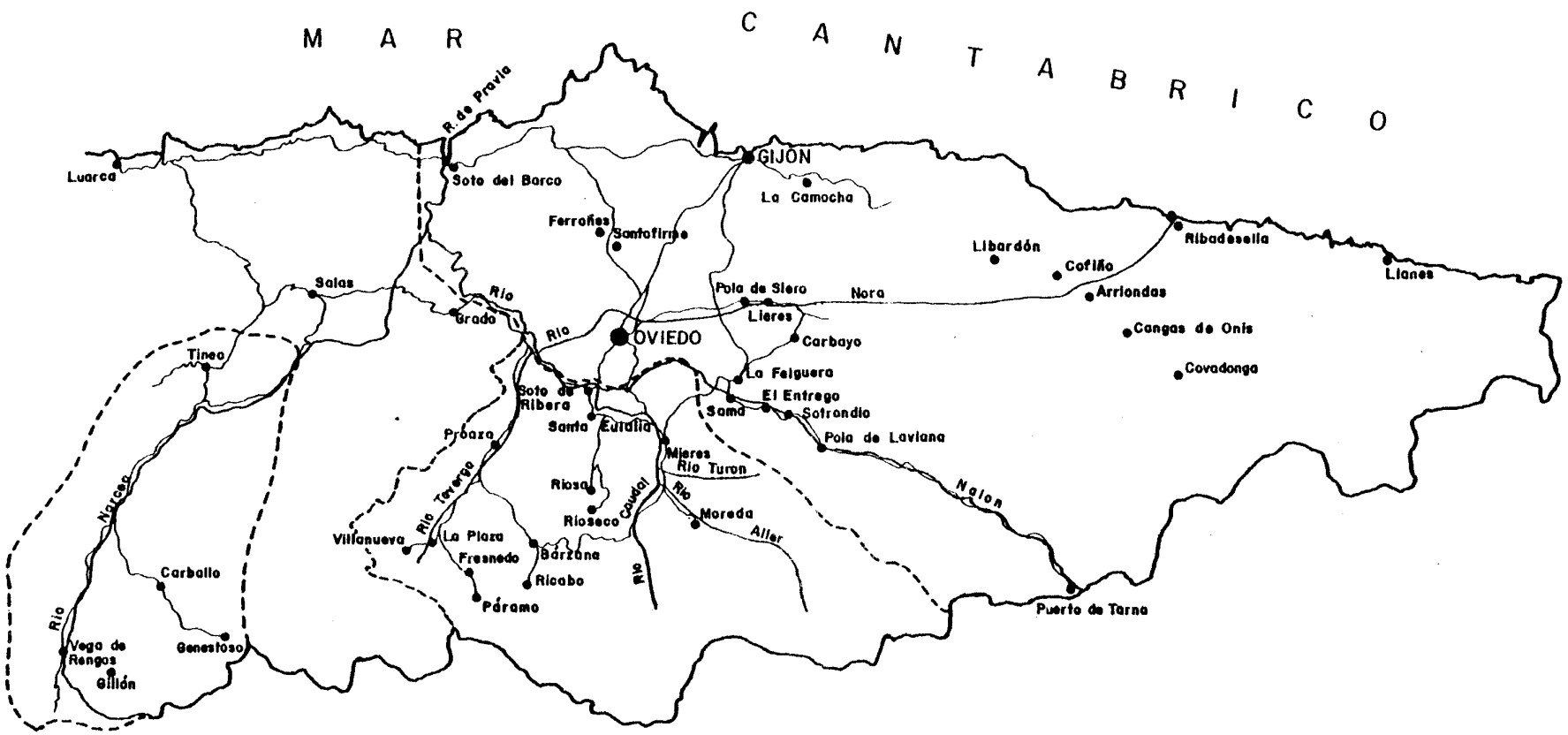
7.1.- CARACTERISTICAS GENERALES

La cuenca carbonífera asturiana, se haya repartida en diversas zonas, dentro de la provincia de Oviedo, ocupando una extensión de 6.250 Km^2. La población contenida en estas zonas alcanza los 892.000 habitantes, lo que nos da una densidad media de 142,7 habitantes por Km^2.

La zona Asturias - Norte, comprende una extensión de de 4.000 Km^2, con una población de 790.000 habitantes. Está limitada al Norte por la costa; al Oeste y al Suroeste, por los rios Narcea y Nalón y la Zona Asturias Sur, y al Este y Suroeste, por las provincias de Santander y León.

Esta zona, se halla dividida en dos sectores dentro de los que se encuentran las diferentes áreas carboníferas. Estos son: "Sector Norte de la Cuenca Central", que comprende las áreas de la Justa-Aramil, Sinclinal de Sama, Sinclinal del Entrego y Sinclinal de San Mamés, y Arnao Panes", que abarca las áreas de Arnao-Ferroñes, Naranco-Santo Firme, La Camocha, Viñón-Fresnedo-Libardón y Cofiño-Caleao-Cabrales.

La zona Asturias Sur, comprende una extensión de 1.500 Km^2, con una población de 140.000 habitantes. Queda situada al



ZONAS ASTURIAS NORTE, SUR Y OCCIDENTAL

Sur de Oviedo, siendo su límite meridional el de la provincia de León, y fijados sus límites occidental y Nororiental los límites geológicos de la Cuenca de Teverga, y una línea arbitraria que supera esta zona de la Asturias Norte.

Se halla dividida en las subzonas de "Caudal-Aller" y "Teverga-Quirós" comprendiendo la primera las áreas de Riosa-Ollo niego, Polio-TresAmigos, Barredo-Turón, Aller y San Fernando-Carisa. Las áreas de Quirós, Teverga y Puerto Ventana, forman la segunda subzona.

La zona Asturias Occidental, se asienta en una extensión de 750 Km^2 aproximadamente, con una población de unos 26.000 habitantes.

Las áreas comprendidas en esta zona, son las de Tineo, Cangas, Carballo y Rengos.

7.2- CARACTERISTICAS CLIMATICAS.

El clima existente en Asturias es el correspondiente a la cornisa Cantábrica, y definido como clima húmedo, y caracterizado por temperaturas moderadas con una media mensual de 14°C y máxima y mínima mensuales de 13° y 9° C en Julio y Enero respectivamente, así como por una alta precipitación pluviométrica.

Las variaciones medias de precipitación oscilan entre los 1.000 mm y 1.500 mm, e incluso llegan a ser superiores en algunas zonas montañosas.

De forma generalizada podemos estimar una media de 1.200 mm de pluviometria.

En las regiones de mayor altitud, existe un clima típico pluvio-nivel de montaña, con precipitaciones, que se encuentran entre 1.500 y 1.700 mm/año, siendo gran parte de estas precipitaciones en forma de nieve. Las temperaturas de estas regiones altas son más extremas que la media asturiana, siendo normal temperaturas bajo cero en el periodo invernal.

7.3.- CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

La cuenca Asturiana, se encuentra surcada por infinidad de corrientes de agua, de mayor o menor importancia, que la cruzan en todos los sentidos.

Dentro del tema que nos ocupa, nos ceñiremos a los principales rios de esta cuenca, y a aquellos afluentes, que por ser receptores de los vertidos nos pudieran interesar.

A tales efectos dividiremos las cuencas carboníferas en las tres principales cuencas hidrográficas: Cuenca del rio Nalón, Cuenca del rio Aller, y Cuenca del rio Narcea.

El rio Nalón, nace en el Puerto de Tarna (1.400 m de altitud), y desemboca en la ria de Pravia, despues de un recorrido de 129 Km. La superficie de su cuenca alcanza los 4.866 Km^2.

Los afluentes principales son por su margen derecha, el rio Orle y rio Nora. Por su margen izquierda, rio Alba, rio Sta. Bárbara, rio Aller, rio Trubia y rio Narcea.

El régimen del rio se caracteriza por dos periodos, uno de aguas bajas, de Julio a Septiembre con caudales medios mensuales y aportaciones respectivamente que varían entre 14 m^3/s y 441,5 Hm^3 en Agosto y 19 m^3/seg y 600 Hm^3 en Julio; y otro de aguas altas de Noviembre a Febrero con caudales medios mensuales y aportaciones que varían entre 91 m^3 seg y 287 Hm^3 en Diciembre 86 m^3/seg y 271 Hm^3 en Enero. Según datos facilitados por la Comisaría de Aguas del Norte de España, el caudal medio anual es de 56,25 m^3/seg, y en caudal específico medio de 32,1 $l/seg/Km^2$.

Las aguas del rio Nalón, no se encuentran reguladas por ninguna presa hasta el momento, aunque está a punto de terminarse el pántano de Tanes aguas arriba de la zona de vertidos de mina.

El rio Aller nace cerca del pico de Vegarada, de 1.381 m de altitud, desembocando en la margen derecha del Caudal, siendo su longitud de 37,7 Km, y la superficie de su cuenca de 375,24 Km^2.

Los afluentes más importantes son los rios San Isidro, y Negro. El regimen del rio es semejante al del rio Nalón, debido a que sus características fisiográficas son iguales, siendo sus caudales menores debido a la menor superficie de su cuenca de aportación. Los caudales medios mensuales están comprendidos entre 22 m^3/s en Diciembre y 4 m^3/s en Agosto.

El Narcea nace en la vertiente Septentrional de la Sierra de Picón, en la parte SO de la provincia, pasando por Granda de Rioscuro. Fuente Narcea y Cangas de Narcea, desembocando en el rio Nalón. Su longitud es de 107 Km y su superficie 1.849 Km^2.

Los afluentes más importantes son los rios Arganza, Muniellos, Naviego, Juncueras, y Pigüeña.

El regimen del rio se caracteriza por un periodo de estiaje durante los meses de Julio a Septiembre y otro de aguas altas durante los medes Diciembre a Marzo, los caudales medios están comprendidos entre 24 m^3/s en Enero y 5 m^3/s en Julio.

El rio Narcea está regulado por el embalse de La Barca cuyas características son:

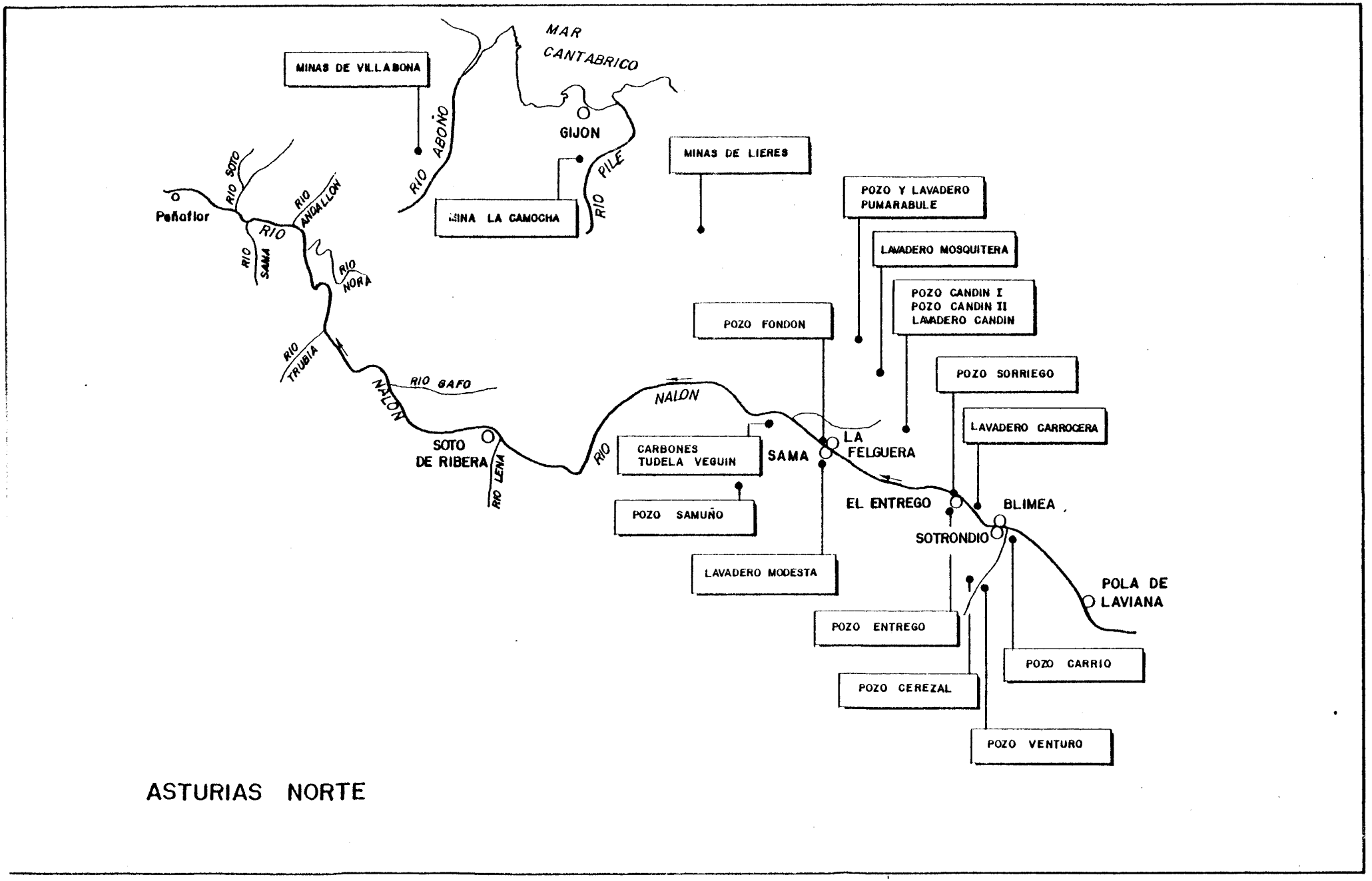
Superficie de cuenca	1.216 Km^2
Superficie de embalse	2 Ha
Capacidad total	32 Hm^3
Capacidad útil	25 Hm^3
Aliviadero	1.500 m^3/s
Altura de presa	74 m
Tipo	Bóveda-Cúpula
Aprovechamiento	Energía hidroeléctrica

Dicho embalse se encuentra situados aguas abajo de la zona de vertidos.

7.4.- ASTURIAS NORTE

En el cuadro I y II, se especifican las instalaciones que se han visitado y realizado encuestas, con indicación de las empresas explotadoras.

En total, las instalaciones encuestadas han sido:



ASTURIAS NORTE

Instalación de mina 21
Lavaderos 8

De estas encuestas se han cumplimentado:

Instalación de mina 15
Lavaderos 7

En los referidos cuadros I y II, se indican las circunstancias por las que no se han cumplimentado las encuestas en estas instalaciones, que figuran sin numerar.

En el cuadro III, se describen las instalaciones de bombeo de los diferentes pozos de extracción, así como los caudales desagüados por los mismos, con indicación de los mínimos, máximos y medios anuales, así como los meses en que estos se producen. - Tambien queda reflejado en este cuadro, la distribución de los - vertidos a los diferentes rios de la zona.

7.4.1.- Lavaderos

Las instalaciones de lavado de carbón existentes en esta zona según el Cuadro II son:

Lavadero de CARROCERA
" " MODESTA
" " CANDIN
" " PUMARABULE
" " MOSQUITERA
" " MINAS DE LIERES
" " MINAS DE LA CAMOCHA

El carbón bruto extraido de los pozos mineros es tratado en estas plantas, según la siguiente distribución:

- Lavadero de CARROCERA, lava los carbones procedentes de:

  Pozo CARRIO
  " SAN MAMES
  " CEREZAL
  " ENTREGO

- Lavadero de MODESTA, lava los carbones procedentes de:

  Pozo SOTON
  " VENTURO
  " MARIA LUISA
  " SAMUÑO

- Lavadero de CANDIN, lava los carbones procedentes de:

  Pozo CANDIN
  " FONDON

- Lavadero de PUMARABULE, lava los carbones procedentes de:

  Pozo MOSQUITERA
  " PUMARABULE

- Lavadero de MOSQUITERA, lava los carbones procedentes de:

  Antigua escombrera del pozo Mosquitera

En el cuadro IV, se indican las características principales de los lavaderos encuestados, así como los consumos anuales de agua utilizados, tanto de nueva explotación como recirculados. Se indica igualmente el vertido realizado por estas instalaciones anualmente, y los rios a que se efectuan.

CUADRO: I INSTALACIONES DE MINAS ENCUESTADAS **ZONA:** ASTURIAS **SUBZONA:** NORTE

ENCUESTA Nº	INSTALACION	EMPRESA	MUNICIPIO	DOMICILIO SOCIAL	OBSERVACIONES
1	POZO CARRIO	E.N. HULLERAS DEL NORTE	P. LAVIANA	Avda. de Galicio, 44 - OVIEDO	
2	POZO SAN MAMES	" "	S.M. REY AURELIO	" "	
3	POZO CEREZAL	" "	"	" "	
4	POZO SOTON	" "	"	" "	
5	POZO VENTURO	" "	"	" "	
7	POZOS ENTREGO Y SORRIEGO	" "	"	" "	
8	POZO SAMUÑO	" "	LANGREO	" "	
10	POZO FONDON	" "	"	" "	
11	POZO CANDIN I	" "	"	" "	
12	POZO CANDIN II	" "	"	" "	
14	POZO PUMARABULE	" "	SIERO	" "	
17	MINAS DE LIERES	MINAS DE LIERES S.A.	"	Lieres (OVIEDO)	
19	MINAS LA CAMOCHA	M.S. DE PONFERRADA	GIJON	Ruiz de Alarcón, 11 MADRID	
21	POZO SAN ISMAEL	MINAS DE VILLABONA	LLANERA	Montalbán, 13 MADRID	
22	CONFIADA	CARBONES TUDELA VEGUIN	TUDELA-VEGUIN	Tudela-Veguin (Oviedo)	
	MINA CONSTANTINA	MINA CONSTANTINA S.A.	LANGREO	Coronel Caeno, 12 CIAÑO (Oviedo	Sin explotación
	MINA ORTIGOSA 2ª	JUAN FERNANDEZ GARCIA	S.M.REY AURELIO	El Entrego (Oviedo)	Mina parada por fallecimiento del explotador.
	MINA DE SILVERIO	SILVERIO GARCIA VEGA	BRIERES	Soto de Caso (Oviedo)	Mina pequeña de montaña. No explota. No tiene agua.
	(Sin nombre)	Hdros. LUIS Gª DEL BUSTO	LANGREO	-	Pequeño socavón abandonado.No da agua
	POZO MARIA LUISA	E.N. HULLERAS DEL NORTE	CIAÑO	Avd. de Galicia - Oviedo	No vierte. Pozo deficitario en agua.
	POZO MODESTA	" "	LANGREO	" "	Sin xplotación.. Carecen datos desagüe

CUADRO : II LAVADEROS ENCUESTADOS **ZONA:** ASTURIAS **SUBZONA :** NORTE

ENCUESTA Nº	INSTALACION	EMPRESA	MUNICIPIO	DOMICILIO SOCIAL	OBSERVACIONES
6	CARROCERA	E.N. HULLERAS DEL NORTE	S.M.REY AURELIO	Avda. de Galicia,44 Oviedo	
9	MODESTA	" "	LANGREO	" "	
13	CANDIN	" "	"	" "	
15	PUMARABULE	" "	SIERO	" "	
16	MOSQUITERA	" "	"	" "	
18	LIERES	MINAS DE LIERES S.A.	"	LIERES (Oviedo)	
20	LA CAMOCHA	M.S. DE PONFERRADA S.A.	GIJON	Ruiz de Alarcón 11 MADRID	
	MARIA LUISA	E.N. HULLERAS DEL NORTE	LANGREO	Avda. de Galia, 44 Oviedo	Parado desde la puesta en marcha de lav. Modesta.

CUADRO III - ASTURIAS NORTE - Características de las instalaciones de minas.

ENCUESTA Nº	INSTALACION	INST. DE DRENAJE			CAUDALES DESAGUADOS					PRODUCCION MEDIA DE CARBON BRUTO N. t / año	VERTIDO POR t. CARBON BRUTO m^3/ t.	RIO RECEPTOR	RIO PRINCIPAL
					MINIMO		MAXIMO		MEDIO				
		Nº BOMBAS	POTENCIA INSTALADA C.V.	CAPACIDAD DE DESAGUE m^3/h	M. m^3/ dia	Mes	M. m^3/dia	Mes	M. m^3/año				
1	POZO CARRIO	12	3.908	2.310	2,2	Ag.	22,3	Abr	4.300	266	16	NALON	
2	POZO SAN MAMES	4	1.230	830	2,0	Nov.	9,0	Abr	2.000	240	8	NALON	
3	POZO CEREZAL	6	1.360	860	3,7	Oct	11,8	Abr	3.000	121	25	STA. BARBARA	NALON
4	POZO SOTON	11	3.720	1.536	5,8	Sep	11,6	May	3.000	366	8	NALON	
5	POZO VENTURO	2	475	330	1,0	Nov	2,7	Abr	700	200	4	SILVESTRE	NALON
7	POZOS ENTREGO Y SORRIEGO	12	2.752	2.100	4,4	Sep	10,7	Nov	2.500	221	11	NALON	
8	POZO SAMUÑO	4	1.711	800	2,5	Sep	8,3	Dic	1.700	428	4	SAMUÑO	NALON
10	POZO FONDON	7	2.560	1.192	5,0	Sep	9,0	Nov	2.600	250	10	NALON	
11	POZO CANDIN I	2	550	280	2,1	Sep	2,8	May	900	215	4	CANDIN	NALON
12	POZO CANDIN II	2	736	500	2,3	Sep	5,5	May	1.300	250	5	CANDIN	NALON
14	POZO PUMARABULE	2	840	600	2,5	Sep	4,2	May	1.300	332	4	CANDIN	NALON
17	MINAS DE LIERES	4	630	85	0,2	Oct	0,8	Abr	85	202	0,5	GATO	NORA
19	MINA LA CAMOCHA	6	1.020	350	-	-	-	-	1.000	500	2	ARROYO	PILES
21	POZO SAN ISMAEL	2	70	80	0,2	Sep	0,8	Dic	150	20	8	ABOÑO	
22	MINA CONFIADA	1	20	80	-	-	-	-	50	30	2	ARROYO	NALON

CUADRO IV - ASTURIAS NORTE - Características de las instalaciones de lavado.

ENCUESTA Nº	LAVADERO	CAPACIDAD TRATAMIENTO t/h	SISTEMA DE LAVADO (1)	CIRCUITO DE AGUA (2)	CONSUMOS DE AGUA		BALSAS		ESPESADORES		VERTIDO M.m³/año	PRODUCCION CARBON VENDIBLE M.t/año	VERTIDO X t CARBON VENDIBLE m³/t	RIO RECEPTOR	RIO PRINCIPAL
					AGUA NUEVA M.m³/año	AGUA RECICLADA M.m³/año	Nº	CAPACIDAD m³	Nº	CAPACIDAD m³					
6	CARROCERA	320	MD - G - F	A	1.512	-	2	1.500	1	-	1.450	457	3	NALON	
9	MODESTA	600	MD - G - F	C	200	11.000	-	-	3	3.000	140	750	0,2	NALON	
13	CANDIN	420	MD - F	A	324	227	1	85.000	1	800	270	500	0,5	LLERIN	NALON
15	PUMARABULE	190	MD - G - F	A	550	-	3	1.500	1	-	390	275	1,5	CANDIN	NALON
16	MOSQUITERA	175	G - F	A	720	-	1	1.125	1	-	500	75	6	TUILLA	NALON
18	LIERES	100 1/0	C - G	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	GATO	NORA
20	LA CAMOCHA	130	C - MD	C	160	650	VARIABLE				112	260	0,5	ARROYO	PILES

(1) C.- Clasificacion , MD.- Medios densos , G.- Gravimetria , F.- Flotacion.

(2) A.- Abierto , C.- Cerrado

CUADRO V-1 - ASTURIAS NORTE - Análisis químicos de las muestras de los vertidos de las instalaciones de mina.

ENCUESTA Nº	INSTALACION	CONCENTRACIONES														CAUDAL
		pH	CONDUCTIVIDAD 20°C $\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1}	CARBONATOS CO_3 mg/l.	BICARBONATOS $CO_3^{=}H$ mg/l.	SULFATOS SO_4 mg/l.	DUREZA TH f°	HIERRO Fe mg/l.	MANGANESO Mn mg/l.	AMONIACO NH_4^+ mg/l.	ACEITES Y GRASAS mg/l.	FENOLES mg/l.	SOLIDOS SUSPENSION mg/l.	SOLIDOS VOLATILES %	D.Q.O. mg./l. O_2	M.m^3/ año
1	POZO CARRIO	7,8	1.620	-	695,4	440	41,15	≤0,1	≤0,1	≤0,5			261,0	32,49	140	4.300
2	POZO SAN MAMES	7,1	180	-	97,6	25	10,00	≤0,1	≤0,1	≤0,5			15,2	1	60	2.000
3	POZO CEREZAL	8,3	1.390	12	823,5	300	21,85	≤0,1	≤0,1	≤0,5			137,8	37,01	250	3.000
4	POZO SOTON	7,9	1.440	-	603,9	280	39,00	≤0,1	≤0,1	≤0,5			78,0	23,08	80	3.000
5	POZO VENTURO	7,8	1.130	-	622,2	220	38,70	≤0,1	≤0,1	≤0,5			25,4	30,26	70	700
7	P. ENTREGO Y SORRIEGO	7,85	1.060	-	472,7	405	44,13	≤0,1	≤0,1	≤0,5			10,7	32,42	210	2.500
8	POZO SAMUÑO	7,5	1.232	-	491,0	370	58,15	≤0,1	0,8	≤0,5			111,8	44,14	230	1.700
10	POZO FONDON	7,65	1.234	-	610,0	295	53,75	≤0,1	≤0,1	≤0,5			16,9	71,43	70	2.600
11	POZO CANDIN I	7,45	1.450	-	585,6	600	86,25	≤0,1	≤0,1	≤0,5			1.282,4	12,45	220	900
14	POZO PUMARABULE	8,0	920	-	305,0	220	25,25	≤0,1	≤0,1	≤0,5			29,0	3,45	240	1.300
17	MINAS DE LIERES	8,5	2.125	60	1.030,9	200	12,90	0,2	≤0,1	≤0,5			10,0	8,00	200	85
19	MINA LA CAMOCHA	8,3	2.500	42	750,3	480	44,25	≤0,1	≤0,1	≤0,5			5,6	78,57	40	1.000
21	POZO SAN ISMAEL	7,75	1.575	-	545,9	620	68,57	≤0,1	≤0,1	≤0,5			219,8	6,33	80	150
22	MINA CONFIADA	8,0	1.000	-	335,5	400	51,00	≤0,1	≤0,1	≤0,5			44,0	38,18	60	50

CUADRO V-2. ASTURIAS NORTE - Análisis químicos de las muestras de los vertidos en las instalaciones de lavado

ENCUESTA Nº	INSTALACION	CONCENTRACIONES															CAUDAL $M.m^3$/año
		pH	CONDUCTIVIDAD 20 °C $\mu\Omega^{-1}\ cm^{-1}$	CARBONATOS CO_3 mg/l.	BICARBONATOS $CO_3^{=}\ H$ mg/l.	SULFATOS SO_4 mg/l.	DUREZA TH f°	HIERRO Fe mg/l.	MANGANESO Mn mg/l.	AMONIACO NH_4^+ mg/l.	ACEITES Y GRASAS mg/l.	FENOLES mg/l.	SOLIDOS SUSPENSION mg/l.	SOLIDOS VOLATILES %	D.Q.O. mg./l. O_2	
6	CARROCERA	7,8	491	-	207,4	76	9,75	≤0,1	≤0,1	≤0,5	34,25	0,12	14.750,0	22,24	27.850	1.450
9	MODESTA	7,1	935	-	384,3	200	16,35	≤0,1	≤0,1	≤0,5	1,60	1,35	1.259,6	19,72	490	140
13	CANDIN	7,85	1.267	-	588,2	315	36,27	≤0,1	≤0,1	≤0,5	3,62	≤0,01	225,8	22,36	305	270
15	PUMARABULE	7,85	970	-	280,6	280	16,70	0,1	≤0,1	1,25	30,28	≤0,01	26.548,0	23,94	6.650	390
16	MOSQUITERA	7,5	670	-	286,7	200	27,75	≤0,1	≤0,1	≤0,5	582,86	0,54	2.611,2	15,34	5.000	500
18	LIERES	8,4	1.350	42	573,4	240	16,40	≤0,1	≤0,1	2,0	22,98	≤0,01	224,8	18,51	280	-
20	LA CAMOCHA	8,4	1.600	42	347,7	520	37,15	≤0,1	≤0,1	≤0,5	-	-	119,6	12,71	32	112

En los cuadros V-1 y V-2, quedan reflejados los resultados obtenidos en el análisis químico realizado sobre las muestras tomadas, en las diferentes instalaciones.

7.5.- ASTURIAS SUR

En los cuadros I y II se especifican las instalaciones que se han visitado y realizado encuesta, con indicación de las empresas explotadoras.

En total las instalaciones encuestadas han sido:

- Instalaciones de mina ... 15
- Lavaderos 5

De estas encuestas se han cumplimentado:

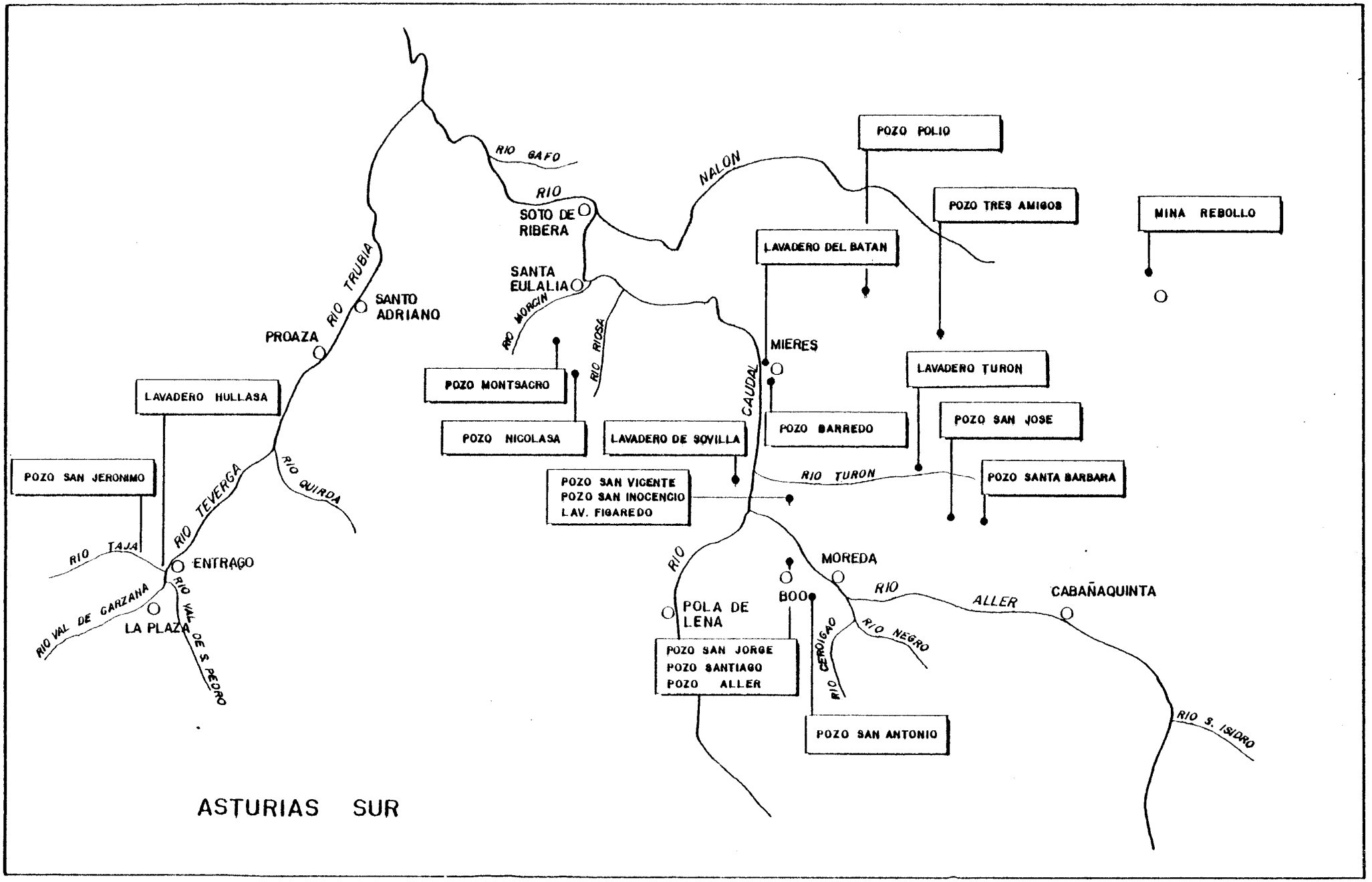
- Instalaciones de mina ... 11
- Lavaderos 5

En los referidos I y II se indican las circunstancias por las que no se han cumplimentado las encuestas en estas instalaciones que figuran sin numerar.

El cuadro III nos muestra la distribución de los vertidos a los diferentes rios.

7.5.1.- Lavaderos

Las instalaciones de lavado de carbón existentes en esta zona según el cuadro II son:


RIO GAFO
RIO
SOTO DE RIBERA
NALON
POZO POLIO
POZO TRES AMIGOS
MINA REBOLLO
LAVADERO DEL BATAN
SANTA EULALIA
SANTO ADRIANO
RIO TRUBIA
PROAZA
RIO MORCIN
RIO RIOSA
MIERES
CAUDAL
LAVADERO TURON
POZO MONTSACRO
POZO NICOLASA
LAVADERO DE SOVILLA
POZO BARREDO
POZO SAN JOSE
LAVADERO HULLASA
POZO SAN JERONIMO
RIO TEVERGA
RIO QUIROA
POZO SAN VICENTE
POZO SAN INOCENCIO
LAV. FIGAREDO
RIO TURON
POZO SANTA BARBARA
RIO TAJA
ENTRAGO
RIO
MOREDA
BOO
RIO
ALLER
CABAÑAQUINTA
RIO VAL DE GARZANA
RIO VAL DE S. PEDRO
LA PLAZA
POLA DE LENA
RIO NEGRO
RIO CERDIGAO
POZO SAN JORGE
POZO SANTIAGO
POZO ALLER
POZO SAN ANTONIO
RIO S. ISIDORO
ASTURIAS SUR

Lavadero de TURON
" " FIGAREDO
" " SOVILLA
" " BATAN
" " HULLASA

El carbón bruto extraido de los pozos mineros y minas de montaña, es tratado en estas plantas según la siguiente distribución:

- Lavadero de TURON, lava los carbones procedentes de:

Pozo SANTA BARBARA
" SAN JOSE

- Lavadero de FIGAREDO, lava los carbones procedentes de:

Pozo SAN VICENTE
" SAN INOCENCIO

- Lavadero de SOVILLA, lava los carbones procedentes de:

Pozo SANTIAGO
" SAN JORGE
" ALLER
" BARREDO

- Lavadero del Batán, lava los carbones procedentes de:

Pozo MONTSACRO
" MICOLASA
" POLIO
" TRES AMIGOS

CUADRO : I INSTALACIONES DE MINAS ENCUESTADAS **ZONA:** ASTURIAS **SUBZONA :** SUR

ENCUESTA Nº	INSTALACION	EMPRESA	MUNICIPIO	DOMICILIO SOCIAL	OBSERVACIONES
1	POZO SAN ANTONIO.	E.N. HULLERAS DEL NORTE	MOREDA	Avda. de Galicia, 44 OVIEDO	
2	POZOS SANTIAGO Y S. JORGE	" "	ALLER	" "	
3	POZO ALLER	" "	ALLER	" "	
4	POZO STA. BARBARA	" "	MIERES	" "	
5	POZO SAN JOSE	" "	MIERES	" "	
7	POZOS SAN VICENTE Y SAN INOCENCIO	MINAS DE FIGAREDO S.A.	MIERES	Uria, 20 - OVIEDO	
10	POZO BARREDO	E.N. HULLERAS DEL NORTE	MIERES	Avda. de Galicia, 44 OVIEDO	
11	POZO POLIO	" "	MIERES	" "	
12	POZO TRES AMIGOS	" "	MIERES	" "	
14	POZO SAN JERONIMO	HULLERAS E INDUSTRIAS SA	TEVERGA	ENTRAGO-TEVERGA (OVIEDO)	
16	MINA EL REBOLLU	ESKAR S.A.	MIERES	Sta, Cruz, 12 - OVIEDO	El drenaje se utiliza para riego prados
	POZO MONTSACRO	E.N. HULLERAS DEL NORTE	MIERES	Avda. de Galicia, 44 OVIEDO	El drenaje se envia desde interior al lavadero Batan
	POZO NICOLASA	" "	MIERES	" "	El drenaje se envia desde interior al lavadero Batán
	MINA MARIQUITA	AGRUPACION MINERA	QUIROS	Alonso Quintanilla, 3 OVIEDO	No facilita datos ni muestras
	MINA DE MONTAÑA		PARAMO-TEVERGA	TEVERGA	No tiene agua

CUADRO: II LAVADEROS ENCUESTADOS **ZONA:** ASTURIAS **SUBZONA:** SUR

ENCUESTA Nº	INSTALACION	EMPRESA	MUNICIPIO	DOMICILIO SOCIAL	OBSERVACIONES
6	TURON	E.N. HULLERAS DEL NORTE	MIERES	Avda. de Galicia, 44 OVIEDO	
8	FIGAREDO	MINAS DE FIGAREDO S.A.	MIERES	Uria,20 - OVIEDO	
9	SOVILLA	E.N. HULLERAS DEL NORTE	MIERES	Avda. de Galicia, 44 OVIEDO	
13	BATAN	" "	MIERES	" "	
15	HULLASA	HULLERAS E INDUSTRIAS SA	TEVERGA	ENTRAGO-TEVERGA	

CUADRO III - ASTURIAS SUR .- Características de las instalaciones de mina

ENCUESTA Nº	INSTALACION	INST. DE DRENAJE			CAUDALES DESAGUADOS					PRODUCCION MEDIA DE CARBON BRUTO N.t/año	VERTIDO POR t. CARBON BRUTO m^3/t.	RIO RECEPTOR	RIO PRINCIPAL
					MINIMO		MAXIMO		MEDIO				
		Nº BOMBAS	POTENCIA INSTALADA C.V.	CAPACIDAD DE DESAGÜE m^3/h	M. m^3/ dia	Mes	M. m^3/dia	Mes	M. m^3/año				
1	POZO SAN ANTONIO	12	2.534	900	18,0	Oct.	33,0	Ag.	9.000	202	44	ALLER	
2	POZOS SANTIAGO Y SAN JORGE	5	1.138	-	3,5	Nov.	7,5	May	2.000	350	6	ALLER	
3	POZO ALLER	DREN.	POR GRAVEDAD		1,9	Nov	2,1	May	700	290	3	ALLER	
4	POZO SANTA BARBARA	4	2.280	320	3,5	Feb	20,0	Jun	3.000	330	9	TURON	CAUDAL
5	POZO SAN JOSE	5	2.850	230	2,5	Sep	10,8	Nov	2.000	320	6	TURON	CAUDAL
7	POZOS SAN VICENTE Y SAN INOCENCIO	18	3.869	800	5,0	Oct	34,0	Feb	7.000	301	23	TURON	CAUDAL
10	POZO BARREDO	3	1.040	340	3,6	Sep	8,2	Abr	2.000	240	8	DURO	CAUDAL
11	POZO POLIO	4	2.035	360	5,0	Feb	21,0	Jun	3.000	283	11	ARROYO POLIO	CAUDAL
12	POZO TRES AMIGOS	4	725	-	2,1	Sep	36,5	Mar	1.000	154	6	SAN JUAN	CAUDAL
14	POZO SAN JERONIMO	2	476	26	0,4	Sep	0,9	Abr	230	83	3	TAJA	TEVERGA
16	MINA REBOLLU	DREN.	POR GRAVEDAD		0,1	Ago	-	Nov	7	0,5	14	A riego de prados	

CUADRO IV – ASTURIAS SUR.– Características de las instalaciones de lavado.

ENCUESTA Nº	LAVADERO	CAPACIDAD TRATAMIENTO t/h	SISTEMA DE LAVADO (1)	CIRCUITO DE AGUA (2)	CONSUMOS DE AGUA		BALSAS		ESPESADORES		VERTIDO M.m³/año	PRODUCCION CARBON VENDIBLE M.t/año	VERTIDO X t CARBON VENDIBLE m³/t	RIO RECEPTOR	RIO PRINCIPAL
					AGUA NUEVA M.m³/año	AGUA RECICLADA M.m³/año	Nº	CAPACIDAD m³	Nº	CAPACIDAD m³					
6	TURON	250	MD – G – F	A	975	–	6	700	1	–	850	476	2	TURON	CAUDAL
8	FIGAREDO	150	MD – G – F	A	800	–	1	180	1	–	650	162	4	TURON	CAUDAL
9	SOVILLA	250	MD – G – F	A	2.400	975	–	–	–	–	2.000	480	4	ALLER	
13	BATAN	500	MD – G – F	A	2.100	–	–	–	–	–	1.800	650	3	CAUDAL	
15	HULLASA	60	C – G	C	59	40	–	–	1	–	52	46	1	TAJA	TEVERGA

(1) C.- Clasificacion , MD.- Medios densos , G.- Gravimetria , F.- Flotacion.

(2) A.- Abierto , C.- Cerrado

CUADRO V-I - ASTURIAS SUR .- Análisis químicos de las muestras de los vertidos de las instalaciones de mina

ENCUESTA Nº	INSTALACION	CONCENTRACIONES														CAUDAL $M.m^3$/ año
		pH	CONDUCTIVIDAD 20°C $\mu\Omega^{-1}\ cm^{-1}$	CARBONATOS CO_3 mg/l.	BICARBONATOS $CO_3^{=}$ H mg/l.	SULFATOS SO_4 mg/l.	DUREZA TH $f°$	HIERRO Fe mg/l.	MANGANESO Mn mg/l.	AMONIACO NH_4^+ mg/l.	ACEITES Y GRASAS mg/l.	FENOLES mg/l.	SOLIDOS SUSPENSION mg/l.	SOLIDOS VOLATILES %	D.Q.O. mg./l. O_2	
1	POZO SAN ANTONIO	8,0	1.000	-	427,0	360	31,8	≤0,1	≤0,1	≤ 0,5			53,0	70,57	80	9.000
2	POZOS SANTIAGO Y SAN JORGE	8,4	1.620	60	652,7	540	33,7	≤0,1	≤0,1	≤ 0,5			261,0	47,53	340	2.000
3	POZO ALLER	7,9	1.110	-	713,7	170	9,5	≤0,1	≤0,1	-			134,8	62,76	360	700
4	POZO SANTA BARBARA	7,8	1.225	-	530,7	420	59,5	≤0,1	≤0,1	≤ 0,5			225,0	20,66	160	3.000
5	POZO SAN JOSE	7,8	1.390	-	506,3	580	71,3	≤0,1	≤0,1	≤ 0,5			169,8	59,48	180	2.000
7	POZOS SAN VICENTE Y SAN INOCENCIO	7,9	1.780	54	649,6	610	57,6	≤0,1	≤0,1	≤ 0,5			236,8	41,67	275	7.000
10	POZO BARREDO	7,6	850	-	347,7	300	48,7	≤0,1	≤0,1	≤ 0,5			11,8	88,14	30	2.000
11	POZO POLIO	7,8	1.040	-	616,1	280	46,1	≤0,1	≤0,1	≤ 0,5			95,4	29,35	200	3.000
12	POZO TRES AMIGOS	7,8	862	-	469,7	200	39,1	≤0,1	≤0,1	≤ 0,5			19,4	100	80	1.000
14	POZO SAN JERONIMO	7,5	1.030	-	628,3	180	50,8	≤0,1	≤0,1	≤ 0,5			20,0	39,00	120	230
16	MINA REBOLLU	8,0	650	-	325,7	312	47,3	≤0,1	0,66	-			460,8	23,20	100	7

CUADRO V-2 - ASTURIAS SUR .- Análisis químicos de las muestras de los vertidos en las instalaciones de lavado

ENCUESTA Nº	INSTALACION	CONCENTRACIONES														CAUDAL Mm^3/año
		pH	CONDUCTIVIDAD 20 °C $\mu\Omega^{-1}cm^{-1}$	CARBONATOS CO_3 mg/l.	BICARBONATOS CO_3H mg/l.	SULFATOS SO_4 mg/l.	DUREZA TH f°	HIERRO Fe mg/l.	MANGANESO Mn mg/l.	AMONIACO NH_4^+ mg/l.	ACEITES Y GRASAS mg/l.	FENOLES mg/l.	SOLIDOS SUSPENSION mg/l.	SOLIDOS VOLATILES %	D.Q.O. mg/l. O_2	
6	TURON	7,5	857	-	331,4	303	45,0	≤0,1	0,5	≤0,5	-	-	22.310,0	50,44	18.733	850
8	FIGAREDO	7,7	1.310	-	433,1	580	50,6	≤0,1	≤0,1	≤0,5	-	-	31.451,6	35,76	29.440	650
9	SOVILLA	7,5	369	-	186,0	62	11,5	≤0,1	≤0,1	≤0,5	7,63	17,80	8.301,4	45,25	7.850	2.000
13	BATAN	7,5	752	-	256,2	245	28,4	≤0,1	≤0,1	≤0,5	9,09	5,43	22.777,6	43,32	10.450	1.800
	HULLASA	7,9	385	-	201,3	65	6,5	0,1	≤0,1	≤0,5	6,60	≤0,01	36.641,2	39,43	23.400	52

- Lavadero de HULLASA, lava los carbones procedentes de:

Pozo SAN JERONIMO

7.6.- ASTURIAS OCCIDENTAL

En el cuadro I y II se especifican las instalaciones que se han visitado, con indicación de las empresas explotadoras.

En total las instalaciones encuestadas han sido:

Instalaciones de mina ..	13
Lavaderos	8

De estas encuestas se han cumplimentado:

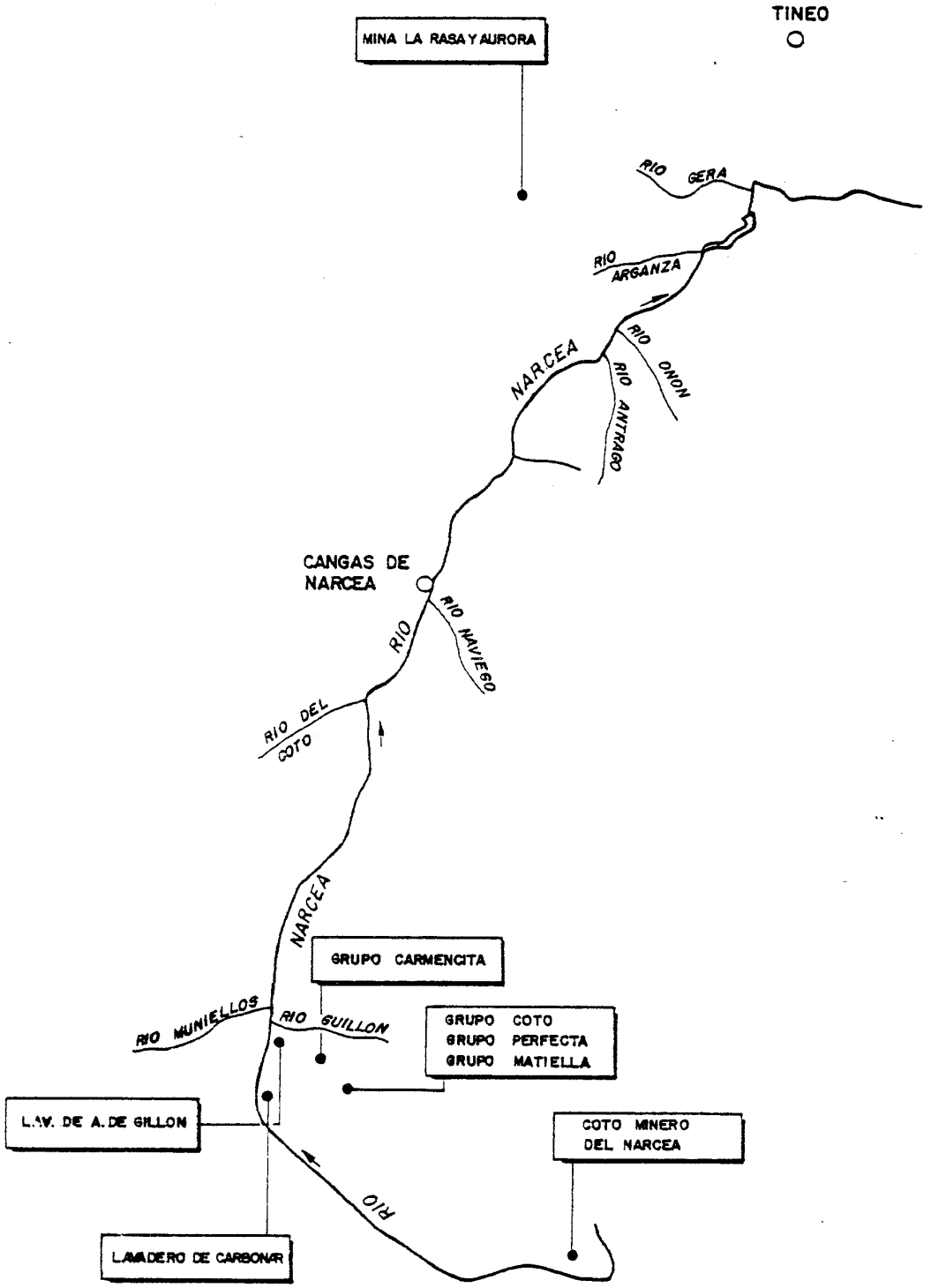
Instalaciones de mina ..	8
Instalaciones de lavadero.	6

En los referidos cuadros I y II, se indican las circunstancias por las que no se han cumplimentado las encuestas en estas instalaciones que figuran sin numerar.

En el cuadro III se distribuyen los vertidos tanto de mina como de lavaderos a los rios.

7.6.1. Lavaderos

Las instalaciones de lavado de carbón existentes en esta zona según el cuadro II, son:



ASTURIAS OCCIDENTAL

Lavadero de C.M. DEL NARCEA
" " VEGA DE RENGOS
" " GRUPO CARMENCITAS
" " PIRE
" " CARBONAR
" " LA RASA

En esta zona cada empresa dispone de su lavadero propio, y por tanto en estos lavaderos se tratan los carbones de sus minas correspondientes.

CUADRO : I Instalaciones de minas encuestadas **ZONA:** ASTURIAS **SUBZONA :** OCCIDENTAL

ENCUESTA Nº	INSTALACION	EMPRESA	MUNICIPIO	DOMICILIO SOCIAL	OBSERVACIONES
1	PERFECTA 5ª	COTO MINERO DEL NARCEA	C. DEL NARCEA	Ronda de Toledo, 36 MADRID	
3	GRUPO COTO	ANTRACITAS DE GILLON	"	Uria, 12 OVIEDO	
4	GRUPO PERFECTAS	" "	"	" "	
5	GRUPO MATIELLA	" "	"	" "	
7	GRUPO CARMENCITAS	ANTRACITAS DE RENGOS	"	Cervantes, 11 - OVIEDO	
9	DEM. A CARMENCITAS	PIRE MINAS S.L.	"	Avda, Galicia, 25 OVIEDO	
11	G. LAS ESPERANZAS	CARBONIFERA DEL NARCEA	"	Muñoz Degrain, 5 OVIEDO	
13	M. LA RASA Y AURORA	A. M. LA RASA Y AURORA	TINEO	Ingeniero Marquina, 3 OVIEDO	
	M. MARIA ONCE	MINAS DEL NARCEA S.A.	C. DEL NARCEA	M. MARINA, 4 OVIEDO	Facilita muestra pero no cumplimenta encuesta.
	M. MARIA SEGUNDA	ANTRACITAS DE TINEO	TINEO		Facilita muestra pero no cumplimenta encuesta
	M. MARIA DOLORES	" "	"		Facilita muestra pero no cumplimenta encuesta
	MINA TRES HERMANOS	" "	"		Facilita muestra pero no cumplimenta encuesta
	MINA DE MONTAÑA	" "	"		No facilita muestra no cumplimenta - encuesta

CUADRO : II Lavaderos encuestados **ZONA:** ASTURIAS **SUBZONA :** OCCIDENTAL

ENCUESTA Nº	INSTALACION	EMPRESA	MUNICIPIO	DOMICILIO SOCIAL	OBSERVACIONES
2	LAV. LIQ. DENSOS	COTO MINERO DEL NARCEA	C. DEL NARCEA	Ronda de Toledo, 36 - MADRID	
6	LAV. DE V. RENGOS	ANTRACITAS DE GILLON	"	Uria, 12 - OVIEDO	No facilita muestra. Indican no verter en circuito cerrado
8	LAV. G. CARMENCITA	ANTRACITAS DE RENGOS	"	Cervantes, 11 OVIEDO	No facilita muestra. Indican no verter en circuito cerrado.
10	LAV. DE CARBON	PIRE MINAS	"	Avda. de Galicia, 25 OVIEDO	No facilita muestra. Indican no verter en circuito cerrado.
12	LAV. DE CARBONAR	CARBONIFERA DEL NARCEA	"	Muñoz Degrain, 5 OVIEDO	No facilita muestra. Indican no verter en circuito cerrado.
14	LAV. DE LA RASA	ANT. M. LA RASA Y AURORA	"	Ingeniero Marquina, 3 OVIEDO	No facilita muestra. Indican no verter en circuito verrado.
	LAV. DE CARBON	MINAS DEL NARCEA	"	M. Marine, 4 OVIEDO	No facilita muestra ni cumplimenta encuesta.
	LAV. DE CARBON	ANTRACITAS DE TINEO	TINEO		No facilita muestra ni cumplimenta encuesta.

CUADRO III- ASTURIAS OCCIDENTAL .- Características de las instalaciones de mina

ENCUESTA Nº	INSTALACION	INST. DE DRENAJE			CAUDALES DESAGUADOS					PRODUCCION MEDIA DE CARBON BRUTO M.t./año	VERTIDO POR t. CARBON BRUTO m^3/t.	RIO RECEPTOR	RIO PRINCIPAL
					MINIMO		MAXIMO		MEDIO				
		Nº BOMBAS	POTENCIA INSTALADA C.V.	CAPACIDAD DE DESAGÜE m^3/h	M. m^3/dia	Mes	M. m^3/dia	Mes	M. m^3/año				
1	PERFECTA 5ª	3	70	100	0,15	Sep	0,4	Feb	95	106	0,9	NARCEA	
3	GRUPO COTO	1	125	250	1,5	Sep	3,7	Feb	964	168	6	GILLON	NARCEA
4	GRUPO PERFECTAS				0,2	Sep	0,5	Feb	1.200	192	6	ARROYO	NARCEA
5	GRUPO MATIELLA				1,0	Sep	2,5	Feb	683	115	6	GILLON	NARCEA
7	GRUPO CARMENCITAS				-		-		142	90	2	GILLON	NARCEA
9	DEMASIA A CARMENCITAS				-		-		1	25	-	GILLON	NARCEA
11	LAS ESPERANZAS				1,4	Jul	4,0	Ene	858	113	8	NARCEA	
13	LA RASA Y AURORA	1	180	90	0,6	Ago	0,8	Nov	315	125	3	VILLAS	NARCEA

CUADRO IV - ASTURIAS OCCIDENTAL - Características de las instalaciones de lavado

ENCUESTA Nº	LAVADERO	CAPACIDAD TRATAMIENTO t/h	SISTEMA DE LAVADO (1)	CIRCUITO DE AGUA (2)	CONSUMOS DE AGUA		BALSAS		ESPESADORES		VERTIDO	PRODUCCION CARBON VENDIBLE	VERTIDO X t CARBON VENDIBLE	RIO RECEPTOR	RIO PRINCIPAL
					AGUA NUEVA	AGUA RECICLADA									
					M.m³/año	Mm³/año	Nº	CAPACIDAD m³	Nº	CAPACIDAD m³	M.m³/año	M.t/año	m³/t		
2	C.M. NARCEA	60	C - MD	C	8	93,6	6	6.000	-	-	6	95	-	NARCEA	
6	VEGA DE RENGOS	150	C-MD-G-F	C	81,8	1.550,0	-	13.200	1	-	57	375	0,1	NARCEA	
8	GRUPO CARMENCITAS	40	C - G	C	-	-	4	5.000	1	-	-	72	-	GILLON	NARCEA
10	PIRE MINAS	25	C - G	C	-	-	2	6.300	-	-	-	4	-	GILLON	NARCEA
12	CARBONAR	70	C - G	C	34,1	307	4	3.700	-	-	24	89	0,2	NARCEA	
14	LA RASA	20	C		-	-	4	230	-	-	-	56	-	VILLAR	NARCEA

(1) C.- Clasificacion , MD.- Medios densos , G.- Gravimetria , F.- Flotacion.

(2) A.- Abierto , C.- Cerrado

CUADRO V - 1 - ASTURIAS OCCIDENTAL. Análisis químicos de las muestras de los vertidos de las instalaciones de mina

ENCUESTA Nº	INSTALACION	CONCENTRACIONES														CAUDAL
		pH	CONDUCTIVIDAD 20°C $\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1}	CARBONATOS CO_3 mg/l.	BICARBONATOS $CO_3^{=}$ H mg/l.	SULFATOS SO_4 mg/l.	DUREZA TH f°	HIERRO Fe mg/l.	MANGANESO Mn mg/l.	AMONIACO NH_4^+ mg/l.	ACEITES Y GRASAS mg/l.	FENOLES mg/l.	SOLIDOS SUSPENSION mg/l.	SOLIDOS VOLATILES %	D.Q.O. mg./l. O_2	M.m^3/año
1	PERFECTA 5ª	7,7	360	-	170,8	86	20,05	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,5			26,4	66,67	120	95
3	GRUPO COTO	8,0	900	6,0	195,2	400	48,30	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,5			293,6	43,73	320	964
4	GRUPO PERFECTAS	8,2	1.200	-	317,2	720	77,85	≤ 0,1	≤ 0,1	-			235,2	44,56	440	1.200
5	GRUPO MATIELLA	7,9	425	-	133,4	152	24,00	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,5			127,2	59,19	380	683
7	GRUPO CARMENCITAS	8,1	1.450	-	420,9	760	92,65	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,5			124,4	66,56	200	142
9	DEMASIA A CARMENCITAS	7,9	1.900	-	512,4	1.280	137,20	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,5			1.172,2	39,80	1.300	1
11	LAS ESPERANZA	7,7	620	-	125,5	326	32,45	≤ 0,1	0,75	≤ 0,5			77,6	50,28	160	858
13	LA RASA Y AURORA	8,0	570	-	280,6	204	34,65	0,1	≤ 0,1	-			32,4	56,80	60	315
	MINAS DEL NARCEA - Transv. - 820	7,9	860	-	201,3	460	50,00	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,5			28,4	15,49	160	-
	MINAS DEL NARCEA - Transv. - 700	8,0	1.050	-	213,5	640	62,00	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,5			97,6	57,69	300	-
	A. TINEO-M.Mª SEGUNDA	7,9	2.600	-	402,6	1.600	137,55	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,5			72,0	94,44	80	-
	A. TINEO-M.Mª DOLORES	8,1	600	-	152,5	340	29,90	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,5			564,0	41,56	950	-
	A. TINEO-M TRES HERMANOS	8,2	600	-	201,3	440	30,8	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,5			≤ 0,1	≤ 0,1	120	-

CUADRO V-2 ASTURIAS OCCIDENTAL.- Análisis químicos de las muestras de los vertidos en las instalaciones de lavado

ENCUESTA Nº	INSTALACION	CONCENTRACIONES														CAUDAL Mm^3/año
		pH	CONDUCTIVIDAD 20°C $\mu\Omega^{-1}cm^{-1}$	CARBONATOS CO_3 mg/l.	BICARBONATOS $CO_3^{=}H$ mg/l.	SULFATOS SO_4 mg/l.	DUREZA TH f°	HIERRO Fe mg/l.	MANGANESO Mn mg/l	AMONIACO NH_4^+ mg/l	ACEITES Y GRASAS mg/l.	FENOLES mg/l.	SOLIDOS SUSPENSION mg/l.	SOLIDOS VOLATILES %	D.Q.O. mg./l. O_2	
2	C.M. DEL NARCEA	8,2	500	-	250,1	168	28	≤0,1	≤0,1	≤0,5	468,38	≤0,01	81	60,49	240	6

7.7.- EFECTOS DE LOS VERTIDOS MINEROS EN LOS CAUCES PUBLICOS DE LA ZONA.

Dentro de la zona de estudio que nos ocupa, puede observarse que aunque las instalaciones se encuentran repartidos en una amplia extensión, estos pueden agruparse en áreas más o menos comunes, en relación con el rio al que son vertidos sus afluentes, bien de una forma directa o a través de otros rios secundarios, o cauces de menor importancia.

De esta forma, la zona Asturiana, se puede considerar dividida en las siguientes áreas, en los que los vertidos de la mineria del carbón, pueden presentar importancia.

- Area A : Rio Nalón - Tramo comprendido entre Pola de Laviana y Tudela Veguin.
- Area B : Rios con vertido al mar (Piles y Aboño)
- Area C : Rios Aller, Caudal, Turón y Teverga
- Area D : Rio Narcea - Tramo comprendido entre su nacimiento y el embalse de Soto de la Barca y rio Gillón

AREA A - Rio Nalón - Tramo comprendido entre Pola de Laviana y Tudela Veguin.

En este tramo del rio Nalón, con una longitud aproximada de 20 Km se encuentran practicamente la totalidad de las instalaciones mineras de la zona Asturias Norte, siendo por tanto este tramo del rio el que recibe mayor impacto de los vertidos.

El caudal medio anual estimado en este tramo del rio, es de 441,5 Hm^3 (14 m^3/seg), de los cuales 26 Hm^3, es decir el 5,9% de este caudal, corresponde a vertidos realizados por las siguientes instalaciones mineras. (Gráfico 7.7.1.)

Este caudal aportado por la minería, se distribuye según se indica en el gráfico 7.7.2., en tres grupos, atendiendo a la mayor o menor influencia contaminante sobre el emisario. Las instalaciones que afectuan su vertido directamente al rio (APORTACION DIRECTA), originan una aportación de 16,4 Hm^3, de la que el 12,1 corresponde a vertidos de instalaciones de lavado.

Un segundo grupo de instalaciones mineras, aportan sus caudales al rio principal (Nalón) a través de afluentes principales (Candín) (APORTACION SECUNDARIA) que recoge los vertidos de las minas y lavaderos situados en las proximidades de sus márgenes. De este grupo es vertido al rio Nalón un caudal de 3,89 Hm^3. El 10% de estos corresponden a instalaciones de lavado.

Otras instalaciones se encuentran ubicadas en lugares apartados tanto del rio principal como de los afluentes principales, y efectuan sus vertidos en arroyos o cauces secundarios, que al final llegan al rio Nalón (OTRAS APORTACIONES). Esta aportación se estima en 6,1 Hm^3 de los que el 12,5% corresponde a instalaciones de lavado.

En el gráfico 7.7.3., se han representado las aportaciones en sólidos en suspensión, sólidos volátiles y DQO, que estos caudales arrastran en cada uno de los grupos establecidos figurando tambien la gráfica de las aportaciones totales.

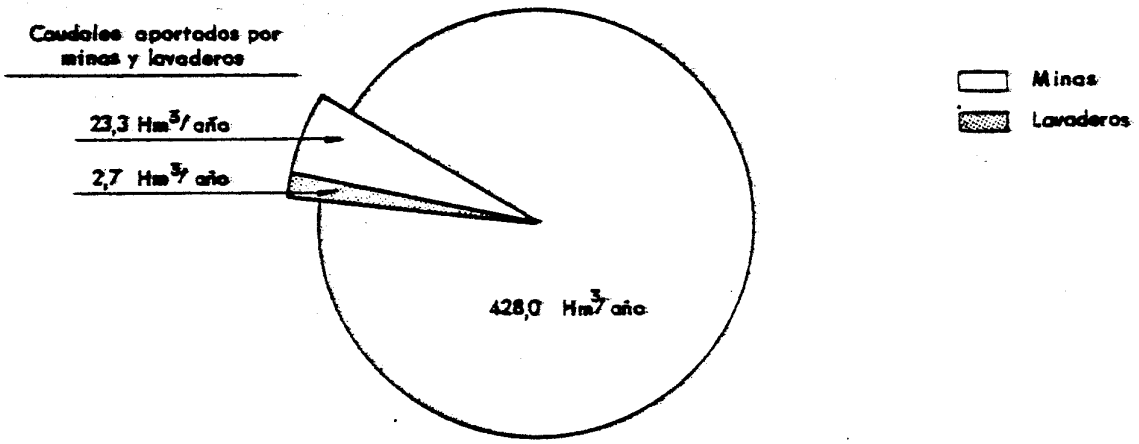


GRAFICO.- 7.7.1. AREA A.- Caudales aportados por minas y lavaderos al rio Nalón (Tramo Laviana - T. Veguin)

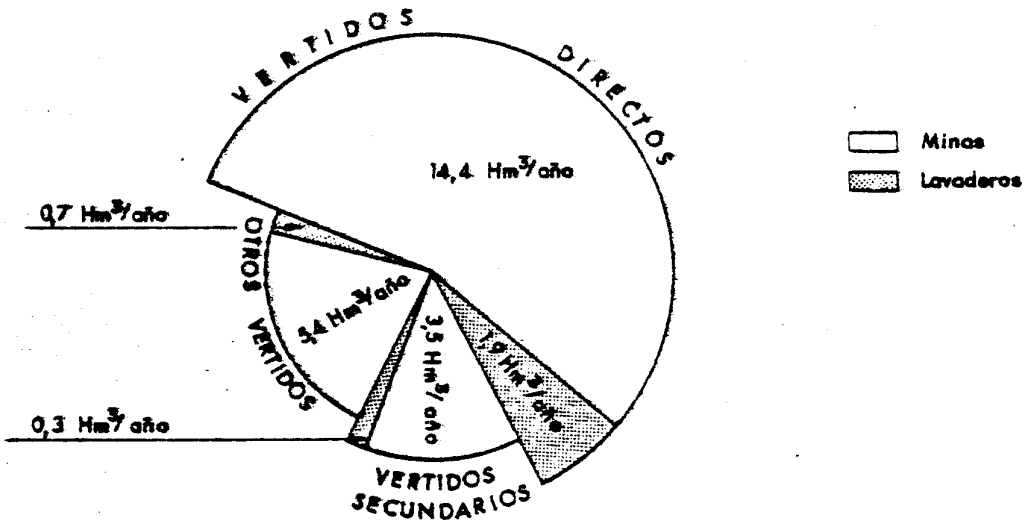


GRAFICO.- 7.7.2. AREA A.- Distribución de los caudales aportados por las minas y lavaderos al rio Nalón (Tramo Laviana - T. Veguin)

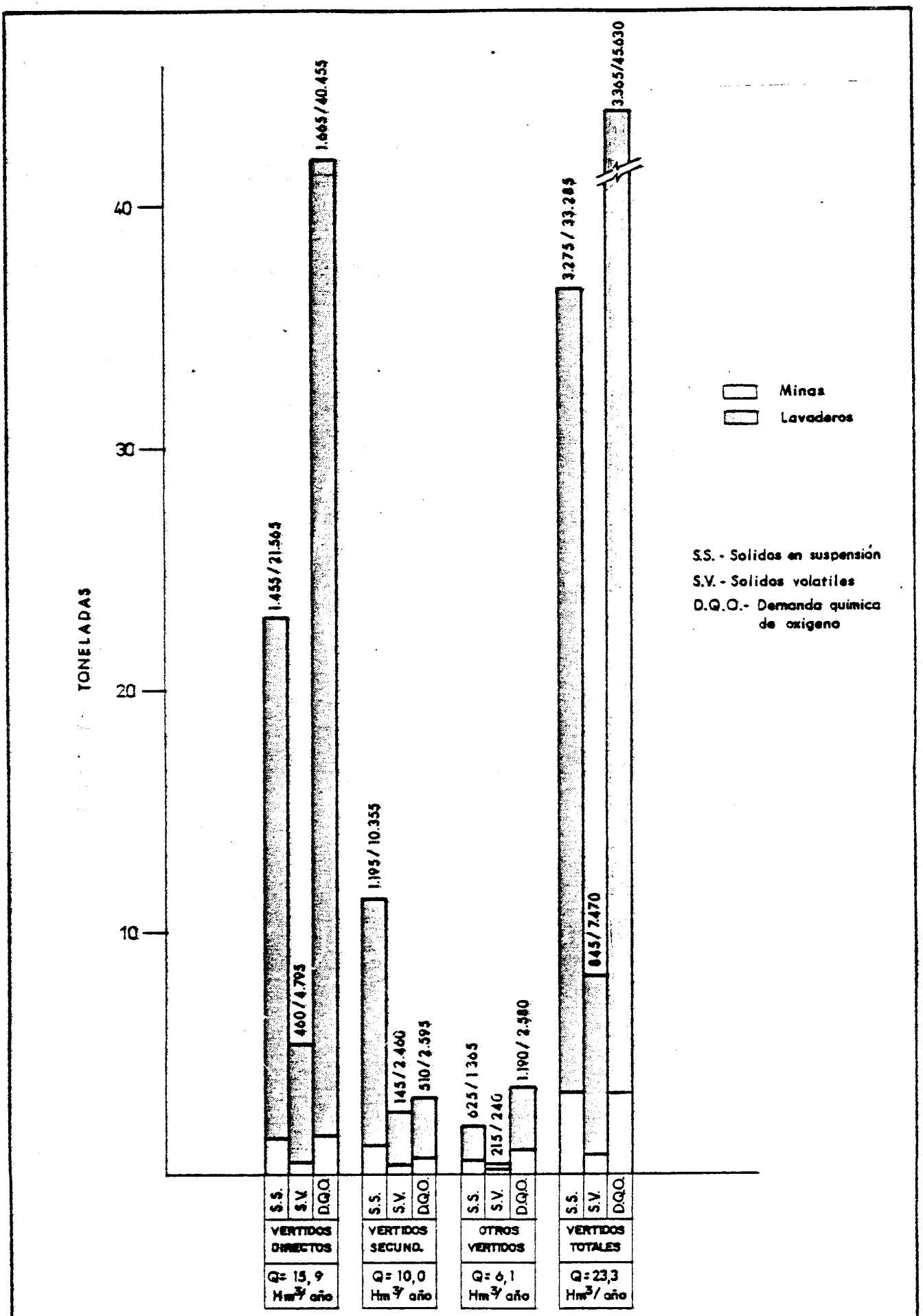


GRAFICO 7.7.3. AREA A. Aportaciones de S.S., S.V. y D.Q.O. en el rio Nalón

Los VERTIDOS DIRECTOS, efectúan una aportación de:

	MINAS t.año	LAVADEROS t. año	TOTAL t.año
Sólidos en suspensión.	1.455	21.565	23.020
Sólidos volátiles ...	460	4.795	5.255
DQO	1.665	40.455	42.120

Los VERTIDOS SECUNDARIOS efectuan una aportación de:

	MINAS t.año	LAVADEROS t. año	TOTAL t. año
Sólidos en suspensión.	1.195	10.355	11.550
Sólidos volátiles ..	145	2.460	2.605
DQO	510	2.595	3.105

OTROS VERTIDOS efectuan una aportación de:

	MINAS t.año	LAVADEROS t. año	TOTAL t. año
Sólidos en suspensión.	625	1.365	1.990
Sólidos volátiles ..	215	240	455
DQO	1.190	2.580	3.770

Dentro de los Vertidos Directos, destaca el lavadero de Carrocera con una aportación de 14.750 mg/l de sólidos en suspensión y una DQO de 27.850 mg/l

En el grupo de otros vertidos, los lavaderos de Puma rabule y Mosquitera contribuye con 26.548 mg/l de sólidos en suspensión y 6.650 mg/l de DQO el primero y 2.611/l de sóli - dos en suspensión y 5.000 mg/l de DQO el segundo.

Otros lavaderos y minas, presentan menores aportaciones.

AREA B - Rios con vertidos al mar.

En este grupo se encuentran los rios Piles y Aboño. - El primero de ellos con un caudal anual medio de 1,87 m^3/segundo, recibe los vertidos de la mina y lavadero de la Camocha, a través de arroyos. Las aportaciones de estas instalaciones son de pequeña cuantia, 119,6 mg/l de sólidos en suspensión y 32 mg/l de DQO para el lavadero y 44 mg/l de 5,5 y 60 mg/l de DQO para el vertido de la mina.

El rio Aboño, recibe los vertidos de la explotación del Pozo San Ismael, próximo a la estación de Villabona. Este pozo viene arrojando una aportación media de 219,8 mg/l de sólidos en suspensión y 80 mg/l de DQO.

AREA C - Rios Aller, Turón, Caudal y Teverga.

Al rio Aller vierten un gran número de instalaciones mineras, practicamente desde las proximidades de su nacimiento hasta su confluencia con el rio Caudal, recibiendo aqui las aportaciones del rio Turón, que a su vez recoge tambien vertidos de instalaciones mineras.

El rio Turón con un caudal medio de 1,03 m^3/seg. aparte de recoger los vertidos de varios pozos mineros, recibe los de los lavaderos de Turón y Figaredo con 22.310 mg/l de solidos en suspensión y 18.733 mg/l de DQO para el primero y 31.451,6 mg/l de sólidos en suspensión y 29.440 mg/l de DQO en el 2º

El rio Aller (gráfico 7.7.4.) con una superficie de cuenca de 689,32 Km^2, y un caudal medio anual de (14,58 m^3/seg) recibe las aportaciones de diversos pozos mineros y casi en la confluencia del rio Caudal, los vertidos del lavadero de Soci - lla, con contenidos en sólidos en suspensión de 8.301,4 mg/l y 7.850 mg/l de DQO.

En el gráfico 7.7.5. se distribuyen las aportaciones a este río de las diversas instalaciones, según su influencia más o menos directa. Igualmente el gráfico 7.7.6., nos distribuye - estas aportaciones, en los mismos grupos establecidos en el - área A.

El rio Caudal, se ve afectado por los vertidos de estos dos primeros, más los que le originan el pozo Barredo y el lavadero de Batán. Este efectúa una aportación de 22.777 mg/l - de sólidos en suspensión y 10.450 mg/l de DQO. El caudal medio anual de este rio es de 70,5 m^3/seg (2.233,2 Hm^3)

El rio Teverga, con una superficie de 188,88 Km^2 de - cuenca, y un caudal medio anual de 4 m^3/seg (126,1 Hm^3) recibe muy próximo a su nacimiento, la afluencia del rio Taja, que recibe los vertidos del lavadero de Hullasa, con unos sólidos en suspensión de 36.641,2 mg/l y 23.400 mg/l de DQO.

AREA D - Rios Narcea y Gillón.

El rio Gillón con una superficie de cuenca de 35,2 Km^2 y un caudal medio anual de 1 m^3/seg, recibe las aportaciones - de las diferentes instalaciones mineral de la zona, la ma-

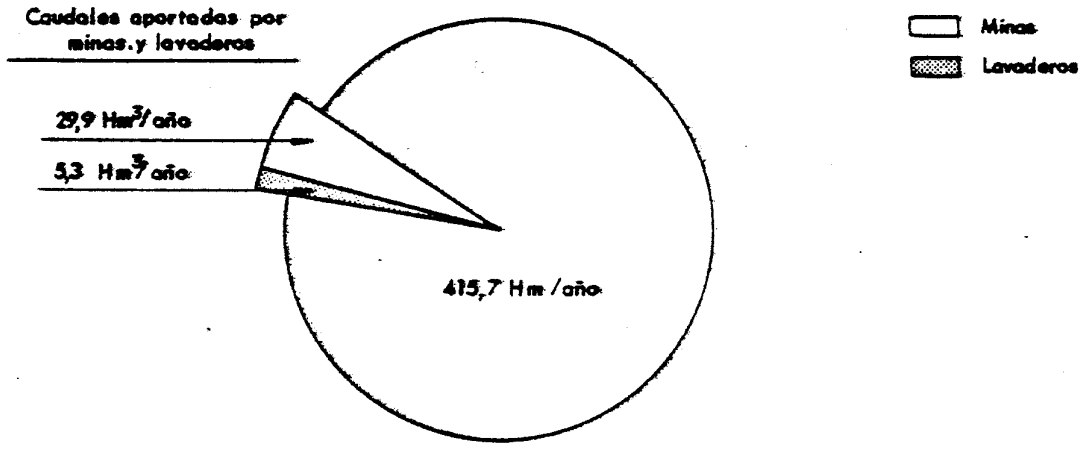


GRAFICO.-7.7.4. AREA C .- Caudales aportados por minas y lavaderos al rio Aller

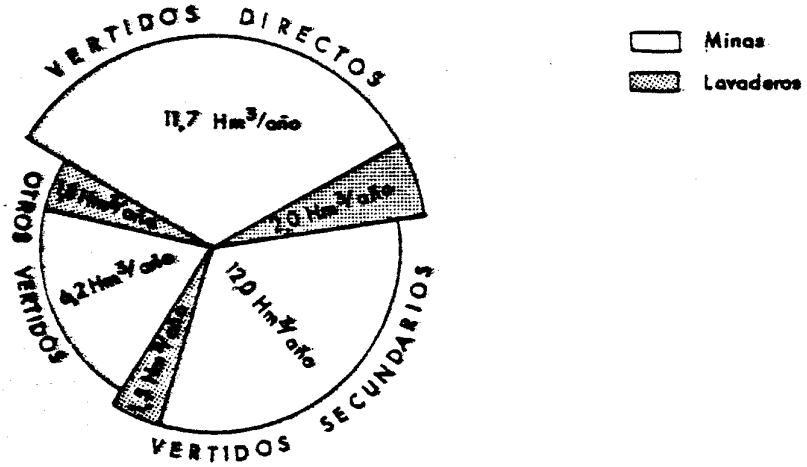


GRAFICO.- 7.7.5. AREA C .- Distribución de los caudales aportados por las minas y lavaderos al rio Aller (Tramo Laviana - T. Veguin)

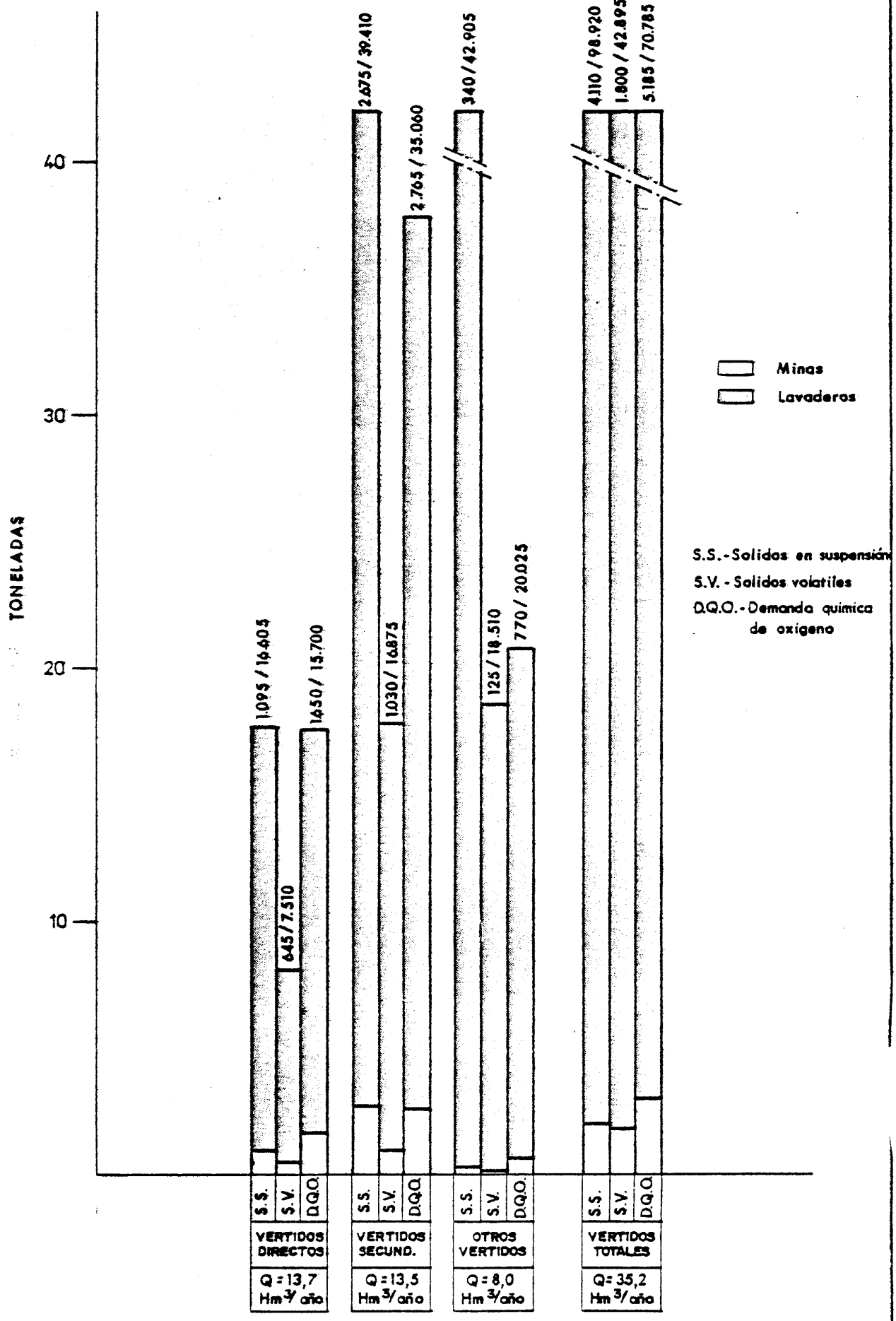


GRAFICO 7.7.6. AREA C. Aportaciones de S.S., S.V. y D.Q.O. en el rio Aller

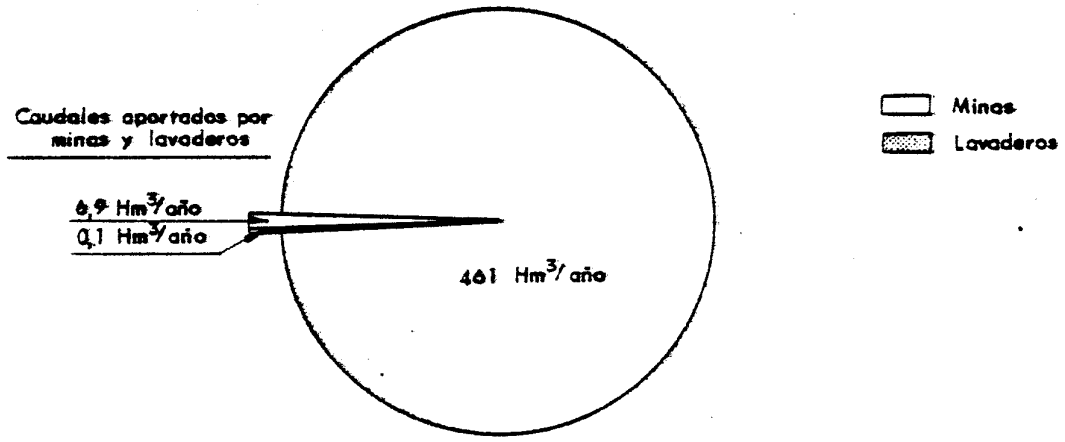


GRAFICO.- 7.7.7. AREA D .- Caudales aportados por minas y lavaderos al rio Narcea

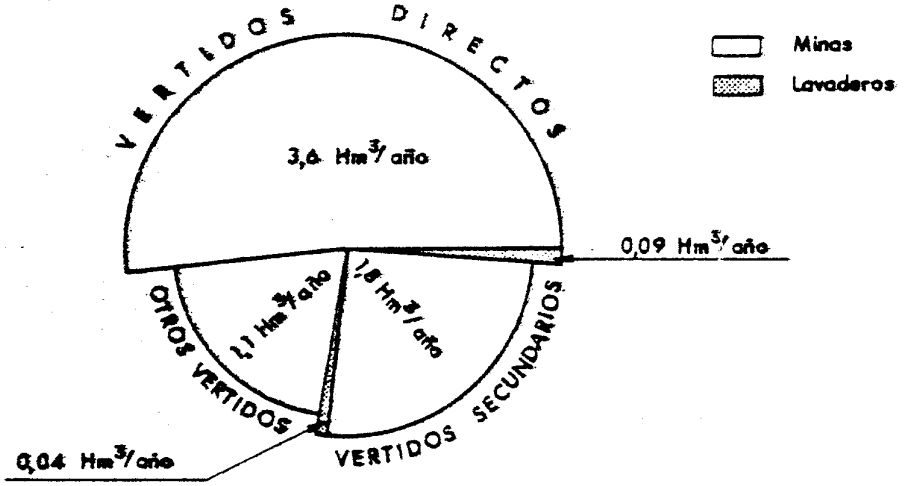


GRAFICO.- 7.7.8. AREA D .- Distribución de los caudales aportados por las minas y lavaderos al rio Narcea

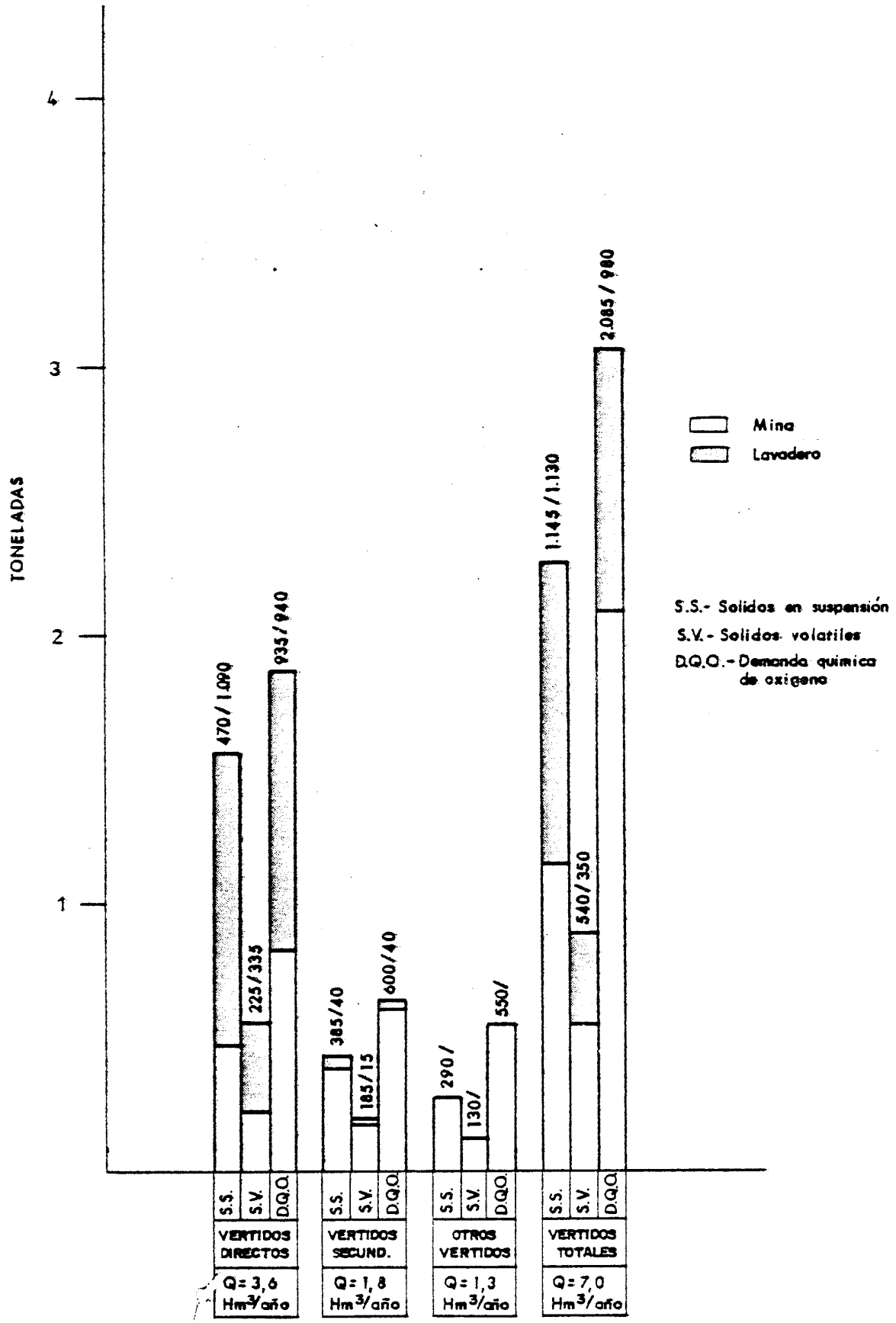


GRAFICO 7.7.9. AREA D. Aportaciones S.S., S.V. y D.Q.O. en el rio Narcea

yoria de ellas de explotación. Existen dos lavaderos que por ser de concepción moderna, trabajan en circuito cerrado, en los que no se tomaron muestras por aducir los técnicos responsables no efectuar vertido.

El río Narcea, con una superficie de cuenca de 1.849,5 Km^2, en el tramo estimado (desde su nacimiento al embalse de Soto de la Barca), recibe las aportaciones del rio Gillón y otros menores, teniendo un caudal anual medio de 469 Hm^3 4,87 m^3/seg. Muy próximo a su nacimiento recibe los vertidos del lavadero del Coto Minero del Narcea en Monasterio de Hermo. Los sólidos en suspensión contenidos en estos vertidos son de 81 mg/l y 240 mg/l de DQO.

Esta zona presenta la particularidad de que los vertidos no presentan grandes cargos, debido sin duda a que el no tratar los finos, estos son decantados en balsas con el fin de una vez secos, suministrarlos a las térmicas.

Los gráficos 7.7.7., 7.7.8. y 7.7.9. nos presentan la influencia, distribución y aportaciones de las instalaciones mineras de la zona, sobre este rio.

8.- ZONA DE LEON

8.1. CARACTERISTICAS GENERALES

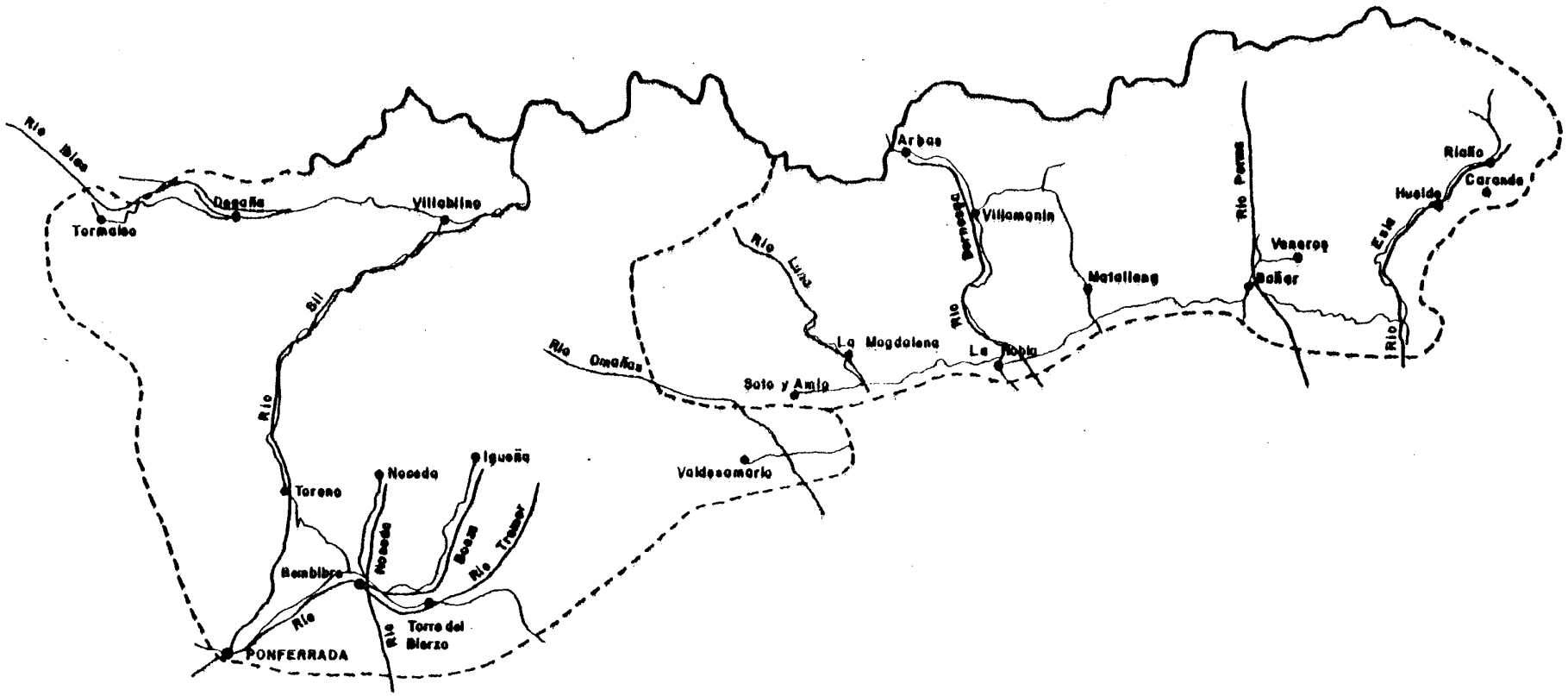
Esta Zona, se encuentra repartida por la provincia de León, y está dividida en dos zonas: Zona Norte de León y Zona Bierzo-Villablino.

La Zona "Norte de León" se encuentra situada en el Norte de esta provincia, teniendo su límite meridiconal coincidente con el borde Sur de la Cordillera Cantábrica. Por el Norte su límite es el de la provincia de Oviedo, al Este y al Oeste por las zonas de Guardo-Barruelo y El Bierzo-Villablino.

Se encuentra asentada en un área de 2.600 Km^2 con una población de 51.000 habitantes, que le da una densidad de población de 19 habitantes por Km^2.

Se encuentra dividida en dos subáreas, denominadas Norte y Sur, que comprende las áreas de Carbonia(Pajares-Lillo-Riaño), Canseco-Carande, y Carmenes-Villamanín para la Norte, y La Magdalena, Ciñera-Matallana y Sabero para la Sur.

La Zona El Bierzo-Villablino queda situada en el cuadrante noroccidental de esta provincia, comprendiendo dos áreas relativamente diferentes: El Valle del Alto Sil (Bierzo-Villa-



ZONAS EL BIERZO - VILLABLINO Y NORTE DE LEON

blino Norte) y la Depresión del Bierzo (Bierzo - Villablino - Sur).

De los 34 municipios que integran la Zona, dos pertenecen a la provincia de Oviedo y el resto a la de León. La población es de 137.000 habitantes, con una extensión de 3.350 - Km^2 lo que le da una densidad de población de 41 habitantes - por Km^2.

La Subzona Bierzo-Villablino Norte, comprende las - áreas de Tormaleo, Cerredo, Villablino y San Emiliano.

La Subárea Bierzo-Villablino SUr, comprende las áreas de Fabero-Matarrosa, Toreno-Valdesamario y Torre-Bembibre.

8.2.- CARACTERISTICAS CLIMATICAS

El clima de la provincia de León es de tipo continental, pues al estar rodeado de sistemas montañosos, no llega la influencia del mar.

Las precipitaciones son escasas, produciendose generalmente en el otoño y la primavera, aunque en las zonas montañosas se verifican en forma de nieve durante el invierno.

Las temperaturas medias de la región, varían de un lugar a otro, observandose en la zona del Bierzo un clima más benigno que en el resto de las comarcas. Las medias obtenidas en

el observatorio de la Virgen del Camino, próximo a la capital son: temperatura media 11°C temperatura máxima absoluta 38°C y temperatura mínima absoluta -17,4°C.

En cuanto a la pluviometria, la precipitación media medida en el mismo observatorio de la Virgen del Camino, es - de 526,8 l por m^2.

8.3.- CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

En la provincia de León se encuentran representadas dos cuencas hidrográficas, la cuenca Norte y la Cuenca del Duero. Los rios pertenecientes a la cuenca del Duero discurren - de Norte a Sur, formando valles caracterizadas por su riqueza agrícola.

Las cuencas carboníferas leonesas, se encuentran enclavadas en los rios Sil, Esla y Bernesga.

El rio Sil nace en los montes galaico-asturianos, al pie del Cueto Albo, en la provincia de León, con dirección SO atraviesa un terreno muy quebrado bañando las faldas meridionales de la Cordillera Cantábrica, los afluentes más importantes del Sil dentro de la provincia de León son el Boeza que - riega el señorio de Bembibre, el Cua que pasa por Cacabelos,- el Valcarce y el Cabrera. Desemboca en el Miño despues de un recorrido de 225 Km. La superficie de la cuenca completa del rio alcanza los 7.982 Km^2.

Tanto el rio Sil como sus tributarios en la zona leo

nesa, se caracterizan por tener un regimen de aguas altas en Enero-Febrero con caudales medios mensuales medidos en la estación de Sequeiros de 259 m^3/s, y un regimen de estiaje con un caudal base de 33 m^3/s durante los meses de agosto y septiembre.

Existen gran cantidad de embalses, que aprovechan las aguas del rio para producción de energía eléctrica, Aguas arriba de la zona de vertidos se encuentran los siguientes:

Embalse de las Rozas-Matalavilla

Capacidad util	88,6 Hm^3

Embalse del Barcena

Superficie de cuenca ..	821 Km^2
Superficie de embalse ..	1.097 Ha
Capacidad total	342 Hm^3
Capacidad útil	281 Hm^3
Aliviadero	1.050 m^3/seg.
Altura de presa	95 m
Tipo	Gravedad
Aprovechamiento	Energía hidroeléctrica y riegos

Embalse de Fuente del azufre

Superficie de cuenca ...	828 Km^2
Superficie de embalse ..	78 Ha
Capacidad total	3 Hm^3
Capacidad util	2 Hm^3
Aliviadero	1.080 m^3/seg
Altura de presa	33 m
Tipo	Gravedad
Aprovechamiento	Energía hidroeléctrica y riegos

Embalse de Montearenas

Superficie de cuenca	850 Km^2
Capacidad total	1,8 Hm^3
Capacidad útil	1,6 Hm^3
Altura de presa	36 m
Tipo	Gravedad
Aprovechamiento	Energía hidroeléctrica

El primer embalse aguas abajo de la zona de vertidos es el de Campañana cuyas características son:

Superficie de cuenca	4,6 Km^2
Superficie de embalse ..	107 Ha
Capacidad total	14 Hm^3
Capacacidad util	13,7 Hm^3
Aliviadero	78 m^3/s
Altura de presa	42 m
Tipo	Gravedad
Aprovechamiento	Energía hidroelectrica

El rio Esla nace cerca de Riaño, al SO de las Peñas de Francia. Los principales afluentes son: Porma, Curueño, Bernesga, Cea, Orbigo, Tuerto, Tera y Aliste. La longitud total del rio es de 275 Km y su superficie 16.080 Km^2.

El regimen del rio esta caracterizado por dos periodos de aguas altas, uno de ellos en enero-febrero con 346 m^3/s de caudal medio mensual, y otro en marzo-abril debido a los deshielos y cuyo caudal medio mensual es de 442 m^3/s, y un periodo de estiaje con un caudal medio mensual de 23 m^3/s correspondiente a los meses de septiembre-octubre.

Se encuentra construida la presa de Riaño, pero todavía en 1980 no se han cerrado las compuertas.

El rio Bernesga nace en el puerto de Pajares, discurriendo sensiblemente paralelo a la carretera Adanero-Gijón hasta su unión con el Torio en las inmediaciones de la capital leonesa.

La longitud total del Bernesga es de 76,8 Km y la superficie de su cuenca de aportación de 1.174 Km^2, los principales afluentes son el Casares y el Rodiezmo.

En el hidrograma del rio se observa en periodo de aguas altas en marzo con un caudal medio mensual de 25 m^3/s y un periodo de aguas bajas en el mes de agosto con 1,4 m^3/s de caudal base.

8.4.- NORTE DE LEON

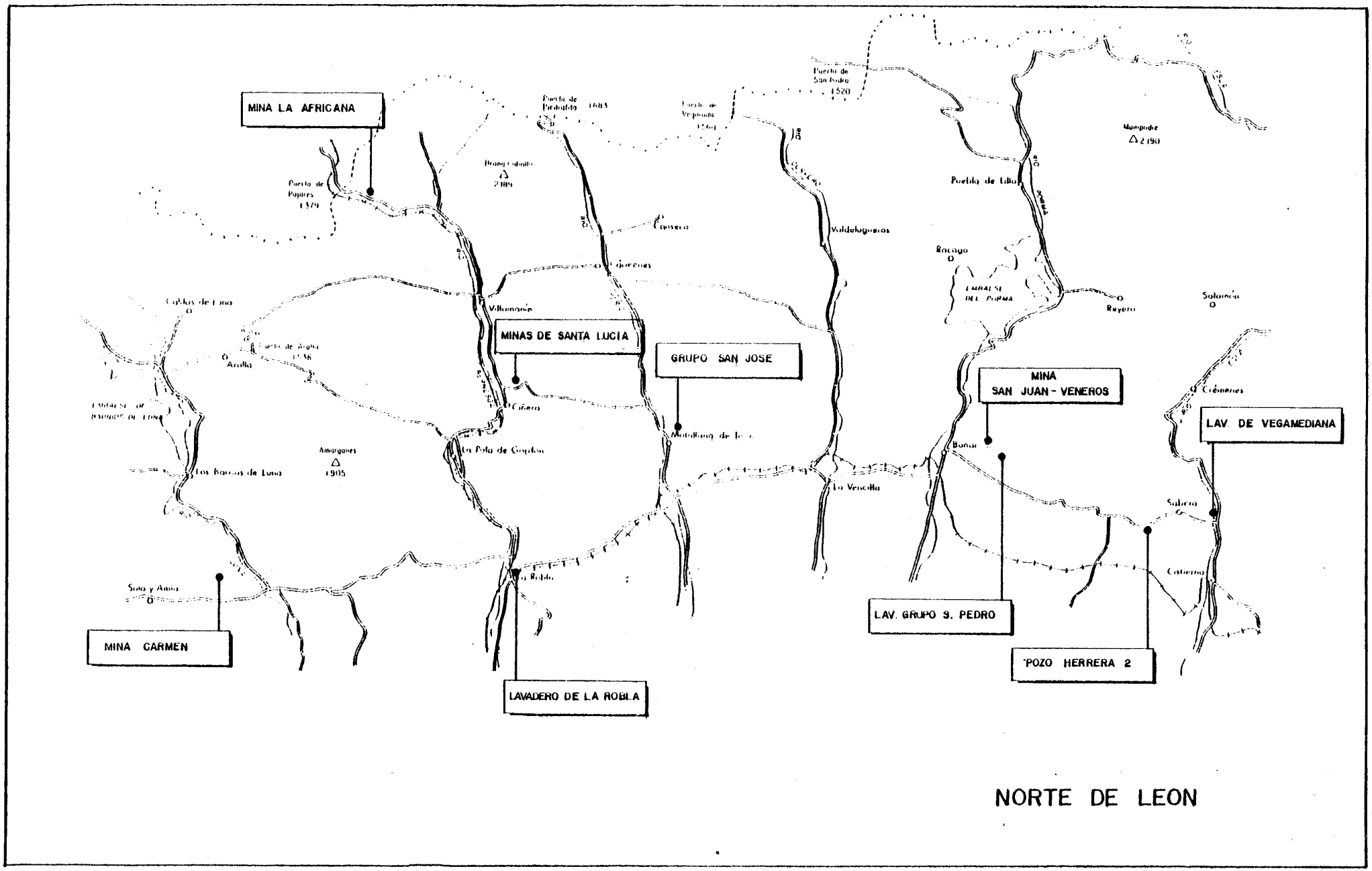
En los cuadros I y II se especifican las instalaciones que se han visitado y realizado encuesta, con indicación de las empresas explotadoras.

En total las instalaciones encuestadas han sido:

Instalaciones de mina ...	8
Lavaderos	3

De estas encuestas se han cumplimentado:

Instalaciones de mina ..	4
Lavaderos	3



NORTE DE LEON

CUADRO : I INSTALACIONES DE MINAS ENCUESTADAS **ZONA:** NORTE DE LEON **SUBZONA :**

ENCUESTA Nº	INSTALACION	EMPRESA	MUNICIPIO	DOMICILIO SOCIAL	OBSERVACIONES
1	La Africana	Carbonia S.A.	Villamanín	Arbas del Puerto (León)	
2	Mina Carmen	F. Lorenzana	Soto y Amio	La Magdalena (León)	
3	San Juan Veneros	H. Oeste de Sabero S.A.	Boñar	Ramiro Balbuena 16 LEON	
5	Pozo Herrera II	H. de Sabero y Anexas S.A	Sabero	Bailén 7 BILBAO	
	Minas de Sat. Lucia	H. Vasco Leonesas S.A.	Santa Lucia	Legión Séptima 4 LEON	Facilita muestra;no cumplimenta encuesta
	G.Minero S. José	H. Vasco Leonesas S.A.	Matallana	Legión Séptima 4 LEON	Facilita muestra;no cumplimenta encuesta

CUADRO: II LAVADEROS ENCUESTADOS **ZONA:** NORTE DE LEON **SUBZONA:**

ENCUESTA Nº	INSTALACION	EMPRESA	MUNICIPIO	DOMICILIO SOCIAL	OBSERVACIONES
4	Lav. Grupo S. Pedro	H. Oeste de Sabero	Boñar	Ramiro Balbuena, 16 LEON	No facilita muestra
6	Lav. Vegamediana	H. de Sabero y Anexas S.A	Sabero	Bailén, 7 LEON	No facilita muestra
7	Lav. La Robla	H. Vasco Leonesas, S.A.	La Robla	Legión Séptima, 4 LEON	No facilita muestra

CUADRO III NORTE DE LEON Características de las instalaciones de Mina.

ENCUESTA Nº	INSTALACION	INST. DE DRENAJE			CAUDALES DESAGUADOS					PRODUCCION MEDIA DE CARBON BRUTO M.t/año	VERTIDO POR t. CARBON BRUTO m^3/t.	RIO RECEPTOR	RIO PRINCIPAL
		Nº BOMBAS	POTENCIA INSTALADA C.V.	CAPACIDAD DE DESAGUE m^3/h	MINIMO		MAXIMO		MEDIO				
					M.m^3/día	Mes	M.m^3/día	Mes	M.m^3/año				
1	La Africana				0,1		0,4		80	28	3	Arroyo los Pozos	Bernesga
2	Mina Carmen	1	15	40	0,05		0,15		40	13	3	Arro.las Regueras	Luna
3	San Juan Veneros				–		–		50	18	3	Nava	Esla
5	Pozo Herrera II	7	3.215	1.984	1,0	Oct.	5,3	Feb.	2.000	380	5	Arroyo Horcado	Esla

CUADRO IV NORTE DE LEON Características de los Lavaderos

ENCUESTA Nº	LAVADERO	CAPACIDAD TRATAMIENTO t/h	SISTEMA DE LAVADO (1)	CIRCUITO DE AGUA (2)	CONSUMOS DE AGUA		BALSAS		ESPESADORES		VERTIDO M. m³/año	PRODUCCION CARBON VENDIBLE M. t/año	VERTIDO X t CARBON VENDIBLE m³/t	RIO RECEPTOR	RIO PRINCIPAL
					AGUA NUEVA M.m³/año	AGUA RECICLADA M.m³/año	Nº	CAPACIDAD m³	Nº	CAPACIDAD m³					
4	Grupo M. San Pedro	65	G - F	c	-	-	-	450	1	-	15	14	1	Nava	Esla
6	Vegamediana	200	MD - G	c	900	550	Variable		4	-	630	281	2	Esla	
7	La Robla	500	G - F	c	50	3.500	-	-	2	3.000	35	501	0,1	No Vierte	

(1) C.- Clasificacion , MD.- Medios densos , G.- Gravimetria , F.- Flotacion.

(2) A.- Abierto , C.- Cerrado

CUADRO V-I NORTE DE LEON Análisis químicos de las muestras de los vertidos de las instalaciones de mina.

ENCUESTA Nº	INSTALACION	CONCENTRACIONES														CAUDAL
		pH	CONDUCTIVIDAD 20 °C $\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1}	CARBONATOS CO_3 mg/l.	BICARBONATOS CO_3° H mg/l.	SULFATOS SO_4 mg/l.	DUREZA TH f°	HIERRO Fe mg/l.	MANGANESO Mn mg/l.	AMONIACO NH_4^+ mg/l.	ACEITES Y GRASAS mg/l.	FENOLES mg/l.	SOLIDOS SUSPENSION mg/l.	SOLIDOS VOLATILES %	D.Q.O. mg./l. O_2	M.m³/ año
1	La Africana	8,0	280	-	201,3	43	10,15	⩽0,1	⩽0,1				309,2	26,90	40	80
2	Mina Carmen	7,8	830	-	378,2	380	58,70	0,3	⩽0,1				627,6	27,50	300	40
3	San Juan - Veneros	7,7	630	-	305,0	240	41,70	⩽0,1	⩽0,1				3.687,6	17,70	850	50
5	Pozo Herrera II	8,1	980	-	494,1	390	36,60	0,1	⩽0,1				53,6	51,50	⩽ 2	2.000
	Santa Lucia	7,8	8.000	-	311,1	340	47,55	⩽0,1	⩽0,1				226,0	54,20	500	
	Grupo San José	8,1	600	-	256,2	210	39,40	0,1	⩽0,1				75,6	51,90	100	

En los referidos cuadros I y II, se indican las circunstancias por las que no se han cumplimentado las encuestas en estas instalaciones que figuran sin numerar.

En el cuadro III, se distribuyen los vertidos tanto de mina como de lavadero a los rios correspondientes.

8.4.1. Lavaderos

Las instalaciones de lavado de carbón existente en esta zona, según el cuadro II:

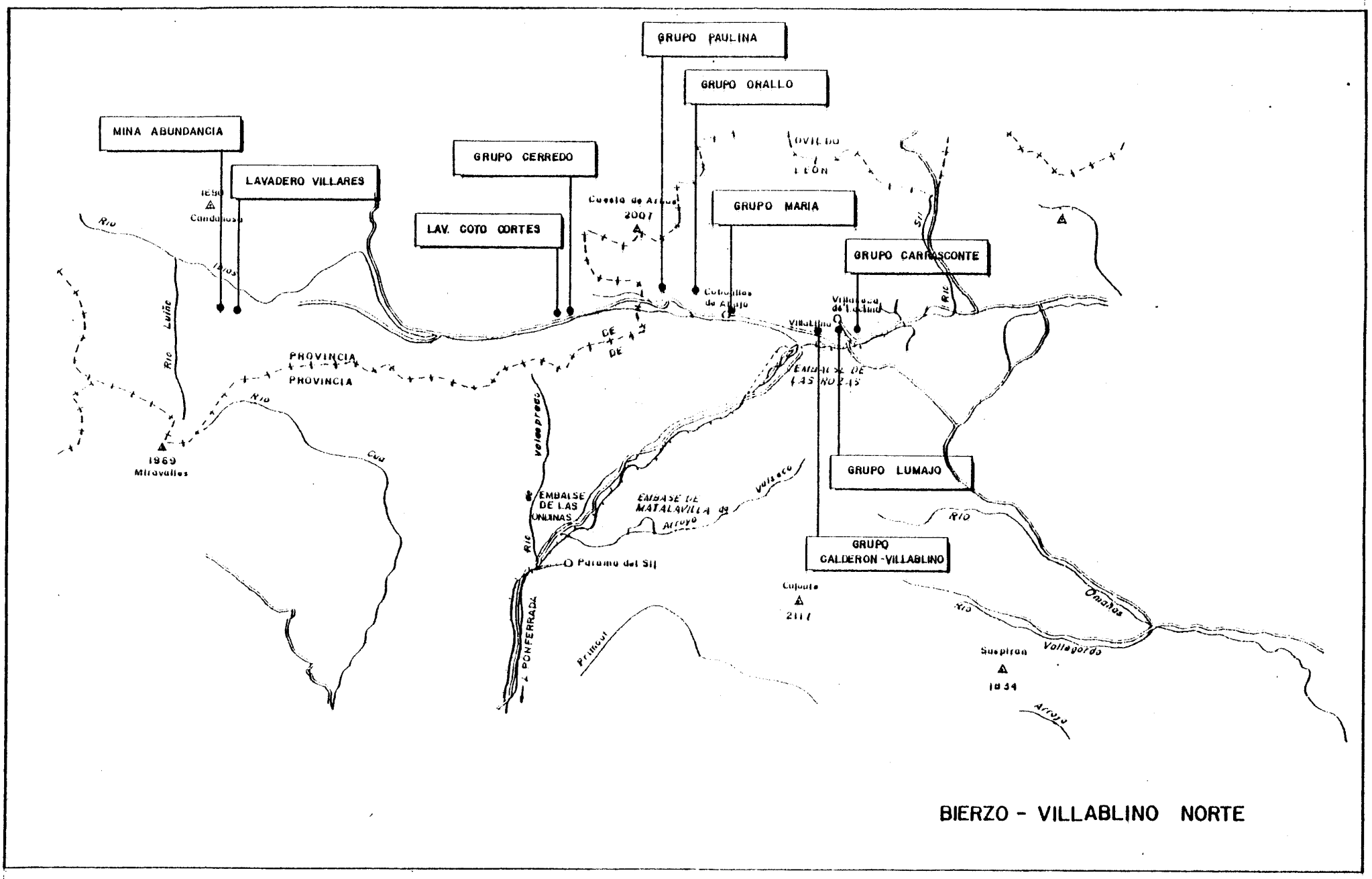
LAVADERO DEL GRUPO MINERO DE SAN PEDRO
LAVADERO DE VEGAMEDIANA
LAVADERO DE LA ROBLA

Tanto las minas LA AFRICANA, como CARMEN, disponen de instalación de lavado, pero no estaban en funcionamiento en la época que se realizó la encuesta, ya que dada su baja producción, vendian directamente ésta.

El lavadero de LA ROBLA de nueva construcción, esta diseñado con circuito de aguas cerrado, por lo que según los técnicos del mismo no efectúan ningún vertido.

8.5.- BIERZO-VILLABLINO NORTE

En los cuadros I y II se especifican las instalaciones que se han visitado y realizado encuesta, con indicación de las empresas explotadoras.



BIERZO - VILLABLINO NORTE

En total las instalaciones encuestadas han sido:

Instalaciones de mina	8
Lavaderos	3

De estas encuestas se han cumplimentado:

Instalaciones de mina	7
Lavaderos	2

En los referidos cuadros I y II se indican las circunstancias por las que no se han ampliado las encuestas en estas instalaciones que figuran sin numerar.

En el cuadro III, se distribuyen los vertidos tanto de mina como de lavadero, a los rios correspondientes.

8.5.1.- Lavaderos

Las instalaciones de lavado de carbón existentes en esta zona, según el cuadro II son:

LAVADERO DE COTO CORTES
LAVADERO DE VILLARES

Los carbones que se explotan en los diferentes grupos de la Empresa Minero Siderúrgica de Ponferrada son lavados en sus lavaderos Centrales, ubicados en Ponferrada y que figuran en la Zona Bierzo-Villablino Sur.

CUADRO : I INSTALACIONES MINERAS ENCUESTADAS **ZONA :** BIERZO - VILLABLINO **SUBZONA :** NORTE

ENCUESTA Nº	INSTALACION	EMPRESA	MUNICIPIO	DOMICILIO SOCIAL	OBSERVACIONES
1	Grupo Paulina	M.S. de Ponferrada	Villablino	Ruiz de Alarcón II - MADRID	
2	G. Mª Bolsada Peñas	M.S. de Ponferrada	Villablino	Ruiz de Alarcón II - MADRID	
3	G. Calderón-Vno-Orallo	M.S. de Ponferrada	Villablino	Ruiz de Alarcón II - MADRID	
4	Grupo Carrascote	M.S. de Ponferrada	Villablino	Ruiz de Alarcón II - MADRID	
5	Grupo Lumajo	M.S. de Ponferrada	Villablino	Ruiz de Alarcón II - MADRID	
6	Grupo Cerredo	S.A.Hullas de Coto Cortés	Degaña	Cantón Pequeño 1 - LA CORUÑA	
8	Mina Abundancia	Minas de Tormaleo S.A.	Ibias	Aduana 33 - MADRID	
	S/Nombre	Gamaliel Martinez Marqués	P. de Babia		Cerrada.

CUADRO : II LAVADEROS ENCUESTADOS **ZONA:** BIERZO - VILLABLINO **SUBZONA :** NORTE

ENCUESTA Nº	INSTALACION	EMPRESA	MUNICIPIO	DOMICILIO SOCIAL	OBSERVACIONES
7	Coto Cortés	S.A. Hullas de Coto Cortés	Degaña	Cantón Pequeño 1 - LA CORUÑA	No facilita muestra
9	Villares	Minas de Tormaleo S.A.	Ibias	Aduana 33 - MADRID	No facilita muestra
	S/nombre	Gamaliel Martínez Marqués	P. de Babia		Cerrado

CUADRO III BIERZO - VILLABLINO NORTE Características de las instalaciones de mina

ENCUESTA Nº	INSTALACION	INST. DE DRENAJE			CAUDALES DESAGUADOS					PRODUCCION MEDIA DE CARBON BRUTO M.t/año	VERTIDO POR t. CARBON BRUTO m³/t.	RIO RECEPTOR	RIO PRINCIPAL
					MINIMO		MAXIMO		MEDIO				
		Nº BOMBAS	POTENCIA INSTALADA C.V.	CAPACIDAD DE DESAGÜE m³/h	M.m³/dia	Mes	M. m³/dia	Mes	M.m³/año				
1	Grupo Paulina	D.	gravedad		-		-		8.000	155	52	Fleitina	Sil
2	G. María - Bolsada - Peñas	12	1.520	1.348						387	18		
	Grupo María	D.	gravedad		6		16		4.000			Ferrera	Sil
	Grupo Orallo	D.	gravedad		-		-		3.000			Ferrera	Sil
	Grupo Peñas	D.	gravedad		-		-		210			Ferrera	Sil
3	G.Calderón-Vno-Orallo	2	440	122	0,5		0,7		204	144	2	Orallo	Sil
4	Grupo Carrasconte	D.	gravedad		5		16,8		3.000	259	11	Sil	
5	Grupo Lumajo	D.	gravedad		4,3		14,8		3.000	155	19	Lumajo	Sil
6	Grupo Cerredo	D.	gravedad		0,1		0,9		2.000	325	6	Ibias	Navia
8	Mina Abundancia	D.	gravedad		1,1		3,3		800	140	6	Arroyo la Valia	Ibias

CUADRO IV BIERZO - VILLABLINO SUR Características de los lavaderos

ENCUESTA Nº	LAVADERO	CAPACIDAD TRATAMIENTO t/h	SISTEMA DE LAVADO (1)	CIRCUITO DE AGUA (2)	CONSUMOS DE AGUA		BALSAS		ESPESADORES		VERTIDO M. m³ / año	PRODUCCION CARBON VENDIBLE M. t / año	VERTIDO X t CARBON VENDIBLE m³/t	RIO RECEPTOR	RIO PRINCIPAL
					AGUA NUEVA M.m³/año	AGUA RECICLADA M.m³/año	Nº	CAPACIDAD m³	Nº	CAPACIDAD m³					
7	Coto Cortés	220	MD-G	c	0,6	0,5	-	380	-	-	0,4	54		Ibias	Navia
9	Villares	100	C-MD	c	10,0	98,0	5	6.000	-	-	7,0	9		A la Valia	Ibias

(1) C.- Clasificacion , MD.- Medios densos , G.- Gravimetria , F.- Flotacion.

(2) A.- Abierto , C.- Cerrado

CUADRO V-I BIERZO - VILLABLINO NORTE Análisis químicos de las muestras de los vertidos de mina

ENCUESTA Nº	INSTALACION	CONCENTRACIONES														CAUDAL
		pH	CONDUCTIVIDAD 20 °C $\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1}	CARBONATOS CO_3 mg/l.	BICARBONATOS $CO_3^{=}$ H mg/l.	SULFATOS SO_4 mg/l.	DUREZA TH f°	HIERRO Fe mg/l.	MANGANESO Mn mg/l.	AMONIACO NH_4^+ mg/l.	ACEITES Y GRASAS mg/l.	FENOLES mg/l.	SOLIDOS SUSPENSION mg/l.	SOLIDOS VOLATILES %	D.Q.O. mg./l. O_2	M.m^3/ año
1	Grupo Paulina	7,8	345	-	213,5	75	20,0	⩽0,1	⩽0,1				1,2	⩽0,1	25	8.000
2	Grupo María	7,9	505	-	320,2	97	25,1	⩽0,1	⩽0,1				13,1	9,1	26	4.000
	Grupo Bolsada	7,7	400	-	201,3	113	25,3	⩽0,1	⩽0,1				1,6	⩽0,1	16	3.000
	Grupo Orallo - Peñas	8,3	200	12,0	112,8	79	21,4	⩽0,1	⩽0,1				2,5	14,0	19	210
3	G. Calderón-Vno-Orallo	8,4	690	7,84	323,3	240	33,3	⩽0,1	⩽0,1				12,0	⩽0,1	8	204
4	Grupo Carrasconte	8,0	676	180,0	367,5	235	45,1	⩽0,1	⩽0,1				7,3	1,1	24	3.000
5	Grupo Lumajo	8,1	386	-	225,7	105	28,3	0,1	⩽0,1				4,5	7,9	9	3.000
6	Grupo Cerredo	7,9	423	-	205,3	121	25,8	⩽0,1	⩽0,1				126,9	1,1	323	2.000
8	Mina Abundancia	7,8	260	-	122,0	62	13,9	⩽0,1	⩽0,1				36,4	⩽0,1	120	800

8.6.- BIERZO-VILLABLINO SUR

En los cuadros I y II, se especifican las instalaciones que se han visitado y realizado encuesta, con indicación de las empresas explotadoras.

En total las instalaciones encuestradas han sido:

Instalaciones de mina	...	30
Lavaderos	.....	23

De estas encuestas se han cumplimentado:

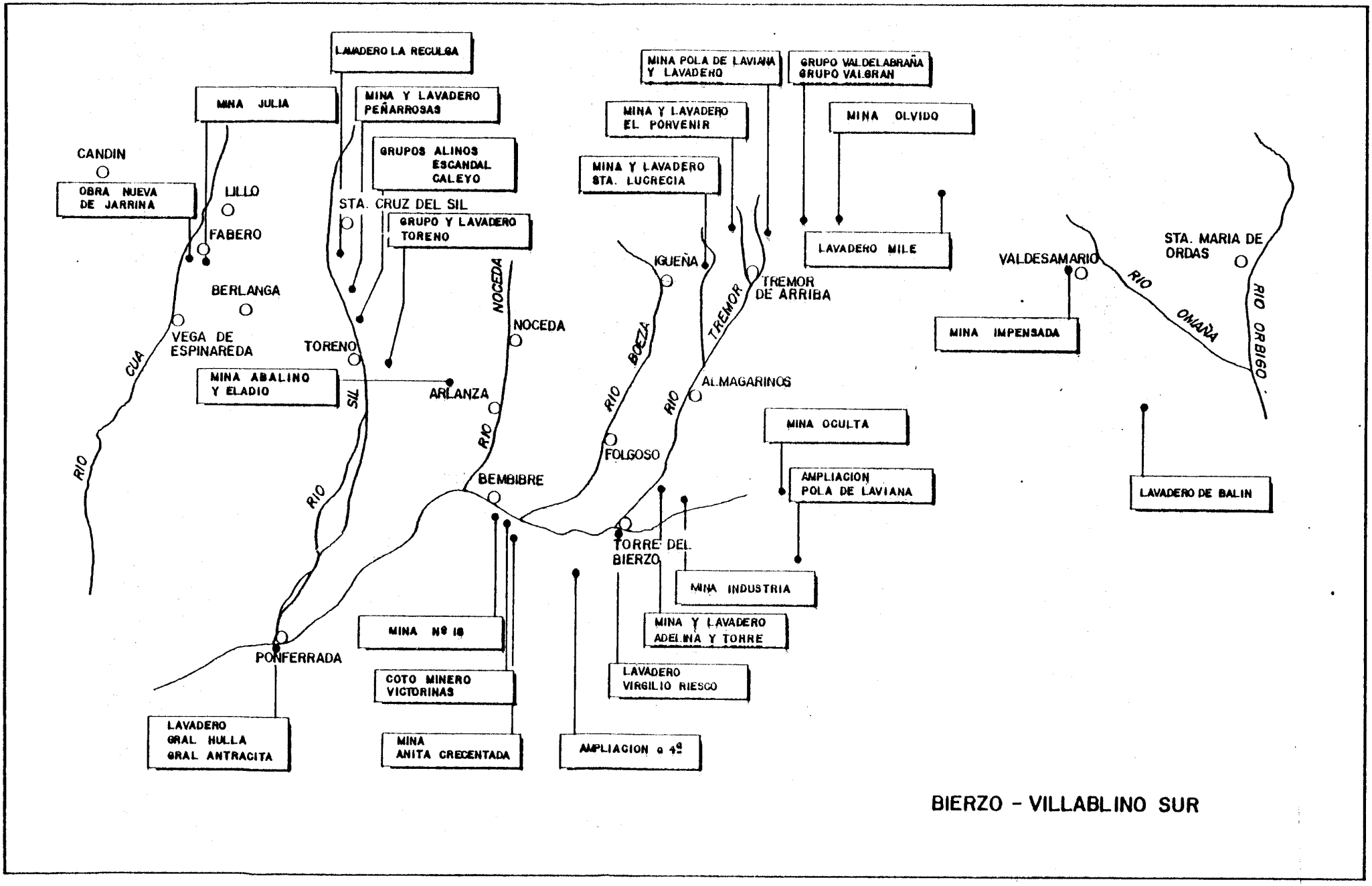
Instalaciones de mina	....	22
Lavaderos	.....	18

En los referidos cuadros I yII se indican las circunstancias por las que no se han cumplimentado las encuestas en estas instalaciones que figuran sin numerar.

En el cuadro III, se distribuyen los vertidos tanto de mina como de lavadero, a los rios correspondientes.

8.6.1.- Lavaderos

En Bierzo-Villablino Sur las instalaciones de lavado se encuentran generalmente ubicados junto a las explotaciones y no es frecuente encontrarse con lavaderos de gran capacidad, en los que se tratan los carbones de varias minas. Es por esto por lo que se presentan un gran número de ellos, todos de pequeña capacidad, y destinados a lavar la producción propia.



BIERZO - VILLABLINO SUR

CUADRO : I INSTALACIONES DE MINA ENCUESTADAS (1) **ZONA:** BIERZO - VILLABLINO **SUBZONA :** SUR

ENCUESTA Nº	INSTALACION	EMPRESA	MUNICIPIO	DOMICILIO SOCIAL	OBSERVACIONES
1	Mina Impensada	M.S. Ponferrada	Valdesamario	Ruiz de Alarcón 11 - MADRID	Cielo abierto,No hay agua
4	Mina P. de Laviana	Andrés Calvo Martínez	Villagatón	Quevede n°2, Bembibre - LEON	
6	Grupo Valdelabraña	Minas Leonesas de Espina	Igueña	LEON	
7	Mina Olvido	Antracitas la Silva S.A.	Villagatón	LEON	
10	Mina Industria	Antracitas de Brañuelas	Torre del Bierzo	Marqués de Villamejor, 6 -MADRID	
11	Mina Oculta	Carbones de Montealegre	La Silva	Orense s/n , Bembibre - LEON	
13	Mina, Amp,P,Laviana	Campomanes Hnos, S.A.	Torre del Bierzo	Torre del Bierzo - LEON	
16	Mina. Amp, A, 4°	Virgilío Riesco S.A.	Torre del Bierzo	Auquitecto Torbado 4 - LEON	El desagüe alimenta al lavadero. No vierte
17	Mina el Porvenir	Grupo minero el Porvenir	Tremor de Arrib	Tremor de Arriba - LEON	
18	Mina Santa Lucrecia	José Rodríguez Olle	Rodrigatos-Igueña	Brañuelas - LEON	
20	Mina Adelina y Torre	Alfredo Silvan Viloria	Cerezal	Bembibre - LEON	
21	G.Minero Victorinas	Carboner San Antonio S.L.	Torre del Bierzo	Avda. José Antonio, 8 - LEON	
23	Mina Anita Crecentada.	Antracitas S. Antonio S.A.	Torre del Bierzo	Torre del Bierzo - LEON	
25	Mina N° 18	Minex , S.A.	Torre del Bierzo	Alberto Boch, 9 - MADRID	
28	Mina Peñasrosas	Victoriano González, S.A.	Paramo del Sil	Alcazar de Toledo 11 - LEON	
30	Grupo Alinos	Antracitas de Gaiztarro	Toreno	Fernando el Santo, 27 - MADRID	No facilita muestra
32	Grupo Escandal	Antracitas de Gaiztarro	Toreno	Fernando el Santo, 27 - MADRID	No facilita muestra
33	Grupo el Caleyo	Antracitas de Gaiztarro	Berlanga	Fernando el Santo, 27 - MADRID	No facilita muestra
34	Grupo Torno	M.S. de Ponferrada	Toreno	Ruiz de Alarcón 11, - MADRID	
35	Mina Abalino y Eladio	Ant. del Bierzo, S.L.	Bembibre	Bembibre - LEON	No facilita muestra
39	Mina Julias	Ant. de Fabero, S.A.	Fabero	Avda. José Antonio, 1 - MADRID	
40	Mina Jarrinas	Ant. de Gaiztarro	Fabero	Fernando el Santo, 27- MADRID	No facilita muestra

CUADRO : I INSTALACIONES DE MINAS ENCUESTADAS (2) **ZONA:** BIERZO - VILLABLINO **SUBZONA :** SUR

ENCUESTA Nº	INSTALACION	EMPRESA	MUNICIPIO	DOMICILIO SOCIAL	OBSERVACIONES
	Minas de Arlanza	Antracitas de Arlanza S.A	Arlanza	Bembibre - LEON	No cumplimenta encuesta
	Mina Bienvenida	José Diaz Gutierrez	Igueña	Asturias nº10 - 4 - OVIEDO	No cumplimenta encuesta
	Mina en Torre	Carbones Viloria	Torre del Bierzo	Torre del Bierzo - LEON	No cumplimenta encuesta
	Grupo Maurin	Comb. de Fabero, S.A.	Fabero	Ponferrada - LEON	No cumplimenta encuesta
	Grupo Rio	Comb. de Fabero, S.A.	Fabero	Ponferrada - LEON	No cumplimenta encuesta
	Minas Ladil	Alto del Bierzo, S.A.	Tremor de Arriba	Tremor de Arriba - LEON	No cumplimenta encuesta
	Minas de Navaleo	Carbones Viloria	Torre del Bierzo	Torre del Bierzo - LEON	Desagua por Mina nº18 de Minex
	Valdesamario	Minas de Valdesamario	Valdesamario	Calvo Sotelo, 3 - LEON	No cumplimenta encuesta

CUADRO : II LAVADEROS ENCUESTADOS **ZONA:** BIERZO - VILLABLINO **SUBZONA :** SUR

ENCUESTA Nº	INSTALACION	EMPRESA	MUNICIPIO	DOMICILIO SOCIAL	OBSERVACIONES
2	Lav. Balín	Grupo Minero el Porvenir			
3	Lav. de Mile	Minas Leonesas de Espina	Igueña	LEON	No facilita muestra
5	Lav de A.Calvo	Andrés Calvo Martínez	Villagatón	Quevedo 2 Bembibre - LEON	
8	Lav. la Silva	Ant. la Silva S.A.	Villagatón	LEON	No facilita muestra
9	Lav. de A. de Brañuelas	Ant. de Brañuela	Torre del Bierzo	Marqués de Villamejor 6,MADRID	Filtra por balsa, no hay vertido
12	Lav. Malaba	Carbones de Moncealegre	La Silva	Orense s/n Bembibre - LEON	
14	Lav. Sta. Barbara	Campomanes Hnos. S.A.	Torre del Bierzo	Torre del Bierzo - LEON	
15	Lav. V. Riesco	Viergilio Riesco S.A.	Torre del Bierzo	Arquitecto Torbado 4, LEON	
19	Lav. Sta. Lucrecia	José Rodriguez Olle	Rodigatos-Igueña	Brañuelas - LEON	
22	Lav. de S. Antonio	Carbones de S. Antonio S.L.	Torre del Bierzo	Avda. José Antonio 8, LEON	
24	Lav. de Cajas	Ant. de San Antonio	Torre del Bierzo	Torre del Bierzo - LEON	
26	Lav. de Minex	Minex , S.A.	Torre del Bierzo	Alberto Boch 9, MADRID	
27	Lav. la Recuelga	Ant. de Fabero , S.A.	Paramo del Sil	Avd. José Antonio 1, MADRID	No facilita muestra
29	Lav. de Peñasrosas	Victoriano González S.A.	Paramo del Sil	Alcazar de Toledo 11, LEON	
31	Lav. de Alinos	Ant. de Gaiztarro S.A.	Toreno	Fernando el Santo 27, LEON	No facilita muestra
36	Lav. de Valdegalén	Ant. del Bierzo S.L.	Bembibre	Bembibre - LEON	
37	Lav. Gral.de Hulla	M.S. de Ponferrada	Ponferrada	Ruiz de Alarcón 11, MADRID	
38	Lav. Gral. de Ant.	M.S. de Ponferrada	Ponferrada	Ruiz de Alarcón 11, MADRID	
	Lav. de Arlanza	Ant. Arlanza S.A.	Arlanza	Bembibre - LEON	No cumplimenta encuesta
	Lav. M. Bienvenida	José Diaz Gutierrez	Igueña	Asturias n°10 - OVIEDO	No cumplimenta encuesta
	Lav. Minas Nelly	Carbones Viloria	Torre del Bierzo	Torre del Bierzo - LEON	No cumplimenta encuesta
	Lav. Alicia	Comb. de Fabero S.A.	Fabero	Ponferrada - LEON	No cumplimenta encuesta
	Lav. A. Bierzo	Alto Bierzo S.A.	Tremor de Arrib	Tremor de Arriba - LEON	No cumplimenta encuesta

CUADRO III BIERZO - VILLABLINO SUR Características de las instalaciones de mina

ENCUESTA Nº	INSTALACION	INST. DE DRENAJE			CAUDALES DESAGUADOS					PRODUCCION MEDIA DE CARBON BRUTO M.t/año	VERTIDO POR t. CARBON BRUTO m^3/t.	RIO RECEPTOR	RIO PRINCIPAL
					MINIMO		MAXIMO		MEDIO				
		Nº BOMBAS	POTENCIA INSTALADA C.V.	CAPACIDAD DE DESAGÜE m^3/h	M. m^3/dia	Mes	M. m^3/dia	Mes	M. m^3/año				
4	M. Pola de Laviana	3	100	150	0,6	AG	1,0	EN	285	34	8	Brañuelas	Orbigo
6	Grupo Valdelabraña				0,1	SEP	0,7	FEB	145	38	15	Tremor	Sil
	Grupo Valgran	3	95	160	0,5	SEP	1,8	FEB	411			Tremor	Sil
7	Mina Olvido	7	285	60	0,2	AG	0,3	EN	88	30	3	Arroyo la Silva	Tremor
10	Mina Industria	3	425	360	0,2	AG	0,4	EN	117	96	1	Arroyo la Silva	
11	Mina Oculta	2	25	30	0,05	AG	0,1	EN	27	21	1	Arroyo la Silva	
13	Amp. Pla de Laviana	4	360	630	7,0	AG	8,0	EN	330	-	-	Arroyo Salgueiro	
16	Amp. a Cuarta	4	50	120	0,2	AG	0,3	EN	90	67	1		
17	Mina el Porvenir	1	40	90	0,1	SEP	0,7	EN	70	20	4	Arroyo la Pila	
18	Mina Sta. Lucrecia	2	35	50	0,1	SEP	0,4	EN	30	12	3	Rodrigatos	Tremor
20	Mina Adelina y Torre	1	30	80	0,7	SEP	0,8	FEB	255	10	25	Tremor	Sil
21	C. Minero Victorinas	3	365	215	43,0	SEP	82,0	EN	750	95	8	Tremor	Sil
23	Mina Anita Crecentada	1	115	170	4,0	SEP	1,7	EN	657	33	20	Tremor	Sil
25	Mina Número 18	6	230	150	0,5	OCT	0,7	AB	241	82	3	Orgatorio	
28	Mina Peñasrosas	4	70	70	0,2	AG	0,5	EN	126	47	3	Sil	
30	Grupo Alinos									497		Sil	
32	Grupo Escandal	4	200	120	-	AG	-	EN	21	143	0,2	Sil	
33	Grupo el Caleyo					AG		EN	5	127	-	Arroyo Caleyo	Sil
34	Grupo Toreno	4	153	173	0,7	SEP	5,0	FEB	8.600	64	134	Arroyo Zarcajones	
35	Mina Abalino y Eladio									100		Arroyo Valdegalen	

CUADRO III BIERZO - VILLABLINO SUR Características de las instalaciones de mina (continuación)

ENCUESTA Nº	INSTALACION	INST. DE DRENAJE			CAUDALES DESAGUADOS					PRODUCCION MEDIA DE CARBON BRUTO	VERTIDO POR t. CARBON BRUTO	RIO RECEPTOR	RIO PRINCIPAL
		Nº BOMBAS	POTENCIA INSTALADA	CAPACIDAD DE DESAGÜE	MINIMO		MAXIMO		MEDIO				
			C.V.	m^3/h	M. m^3/día	Mes	M. m^3/día	Mes	M. m^3/año	M.t/año	m^3/t.		
39	Mina Julio	10	1.527	1.440					1.600	193	8		
40	Obra Nueva de Jarrinas								11	145	-	Arroyo Valdeferreras	

CUADRO IV BIERZO - VILLABLINO SUR Características de los lavaderos

ENCUESTA Nº	LAVADERO	CAPACIDAD TRATAMIENTO t/h	SISTEMA DE LAVADO (1)	CIRCUITO DE AGUA (2)	CONSUMOS DE AGUA		BALSAS		ESPESADORES		VERTIDO M.m³/año	PRODUCCION CARBON VENDIBLE M.t/año	VERTIDO X t CARBON VENDIBLE m³/t	RIO RECEPTOR	RIO PRINCIPAL
					AGUA NUEVA M.m³/año	AGUA RECICLADA Mm³/año	Nº	CAPACIDAD m³	Nº	CAPACIDAD m³					
2	Balín	10	C-G	A	15	-	1	300			10	-			
3	Mile	30	C-MD-G	C	18	90	5	14.000			13	33		Brañuelas	Orbigo
5	A. Calvo	50	C-MD-G	C	12	132	2	2.750			8	25		Brañuelas	Orbigo
8	La Silva	30	C-G	C	-	-	1	250			9	23			
9	Ant. Brañuelas	60	C-MD-G	C	69	302	2	60.000			-	60			
12	Malaba	25	C-G	C	-	-	5	1.500			20	16		A.la Silva	Tremor
14	Campomanes	15	G	A	52	-	2	500			36	-		A.Salgueiro	Tremor
15	V. Riesco	40	C-MD-G	A	35	-	2	1.000			25	47		Tremor	
19	Sta. Lucrecia	10	C-G	C	-	-	4	600				10		Rodrigatos	Tremor
22	C. San Antonio	50	C-MD-G	A	470	-	4	10.000			330	74		Tremor	
24	Ant. San Antonio	24	C-G	A	215	-	-	-			150	30		Tremor	
26	Minex	80	C-MD	A	176	-	-	3.000			125	73		Orgatorio	
27	La Recuelga	80	G	C	120	3.500	2	14.000			84	54		Sil	
29	V. González	40	C-MD	A	144	-	-	1.500			101	39		A.Usile	Sil
31	Alinos	300	MD	A	400	-	7	18.500			280	-		Sil	
36	Valdegalen	600	MD-G	C	30	280	-	1.200			21	52		A.Vandegalen	
37	Gral. Hulla	200	MD-G-F	C	411	1.371	-	76.000			288	423		Sil	
38	Gral. Antracita	45	MD-G-F	C	234	1.900	-	-			164	147		Sil	

(1) C.- Clasificacion , MD.- Medios densos , G.- Gravimetria, F.- Flotacion.

(2) A.- Abierto , C.- Cerrado

CUADRO V-I BIERZO - VILLABLINO SUR Análisis químicos de las muestras de los vertidos de las instalaciones de mina

ENCUESTA Nº	INSTALACION	CONCENTRACIONES														CAUDAL M.m³/ año
		pH	CONDUCTIVIDAD 20°C $\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1}	CARBONATOS CO_3 mg/l.	BICARBONATOS $CO_3^{=}$ H mg/l.	SULFATOS SO_4 mg/l.	DUREZA TH f°	HIERRO Fe mg/l.	MANGANESO Mn mg/l.	AMONIACO NH_4^+ mg/l.	ACEITES Y GRASAS mg/l.	FENOLES mg/l.	SOLIDOS SUSPENSION mg/l.	SOLIDOS VOLATILES %	D.Q.O. mg./l. O_2	
4	Mina Pola de Laviana	4,5	460	-	6,1	288	25,90	⩽0,5	5,0				162,0	21,50	⩽ 2	285
6	Grupo Valdelabraña	7,9	330	-	158,6	116	13,20	⩽0,1	⩽0,1				231,2	47,20	120	145
6	Grupo Valgran	7,7	270	-	128,1	71	17,25	⩽0,1	0,12				757,6	26,60	320	411
7	Mina Olvido	7,7	1.050	-	268,4	640	79,55	0,1	⩽0,1				340,0	36,40	120	88
10	Mina Industria	5,9	240	-	12,2	132	13,30	⩽0,1	2,0				364,0	37,90	40	117
11	Mina oculta	7,9	840	-	359,9	540	51,10	0,1	⩽0,1				331,6	15,70	⩽ 2	27
13	Amp.A Pola de Laviana	8,0	24,5	-	12,2	4	1,20	⩽0,1	⩽0,1				28,0	65,50	⩽ 2	330
17	Mina el Porvenir	7,7	925	-	280,6	555	70,97	0,1	0,5				30,4	30,25	40	70
18	Mina Sta. Lucrecia	7,4	1.150	-	79,3	910	90,40	⩽0,1	1,8				44,0	85,50	40	30
20	Mina Adelina y Torre	7,5	400	-	109,8	172	26,55	⩽0,1	2,2				48,8	45,80	⩽ 2	255
21	Coto M. Victorinas	7,7	620	-	91,5	390	41,05	0,1	0,6				748,8	17,00	200	750
23	Anita Crecentada	8,0	430	-	115,9	244	27,85	⩽0,1	⩽0,1				416,4	33,3	360	657
25	Mina Número 18	7,7	610	-	91,5	340	40,70	⩽0,1	0,7				76,6	25,3	120	241
28	Mina Peñarrosas	7,6	620	-	176,9	300	19,35	⩽0,1	⩽0,1				222,4	0,31	149	126
34	Grupo Toreno	7,6	550	-	231,8	230	35,60	⩽0,1	⩽0,1				⩽ 0,1	⩽ 0,1	16	8600
35	Mina Abalino y Eladio	7,6	575	-	204,3	247	38,10	0,1	1,3				1008,8	14,35	91	100
39	Mina Julia	7,5	646	-	146,4	350	39,66	⩽0,1	⩽0,1				⩽ 0,1	⩽ 0,1	10	1600
	Ant. de Arlanza	8,1	270	-	189,1	40	16,30	⩽0,1	⩽0,1				⩽ 0,1	⩽ 0,1	16	
	Mina Bienvenida	7,7	211	-	45,7	127	14,62	⩽0,1	⩽0,1				12,0	41,4	21	
	Carbones Viloria	7,9	420	-	189,1	180	28,25	0,1	⩽0,1				6,4	12,5	⩽ 2	

CUADRO V-I BIERZO - VILLABLINO SUR Análisis químicos de las muestras de los vertidos de las instalaciones de mina (continuación)

ENCUESTA Nº	INSTALACION	CONCENTRACIONES														CAUDAL
		pH	CONDUCTIVIDAD 20°C $\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1}	CARBONATOS CO_3 mg/l.	BICARBONATOS CO_3H mg/l.	SULFATOS SO_4 mg/l.	DUREZA TH f°	HIERRO Fe mg/l.	MANGANESO Mn mg/l	AMONIACO NH_4^+ mg/l.	ACEITES Y GRASAS mg/l.	FENOLES mg/l.	SOLIDOS SUSPENSION mg/l.	SOLIDOS VOLATILES %	D.Q.O. mg./l. O_2	M.m³/año
	Minas de V aldesamario	7,5	240	-	97,6	82	12,2	⩽0,1	0,96				22,4	2,46	59	
	Alto Bierzo - Pozo Ladil	8,4	430	18	207,4	120	27,8	⩽0,1	⩽0,1				288,0	3,05	27	
	Alto Bierzo - Tru. Princ.	8,2	885	-	122,0	590	66,2	⩽0,1	⩽0,1				147,2	⩽0,1	357	
	Alto Bierzo - Pozo A - 1	8,3	9	12	183,0	550	68,05	⩽0,1	⩽0,1				2,4	⩽0,1	18	
										Arsénico As mg/l	Niquel Ni mg/l	Zinc Zn mg/l				
	Comb. Fabero - Grp. Rio	6,1	1.600	-	6,1	1.050	75,80	⩽0,1	8,9	⩽0,1	1,1	1,15	91,6	0,37	59	
	Comb. Fabero-Grp.Maurin	5,0	750	-	61,0	640	47,45	⩽0,1	2,8	⩽0,1	0,6	0,89	44,0	0,89	39	

CUADRO V - 2 BIERZO - VILLABLINO SUR Análisis químicos de las muestras de los vertidos de los lavaderos

ENCUESTA Nº	INSTALACION	CONCENTRACIONES														CAUDAL M.m³/ año
		pH	CONDUCTIVIDAD 20 °C $\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1}	CARBONATOS CO_3 mg/l.	BICARBONATOS CO_3° H mg/l.	SULFATOS SO_4 mg/l.	DUREZA TH f°	HIERRO Fe mg/l.	MANGANESO Mn mg/l.	AMONIACO NH_4^+ mg/l.	ACEITES Y GRASAS mg/l.	FENOLES mg/l.	SOLIDOS SUSPENSION mg/l.	SOLIDOS VOLATILES %	D.Q.O. mg./l. O_2	
2	Balín	8,2	680	–	125,5	370	44,65	⩽0,1	⩽0,1				82,4	0,16	125	10
5	A. Calvo	11,2	280	18	–	35	10,30	0,3	⩽0,5	B. Libres	OH	0,9 me/l	271,2	47,9	280	8
12	Malaba	7,6	120	–	18,3	92	6,70	0,1	0,12				27,6	65,2	40	20
14	Campomanes	7,8	21,5	–	6,1	6	1,45	⩽0,1	⩽0,1				21,5	⩽0,1	40	36
15	V. Riesco	7,9	620	–	54,9	392	42,55	⩽0,1	0,15		0,35	⩽0,01	3.535,2	29,0	2.300	25
19	Sta. Lucrecia	7,6	195	–	36,6	92	12,05	⩽0,1	0,25				45,0	57,15	100	
22	C. San Antonio	8,3	590	6	79,3	380	37,65	⩽0,1	⩽0,1		0,16	0,01	53,2	55,60	40	330
24	Ant. San Antonio	8,3	300	6	61,0	156	18,05	0,1	⩽0,1		⩽0,1	0,01	52,0	78,50	40	150
26	Minex	8,7	67	12	24,4	25	3,30	0,2	⩽0,1				437,6	44,40	500	125
29	V. González	7,6	125	–	3,05	15	15,2	⩽0,1	⩽0,1		432	⩽0,01	391,2	1,30	823	101
36	Valdegalen	7,3	100	–	12,2	63	6,4	⩽0,1	0,39				483,2	35,3	240	21
37	Gral. Hulla y Antracita	7,3	340	–	122,0	110	14,25	⩽0,1	⩽0,1				48,4	1,32	102	452
	Antracitas de Arlanza	7,9	280	–	183,0	53	17,45	⩽0,1	⩽0,1		0,67	0,04	228,8	47,0	180	
	Mina Bienvenida	7,7	110	–	36,6	61	1,54	⩽0,1	⩽0,1				750,0	3,4	760	
	Minas Nelly	6,2	160	–	12,2	93	9,10	⩽0,1	0,85				106,4	39,5	120	
	Alto Bierzo	7,8	130	–	42,7	50	6,40	⩽0,1	⩽0,1				138,8	0,58	63	
										Arsénico As mg/l	Níquel Ni mg/l	Zinc Zn mg/l				
	Comb. Fabero-Lav.Alicia	5,2	930	–	3,05	640	58,65	⩽0,1	2,8	⩽0,1	0,5	0,3	82,8	0,63	141	

Mención aparte merecen los lavaderos de la M.S. Ponferrada, que son lavaderos generales, que lavan los carbones de sus instalaciones en Bierzo-Villablino Norte.

Estos lavaderos se encuentran relacionados en el cuadro II.

8.7.- EFECTOS DE LOS VERTIDOS MINEROS EN LOS CAUCES PUBLICOS DE LA ZONA.

Dada la gran extensión de las diferentes áreas mineras en esta zona, los vertidos, se efectuan dentro de las cuencas hidrográficas del los rios Sil y Esla, como rios principales, Bernesga, Tremor y Orbigo como afluentes principales, y una gran serie de rios y arroyos de menor importancia.

En la Zona Norte de León, los vertidos se encuentran muy repartidos dada la disposición de las instalaciones. El impacto de los vertidos sobre los rios que reciben estas aguas es de muy poca importancia.

La mina La Africana que vierte su drenaje al Arroyo de los Pozos, próximo al nacimiento del rio Bergesga, carece de importancia, tanto en caudal aportado 80.000 m^3/año, como en contenidos 309 mg/l de sólidos en suspensión y 40 mg/l de DQO. Otro tanto ocurre con mina Carmen, que vierte al Arroyo de Los Regueros, pequeño afluente del rio Orbigo, con una aportación de 40.000 m^3/año, y unos contenidos de 627,6 mg/l de sólidos en suspensión y 200 mg/l de DQO. Estos contenidos diluidos en los caudales de las corrientes, no vienen a representar ningun peligro.

San Juan -Veneros y el lavadero del Grupo San Pedro, vierten sus aguas al rio Nava, afluente del Esla, siendo el - caudal de vertido de la explotación minera de 50.000 m^3/año, con un contenido en sólidos en suspensión de 3.687,6 mg/l y - 850 mg/l de DQO. El lavadero, por trabajar en circuito cerrado, los técnicos del misno no facilitaron muestra, por lo que se desconocen los contenidos que pudiesen existir.

Por último, el Pozo Herrrera 2, vierte al Arroyo Horcado, un caudal anual de 2.000.000 de m^3. Si bien este caudal es importante, sus contenidos son muy bajos, 53,6 mg/l de sólidos en suspensión y una DQO $\leq$ a 2 mg/l. El lavadero de Vegamediana, instalado en la margen derecha del rio Esla, ha sido acondicionado ultimamente con una planta depuradora de aguas, retornando estas al circuito del lavadero. Se desconoce si - existe algún vertido, y no fue facilitada la muestra.

En cuanto a las instalaciones de Sta. Lucia y Lavadero de la Robla se tomó muestra en Santa Lucia y Grupo San José, cuyas aguas dan unos contenidos de 626,0 mg/l de sólidos en suspensión y 500 mg/l de DQO en la primera, y 75,6 mg/l de sólidos en suspensión y 100 mg/l de DQO, para el segundo. El lavadero, de nueva construcción, y en la epoca de la visita, en periodo de prueba, está concebido con circuito cerrado de aguas, y no existe vertido.

Bierzo-Villablino Norte: Los vertidos de esta zona - se encuentran repartidos en dos vertientes, una, la del rio - Sil, en las proximidades a su nacimiento y la otra hacia la - del rio Ibias, afluente del Navia.

El rio Sil, en esta zona se ve influenciado por los vertidos mineros en un tramo de unos 25 Km aproximadamente, - comprendido entre su nacimiento y Palacio del Sil. El caudal medio anual en este tramo del rio es de 306,8 Hm^3 (9,73 m^3/s) y recibe una aportación de 24.214.000 m^3, lo que representa un 8% del caudal del rio (gráfico 8.7.1.).

La distribución de estos vertidos, (gráfico 8.7.2.), se reduce en esta zona a VERTIDOS DIRECTOS Y VERTIDOS SECUNDARIOS, siendo todos ellos procedentes de instalaciones de mina ya que no existe ningún lavadero con vertidos a este rio.

La calidad de las aguas de estos vertidos pueden considerarse de aceptables sin que presenten ningún problema, ya que los mayores contenidos aportados son de 13,1 mg/l de sólidos en suspensión, 9,1 mg/l de sólidos volátiles y 26 mg/l - de DQO.

Los vertidos aportados al rio Ibias, proceden de - las instalaciones de Hullas de Coto Cortés y Minas de Tormaleo. La primera lo hace directamente al rio, y la segunda a - través del arroyo La Valia. El caudal total aportado asciende a 2.800.000 m^3 anuales, que representan un 16% del caudal medio anual de este rio (16,7 Hm^3) 0,53 m^3/seg.

Existen dos lavaderos, que según información de los técnicos trabajan en circuito cerrado, por lo que no efectúan vertido. No se facilitó muestra en ninguno de ellos.

Bierzo-Villablino Sur : En esta zona se ha considerado que el rio Sil, en el tramo comprendido entre Páramo del Sil y Toreno, es el receptor de los vertidos de las instala -

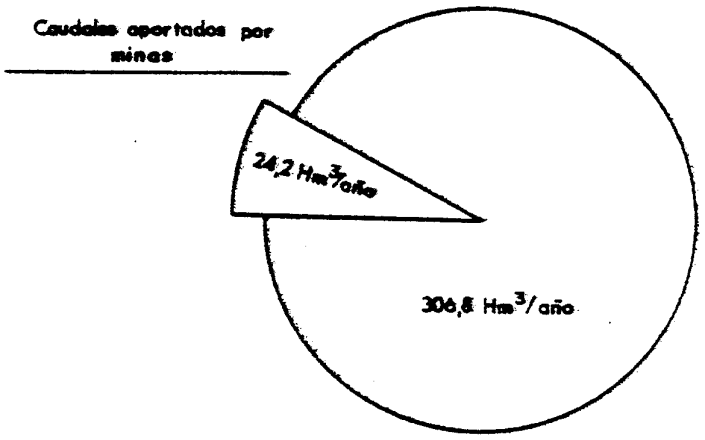


GRAFICO 8.7.1. BIERZO-VILLABLINO NORTE.- Caudales aportados al rio Sil

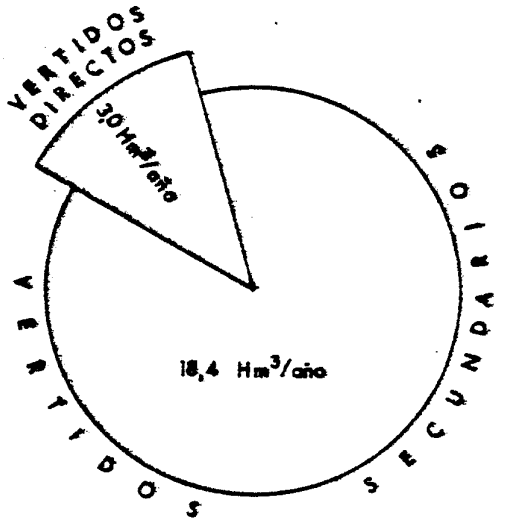


GRAFICO 8.7.2. BIERZO - VILLABLINO NORTE.- Distribución de los caudales aportados al rio Sil

ciones mineras y lavaderos, bien directamente o a través de - rios secundarios (Tremor), u otros de menor importancia.

La superficie de la cuenca del rio en este tramo, es de 678 Km^2, con un caudal medio anual de 550,3 Hm^3 (17,45 m^3/s) del que el 3% es de las aportaciones de la minería del carbón - (gráfico 8.7.3.).

La distribución de los vertidos, se puede establecer en: (gráfico 8.7.4.)

VERTIDOS DIRECTOS	6,8 %
VERTIDOS SECUNDARIOS	12,7 %
OTROS VERTIDOS	80,5 %

Las aportaciones contenidas en estos caudales en cuanto a sólidos en suspensión, sólidos volátiles y DQO puede establecerse de la siguiente forma: (gráfico 8.7.5.)

	S.S. t. año		S.V. t. año		DQO t. año	
	Minas	Lavad.	Minas	Lavad.	Minas	Lavad.
VERTIDOS DIRECTOS	40	40	-	15	30	70
VERTIDOS SECUNDARIOS	950	125	200	40	310	80
OTROS VERTIDOS	550	240	130	50	520	295

En esta zona, y debido a que son muy pocas las instalaciones que tratan los productos finos, estos contenidos son - muy bajos en los vertidos de los lavaderos. Por otra parte, en en estos lavaderos, se clasifican en seco una fracción bastante importante, lo que hace que la aportación de finos al circuito de lavado sea mínima.

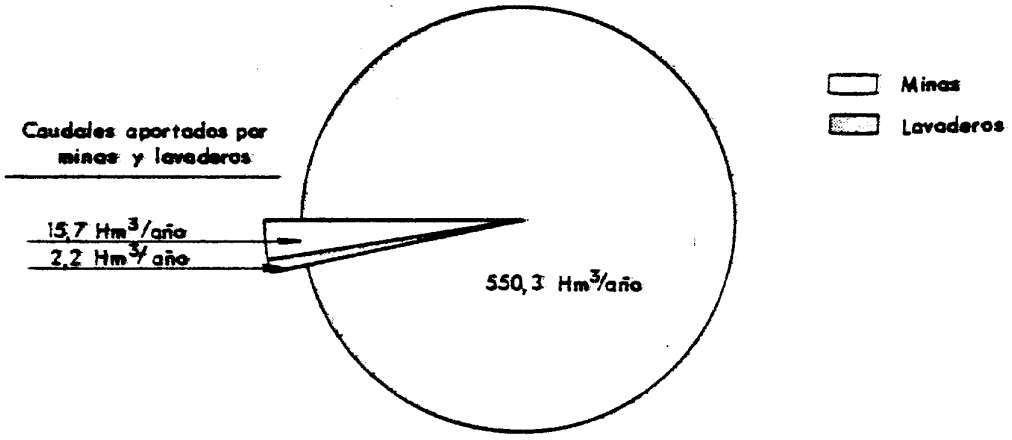


GRAFICO 8.7.3. - BIERZO - VILLABLINO SUR .- Caudales aportados minas y lavaderos al rio Sil

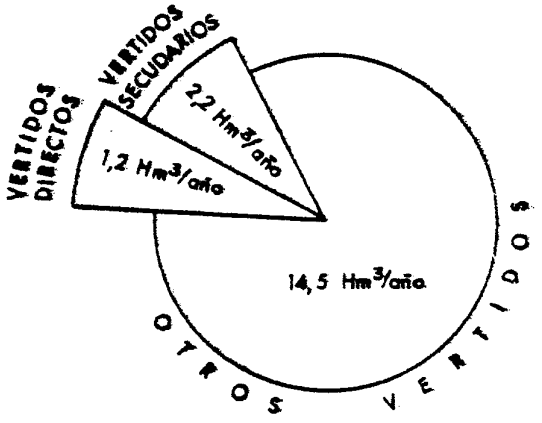


GRAFICO 8.7.4.- BIERZO - VILLABLINO SUR .- Distribución de los caudales aportados al rio Sil

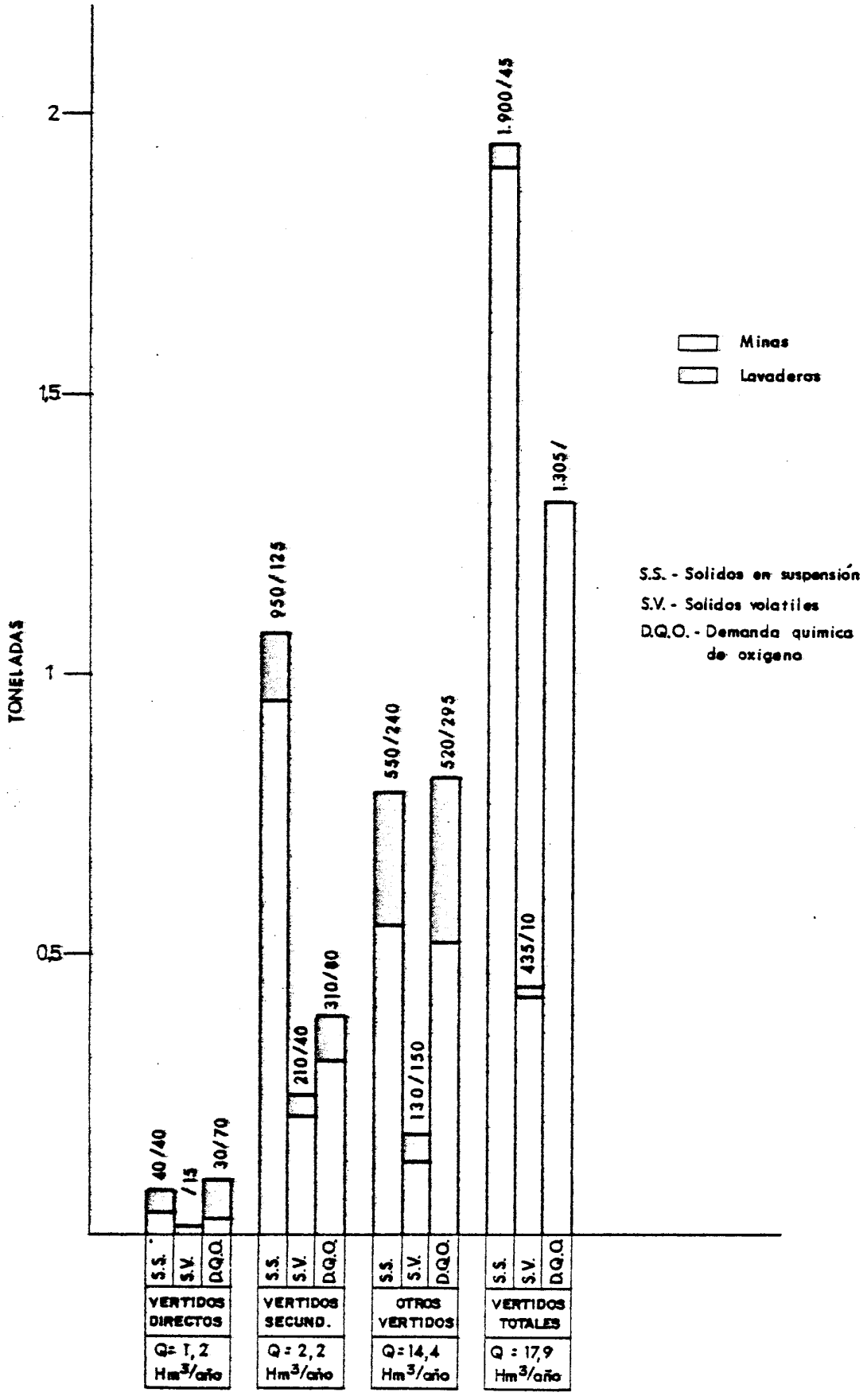


GRAFICO 8.7.5. BIERZO-VILLABLINO SUR.- Aportaciones de S.S., S.V. y D.Q.O. en el rio Sil

Sin embargo, las minas,, que en gran número efectúan su drenaje por gravedad, acarrean en suspensión gran cantidad - de partículas.

9.- ZONA DE GUARDO-BARRUELO

9.1.- CARACTERISTICAS GENERALES

Se encuentra situada en el Noreste de la provincia de León y Norte de la de Palencia, siendo su límite meridional - sensiblemente coincidente con el borde Sur de la Cordillera - Cantábrica y extendiendose de Oeste a Este entre la zona Norte de León y el límite de las provincias de Palencia y Santander.

La población de esta zona se aproxima a los 33.000 habitantes distribuidos en 26 municipios, con una extensión total de 1.300 Km^2, que le da una densidad media de 25 habitantes - por Km^2.

Se encuentra dividida en dos subzonas mineras, "Valderueda-Cervera" que comprende las áreas del Sinclinal de El Otero,- Sinclinal de Taranilla Oeste y Sinclinal de Taranilla Este, y "La Pernia-Barruelo" con las áreas de San Cebrian, Barruelo y Casavegas-Redondo.

9.2.- CARACTERISTICAS CLIMATICAS

Desde el punto de vista morfológica en la zona Guardo - Barruelo se pueden distinguir tres zonas:

- Oeste del rio Carrión
- Región comprendida entre Carrión y Pisuerga
- Este del rio Pisuerga

En las dos primeras se encuentra enclavada la cuenca de Valderrueda-Guardo-Cervera, y en la última la cuenca de Barruelo.

Las cotas más bajas son del orden de los 950 m en los rios Cea y Pisuerga y 1.100 m en el rio Carrión. Las cotas más elevadas están constituidas por Valdecebollas con 2.136 m, Peña Campa con 1.305m y Peña Cerrada con 1.822 m.

El clima es de caracter continental, siendo los veranos más cortos y frescos con temperaturas que raramente sobrepasan los 20°C, los inviernos son extremadamente frios con fuertes heladas y abundantes precipitaciones de nieve.

La pluviometria media es de 600 l/m^2 y la temperatura media mensual es de 11,5°C.

9.3.- CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

Los principales rios de la región Guardo-Barruelo son el Carrión y el Pisuerga.

El Carrión nace en Fuentes Carriones, cruza los terminos de Saldaña, Carrión de los Condes, Villoldo, Marquillos, Rivas, Monzón de Campos, Villameriel y Dueñas. Desemboca en el Pisuerga cerca de la última villa citada.

Como afluentes más importantes tiene los rios Cuera, - Arroyo de la Nava y Acuera.

El funcionamiento hidraúlico del rio está caracterizado por un máximo aporte en los meses de Enero-febrero con un caudal medio mensual de 54,77 m^3/s, la época de estiaje tiene lugar durante los meses Julio-Septiembre con un caudal medio de 5 m^3/s.

El rio Carrión está regulado por los embalsas de Camporredondo y Compuerto cuyas características son las siguientes:

CAMPORREDONDO

Superficie de la cuenca	227 Km^2
Superficie del embalse	795 Ha
Capacidad total	70 Hm^3
Capacidad útil	64 Hm^3
Aliviadero	500 m^3/s
Altura de presa	78 m
Tipo	gravedad
Aprovechamiento	energía hidroeléctrica y riegos.

COMPUERTO

Superficie de la cuenca ...	307 Km^2
Superfice del embalse	442 Ha
Capacidad total	95 Hm^3
Capacidad útil	89 Hm^3
Aliviadero	530 m^3/s
Altura de presa	77 m
Tipo	Gravedad
Aprovechamiento	energia hidroeléctrica y riegos

El Pisuerga nace en la provincia de Palencia cerca de su límite con Santander. Se forma de varios arroyos que provienen de las montañas de Sierras Albas, Piedras Luengas y Peña - Labra. Los principales afluentes son el Carrión, Ubierna, Dora, Boedo, Abanales y Arlanza.

El hidrograma medio del Pisuerga se caracteriza por un máximo durante los meses de Enero-Marzo, con un caudal medio - mensual de 24,76 m^3/seg; a partir de estos meses el rio desciende en sus aportaciones hasta alcanzar el caudal de base durante los meses de Julio-Septiembre con caudales medios de - 3,65 m^3/s.

El rio se encuentra regulado por los embalses de Cervera, la Requejada y Aguilar de Campoo, los datos técnicos de dichos embalsas son los siguientes:

CERVERA

Superficie de cuenca	52 Km^2
Superficie de embalse ..	88 Ha
Capacidad total	10 Hm^3
Capacidad útil	10 Hm^3
Aliviadero	70 m^3/s
Altura de presa	40 m
Tipo	gravedad
Aprovechamiento	energía hidroeléctrica

LA REQUEJADA

Superficie de cuenca ...	221 Km^2
Superficie de embalse ..	1.127 Ha

Capacidad total	65 Hm^3
Capacidad útil	65 Hm^3
Aliviadero	450 m^3/s
Altura de presa	59 m
Tipo	gravedad
Aprovechamiento ...	energía hidroeléctrica y riego

AGUILAR DE CAMPOO

Superficie de la cuenca.	546 Km^2
Superficie del embalse .	1.127 Ha
Capacidad total	247 Hm^3
Capacidad útil	247 Hm^3
Aliviadero	750 m^3/s
Altura de presa	48 m
Tipo	gravedad
Aprovechamiento	energía hidroeléctrica y riego

9.4.- GUARDO-BARRUELO

En los cuadros I y II, se especifican las instalaciones que se han visitado y realizado encuestas con indicación de las empresas explotadoras.

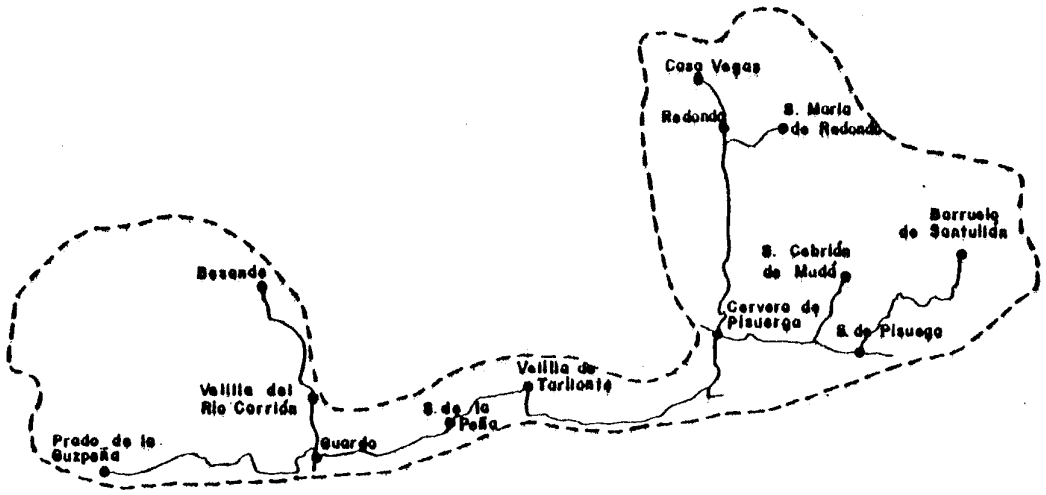
En total las instalaciones encuestadas han sido:

Instalaciones de mina ...	13
Lavadero	8

De estas encuestas se han cumplimentado:

Instalaciones de mina ... 6
Lavaderos 7

En los referidos cuadros I y II se indican las circunstancias por las que no se han cumplimentado las encuestas en estas instalaciones que figuran sin numerar.



ZONA DE GUARDO – BARRUELO

CUADRO : I Instalaciones de mina encuestadas **ZONA:** GUARDO - BARRUELO **SUBZONA :**

ENCUESTA Nº	INSTALACION	EMPRESA	MUNICIPIO	DOMICILIO SOCIAL	OBSERVACIONES
1	MINA EUGENIA	ANT. MINA EUGENIA	LA PERNIA	Subida a la iglesia,2 CERVERA DE PISUERGA	
3	MONTEBISMO	ANT. DE MONTEBISMO	REDONDO-AREÑO	CERVERA DE PISUERGA (Palencia)	
5	PEDRITO II	ANT. DE SAN CLAUDIO	VNVA.DE LA PEÑA	CANTREJON DE LA PEÑA (Palencia)	
7	LA AMERICA	ANT. DE BESANDE	V.RIO CARRION	Estación, 6 GUARDO (Palencia)	
10	AGRUP. VELILLA	ANT. DE VELILLA	V.RIO CARRION	J. Antonio,20 GUARDO (Palencia)	
12	SAN LUIS	S.A. MINERA SAN LUIS	GUARDO	Lealtad,5 SANTANDER	
	SAN CEBRIAN	MINAS DE SAN CEBRIAN		AGUILLAR DE CAMPOO (Palencia)	No cumplimenta encuesta
	MINA	MINERO CANTABRO BILBAINA		SANTIBAÑEZ DE LA PEÑA (Palencia)	No cumplimenta encuesta
	MINA	ANTRACITAS DE PISUERGA		CERVERA DE PISUERGA (Palencia)	Cerrada
	MINA	C.SAN ISIDORO Y MARIA		GUARDO (PALENCIA)	Cerrada
	MINA	FELIPE VILLANUEVA		CERVERA DE PISUERGA (Palencia)	Problemas laborales
	MINA	FLOREAL LLORENTE		SANTIBAÑEZ DE LA PEÑA (Palencia)	No cumplimenta encuesta
	MINA	ANTRACITAS DE VALDEHAYA		GUARDO (Palencia)	No cumplimenta encuesta

CUADRO : II - Lavaderos encuestados **ZONA:** GUARDO-BARRUELO **SUBZONA :**

ENCUESTA Nº	INSTALACION	EMPRESA	MUNICIPIO	DOMICILIO SOCIAL	OBSERVACIONES
2	EUGENIA	ANT. MINA EUGENIA	LA PERNIA	Subida a la Iglesia,2 CERVERA PISUERGA	
4	MONTEBISMO	ANT. DE MONTEBISMO	REDONDO-AREÑO	CERVERA DE PISUERGA (Palencia)	
6	SAN CLAUDIO	ANT. DE SAN CLAUDIO	Vva. DE LA PEÑA	CASTREJON DE LA PEÑA (Palencia)	
8	BESANDE	ANT. DE BESANDE	V.RIO CARRION	Estación,6 GUARDO (Palencia)	
9	AURELIO	A. ALVAREZ DEL COLLADO	V.RIO CARRION	GUARDO (Palencia)	
11	MAJADILLAS	ANT. DE VELILLA S.A.	V.RIO CARRION	J.Antonio,20 GUARDO (Palencia)	
13	SAN LUIS	S.A. MINERA DE SAN LUIS	GUARDO	Lealtad,5 SANTANDER	
	LAVADERO	AMADOR DIAZ ALONSO		GUARDO (Palencia)	No cumplimenta encuesta.

CUADRO III - GUARDO BARRUELO.- Características de las instalaciones de mina

ENCUESTA Nº	INSTALACION	INST. DE DRENAJE			CAUDALES DESAGUADOS					PRODUCCION MEDIA DE CARBON BRUTO M.t/año	VERTIDO POR t. CARBON BRUTO m^3/t.	RIO RECEPTOR	RIO PRINCIPAL
					MINIMO		MAXIMO		MEDIO				
		Nº BOMBAS	POTENCIA INSTALADA C.V.	CAPACIDAD DE DESAGÜE m^3/h	M.m^3/ dia	Mes	M. m^3/dia	Mes	M.m^3/año				
1	MINA EUGENIA	2	120	50	-	-	-	-	30	8	4	A, AMARILLO	PISUERGA
3	MINA MONTEBISMO				0,8	Ago	2	Abr	570	14	41	A. LOMBARTERO	PISUERGA
5	PEDRITO II	2	170	65	0,02	Ago	0,1	May	18	41	0,5	Alimentación a	lavadero
7	LA AMERICA	8	350	290	0,2	Sep	0,4	Abr	15	41	0,4	Alimentación a	lavadero
10	AGRUPACION VELILLA				1,5	Sep	3,0	Mar	700	141	5	A. PEREDA	CARRION
12	SAN LUIS	7	446	398	0,7	Sep	3,5	Feb	19	75	0,2	A. CORCOS	CARRION

CUADRO IV - GUARDO-BARRUELO . Características de los lavaderos

ENCUESTA Nº	LAVADERO	CAPACIDAD TRATAMIENTO t/h	SISTEMA DE LAVADO (1)	CIRCUITO DE AGUA (2)	CONSUMOS DE AGUA		BALSAS		ESPESADORES		VERTIDO M. m³/año	PRODUCCION CARBON VENDIBLE M. t/año	VERTIDO X t CARBON VENDIBLE m³/t	RIO RECEPTOR	RIO PRINCIPAL
					AGUA NUEVA M.m³/año	AGUA RECICLADA M.m³/año	Nº	CAPACIDAD m³	Nº	CAPACIDAD m³					
2	LAV. M. EUGENIA	20	C - G	A	15		5	700			11	9	1	A.AMARILLO	PISUERGA
4	LAV. MONTEBISMO	15	C - G	C	100		4	120			70	13	5	A. LOMBARTERO.	PISUERGA
6	LAV. SAN CLAUDIO	40	C -MD	C	1	58	4	5.000			700	38	18	FILTRACION EN TERR.	
8	LAV. BESANDE	40	C - G	C	120	130	5	2.500			84	30	3	A. VALDEHAYA	CARRION
9	LAV. DE EUGENIO	12	C - G	C	30	6	1	200			20	2	10	A. VALDEHAYA	CARRION
11	LAV. MAJADILLAS	100	MD - G	C	15	270	-	10.000			11	105	0,1	A. PEREDA	CARRION
13	LAV. SAN LUIS	50	C - MD - G	A	42	-	7	16.000			30	73	0,5	CARRION	

(1) C.- Clasificacion , MD.- Medios densos , G.- Gravimetria , F.- Flotacion.

(2) A.- Abierto , C.- Cerrado

CUADRO V-I - GUARDO-BARRUELO - Análisis químico de las muestras de los vertidos de las instalaciones de mina.

ENCUESTA Nº	INSTALACION	CONCENTRACIONES														CAUDAL
		pH	CONDUCTIVIDAD 20°C $\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1}	CARBONATOS CO_3 mg/l.	BICARBONATOS $CO_3^{=}$ H mg/l.	SULFATOS SO_4 mg/l.	DUREZA TH f°	HIERRO Fe mg/l.	MANGANESO Mn mg/l	AMONIACO NH_4^+ mg/l.	ACEITES Y GRASAS mg/l.	FENOLES mg/l.	SOLIDOS SUSPENSION mg/l.	SOLIDOS VOLATILES %	D.Q.O. mg./l. O_2	M.m³/ año
1	MINA EUGENIA	3,2	1.350			520	71,05	15,4	4,7				13,6	20,0	2	30
3	MONTEBISMO	4,0	700			500	33,5	≤ 0,1	2,7				488,4	27,1	250	570
5	MINA PEDRITO II	7,9	1.000		640,5	330	70,55	0,2	0,22				154,4	36,6	50	18
7	LA AMERICA	8,0	510		286,7	200	35,35	≤ 0,1	≤0,1				640,0	23,9	250	15
10	AGR. VELILLA	7,7,	535		207,4	264	38,05	≤0,1	1,5				499,2	45,7	2	700
12	SAN LUIS	8,1	370		170,8	180	24,45	≤ 0,1	≤0,1				166,8	37,4	2	19
	MINERO CANTABRO BILB.	7,7	760		433,1	300	68,00	≤ 0,1	≤0,1				219,2	45,8	2	
	MINAS DE SAN CEBRIAN	7,4	750		30,5	560	42,85	≤ 0,1	1,8				262,0	33,6	2	

CUADRO V-2 - GUARDO-BARRUELO . Análisis químico de las muestras de los vertidos de lavadero.

ENCUESTA Nº	INSTALACION	CONCENTRACIONES														CAUDAL $M.m^3$/ año
		pH	CONDUCTIVIDAD 20°C $\mu\Omega^{-1}\ cm^{-1}$	CARBONATOS CO_3 mg/l.	BICARBONATOS $CO_3^{=}\ H$ mg/l.	SULFATOS SO_4 mg/l.	DUREZA TH $f°$	HIERRO Fe mg/l.	MANGANESO Mn mg/l.	AMONIACO NH_4^+ mg/l.	ACEITES Y GRASAS mg/l.	FENOLES mg/l.	SOLIDOS SUSPENSION mg/l.	SOLIDOS VOLATILES %	D.Q.O. mg./l. O_2	
2	LAV. M. EUGENIA	4,6	950		12,2	720	63,95	≤0,1	3,4				150	≤ 0,1	100	11
4	LAV. MONTEBISMO	7,4	370		18,3	252	29,65	≤0,1	0,7				128,8	75,1	140	70
8	LAV. DE BESANDE	8,2	430		189,1	192	27,65	≤0,1	≤0,1				105,2	48,7	2	84
9	LAV. DE EUGENIO	8,0	1.250		164,7	910	99,20	0,3	≤0,1		0,14	0,01	153,2	34,9	2	20
13	LAV. SAN LUIS	8,1	180		79,3	54	10,95	0,2	≤0,1				19,2	29,2	20	30
	MINAS DE SAN CEBRIAN	5,6	1.800		18,3	1.660	139,75	≤0,1	4,0				159,6	27,8	2	
	FLOREAL LORENTE	7,4	220		158,6	34	15,8	≤0,1	≤0,1				49,6	37,1	2	
	ANTRACITAS VALDEHAYA	8,1	550		213,5	196	37,9	≤0,1	≤0,1		0,9	0,01	432,8	0,9	50	

10. ZONA DE TERUEL

10.1.- CARACTERISTICAS GENERALES

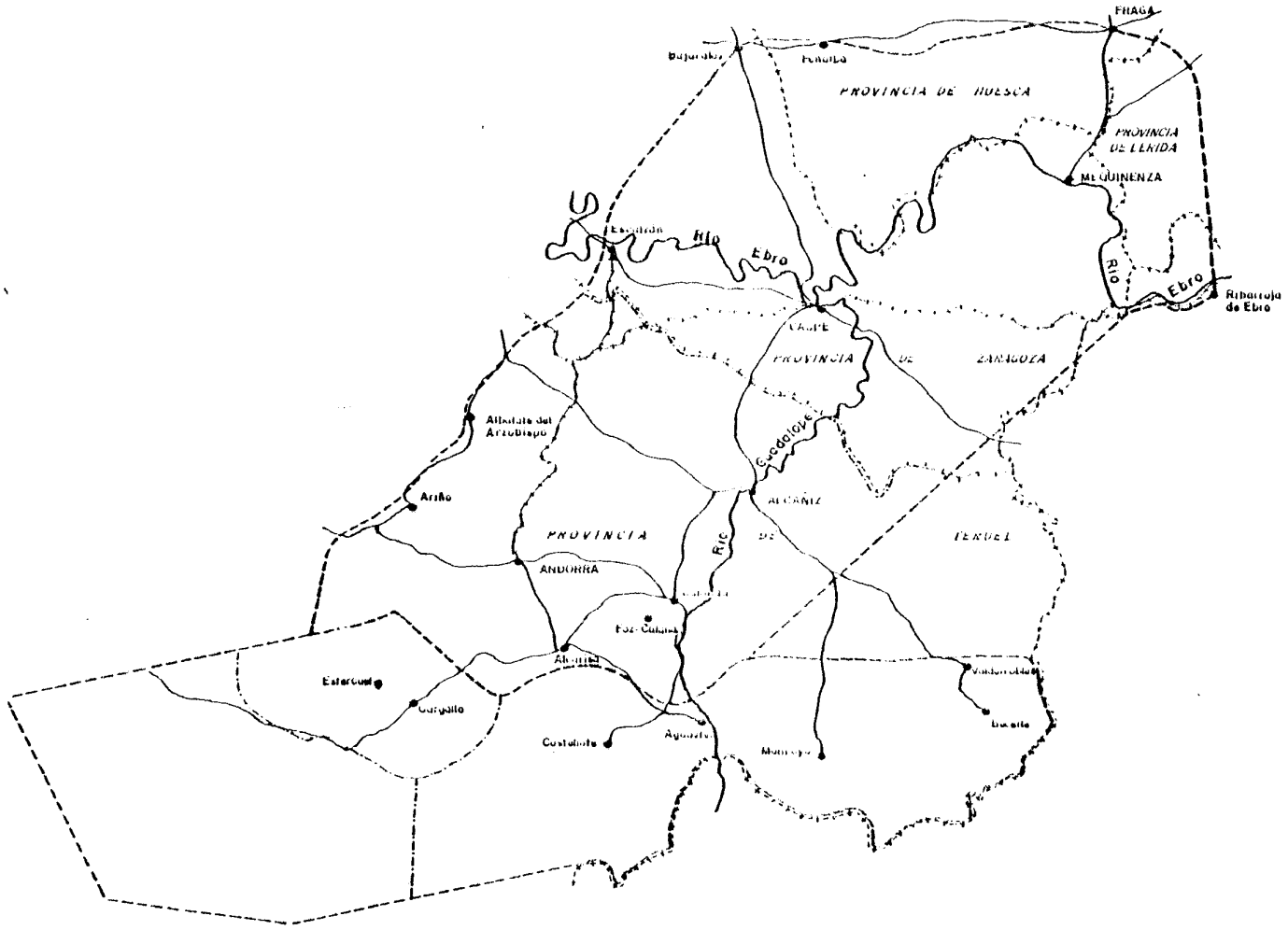
Esta zona se encuentra dividida en dos subzonas, Teruel Sur y Teruel Norte-Mequinenza.

La zona Teruel Sur, queda situada en el cuadrante Nororiental de la provincia de Teruel, limitando al Norte con la Zona Teruel Norte-Mequinenza, al Este con la provincia de Tarragona y al Sur, con el límite de la provincia de Castellón y una linea arbitraria que va hasta Perales de Alfambra, continuando como limite Oeste desde esta última localidad hasta el pueblo de Cosa.

Comprende 49 municipios con una población de 26.500 habitantes, y siendo su extensión de 2.450 Km^2, nos da una densidad de población de 11 habitantes por Km^2.

En esta zona, se encuentran las cuencas lignitíferas de Utrilla-Rillo-Aliaga, Gargallo, Castellote, Belmonte y Beceite.

Teruel Norte-Mequinenza se extiende de forma alargada y en dirección Suroeste-Noroeste, sobre la parte Norte de la



TERUEL ZONA SUR Y
TERUEL NORTE - MEQUINENZA

de la provincia de Teruel, Suroeste de la de Zaragoza, Sur de Huesca y Lérida y una pequeña extensión del Noroeste de Tarragona. Límita al Sur con la denominada Teruel Sur y sus restantes límites se fijan, al Oeste por el curso del rio Martín - hasta Escatrón y la linea que une esta última localidad con - Bujaraloz, y al Este por una linea que une la Ginebrosa con - Ribarroja, y continua hacia el Norte según el meridiano de esta localidad.

Comprende 40 municipios, repartidos sobre las provincias anteriormente citadas, con una población de 67.000 habitantes. Exrendiéndose sobre 4.450 Km^2, arroja una densidad media de 15 habitantes por Km^2.

Dentro de su límite se localizan las cuencas de Ariño-Andorra, Foz-Clanda y Mequinenza.

10.2.- CARACTERISTICAS CLIMATICAS.

En la provincia de Teruel existen dos cuencas carboníferas, la zona Sur comprendida por los puntos de producción de Utrillas, Aliaga, Gargallo, Castellote, Belmonte y Beceite, y la zona Norte Mequinenza con los puntos de producción de - Ariño, Andorra, Foz-Calanda y Mequinenza.

El clima de ambas zonas se puede clasificar como continental en las regiones bajas a continental de montaña en las altitudes superiores a 1.000 m, la temperatura media se puede estimar en 15°C. con mínimas de bajo cero y máximas que superan los 35°C. Las precipitaciones medias estan comprendidas - entre 400 y 600 mm.

10.3.- CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

Las zonas productivas de Teruel pertenecen a la cuenca del Ebro. En la zona Sur los principales rios son: el Güadalope, Güadalopillo y Martín. El Güadalope nace al norte de la Sierra de Gudar, y despues de seguir su curso hacia el Norte, tuerce al este al llegar a Aliaga, saliendo de la zona por Mas de las Matas .

El rio Martir está formado por la unión de los arroyos Segura y Carbón, saliendo de la zona por Obón. El Güadalopillo nace en los altos de Ejulve y baja por Molinos y Berge - por donde sale de la zona.

Las características hidrológicas quedan recogidas en los cuadros siguientes:

Río: Guadalope Estación de Aforos nº: 30 en: Santolea (Cola)

Superficie de la cuenca (km^2) Estación Aforos: 1.002 Total río: 3.892 Altitudes cuenca Estación: 670 Máxima: 1.997

MESES	Período 1931/32–1969/70		Año 1969–1970			
	Caudal medio mensual (m^3/s)	Aportación media mensual (hm^3)	Caudal (m^3/s) Máximo diario	Caudal (m^3/s) Mínimo diario	Caudal (m^3/s) Medio mensual	Aportación (hm^3)
Octubre	3,44	9,21	59,35	2,33	13,59	37,36
Noviembre	3,05	7,91	7,77	4,14	5,36	13,90
Diciembre	3,34	8,94	6,52	4,67	5,68	15,21
Enero	4,07	10,90	55,25	3,70	19,39	51,94
Febrero	3,46	8,37	10,28	5,46	7,30	17,66
Marzo	4,45	11,92	5,20	4,14	4,84	12,97
Abril	4,40	11,40	4,14	2,60	3,37	8,74
Mayo	4,04	10,82	2,97	1,72	2,17	5,82
Junio	3,39	8,79	16,51	1,56	2,36	6,13
Julio	2,23	5,97	3,51	0,92	1,69	4,54
Agosto	1,96	5,25	2,42	1,15	1,57	4,21
Septiembre	1,90	4,92	1,97	1,00	1,38	3,59

Caudal máximo instantáneo del período (Enero, 1970) : 117,5 m^3/s

Aportación total en el Año 1969–1970 : 182,07 hm^3

Río: Martín Estación de Aforos nº: 118 en: Oliete

Superficie de la cuenca (km^2) Estación Aforos: 670 Total río: 2.111 Altitudes cuenca (m) Estación: 570 Máxima: 1.577

MESES	Período 1944-45—1969-70		Año 1969—1970			
	Caudal medio mensual (m^3/s)	Aportación media mensual (hm^3)	Caudal (m^3/s)			Aportación (hm^3)
			Máximo diario	Mínimo diario	Medio mensual	
Octubre	0,96	2,57	8,15	0,25	2,38	6,37
Noviembre	0,88	2,28	3,36	1,20	2,35	6,09
Diciembre	0,86	2,30	2,24	1,68	1,70	4,55
Enero	1,03	2,76	9,90	2,24	4,55	12,19
Febrero	1,32	3,19	3,74	1,96	3,38	8,17
Marzo	1,01	2,70	2,78	0,11	1,61	4,32
Abril	1,02	2,64	1,68	0,77	1,40	3,63
Mayo	2,45	6,56	2,51	0,58	1,44	3,86
Junio	2,68	6,95	1,96	0,25	1,02	2,67
Julio	2,80	7,50	2,78	0,25	1,92	5,14
Agosto	2,74	7,34	2,24	1,44	2,13	5,71
Septiembre	2,55	6,61	2,78	0,25	1,42	3,69

Caudal máximo instantáneo del período (Mayo, 1946) : 250 m^3/s

Aportación total en el Año 1969—1970 : 66,39 hm^3

Río: Guadalopillo Estación de Aforos nº: 100 en: Berge

Superficie de la cuenca (km^2) Estación Aforos: 141 Total río: 386 Altitudes cuenca (m) Estación: 700 Máxima: 1.532

MESES	Período 1943/44—1968/69		Año 1969—1970			
	Caudal medio mensual (m^3/s)	Aportación media mensual (hm^3)	Caudal (m^3/s)			Aportación (hm^3)
			Máximo diario	Mínimo diario	Medio mensual	
Octubre	0,24	0,63	1,12	0,15	0,57	1,53
Noviembre	0,24	0,63	0,68	0,37	0,48	1,24
Diciembre	0,28	0,74	0,65	0,31	0,37	1,00
Enero	0,40	1,07	2,99	0,43	1,41	3,78
Febrero	0,31	0,75	0,82	0,49	0,60	1,44
Marzo	0,28	0,74	0,46	0,31	0,35	0,98
Abril	0,26	0,67	0,31	0,05	0,17	0,44
Mayo	0,19	0,50	0,29	0,05	0,16	0,42
Junio	0,17	0,43	1,12	0,05	0,22	0,57
Julio	0,06	0,17	0,11	0,04	0,06	0,17
Agosto	0,05	0,13	0,13	0,01	0,02	0,06
Septiembre	0,07	0,17	0,01	0,01	0,01	0,02

Caudal máximo del período (Mayo, 1946) : 30 m^3/s

Aportación total en el Año 1969—1970 : 11,70 hm^3

Río: Bergantes Estación de Aforos nº: 31 en: Zorita

Superficie de la cuenca (km^2) Estación Aforos: 1.038 Total río: 1.213 Altitudes cuenca (m) Estación: 570 Máxima: 1.762

MESES	Período 1943/44—1968/69		Año 1969—1970			
	Caudal medio mensual (m^3/s)	Aportación media mensual (hm^3)	Caudal (m^3/s)			Aportación (hm^3)
			Máximo diario	Mínimo diario	Medio mensual	
Octubre	7,87	21,08	152,50	0,73	15,60	41,78
Noviembre	5,22	13,53	1,14	0,60	0,76	1,96
Diciembre	3,74	10,02	2,11	0,60	0,82	2,19
Enero	3,77	10,10	15,66	2,31	5,59	14,98
Febrero	1,43	3,46	2,31	1,45	1,77	4,28
Marzo	1,78	4,77	1,45	0,60	0,74	1,99
Abril	1,98	5,13	0,73	0,60	0,61	1,59
Mayo	2,08	5,57	0,60	0,60	0,60	1,61
Junio	1,58	4,09	0,85	0,60	0,63	1,64
Julio	0,71	1,90	3,27	0,60	0,88	2,35
Agosto	1,15	3,08	0,60	0,60	0,60	1,61
Septiembre	2,66	6,89	2,73	0,60	0,83	2,16
Caudal máximo instantáneo del período (Octubre, 1967) : 1.560 m^3/s						
Aportación total en el Año 1969—1970 : 78,14 hm^3						

Río: Pena Estación de Aforos nº: 110 en: Beceite

Superficie de la cuenca (km^2) Estación Aforos: 49 Total río: 79 Altitudes cuenca (m) Estación: 627 Máxima: 1.356

MESES	Período 1943/44—1968/69		Año 1969—1970			
	Caudal medio mensual (m^3/s)	Aportación media mensual (hm^3)	Caudal (m^3/s)			Aportación (hm^3)
			Máximo diario	Mínimo diario	Medio mensual	
Octubre	0,23	0,62	10,30	0,01	1,25	3,35
Noviembre	0,22	0,58	0,18	0,02	0,11	0,28
Diciembre	0,40	1,04	0,63	0,02	0,12	0,32
Enero	0,11	0,30	3,32	0,18	0,78	2,09
Febrero	0,16	0,40	0,24	0,12	0,16	0,38
Marzo	0,20	0,52	0,12	0,07	0,10	0,27
Abril	0,17	0,44	0,07	0,01	0,02	0,06
Mayo	0,19	0,50	0,01	0,01	0,01	0,02
Junio	0,08	0,21	0,46	0,01	0,07	0,18
Julio	0,03	0,07	0,02	0,01	0,01	0,03
Agosto	0,03	0,07	0,01	0,01	0,01	0,02
Septiembre	0,09	0,23	0,01	0,01	0,01	0,02
Caudal máximo del período (Noviembre, 1966) : 124 m^3/s						
Aportación total en el Año 1969—1970 : 7,07 hm^3						

Los rios estudiados se encuentran regulados por los embalses de Santolea, Pena y Aliaga, y cuyas características - técnicas son las siguientes:

Embalse de Santolea

Superficie de cuenca	1.236 Km^2
Superficie de embalse	312 Ha
Capacidad total	54 Hm^3
Capacidad útil	54 Hm^3
Aliviadero	1.000 m^3/s
Altura de presa	45 m
Tipo	gravedad
Aprovechamiento	riegos

Embalse de Pena

Superficie de cuenca	55 Km^2
Superficie de embalse	157 Ha
Capacidad total	18 Hm^3
Capacidad útil	18 Hm^3
Aliviadero	100 m^3/s
Altura de presa	41 m
Tipo	gravedad
Aprovechamiento	riegos

Embalse de Aliaga.

Este embalse alimenta la centrar térmica de Aliaga, teniendo una capacidad de 0,9 Hm^3

En la zona Norte-Mequinenza el rio más importante es el Ebro, que la atraviesa de Oeste a Este. De los numerosos rios que surcan la región, se puede hacer hincapié en el Martín, Guadalope y Güadalopillo ya descritos anteriormente, y en el rio Matarraña que desemboca en el Ebro poco antes del embalse de Ribarroja.

Los principales datos hidrológicos se recogen en los cuadros siguientes:

Río: Segre — Estación de Aforos nº: 25 — en: Serós

Superficie de la Cuenca (km^2) — Estación Aforos: 12.782 — Total Río: 22.579 — Altitudes Cuenca (m) — Estación: 85 — Máxima: 3.205

MESES	Período 1947/48 a 1967/70		Año 1969–1970			
	Caudal medio mensual (m^3/s)	Aportación media mensual (hm^3)	Caudal (m^3/s) Máximo diario	Mínimo diario	Medio mensual	Aportación (hm^3)
Octubre	97,5	261	221,6	43,8	98	262,5
Noviembre	99,4	258	122,1	36,7	64,2	166,5
Diciembre	100,2	268	87,9	29,1	53,1	142,1
Enero	97,8	262	211,2	24,4	103,–	275,9
Febrero	97,0	235	110,7	34,8	63,7	154,1
Marzo	110,0	294	95,5	32,0	52,7	141,1
Abril	102,9	267	72,6	24,4	49,6	128,5
Mayo	131,1	351	251,7	20,1	91,3	244,6
Junio	138,6	359	270,1	51,5	139,2	360,8
Julio	82,8	222	128,9	52,3	84,1	225,2
Agosto	64,0	171	73,6	22,9	44,8	120,0
Septiembre	72,2	187	69,9	36,8	48,5	125,8
Caudal máximo del período (Octubre–1907): 5.200 m^3/s						
Aportación total en el Año 1969–1970: 2.347,1 hm^3						

Río: Guadalope Estación de Aforos nº : 15 en: Alcañiz

Estación Aforos: 3.476 Estación: 297

Superficie de la Cuenca (km^2) Total Río: 3.892 Altitudes Cuenca (m) Máxima: 1.997

MESES	Período 1912/13 a 1969/70		Año 1969–1970			
	Caudal medio mensual (m^3/s)	Aportación media mensual (hm^3)	Caudal (m^3/s) Máximo diario	Mínimo diario	Medio mensual	Aportación (hm^3)
Octubre	8,53	22,8	192,40	3,00	41,28	110,56
Noviembre	5,15	13,3	15,34	3,36	7,34	19,03
Diciembre	7,07	18,9	22,41	8,04	10,19	27,30
Enero	7,12	19,1	65,00	13,60	32,29	86,49
Febrero	7,04	17,0	15,34	3,00	7,21	17,45
Marzo	9,64	25,8	7,50	4,12	5,48	14,67
Abril	9,31	24,1	4,56	2,84	3,44	8,91
Mayo	10,08	27,0	6,38	3,00	5,35	14,32
Junio	8,78	22,7	10,20	3,18	5,89	15,27
Julio	4,44	11,9	15,34	2,20	4,51	12,07
Agosto	4,39	11,7	4,12	2,08	3,19	8,54
Septiembre	5,10	13,2	4,78	1,72	3,24	8,39
Caudal máximo del período (Octubre–1967): 771 m^3/s						
Aportación total en el Año 1969–1970: 343,00 hm^3						

Dentro de la Zona se encuentran los siguientes embalses:

EMBALSE	RIO	MUNICIPIO	CAPACIDAD (hm^3)
Mequinenza	Ebro	Mequinenza	1.530
Ribarroja	"	Ribarroja de Ebro	291
Cueva Forada	Martín	Oliete	35
Escurisa	Escurisa	Oliete	4
Estanca de Alcañiz	Guadalope	Alcañiz	14
Moros	"	Caspe	0,5
Gallipuen	Guadalopillo	Alcorisa, Berges	4

11.- ZONA PIRENAICA

11.1.- CARACTERISTICAS GENERALES

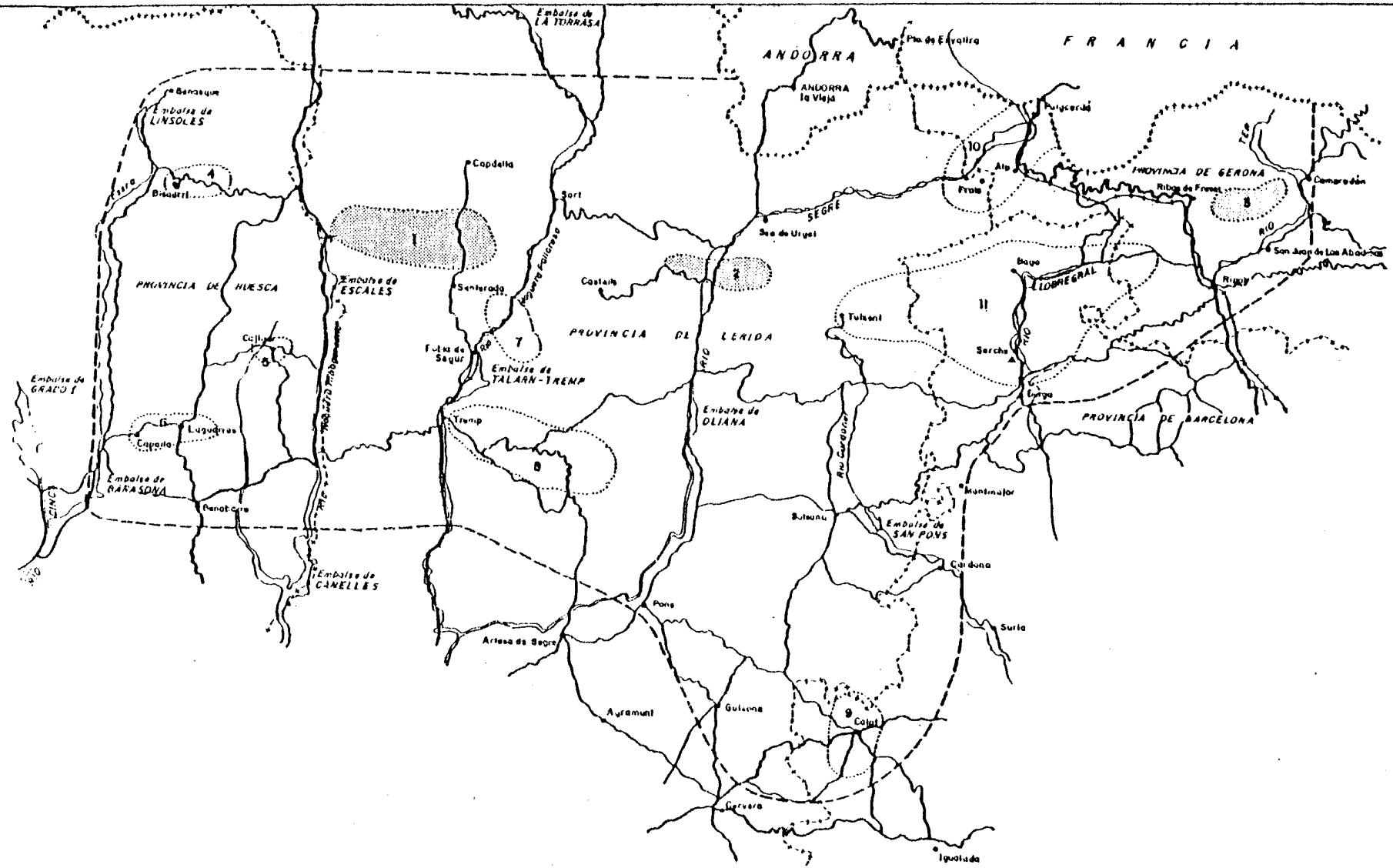
Se encuentra asentada sobre las provincias de Barcelona, Lérida, Gerona y Huesca, comprendiendo la parte Norte de las dos primeras, la Noroeste de la tercera y la Noreste de la última.

La población de la zona alcanza los 215.000 habitantes distribuidos en 51 municipios, que se extienden sobre 14.800 Km^2. Da una densidad de población de 14 habitantes por Km^2.

En esta zona se distribuyen las cuencas mineras de hulla y antracitas de San Juan de las Abadesas, Seo de Urgel-Adrall y Pont de Suert y los de lignitos de Prats-Alp, Berga, - Calaf, Pobla de Segur, Tremp, Cajigar, Capella, Laguares y Bisauri.

11.2.- CARACTERISTICAS CLIMATICAS

Debido a la gran extensión de las cuencas carboníferas incluidas en la zona, a continuación se sintetizan en diversos cuadros los datos climatológicos de algunos de estas cuencas y sus proximidades, que han podido ser recopiladas.



ZONA PIRENAICA

Temperatura absoluta media (°C)

Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Puigcerdá	1,7	3,0	6,4	9	11,9	15,7	18,6	18,5	15,9	10,6	6,6	3,0
Adrall	0	2,0	5,4	8	11	15,2	17,6	17,2	14,5	9,5	8,2	0,8
Tremp	2,9	5,2	9,8	12,9	16,5	20,8	23,9	23,5	20	13,8	7,8	4,2
Benasque	1,9	3,2	6	8,9	12	15,6	18,2	18,0	14,9	10,2	6,5	3,8

Pluviometria anual en litros por m^2.

Puigcerdá	....	997,1 mm
Adrall	....	634,7 mm
Tremp	....	561,4 mm
Benasque	....	1.091,2 mm

De los datos anteriormente expuestos, se deduce que el clima de la región corresponde a clima continental extremado en las zonas de menor altitud, y continental de montaña en las cotas superiores a los 1.000 m.

Los veranos son cortos, siendo los inviernos largos y extremadamente frios, con fuertes heladas y precipitaciones de nieve muy importantes.

11.3.- CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

Los rios de la zona Pirenaica, son típicos de montaña, con su curso en dirección Norte-Sur sensiblemente perpendicular al eje de la cordillera Pirenaica.

El rio más importante es el Segre, en cuyo curso se encuentran los embalses de Oliana y San Lorenzo.

Afluentes principales del Segre son el Noguera Pallaresa y el Noguera Ribagorzana. El primero de ellos pasa por las comarcas de Pobla de Segur y Tremp, encontrándose en él los embalses de Talarn y Terradets. El Noguera Ribargorzana bordea la cuenca de Pont de Suert, dejando a su margen derecha las de Basaurri, Cajigar y Capella-Laguarres. Se encuentra en el cauce - el embalse de Escales.

A continuación se sintetizan los datos existentes en las diversas estaciones de aforos, deduciendose de los mismos - la irregularidad de los aportes, lo cual es propio de los rios de alta montaña.

Río: Segre Estación de Aforos nº: 83 en: Oliana

Superficie de la cuenca (km^2) Estación Aforos: 2.700 Total río: 22.579 Altitudes cuenca Estación: 440 Máxima: 2.921

MESES	Período 1952-53 a 1969-70		Año 1.969—1.970			
	Caudal medio mensual (m^3/s)	Aportación media mensual (hm^3)	Caudal (m^3/s)			Aportación (hm^3)
			Máximo diario	Mínimo diario	Medio mensual	
Octubre	27,9	74,7	38,5	15,3	21,4	57,3
Noviembre	31,3	81,1	26,5	10,7	14,5	37,5
Diciembre	28,3	75,8	16,9	11,1	13,6	36,5
Enero	24,8	66,4	108,0	12,3	39,3	105,2
Febrero	21,9	53,0	29,5	9,9	16,3	39,5
Marzo	30,6	81,9	36,1	9,8	15,5	41,5
Abril	41,2	106,8	60,9	18,7	32,6	84,6
Mayo	54,3	145,4	72,8	17,2	46,9	125,7
Junio	58,7	152,1	104,8	40,6	79,4	205,9
Julio	27,6	73,9	68,0	16,6	32,9	88,1
Agosto	21,3	57,0	19,0	16,9	17,3	46,4
Septiembre	22,4	58,1	17,5	13,6	16,2	42,1
Caudal máximo instantáneo del período (Octubre, 1907): 1.900 m^3/s						
Aportación total en el año 1969—70: 910.3 hm^3						

Río: Esera Estación de Aforos nº: 128 en: Barasona

Superficie de la cuenca (km^2) Estación Aforos: 1.511 Total río: 1.532 Estación: 500 Altitudes cuenca Máxima: 3.404

MESES	Período 1906-07 a 1969-70		Año 1.969–1.970			
	Caudal medio mensual (m^3/s)	Aportación media mensual (hm^3)	Caudal (m^3/s) Máximo diario	Mínimo diario	Medio mensual	Aportación (hm^3)
Octubre	28,0	75,0	92,00	3,89	20,53	54,99
Noviembre	31,1	80,6	49,92	2,77	17,55	45,51
Diciembre	22,1	59,2	23,55	5,58	11,86	31,78
Enero	18,6	49,8	220,65	2,07	49,42	132,37
Febrero	18,0	43,5	22,06	7,37	13,96	33,78
Marzo	29,4	78,7	22,57	5,68	10,51	28,16
Abril	34,6	89,7	37,29	2,23	18,15	47,06
Mayo	49,3	132,0	109,04	4,88	38,44	102,95
Junio	48,1	124,7	105,75	25,72	45,15	117,03
Julio	30,0	80,3	42,15	11,04	23,93	64,11
Agosto	22,1	59,2	39,21	0,10	12,24	32,79
Septiembre	20,7	53,6	18,19	2,60	7,46	19,35
Caudal máximo instantáneo del período (Agosto, 1963): 1.978 m^3/s						
Aportación total en el año 1969–70: 709,93 hm^3						

Río: Noguera Pallaresa Estación de Aforos nº: 146 en: Pobla de Segur ,

Superficie de la cuenca (km^2) Estación Aforos: 1.931 Total río: 2.820 Estación: 500 Altitudes cuenca Máxima: 2.906

MESES	Período 1952-53 a 1969-70		Año 1.969–1.970			
	Caudal medio mensual (m^3/s)	Aportación media mensual (hm^3)	Caudal (m^3/s) Máximo diario	Mínimo diario	Medio mensual	Aportación (hm^3)
Octubre	28,6	76,6	21,77	8,52	14,31	38,34
Noviembre	36,0	93,3	25,32	9,17	15,29	39,63
Diciembre	29,0	77,7	25,07	9,17	14,35	38,44
Enero	24,6	65,9	103,67	7,72	31,92	85,51
Febrero	23,4	56,6	28,27	14,07	20,58	49,79
Marzo	32,3	86,5	28,67	10,92	17,13	45,89
Abril	47,5	123,1	85,27	15,07	38,28	99,23
Mayo	78,0	208,9	152,47	32,77	78,15	209,33
Junio	72,9	188,9	152,67	75,17	119,82	310,59
Julio	37,1	99,3	86,27	21,37	41,64	111,53
Agosto	21,0	56,2	26,07	10,67	17,89	47,93
Septiembre	20,2	52,3	18,57	3,68	8,26	21,42
Caudal máximo instantáneo del período (Octubre, 1937): 1.500 m^3/s						
Aportación total en el año 1969–70: 1.097,71 hm^3						

Río: Noguera Ribagorzana Estación de Aforos nº: 137 en: Pont de Suert

Estación Aforos: 558 Estación: 824
Superficie de la cuenca (km^2) Total río: 2.046 Altitudes cuenca Máxima: 3.205

MESES	Período 1952-53 a 1969-70		Año 1.969–1.970			
	Caudal medio mensual (m^3/s)	Aportación media mensual (hm^3)	Caudal (m^3/s)			Aportación (hm^3)
			Máximo diario	Mínimo diario	Medio mensual	
Octubre	16,3	43,6	30,65	6,78	13,54	36,28
Noviembre	17,7	45,9	20,26	6,40	10,89	28,23
Diciembre	11,4	30,5	12,93	6,78	9,16	24,55
Enero	10,4	27,8	61,50	8,04	25,52	68,35
Febrero	8,9	21,5	15,62	6,40	9,37	22,68
Marzo	13,1	35,1	17,85	6,40	10,69	28,65
Abril	19,1	49,5	31,72	8,99	17,70	45,89
Mayo	29,5	79,0	52,91	17,85	27,86	74,63
Junio	33,8	87,6	48,75	32,80	39,66	102,82
Julio	20,3	54,4	33,93	12,30	21,21	56,82
Agosto	12,9	34,5	15,20	7,05	10,63	28,48
Septiembre	13,0	33,7	11,80	5,16	8,22	21,31
Caudal máximo instantáneo del período (Octubre, 1907): 1.300 m^3/s						
Aportación total en el año 1969–70: 538,75 hm^3						

Río: Ter Estación de Aforos nº: 33 en: Ripoll

Estación Aforos: 738 Estación: 617
Superficie de la cuenca (km^2) Total río: 3.010 Altitudes cuenca Máxima: 2.913

MESES	Período 1916-17 a 1969-70		Año 1.969–1.970			
	Caudal medio mensual (m^3/s)	Aportación media mensual (hm^3)	Caudal (m^3/s)			Aportación (hm^3)
			Máximo diario	Mínimo diario	Medio mensual	
Octubre	8,92	23,89	20,98	5,21	6,12	16,41
Noviembre	9,36	24,26	5,98	4,95	5,24	13,59
Diciembre	7,72	20,70	5,21	4,95	5,00	13,41
Enero	6,07	16,26	5,21	3,20	4,90	13,12
Febrero	7,10	17,17	4,00	3,20	3,25	7,87
Marzo	9,51	25,47	5,21	3,20	4,16	11,24
Abril	9,27	24,03	5,98	5,21	5,56	14,43
Mayo	12,14	32,51	76,77	5,21	9,29	24,88
Junio	11,92	30,90	7,95	5,21	5,66	14,68
Julio	7,58	20,30	5,21	4,45	5,16	13,84
Agosto	6,15	16,47	4,95	4,00	4,40	11,78
Septiembre	7,02	18,20	4,00	2,00	3,28	8,39
Caudal máximo instantáneo del período (Agosto, 1955): 267 m^3/s						
Aportación total en el año 1969–70: 163,61 hm^3						

Río: Llobregat Estación de Aforos nº: 23 en: Castellvell

Estación Aforos: 3.293 Estación: 155
Superficie de la cuenca (km^2) Total río: 4.948 Altitudes cuenca Máxima: 2.531

MESES	Período 1912-13 a 1969-70		Año 1.969–1.970			
	Caudal medio mensual (m^3/s)	Aportación media mensual (hm^3)	Caudal (m^3/s)			Aportación (hm^3)
			Máximo diario	Mínimo diario	Medio mensual	
Octubre	18,5	49,5	53,6	8,0	19,1	51,3
Noviembre	17,4	45,1	29,8	11,5	15,4	40,0
Diciembre	15,7	42,0	15,1	6,7	10,9	29,4
Enero	14,4	38,6	78,3	10,0	23,2	62,2
Febrero	16,6	41,6	19,6	10,9	14,7	35,7
Marzo	20,9	56,0	13,3	6,7	9,6	25,8
Abril	23,2	60,1	11,2	6,2	8,1	21,1
Mayo	26,8	71,8	177,4	6,2	32,1	86,0
Junio	22,1	57,3	14,0	7,4	9,4	24,4
Julio	14,7	39,4	10,5	6,0	7,3	19,6
Agosto	13,4	35,9	7,4	5,8	6,4	17,2
Septiembre	14,8	38,4	7,6	3,6	5,3	13,8

Caudal máximo instantáneo del período (Septiembre, 1913): 1.502 m^3/s
Aportación total en el año 1969–70: 427,1 hm^3

Río: Cardoner Estación de Aforos nº: 1 en: Cardona

Estación Aforos: 643 Estación: 387
Superficie de la cuenca (km^2) Total río: 1.373 Altitudes cuencas Máxima: 2.497

MESES	Período 1912-13 a 1969-70		Año 1.969–70			
	Caudal medio mensual (m^3/s)	Aportación media mensual (hm^3)	Caudal (m^3/s)			Aportación (hm^3)
			Máximo diario	Mínimo diario	Medio mensual	
Octubre	4,05	10,84	18,12	2,40	6,17	16,53
Noviembre	3,89	10,08	10,72	3,14	6,07	15,73
Diciembre	3,61	9,67	4,46	1,39	2,70	7,25
Enero	3,54	9,48	34,61	2,27	8,26	22,13
Febrero	3,53	8,54	4,96	1,49	3,06	7,40
Marzo	4,76	12,75	2,69	1,07	1,83	4,90
Abril	5,23	13,16	2,57	0,65	1,74	4,51
Mayo	6,24	16,71	65,43	0,12	10,84	29,05
Junio	5,02	13,01	6,60	0,12	2,95	7,66
Julio	3,61	9,67	9,06	1,49	4,05	10,86
Agosto	2,96	7,93	5,78	2,71	4,04	10,83
Septiembre	3,17	8,22	5,23	2,48	4,00	10,38

Caudal máximo instantáneo del período (Marzo, 1969): 199 m^3/s
Aportación total en el año 1969–70: 147,30 hm^3

En el cuadro siguiente se relacionan con sus correspondientes capacidades útiles, los embalses más importantes situados en la Zona.

EMBALSE	RIO	CAPAC. UTIL (hm^3)
Barrasona	Esera	70
Cavallers	Noguera de Tor	15
Escales	Noguera Ribagorzana	120
Talarn	Noguera Pallaresa	184
Tarradets	Noguera Pallaresa	23
San Lorenzo	Segre	3
Oliana	Segre	75
San Pons	Cardoner	24,5

En conjunto, estos embalses con otros menores, como los de Paso Nuevo y Linsoles sobre el Esera, Llesp sobre el Noguera de Tor y Sopeira sobre el Noguera Ribagorzana, superan una capacidad de embalse de 520 hm^3

11.4.- ZONA PIRENAICA

En los cuadros I y II se especifican las instalaciones que se han visitado y realizado encuestas, con indicación de las empresas explotadoras.

En total las instalaciones encuestadas han sido:

Instalaciones de mina 2
Instalaciones de lavadero . 2

De estas encuestas se han cumplimentado:

Instalaciones de mina 2
Instalaciones de lavaderos . 2

CUADRO : CUADRO I -Instalaciones de mina encuestadas **ZONA:** PIRENAICA **SUBZONA :**

ENCUESTA Nº	INSTALACION	EMPRESA	MUNICIPIO	DOMICILIO SOCIAL	OBSERVACIONES
1	M. PEDRAFORCA	CARBONES PEDRAFORCA	SALDE	P. de la Paz, 7 BERGA (Barcelona	
3	MINA CONSOLACION	CARBONES DE BERGA	SERCH	FIGOLS (Barcelona)	

CUADRO : II - Lavaderos encuestados **ZONA:** PIRENAICA **SUBZONA :**

ENCUESTA Nº	INSTALACION	EMPRESA	MUNICIPIO	DOMICILIO SOCIAL	OBSERVACIONES
2	LAV. PEDRAFORCA	CARBONES DE PEDRAFORCA	SALDES	P. de la Paz, 7 BERGA (Barcelona	
4	LAV. DE BERGA	CARBONES DE BERGA S.A.	SERCH	FIGOLS (Barcelona)	

CUADRO III - ZONA PIRENAICA -- Características de las instalaciones de mina

ENCUESTA Nº	INSTALACION	INST. DE DRENAJE			CAUDALES DESAGUADOS					PRODUCCION MEDIA DE CARBON BRUTO M.t/año	VERTIDO POR t. CARBON BRUTO $m^3/t.$	RIO RECEPTOR	RIO PRINCIPAL
					MINIMO		MAXIMO		MEDIO				
		Nº BOMBAS	POTENCIA INSTALADA C.V.	CAPACIDAD DE DESAGUE m^3/h	M. m^3/ dia	Mes	M. m^3/dia	Mes	M. m^3/año				
1	MINA PEDRAFORCA								300	75		SALDE	
3	MINA CONSOLACION	1	60	50	15		30		270	1.025		LLOBREGAT	

CUADRO IV - ZONA PIRENAICA - Características de los lavaderos

ENCUESTA Nº	LAVADERO	CAPACIDAD TRATAMIENTO t/h	SISTEMA DE LAVADO (1)	CIRCUITO DE AGUA (2)	CONSUMOS DE AGUA		BALSAS		ESPESADORES		VERTIDO M. m³/año	PRODUCCION CARBON VENDIBLE M. t/año	VERTIDO X t CARBON VENDIBLE m³/t	RIO RECEPTOR	RIO PRINCIPAL
					AGUA NUEVA M.m³/año	AGUA RECICLADA M.m³/año	Nº	CAPACIDAD m³	Nº	CAPACIDAD m³					
2	LAV. PEDRAFORCA	30	C - G	A	7,5						5	0,2		SALDES	
4	LAV. DE BERGA	200	C - MD	A	25		3	4.500			19	420		LLOBREGAT	

(1) C.- Clasificacion , MD.- Medios densos , G.- Gravimetria, F.- Flotacion.

(2) A.- Abierto , C.- Cerrado

CUADRO V-1 - ZONA PIRENAICA - Análisis químico de las muestras de los vertidos de las instalaciones de mina

ENCUESTA Nº	INSTALACION	CONCENTRACIONES														CAUDAL $M.m^3$/ año
		pH	CONDUCTIVIDAD 20 °C $\mu\Omega^{-1}\ cm^{-1}$	CARBONATOS CO_3 mg/l.	BICARBONATOS $CO_3^{=}H$ mg/l.	SULFATOS SO_4 mg/l.	DUREZA TH f°	HIERRO Fe mg/l.	MANGANESO Mn mg/l.	AMONIACO NH_4^+ mg/l.	ACEITES Y GRASAS mg/l.	FENOLES mg/l.	SOLIDOS SUSPENSION mg/l.	SOLIDOS VOLATILES %	D.Q.O. mg./l. O_2	
1	MINA PEDRAFORCA	7,6	8.700		408,7	270	25,45	≤0,1	≤0,1				1.418	14,3	240	300
3	MINA CONSOLACION	7,8	1.600		170,8	1.000	26,15	≤0,1	≤0,1				0,4	≤ 0,1	2	270

CUADRO V-2 - ZONA PIRENAICA . Análisis químico de las muestras de los vertidos de lavadero

ENCUESTA Nº	INSTALACION	CONCENTRACIONES															CAUDAL
		pH	CONDUCTIVIDAD 20 °C $\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1}	CARBONATOS CO_3 mg/l.	BICARBONATOS $CO_3^{=}$ H mg/l.	SULFATOS SO_4 mg/l.	DUREZA TH f°	HIERRO Fe mg/l.	MANGANESO Mn mg/l	AMONIACO NH_4^+ mg/l.	ACEITES Y GRASAS mg/l.	FENOLES mg/l.	SOLIDOS SUSPENSION mg/l.	SOLIDOS VOLATILES %	D.Q.O. mg/l. O_2	M.m^3/año
4	LAV. DE BERGA	7,8	500	158,6	212	22.65					0,16	≤0,01	1.050	27,8	480	19

11.5. EFECTOS DE LOS VERTIDOS MINEROS EN LOS CAUCES PUBLICOS DE LA ZONA.

Dada la poca mineria de carbón existente en esta zona, la influencia sobre los rios de la zona es escasa, tanto por - los caudales vertidos, 689.000 m^3/año en total, como en los - contenidos aportados, que quedan muy diluidos al unirse a las aguas de los rios.

De las explotaciones mineras, se arrojan un promedio de 1.418 mg/l de sólidos en suspensión, y 240 mg/l de DQO, en minas de Pedraforca, y 0,4 mg/l de sólidos en suspensión y DQO inferir a 2 mg/l en mina Consolación.

En cuanto al lavadero de Berga se refiere, con un vertido de 19.000 m^3 anuales, los sólidos en suspensión aportados son de 1.050 mg/l y 480 mg/l de DQO.

12.- ZONA SUR DE ESPAÑA

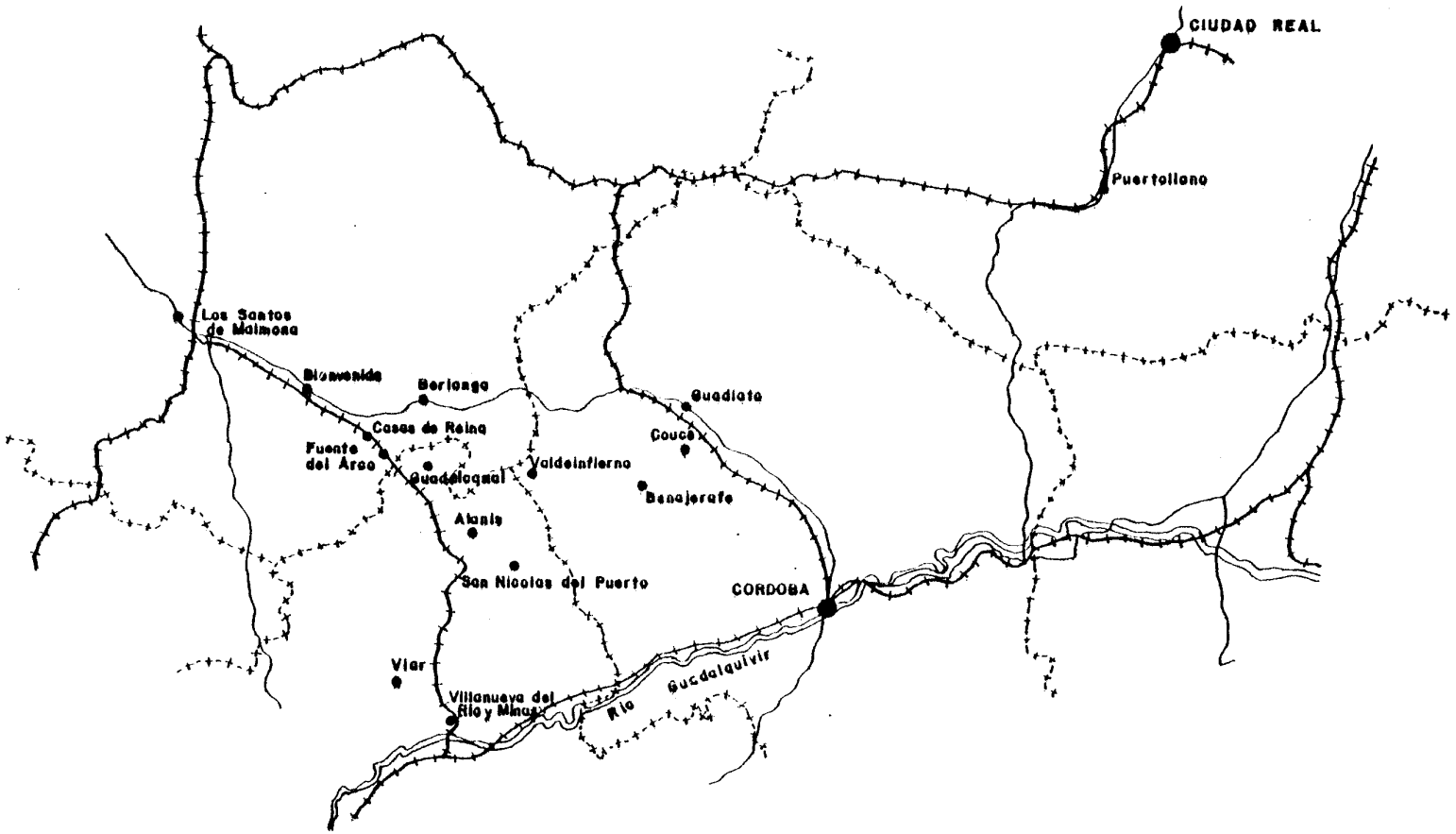
12.1.- CARACTERISTICAS GENERALES

Dada la amplitud de esta zona, podemos subdividirla en tres subzonas, a saber: Puertollano, Marianicas Occidentales, y Arenas del Rey-Padul.

La Subzona de Puertollano ocupa una extensión de 40 Km^2 en la provincia de Ciudad Real, con una densidad media de población de 236 habitantes por Km^2.

La Subzona Marianicas Occidentales se extiende sobre las provincias de Córdoba, Badajoz y Sevilla, con una población de 165.000 habitantes. Asentada en una gran extensión de terrno, da una muy baja densidad de población. Esta subzona comprende las cuencas carboníferas de Guadiato, Valdeinfierno, Conce y Benajarafe, en la provincia de Córdoba; Santos de Maimona, Bienvenida, Casas de Reina, Berlanga y Fuente del Arco, en la provincia de Badajoz y Guadalcanal, Alanis, San Nicolas del Puerto, Vior y Villanueva del Rio y Minas en la de Sevilla.

La subzona de Arenas del Rey - Padul, se encuentra situada en la provincia de Granada, siendo su influencia en la actualidad muy limitada.



ZONA SUR DE ESPAÑA

12.2.- CARACTERISTICAS CLIMATICAS

Dentro de la cuenca carbonífera del Sur de España, se pueden distinguir las zonas siguientes:

- Zona de Puertollano
- Zona de las Marianicas Occidentales
- Zona de Arenas del Rey y Padul

La zona de Puertollano está situada en las estribaciones septentrionales de Sierra Morena, presenta un clima continental con inviernos frios y veranos secos y calurosos. La media de las temperaturas máximas es de 38°C, la media de las temperaturas mínimas es de -5°C, y la temperatura media es de aproximadamente 20,5°C. La pluviometria media es de 537 l. por m^2.

El clima de la zona Marianica es del tipo mediaterraneo, con veranos largos y calurosos e inviernos cortos y benignos.

En los cuadros siguientes se detallas las temperaturas y precipitaciones de la región.

TEMPERATURAS MEDIAS (°C)

Observatorio	Anual	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Badajoz	16,54	8,4	9,8	12,3	14,8	18,1	22,6	25,6	22,6	22,5	17,6	12,2	9
Ciudad Real	15,02	5,2	7,2	10,6	12,9	16,5	21,9	26,5	25,4	22,0	15,0	10,5	6,6
Córdoba	17,63	8,9	10,6	12,8	15,4	19,0	24,3	27,7	27,7	24,1	18,5	13,1	9,5
Sevilla	18,65	10,3	12	14,2	16,8	20,1	24,5	27,8	28,2	24,7	19,6	14,5	11,1
Pedroches	15,94	7,1	8,1	9,5	13,8	18,9	22,5	26,8	26,4	22,9	16,3	11,3	7,7
Pozoblanco	15,25	5,6	8,4	10,9	13,8	16,5	21,8	25,5	26,2	22,1	15,8	9,9	6,6
Zafra	15,42	7,2	8,5	11.2	14,0	16,7	21,8	23,4	24,4	21,8	16,8	11,3	8,0

PRECIPITACIONES MEDIAS (mm)

Observatorio	Anual	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Badajoz	506	52,6	51,4	61,2	45	38,6	24,6	4,6	5,4	30,6	55,4	75,1	61,5
Ciudad Real	389,5	29,1	39,1	47,4	42,5	40,5	27,7	2,5	4,9	27,7	42,6	45,4	40,1
Córdoba	651	74,0	74,7	102,9	62,0	48,4	16,2	2,3	2,9	21,9	82	82	81,7
Sevilla	529,7	53,5	63,4	64,3	54,2	37,2	18,2	1,4	2,7	6,0	68,4	85,2	75,2
Pedroches	461	43,6	42,3	65,9	40,2	44,2	24,2	2,9	6,5	15,7	55,6	50,7	69,2
Pozoblanco	480,4	47,1	48,8	70,0	51,6	37,1	26,0	5,3	5,9	24,9	54,3	51,8	57,6
Zafra	532,4	61,7	51,1	68,3	48,4	44,7	20,8	3,7	10,5	22,7	51,8	69,2	79,5

Las zonas de Arenas del Rey y Padul, estan situadas en la provincia de Granada a 20 Km una de otra, y en los términos municipales de su nombre.

El clima de estas dos cuencas es del tipo continental extremado, debido a la proximidad de la Sierra Almijara en Arenas del Rey y de Sierra Nevada en Padul.

Las temperaturas medias anuales oscilan entre 15 y 16° C y su pluviometria entre 400 y 500 mm.

12.3.- CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

La zona de Puertollano es totalmente deficitaria en cuanto se refiere a recursos hidraúlicos.

El único rio de importancia es el Ojailén, que carece de estación de aforos. El caudal de este rio es muy irregular, teniendo una máxima avenida de unos 286 m^3/s.

El abastecimiento de agua se realiza a partir del embalse de Montoro cuyos datos técnicos son los siguientes:

Superficie de la cuenca ...	554 Km^2
Superficie del embalse	388 Ha
Capacidad total	44 Hm^3
Capacidad util	29 Hm^3
Aliviadero	800 m^3/s
Altura de presa	37 m
Tipo	gravedad

En la zona de las Marianicas Occidentales, debido a su amplia dispersión se han sintetizado al máximo los datos existentes, resumiendo la información en el cuadro siguiente:

Cuenca	Río	Caudal (m^3/s)	Estación de aforo
GUADIANA	Jabalón	1,70	Puente Morena
	Zujar	12,80	Embalse de Zújar
		13,40	Villanueva
		39,60	Puebla de Alcocer
	Matachel	–	–
	Guadajira	–	–
	Olivenza	–	–
	Ardilla	–	–
GUADALQUIVIR	Guadalquivir	9,06	Arroyo María
		24,00	Mangibar
		72,10	Peñaflor
	Guadalimar	6,12	Ariza
		6,13	Olvera
		6,11	Escuderos
		15,10	V. de L. Ollas
	Guadalmena	3,85	H. de Vela
	Guadalén	–	–
	Rumblar	–	–
	Jándula	4,88	Embalse de Jándula
	Montoro	–	–
	Guadalmellato	–	–
	Guadiato	3,84	La Breña
	Bembézar	–	–
	Retortillo	–	–
	Viar	–	–
	Ribera de Cala	6,18	Presa de Cala
	Ribera de Huelva	27,40	El Gergal

Cuenca	Embalse	Río	Municipio	Capacidad (hm^3)
GUA-DIANA	Peñarroya	Guadiana	Argamasilla de Alba	48
	Zújar	Zújar	Castuera, Esparragosa	723
	Valuengo	Ardilla	Jerez de Los Caballeros	20
GUADALQUIVIR	Marmolejo	Guadalquivir	Marmolejo	13
	Alcalá del Río	Guadalquivir	Alcalá del Río	21
	Guadalmellato	Guadalmellato	Alcolea, Córdoba, Adamuz	163
	Sierra Boyera	Guadiato	Belmez	41
	Puente Nuevo	Guadiato	Villaviciosa	286
	La Breña	Guadiato	Almodóvar del Río	115
	Bembézar	Bembézar	Hornachuelos	352
	Bembézar Deriv.	Bembézar	Hornachuelos	21
	Retortillo	Retortillo	Hornachuelos, P. de Infantes	73
	Retortillo Deriv.	Retortillo	Hornachuelos, Peñaflor	14
	El Pintado	Viar	Cazalla de La S., Real de La Jara	202

La zona lignitífera de Arenas del Rey, se encuentra atravesada por los rios Cacín, Añales y Jatar, cuyas aguas van a parar al embalse de los Bermejales. Las entradas totales de este embalse son de 54,4 Hm^3/año, es decir 1,74 m^3/s de caudal medio continuo.

Según aforos realizados por la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras durante el mes de Febrero de 1980, el caudal de los cuatro rios más importantes es el siguiente:

Rio Cacin	.....	709 l/s
Rio Añales	.....	116 l/s
Rio Jatar	.....	241 l/s

siendo sus máximas avenidas las siguientes:

Rio Cacin	.....	166 m^3/s
Rio Añales	.....	84 m^3/s
Rio Játar	.....	69 m^3/s

La turbera de Padúl tiene una extensión de 50 Km^2, siendo una cuenca endorreica hasta que a finales del siglo XVIII se excavó una zanja de drenaje, que drena las aguas hacia el rio Dúrcal en las proximidades de Corvijar, y por donde sale la totalidad de la descarga superficial de la turbera y de su nueva vertiente.

Los aforos realizados por la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones mineras durante el año 1980 arrojan los siguientes datos:

6 - 2 - 1980	.....	601,4 l/s
18 - 2 - 1980	.....	579,9 l/s
29 - 2 - 1980	.....	652,4 l/s
7 - 3 - 1980	.....	574,9 l/s
21 - 3 - 1980	.....	554,9 l/s

Suponiendo todo ello una descarga media de 593 l/s.

12.4.- SUR DE ESPAÑA

En esta zona se han realizado encuestas en las instalaciones existentes en las provincias de Ciudad Real y Córdoba.

En los cuadros I y II, se especifican las instalaciones que se han visitado y realizado encuesta, con indicación de las empresas explotadoras.

En total las instalaciones encuestadas han sido:

Instalaciones de mina	....	5
Lavaderos	.....	1

De estas encuestas se han cumplimentado:

Instalaciones de mina	.....	5
Lavaderos	.....	1

En el cuadro III, se describen las instalaciones de bombeo, así como los caudales desaguados, con indicación de los máximos, mínimos y medios anuales y los meses en que es-

CUADRO : I Instalaciones de mina encuestadas **ZONA:** SUR DE ESPAÑA **SUBZONA :**

ENCUESTA Nº	INSTALACION	EMPRESA	MUNICIPIO	DOMICILIO SOCIAL	OBSERVACIONES
1	MINA EMMA	E.N. CARBONIFERA DEL SUR	PUERTOLLANO	Monte Esquinza, 24 MADRID	
2	POZO ESPIEL	" " "	ESPIEL	" " "	
3	POZO BELMEZ	" " "	BELMEZ	" " "	
4	RAMPA N° 3	" " "	FUENTEOVEJUNA	" " "	
5	CERVANTES	" " "	FUENTEOVEJUNA	" " "	

CUADRO : II - LAVADEROS ENCUESTADO **ZONA:** SUR DE ESPAÑA **SUBZONA :**

ENCUESTA Nº	INSTALACION	EMPRESA	MUNICIPIO	DOMICILIO SOCIAL	OBSERVACIONES
6	LAV. EL PORVENIR	E.N. CARBONIFERA DEL SUR	FUENTEOVEJUNA	Monte esquinza, 24 MADRID	

CUADRO III - SUR DE ESPAÑA - Características de las instalaciones de mina

ENCUESTA Nº	INSTALACION	INST. DE DRENAJE			CAUDALES DESAGUADOS					PRODUCCION MEDIA DE CARBON BRUTO	VERTIDO POR t. CARBON BRUTO	RIO RECEPTOR	RIO PRINCIPAL
		Nº BOMBAS	POTENCIA INSTALADA	CAPACIDAD DE DESAGÜE	MINIMO		MAXIMO		MEDIO				
			C.V.	m^3/h	$M.m^3/día$	Mes	$M.m^3/día$	Mes	$M.m^3/año$	M.t/año	$m^3/t.$		
1	MINA EMMA	3	140	180					90	635	0,1	A. NAVAJITOS	OJAILEN
2	POZO ESPIEL	3	430	180	0,1		0,2		60	109	0,5	A. TAMOJAR	GUADIATO
3	POZO BELMEZ	2		120	0,1		0,1		30	58	0,5	ARROYO	GUADIATO
4	RAMPA N° 3	2	300	160	0,1		0,2		28	33	0,8	A. LOBREGO	GUADIATO
5	CERVANTES	2	300	100	0,3		0,9		239	188	1	ARROYO	GUADIATO

CUADRO IV - SUR DE ESPAÑA - Características de los lavaderos

ENCUESTA Nº	LAVADERO	CAPACIDAD TRATAMIENTO t/h	SISTEMA DE LAVADO (1)	CIRCUITO DE AGUA (2)	CONSUMOS DE AGUA		BALSAS		ESPESADORES		VERTIDO M.m³/año	PRODUCCION CARBON VENDIBLE M.t/año	VERTIDO X t CARBON VENDIBLE m³/t	RIO RECEPTOR	RIO PRINCIPAL
					AGUA NUEVA M.m³/año	AGUA RECICLADA M.m³/año	Nº	CAPACIDAD m³	Nº	CAPACIDAD m³					
6	LAV. EL PORVENIR	100	E-MD-G	C	107	186					75	210		A. LA PARRILLA	GUADIATO

(1) C.- Clasificacion , MD.- Medios densos , G.- Gravimetria, F.- Flotacion.

(2) A.- Abierto , C.- Cerrado

CUADRO V-1 - SUR DE ESPAÑA - Análisis químico de las muestras de los vertidos de las instalaciones de mina

ENCUESTA N°	INSTALACION	CONCENTRACIONES														CAUDAL $M.m^3$/año
		pH	CONDUCTIVIDAD 20° C $\mu\Omega^{-1} cm^{-1}$	CARBONATOS CO_3 mg/l.	BICARBONATOS $CO_3^{=}H$ mg/l.	SULFATOS SO_4 mg/l.	DUREZA TH f°	HIERRO Fe mg/l.	MANGANESO Mn mg/l.	AMONIACO NH_4^+ mg/l.	ACEITES Y GRASAS mg/l.	FENOLES mg/l.	SOLIDOS SUSPENSION mg/l.	SOLIDOS VOLATILES %	D.Q.O. mg./l. O_2	
1	MINA EMMA	7,8	2.550		402,6	1.400	138,5	≤0,1	≤0,1	≤0,5			44	23,64	20	90
2	POZO ESPIEL	8,3	1.350	3,0	908,9	40	11,2	≤0,1	≤0,1				202	2,13	208	60
3	POZO BELMEZ	8,8,	2.250	72,0	1.116,3	56	13,05	≤0,1	≤0,1				26,8	9,55	44	30
4	RAMPA N° 3	8,4	3.100	48,0	774,7	480	89,00	≤0,1	≤0,1				59,0	5,05	56	28
5	CERVANTES	8,5	3.800	60,0	1.274,9	680	46,60	≤0,1	≤0,1				25,2	9,13	36	239

CUADRO V-2 - SUR DE ESPAÑA - Análisis químico de las muestras de los vertidos de lavadero

ENCUESTA Nº	INSTALACION	CONCENTRACIONES														CAUDAL
		pH	CONDUCTIVIDAD 20 °C $\mu\Omega^{-1}\ cm^{-1}$	CARBONATOS CO_3 mg/l.	BICARBONATOS $CO_3^{=}\ H$ mg/l.	SULFATOS SO_4 mg/l.	DUREZA TH f°	HIERRO Fe mg/l.	MANGANESO Mn mg/l.	AMONIACO NH_4^+ mg/l.	ACEITES Y GRASAS mg/l.	FENOLES mg/l.	SOLIDOS SUSPENSION mg/l.	SOLIDOS VOLATILES %	D.Q.O. mg./l. O_2	M.m³/año
6	LAV. EL PORVENIR	8,4	1.200	24,0	396,5	440,0	52,05	≤0,1	≤0,1		7,84	≤0,01	15,69	13,97	28	75

tos se producen. Tambien queda reflejado en este cuadro la distribución de los vertidos a los diferentes rios de la zona. De igual forma en el cuadro IV, se indican las caracterísi - cas de los lavaderos.

Los análisis de las muestras tomadas, de los vertidos quedan reflejadas en los cuadros V-1 y V-2.

12.5.- EFECTOS DE LOS VERTIDOS MINEROS EN LOS CAUCES PUBLICOS DE LA ZONA.

En la provincia de Ciudad Real, la encuesta se ha - realizado sobre la mina ENMA, explotación de hulla, a cielo - abierto, en las proximidades de Puertollano. Esta población - con una producción media anual de 625.000 t, realiza un drena je de unos 90.000 m^3/año. Estas aguas que proceden tanto de - acuíferos interiores como de aguas de lluvia no parecen tener una marcada influencia sobre el rio Ojailén, receptor de los vertidos, a través del arroyo Navajitos.

Los sólidos en suspensión contenidos en estas aguas, alcanzan los 44 mg/l con una D.Q.O. de 20 mg/l valores estos que están muy por debajo de los límites recomendados.

En la provincia de Córdoba, todos los vertidos de - las instalaciones encuestadas son aportados al rio Guadiato, a través de diferentes arroyos. El caudal aportado por todas estas instalaciones está próximo a los 435.000 m^3/año, de - los cuales el 17,3%, corresponde al lavadero del Porvenir, -

único en funcionamiento en la zona. Debido a la instalación - de balsas y recirculación de las aguas al circuito de lavado, la calidad de las aguas vertidas, es óptima, ya que aporta - unos sólidos en suspensión que no sobrepasan los 15,69 mg/l y la DQO, es de 28 mg/l. Unicamente en el pozo Espiel se observan contenidos altos, siendo de 202 mg/l los sólidos en suspensión y 208 mg/l la DQO.

13.- ZONA DE BALEARES

13.1.- CARACTERISTICAS GENERALES

En la isla de Mallorca se considera una serie de yacimientos lignitíferos que van desde los que están en explotación actualmente, hasta aquellos a los que unicamente se puede atribuir el caracter de indicios.

La población de esta provincia es de 632.000 habitantes correspondiendo a la Isla de Mallorca 524.000 habitantes repartidos en 51 municipios con una densidad media para la provincia de 111 habitantes por Km^2 y 145 para la isla de Mallorca.

13.2.- CARACTERISTICAS CLIMATICAS

El clima de Mallorca es templado, sin grandes variaciones extremas. La temperatura media es de unos 25°C, y la media en invierno de unos 10°C. La temperatura media anual se puede estimar en unos 17°C.

La Sierra Septentrional es la parte más fria de la isla y las más templadas el borde suroccidental y los alrededores de Palma.

La humedad es muy elevada, al estar el clima totalmente influído por el mar, existiendo valores de 78% y 69%, correspondiendo a máximo y mínimo anual.

La prcipitación media anual es de unos 600 l/m^2 para toda la isla.

13.3.- CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

En Mallorca no existen rios de caudal continuo, debido a la poca extensión de la isla y por lo tanto a las pequeñas magnitudes de las cuencas de recepción.

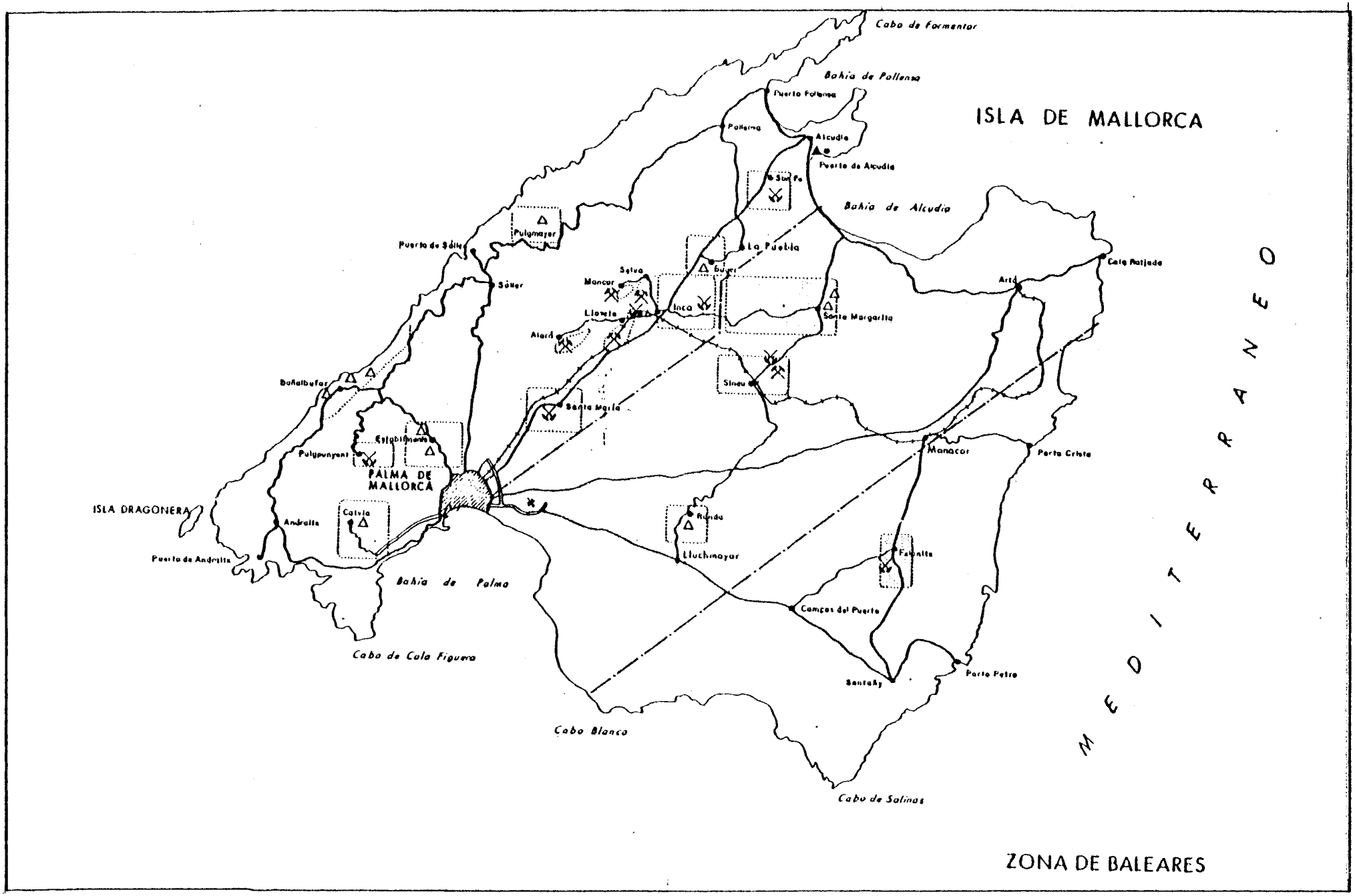
En cambio existen torrentes que llevan agua exclusivamente en época de lluvias, permaneciendo secos el resto del año.

Los torrentes más importantes nacen en la sierra Septentrional siendo los siguientes:

- Torrente del Soller con una cuenca superficial de 106 Km^2
- Torrente Pareis con una cuenca superficial de 62 Km^2
- Torrente San Jordi con una cuenca superficial de 33 Km^2

La Depresión Central registra los torrentes de Aumedrá 485 Km^2, San Miguel 178 Km^2 y Borges 341 Km^2.

La Sierra de Levante tiene un torrente importante que es el Torrente Canyamel, con una cuenca de 72 Km^2.


ISLA DE MALLORCA
Cabo de Formentor
Bahía de Pollensa
Puerto Pollensa
Pollensa
Alcudia
Puerto de Alcudia
Bahía de Alcudia
Sun Fe
La Puebla
Buger
Cala Ratjada
Artá
Santa Margarita
Inca
Selva
Mancor
Llosete
Alará
Sineu
Santa María
Puigmayor
Puerto de Sóller
Sóller
Bañalbufar
Establiments
Pulgpunyent
PALMA DE MALLORCA
ISLA DRAGONERA
Andraitx
Calvia
Puerto de Andraitx
Bahía de Palma
Cabo de Cala Figuera
Cabo Blanco
Cabo de Salinas
Manacor
Porto Cristo
Runda
Lluchmayor
Felanitx
Campos del Puerto
Santañy
Porto Petro
MEDITERRANEO
ZONA DE BALEARES

CUADRO II - BALEARES - Características de las instalaciones de mins

ENCUESTA Nº	INSTALACION	INST. DE DRENAJE			CAUDALES DESAGUADOS					PRODUCCION MEDIA DE CARBON BRUTO M.t/año	VERTIDO POR t. CARBON BRUTO m^3/t.	RIO RECEPTOR	RIO PRINCIPAL
					MINIMO		MAXIMO		MEDIO				
		Nº BOMBAS	POTENCIA INSTALADA C.V.	CAPACIDAD DE DESAGÜE m^3/h	M.m^3/dia	Mes	M. m^3/dia	Mes	M.m^3/año				
1	MINA ACETILENO	4	440	800					2.400	70	35	TORRENTE	

CUADRO V-1 - ZONA DE BALEARES. Análisis químico de las muestras de los vertidos de mina

ENCUESTA Nº	INSTALACION	CONCENTRACIONES														CAUDAL
		pH	CONDUCTIVIDAD 20°C $\mu\Omega^{-1}$ cm^{-1}	CARBONATOS CO_3 mg/l.	BICARBONATOS $CO_3^{=}$ H mg/l.	SULFATOS SO_4 mg/l.	DUREZA TH f°	HIERRO Fe mg/l.	MANGANESO Mn mg/l.	AMONIACO NH_4^+ mg/l.	ACEITES Y GRASAS mg/l.	FENOLES mg/l.	SOLIDOS SUSPENSION mg/l.	SOLIDOS VOLATILES %	D.Q.O. mg./l. O_2	M.m³/año
1	MINA ACETILENO															2.400
	Desagüe 1ª cota 65	7,8	860		384,3	220	49,95	≤0,1	≤0,1				14,8	4,93	32	
	Desagüe 2ª cota 65	7,7,	850		390,4	200	47,30	≤0,1	≤0,1				7,6	9,34	36	
	Desagüe cota 90	7,8	800		402,6	180	52,70	≤0,1	≤0,1				529,2	0,84	68	
	Desagüe pozo S. Lorenzo	7,5	760		390,4	160	45,65	≤0,1	≤0,1				5,6	11,1	28	

14.- GALICIA

14.1.- PUENTES DE GARCIA RODRIGUEZ

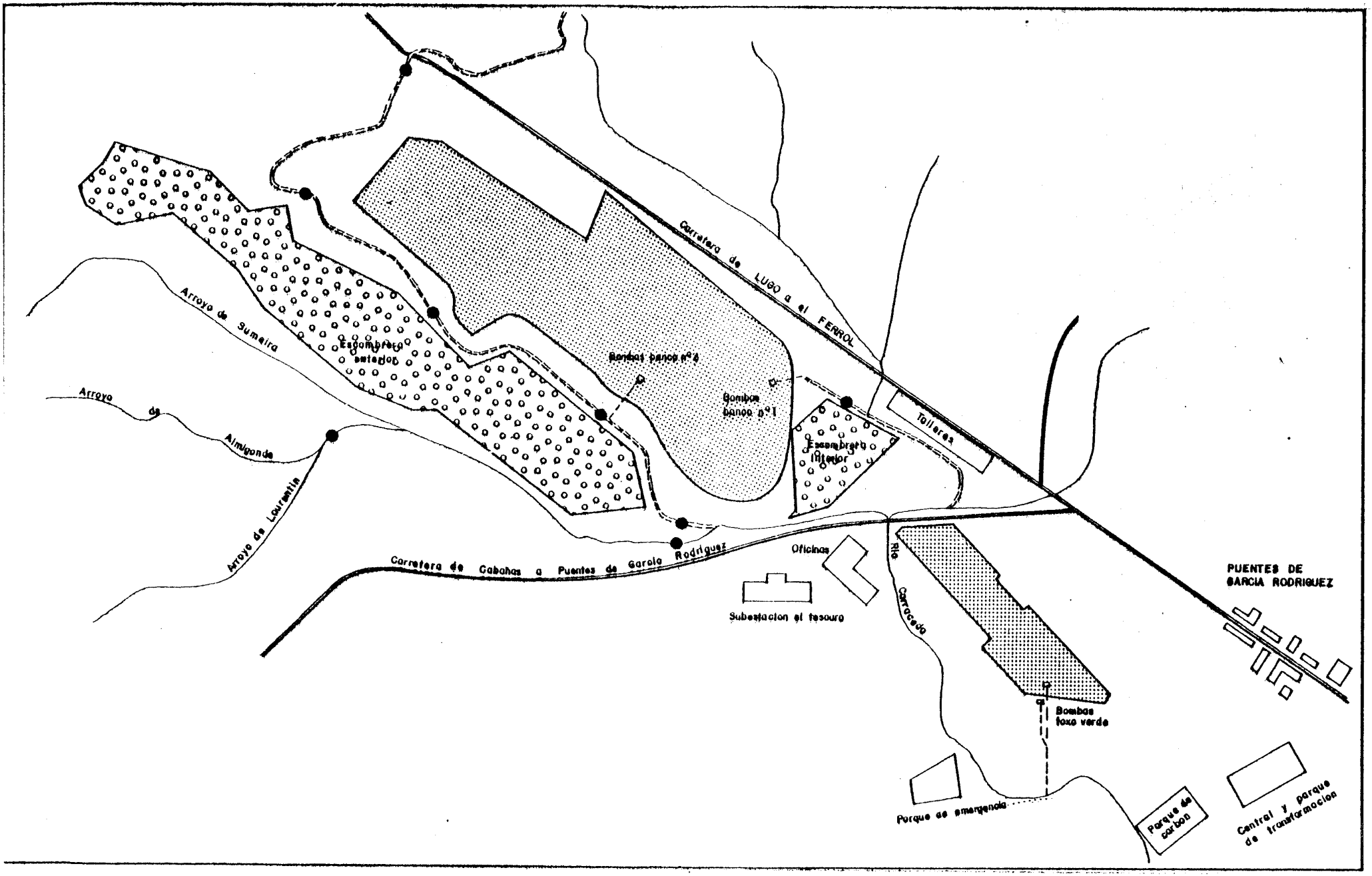
En esta zona se han visitado las dos instalaciones - a cielo abiertos que existen, Meirama de la Empresa Fuerzas - Eléctricas del Noroeste (FENOSA) y Puentes de Garcia Rodriguez, de la Empresa Nacional de Electricidad (ENDESA).

La explotación de Meirama en la fecha de la visita, se encontraba en fase preparatoria y prueba de maquinaria, por lo que no procedia efectuar encuesta, ya que al no haberse iniciado las labores se desconocian los datos.

La corta de Puentes de Garcia Rodriguez, explota lignitos negros, con una producción media anual, aproximada de 6.250.000 t, teniendo previsto para 1980, una producción de - 9.700.000 t.

Estando situada esta mina en una de las zonas de mayores lluvias anuales, sus desagües proceden en su mayoria de las aguas de lluvia caidas en la cubeta de la explotación.

No puede por ello estimarse un caudal de drenaje, ya que estos pueden variar desde 1 a 60 m^3/seg., dependiendo estos de las características climáticas del año.



Carretera de LUGO a el FERROL
Arroyo de Sumeira
Arroyo de Almigonde
Arroyo de Laurentin
Escombrera exterior
Bombas banco nº 2
Bombas banco nº 1
Escombrera interior
Talleres
Carretera de Cabañas a Puentes de Garcia Rodriguez
Oficinas
Subestacion el tesouro
Rio Carracedo
PUENTES DE GARCIA RODRIGUEZ
Bombas foxo verde
Parque de emergencia
Parque de carbon
Central y parque de transformacion

Para proteger la explotación de las escorrentias que pudieran concurrir a la cubeta, se ha trazado alrededor de esta un cinturon de seguridad, al que vierten estas escorrentias, y los drenajes de las aguas interiores.

Para drenar estas aguas del interior de la cubeta, la explotación dispone de 27 bombas, instaladas convenientemente en los puntos de captación de las aguas, con una potencia total de 5.928 CV, y una capacidad de desagüe de 20 m^3/h.

El cinturon de protección, vierte sus aguas al rio Eume, efectuándose antes de la llegada de las aguas al rio, una adicción de cal, con el fin de variar el pH.

14.2.- CARACTERISTICAS CLIMATICAS

El cuadro adjunto, sintetiza la pluviometria recogida en la estación pluviométrica de Puentes de Garcia Rodriguez. El valor medio del periodo 1958 - 1976 es de 1.777 l. por m^2. Estos valores calculados correspondria a la mina estrictamente pero como la cuenca vertiente es de mayor altitud, se puede considerar un valor de pluviometria media de 2.000 l por m^2.

La base de estos valores, las aportaciones que recibe tanto la cubeta de la mina (S = 22 Km^2) como el resto de la cuenca (S = 48 Km^2) serán las siguientes:

Cubeta = $22 \cdot 10^6 \cdot 1{,}8 = 39{,}6\ Hm^3/año$

Resto de la cuenca : $4{,}8 \cdot 10^6 \cdot 20 = 96\ Hm^3/año$

Pluviometría mensual observada en la estación de Puentes

Mes / Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1958	188	164	252	107	92	131	130	116	95	124	61	375	1.835
1959	218	26	256	237	29	31	13	14	119	177	376	758	2.254
60	163	293	270	64	90	22	20	129	139	279	318	473	2.260
61	367	77	1	244	99	56	55	9	60	315	318	203	1.804
62	216	59	364	100	69	2	36	15	83	111	258	174	1.507
63	188	361	342	124	71	96	23	86	75	86	403	163	2.018
64	3	221	277	174	110	90	2	48	74	192	94	168	1.453
65	238	36	264	113	39	25	34	36	188	31	409	401	1.814
66	288	346	20	291	83	168	6	68	65	356	325	183	2.199
67	170	177	164	26	236	-	-	35	142	108	282	219	1.559
68	151	198	110	228	194	18	-	4	373	169	114	367	1.926
69	364	201	253	221	236	59	10	9	428	1	227	233	2.242
70	367	188	81	99	203	104	20	34	41	62	327	90	1.616
71	365	91	185	177	119	163	150	82	49	40	239	74	1.734
73	262	242	73	85	159	9	78	7	93	188	23	158	1.277
74	373	293	126	42	161	159	3	64	23	16	230	9	1.499
75	337	61	245	43	55	38	8	26	219	131	137	118	1.418
76	46	72	135	37	4	3	21	86	123	330	390	220	1.467
77	194	373	173	50	146								
Media 58/76	239	172	190	134	114	65	34	48	132	151	251	243	1.771
Alcanz. 9/18	238	177	245	107	99	56	20	36	95	131	282	203	1.804

Nota: La última línea indica los valores pluviométricos alcanzados un año de cada dos, es decir 9 años en el periodo de los 18 años - considerados.

14.3.- CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

La mina de Puentes de Garcia Rodriguez se encuentra atravesada de Oeste a Este por el rio Amigorde, que desemboca en la margen derecha del rio Eume.

No existen estaciones de aforo en ninguno de ambos rios por lo que los caudales calculados a partir de las aportaciones de la cubeta y la cuenca, corregidos en base a la evapotranspiración de la tabla adjunta, se pueden estimar en 5 m^3/s durante el mes de diciembre epoca de mayor aportación.

	Según Thornthwaite				Según Turc			
Estación	P	ETP	P-ETP	P útil	P	ETP	P-ETP	P útil
Labacolla	1895	702	1273	67%	1895	780	1210	64%
Betanzos	840	655	387	44%	-	-	-	-
Cañas	1123	713	593	53%	-	-	-	-
Capela	2732	741	1998	73%	-	-	-	-
Puentes	1822	676	1221	67%	-	-	-	-

LLUVIA EFICAZ MENSUAL EN l/s

	O	N	D	E	F	N	A	N	J	J	A	S
Cubeta	1000	1500	2430	1490	1210	1410	790	25	0	0	0	370
Resto	2180	3270	5300	3250	2640	3080	1720	55	0	0	0	805

En el rio Eume se encuentran situados el embalse de la Ribeira, aguas arriba de Puentes de Garcia Rodriguez y el embalse del Eume, unos kilómetros más abajo de dicha localidad.

Sus características son las siguientes:

Embalse de la Ribeira

Superficie de la cuenca	136 Km^2
Superficie del embalse ...	162 Ha
Capacidad total	33 Hm^3
Capacidad útil	32,8 Hm^3
Aliviadero	500 m^3/s
Altura de presa	53 m
Tipo	gravedad
Aprovechamiento	enegía hidroeléctrica

Embalse del Eume

Superficie de cuenca	399 Km^2
Superficie del embalse	600 Ha
Capacidad total	123 Hm^3
Capacidad útil	122 Hm^3
Aliviadero	500 m^3/s
Altura de presa	100 m
Tipo	Cúpula
Aprovechamiento	energía hidroeléctrica

14.4.- EFECTOS DE LOS VERTIDOS MINEROS EN LOS CAUCES PUBLICOS DE LA ZONA.

Las aguas vertidas por esta explotación pueden considerarse de buena calidad, en cuanto a su aportación en sólidos

en suspensión y DQO, 18 mg/l y 36 mg/l respectivamente, pero no así en cuanto a sus valores en pH.

En la muestra tomada en la salida del colector general de drenaje, se observa un pH de valor 11. Esto es debido a la adicción del cal que se efectua antes de verter estas aguas al rio Eume, como se indica en la hoja de análisis.

Las aguas de esta explotación son en general de tipo acido encontrándose, en algunos estudios realizados, valores de pH, que van desde el 3,12 al 7,4, según la zona en que se tome la muestra. Los valores superiores a 7 se alcanzan en pocas ocasiones, siendo los inferiores a 7, los más frecuentes.

15 .- TECNOLOGIAS DISPONIBLES PARA REDUCIR LA CONTAMINACION DE LOS EFLUENTES.

Son diversas las tecnologias existentes para contrarrestar los contaminantes de los vertidos de la mineria. Para su estudio los agruparemos en dos grupos:

GRUPO A - TECNICAS MINERAS
GRUPO B - TECNICAS DEL AGUA

15.1.- GRUPO A - TECNICAS MINERAS

15.1.1.- Minería a cielo abierto o de superficie

La contaminación de las aguas ocasionada por la minería de superficie proviene de la exposición de los materiales potencialmente contaminantes a la oxidación. Antes de la explotación estos materiales se encuentran frecuentemente por debajo del nivel freático, estando por lo tanto aislados del ambiente atmosférico, no teniendo por ello oportunidad deproducir una contaminación significativa. Se trata, pues, con los métodos de control de crear condiciones similares a las existentes previamente a la explotación, o si se prefiere, reducir la exposición de los materiales contaminantes al ambiente atmosférico, tanto en la propia explotación como en los materiales procedentes de la montera, estériles, etc.

Entre estos métodos cabe citar:

- Métodos de explotación: Tajos cúbicos
  Segregación de materiales de relleno y enterramiento.
  Barreras de mineral explotación con frentes cortos.
  Explotación con frentes largos

- Métodos de recuperación de terrenos: Renivelado
  Repoblación vegetal

15.1.2. Minería subterránea

En el caso de la minería subterránea, la contaminación de las aguas por disolución de iones metálicos subsiste, y por tanto la solución solo tiene dos vías, o inundación o descarga nula de aguas de drenaje. Evidentemente estas soluciones son en gran medida teóricas y en todo caso complejas de llevar al terreno práctico.

Los métodos que hemos llamado de controal serían:

- Control por inundación
- Control de fracturas
- Control de extracción del mineral
- Control de atmósfera libre de oxígeno

15.1.3.- Control de las aguas de infiltración

Escombreras

El control de la infiltración superficial requiere, o bien aislar las escombreras de las zonas de alimentación de agua, o bien disminuir la permeabilidad del suelo. Generalmente no es viable eliminar las grandes cantidades de materiales excavados en las operaciones mineras que ademas por otra parte son necesarios en ocasiones para los s istemas de relleno. Bajo estas condiciones, si la infiltración del agua es causa de formación de contaminantes, no cabe otra solución que un control "in situ" de la infiltración.

El sistema de control requiere la utilización de algunos de estos sistemas: capas impermeables, implantación de una cobertura vegetal, constitución de una red de drenaje o por último la combinación de estos sistemas.

Las capas impermeables pueden ser constituidas a base de arcilla, asfalto, hormigón, látex, plástico o materiales especiales y deben ser compactadas suficientemente. Este sistema de impermeabilización resulta muy costoso.

Una densa cobertura vegetal puede en algunos casos reducir la infiltración. La vegetación tiende a reducir la velocidad del agua y aumente la retención de éste en el suelo facilitando así una mayor evaporación.

El establecimiento de una red de drenajes en las escombreras o explotaciones de superficie, es quizás el sistema más ampliamente utilizado. Este sistema no es suficiente "per se" para eliminar el problema de la contaminación de las aguas, debiéndose complementar, en su caso, con el tratamiento adecuado de las aguas drenadas.

Explotación de interior

Las presentes técnicas tienen por efecto, reducir la cantidad de agua que se infiltra al interior de la mina y, subsecuentemente, reducir el bombeo de las aguas de drenaje y en su caso, su posterior tratamiento.

La infiltración proviene de la recarga por precipitación de los acuíferos. Las zonas de fracturación o fallas, tienen una gran influencia sobre las líneas de flujo, y frecuentemente, sirven como canales interconexionados que conducen grandes cantidades de agua, debiendo portanto estas zonas, en la medida de lo posible, ser evitadas durante la explotación.

Algunos de los métodos de reducir la infiltración son los siguientes:

- Aumento de la escorrentía superficial: Esta técnica requiere eliminar las depresiones y explanar la superficie del suelo para incrementar la velocidad del agua, estableciendo asímismo una red de drenaje adecuada.

- Cierre de pozos de agua existentes y relleno de fracturas o fallas.

- Extracción de aguas mediante bombeo de los acuíferos interceptados.

Un estudio hidrogeológico establecerá el tipo de acuifero o acuíferos de la zona de explotación determinando:

- Características de los nieveles piezométricos.

- Las características del bombeo (bombeo de extracción o inyección de agua de acuíferos más superficiales en acuíferos más profundos, etc).

15.1.4. Medidas internas en las plantas de preparación

Las aguas que deben ser consideradas en un lavadero, se pueden clasificar en tres tipos:

- Aguas nuevas, o de aportación, procedentes generalmente de los desagües de las explotaciones mineras, o de ríos próximos a la planta.

- Aguas de circulación, integrantes de los circuitos de lavado y que representan a nivel de proceso el medio fluido idóneo para efectuar la depuración de los carbones, precisándose la adición en las mismas en ciertas partes del proceso de determinados reactivos químicos.

- Aguas de vertido, generadas en la descarga o purgas de proceso y utilizadas como vehículo de transporte de las partículas finas, estériles o carbón, que son así conducidas fuera del circuito de lavado.

Las medidas internas que afectan al proceso, están particularmente definidas por la recirculación de las aguas, es decir, operando en circuito cerrado, en cuyo caso, no existen prácticamente las aguas de vertido, salvo accidentes, purgas ocasionales, etc. y las aguas de aporte se reducen a las necesarias para compensar las pérdidas habidas por la humedad contenida en los productos comerciales o los estériles. El sistema de operación en circuito cerrado es muy simple y consiste en colectar todas las aguas en balsas o represas de decantación, utilizando el rebose clarificado como agua de aporte.

15.2.- GRUPO B - TECNICAS DEL AGUA (TRATAMIENTO DE EFLUENTES)

Si bien los métodos anteriormente descritos tienen por objeto reducir la contaminación de las aguas de mina, son métodos que requieren típicamente un planteamiento de ingeniería minera. Sin embargo con frecuencia no son suficientes para reducir el problema a sus justos límites, o no son viables por razones técnicas o económicas. Por ello es preciso acudir a métodos que entran de lleno en el ambito de la ingeniería sanitaria, o suponen una combinación de ambas técnicas minera y sanitaria.

Para el tratamiento de los efluentes, consideraremos las técnicas o métodos convencionales, conocidos, y que podrían ser objeto de aplicación en las instalaciones tanto de mina como de lavadero que precisasen de ellas.

Las aguas generadas por actividades mineras son basicamente de dos tipos: ácidas y alcalinas y según su procedencia: de drenaje de minas o de vertidos de lavaderos.

A efectos de la mejora de su calidad, las aguas citadas se caracterizan principalmente por los siguientes parámetros y procesos de tratamiento correspondientes.

Aguas de drenaje ácidas

Fluctuación de caudales	- homogeneización
Alteración del pH a neutro o básico	- neutralización
Reducción de metales pesados, aluminio, etc	- neutralización
Reducción del hierro y manganeso disueltos	- aireación y neutralización
Reducción del ión amónio	- aireación y sedimentación (tiempos largos de retención).
Reducción de sólidos en suspensión	- sedimentación o floculación.
Secado de lodos	- filtración en vacio, a presión, centrifugado
Deposición de lodos (finos y lodos químicos)	- varios sistemas

Aguas de drenaje alcalinas

Reducción de sólidos en suspensión	- sedimentación
Deposición de lodos	- varios sistemas

Aguas residuales de lavaderos

En los casos en que el lavadero aparece en circuito abierto, las aguas residuales (brutas) se caracterizan por un alto contenido en sólidos en suspensión muy superior al de las aguas de drenaje, existiendo además elementos contaminantes de carácter orgánico y potencialmente tóxicas, provenientes de los agentes coagulantes utilizados en el proceso de preparación o lavado del carbón.

El tratamiento fundamental es la sedimentación, o en su caso, la floculación seguida si es necesario por una filtración.

Otras aguas

En la minería del carbón, además de las aguas y tratamientos considerados, existen otros tipos de aguas comi:

- aguas sanitarias
- aguas residuales industriales (talleres, lavado de vagones, etc).
- aguas de drenaje ocasionadas por precipitación (en minería subterránea o lavaderos).
- aguas de drenaje de escombreras

Los dos primeros tipos, representan generalmente un pequeño volumen en comparación con las aguas de drenaje de mina. En los dos últimos tipos citados, el caudal puede ser importante en zonas de alta pluviometría, lo cual deberá ser tenido en cuenta en el diseño de las operaciones unitarias que

caso correspondan. En cuanto a la calidad de estas aguas de drenaje, en el primer caso (aguas ocasionadas por pluviometría), se caracterizan por aumentar el contenido de sólidos en suspensión (materiales arcillosos y finos de carbón) de las aguas de drenaje de mina o de las aguas residuales de los lavaderos. En el segundo caso, aguas de drenaje de escombreras, los esquemas de tratamiento existentes marcan los rendimientos obtenidos en la reducción de contaminantes y globalmente los rendimientos de las operaciones.

Como resumen de todo lo expuesto, se señalan como tratamientos convencionales los siguientes:

15.2.1.- Para aguas de drenaje

1) Homogeneización del flujo. Los depósitos o balsas de almacenamiento en la superficie, pósitos de agua en el interior, se utilizan frecuentemente para homogeneizar el flujo y la calidad de las aguas ácidas de drenaje, antes de su tratamiento. Estos elementos tienen, generalmente, capacidad para uno o más días de almacenamiento, en previsión de paradas de la planta de tratamiento. Las mencionadas lagunas proveen tambien una altura manométrica constante, para facilitar el flujo gravimétrico por la planta.

2) Neutrazlización de la acidez. La acidez mineral contenida en las aguas de drenaje se neutraliza con algunos de los alcalies ya mencionados. Estos

alcalies, no sólo neutralizan la ácidez, sino que tambien - sirven para mejorar la eliminación del hierro, manganeso y otros metales, mediante la formación de los hidróxidos insolubles correspondientes.

3) Oxidación del hierro. Cuando en las aguas de drenaje de la mina se presenta hierro en forma ferrosa, la táctica normal es la de prever sistemas de aireación para oxidarlo al estado férrico. El ión férrico es menos soluble que el ferroso a pH bajo, y esta es la razón - que explica la etapa de oxidación. Algunos, sin embargo, - eliminan el hierro como hidróxido ferroso, pues el lodo resultante es, en este caso más denso y, da lugar a un volumen menor para su deposición.

4) Eliminación de sólidos. Como consecuencia del tratamiento - químico, se forman sólidos en suspensión. Para eliminarlos, se utilizan tanto balsas, como - los clarificadores mecánicos, para las aguas de drenaje, y balsas y represas para las aguas residuales de lavaderos. - Los tiempos de retención pueden ir dende un días hasta varios meses. En realidad, los tiempos de retención están en función de la capacidad de almacenamiento deseada, más que en relación con la eliminación de sólidos en suspensión.

15.2.2.- Aguas residuales de lavaderos

1) Sedimentación. La descrita más arriba.

2) Floculación. Es una sedimentación coadyuvada por agentes químicos (coagulantes) para facilitar la decantación de partículas difícilmente decantables (partículas en suspensión menores de 50 μ y coloides). Dicho proceso se realiza en tanques decantadores con la dosificación adecuada de coagulante, según el tipo de agua a tratar y el tipo de aditivo químico empleado.

3) Filtración. Se utiliza para eliminar la humedad de los estériles de flotación. Se presupone que en un lavadero moderno, los finos de carbón son recuperables totalmente. La filtración es llevada a cabo por lo general, mediante filtro prensa.

15.3.- TRATAMIENTOS CONVENCIONALES

15.3.1.- Balsas de homogeneización o depósitos reguladores.

Dada la gran fluctuación diaria, estacional y anual que pueden tener las aguas de drenaje, es preciso, en su caso, emplear tanques o lagunas con objeto de homogeneizar caudales y calidad de los distintos puntos de bombeo del drenaje. El tiempo de retención en los estanques oscila por lo general entre 1 y 6 días, y su dimensionamiento está condicionado por los puntos de drenaje, variación de caudales y calidad y capacidad de la planta de tratamiento al caudal diseño.

15.3.2.- Tratamiento de neutralización

Cuando las aguas de drenaje de mina son ácidas, la acidez puede ser neutralizada por la adición de agentes alcalinos. Con una adecuada elección del agente alcalino, muchos

metales (cationes) pueden ser eliminados como hidróxidos insolubles. Los iones como fosfatos, fluoruros y sulfatos pueden ser tambien precipitados mediante los citados agentes teniendo en cuenta el principio de insolubilidad.

Los agentes alcalinos más usados son: cal rápida, cal hidratada, roca caliza, caliza en polvo, dolomía, magnesita, sosa caústica, cenizas de sosa e hidróxido de amonio, sin embargo, teniendo en consideración los grandes volúmenes de agua a tratar el factor coste es definitivo, por ello en la práctica los agentes más utilizados son cal, cal hidratada y caliza.

Las concentraciones de metales pesados en soluciones acuosas pueden por lo general ser reducidos por precipitación a hidróxidos insolubles, llegando así a concentraciones del metal en disolución de 1 mg/l o menos.

El pH al que se produce la precipitación es diferente para cada metal (ver cuado adjunto). En el caso de los metales anfóteros como cinc y aluminio, el metal se resolubilizará en la solución, si ésta se hace demasiado alcalina.

VALOR MINIMO DEL pH PARA LA PRECIPITACION DE IONES METALICOS COMO HIDROCIDOS

Ión	pH	Ión	pH	Ión	pH	Ión	pH	Ión	pH
Sn^{+2}	4,2	Al^{+3}	5,2	Cu^{+2}	7,2	Ni^{+2}	9,3	Cu^{+2}	9,7
Fe^{+3}	4,3	Pb^{+2}	6,3	Zn^{+2}	8,4	Fe^{+2}	9,5	Mn^{+2}	10,6

Un caso especial y por otra parte frecuente, lo constituye la presencia de ion ferroso. El ion ferroso no alcanza el mínimo de insolubilidad a menos que la solución alcance un pH de 9,5, por el contrario, el ion ferrico es eliminado fácilmente por precipitación como hidróxido a pH próximos a 5. El sistema de eliminar el ión ferroso puede ser por tanto, en base a condiciones alcalinas, previa oxidación, (aireación) a ión férrico o combinando ambos métodos. En presencia de ión ferroso, el tratamiento con caliza es difícil por cuanto que en el proceso se forma CO_2 que tiende a bajar el pH de la solución.

En los casos en que las aguas de drenaje sean alcalinas, prácticamente no susbsistirían los problemas arriba espuestos.

15.3.3.- Aireación

Como ya se ha indicado, las aguas ácidas de mina contienen frecuentemente hierro ferroso, que es muy soluble. Para su precipitación como hidróxido indisoluble requiere pH muy básicos, es decir, entre 9,3 y 12. La oxidación del hierro ferroa férrico, es rápida a partir del pH 8; moderada entre pH 6-8; lenta entre pH 4-6 y muy lenta para pH menor de 4. El ión ferrico es mucho menos soluble que el ferroso, y comienza a precipitar con solubilidad mínima a pH 8.

La necesidad de alcanzar pH muy básicos para la precipitación del hierro ferroso, impone serias desventajas al -

proceso de neutralización, por ello se recurre a otros sistemas, clásicos también en el tratamiento del agua. De estos sistemas el más importante es la aireación.

La aireación se efectua en tanques con una profundidad de 1 a 4,5 m y la transferencia de aire se realiza bien mediante difusores, o bien mediante agitadores mecánicos.

La acción del aire (oxígeno) puede ser resumida de forma teórica por la siguiente reacción:

$$4\ Fe\ SO_4 + O_2 + 10\ H_2O \rightarrow Fe\ (OH)_3 + 4\ H_2\ SO_4$$

El periodo de retención del agua en el tanque oscila entre 15 y 30 minutos. La eficiencia de la transferencia de oxígeno depende de diversos factores, valores frecuentes en los diseños con una eficiencia del 10% para aireación con difusores y un consumo de 1,5 Kg de O_2 por Kwh. Por este sistema 1 Kg de Fe^{++}, requiere 5,5, m^3 de aire para su oxidación. En aireación mecánica un caudal de 1 Kg Fe^{++}/h requiere 0,11 para su oxidación.

15.3.4.- Sedimentación

La sedimentación es la separación de los sólidos suspendidos por la acción de la gravedad. Podemos señalar sin lugar a dudas que es la operación más empleada en el tratamiento de las aguas provenientes de actividades mineras. Se emplea en la separación de arenas, arcillas, pizarras y finos de carbón y fangos químicos.

Es corriente que diferentes tipos de decantación tengan lugar durante un proceso de sedimentación, y en ocasiones, pueden coincidir los cuatro conocidos simultáneamente. Los tipos conocidos son:

Tipo 1

Se produce cuando se decantan partículas discretas en suspensiones de baja concentración de sólidos. Cada partícula actua en forma independiente y no existen interacciones entre partículas.

Tipo 2

Se produce cuando la concentración de sólidos es baja pero los sólidos tienden a flocular durante el proceso de sedimentación. Las partículas van incrementando en tamaño y decantan a un ritmo mayor.

Tipo 3

Decantación de suspensiones de concentración intermedia en las que las fuerzas entre partículas son suficientes para impedir la decantación de las partículas vecinas. Las partículas tienden a permanecer en posiciones fijas con respecto a cada una de ellas, y la masa de partículas decanta como una unidad.

Tipo 4

La decantación se produce cuando las partículas están en una concentración tal que la estructura se forma y la decantación se produce por compresión de la estructura.

El proceso de sedimentación se utiliza tanto para las aguas de drenaje de mina como para las aguas residuales de plantas de preparación del carbón.

La decantación tipo 1 es la típica en las aguas de drenaje. La tipo 2 es la característica de los tratamientos químicos o producidos con la ayuda de coagulantes. Los tipos 3 y 4 suelen presentarse en los espesadores de fangos.

La teoria de la decantación tipo 1 se apoya en los principios de Stokes y Newton.

La velocidad final de caida de una partícula es:

$$V_c = \frac{g(\rho s - p)\, d^2}{18\, \mu}$$

Si diseñamos el decantador para esta velocidad, todas las partículas de velocidad V_c o mayores serán removidad.

Evidentemente, el caudal que admitiría un decantador para la velocidad terminal V_c, será : $Q = AV_c$

$$V_c = \frac{Q}{A} \quad \frac{m^3/h}{m^2} \quad \text{(carga superficial)}$$

Por otra parte, la longitud del tanque y el tiempo que una unidad de volumen están en el tanque (tiempo de retención) será tal que todas las partículas con la velocidad de diseño decantarán en el fondo del tanque, entonces:

$$V_c = \frac{h}{t} \quad \frac{m}{h}$$

Los sedimentadores pueden ser de dos grandes tipos, decantadores mecánicos o lagunas, balsas o represas de sedimentación, las características de estos sistemas de decantación son resumidamente los siguientes:

A) Decantadores

En los decantadores (llamados tambien sedimentadores y clarificadores) se produce la sedimentación de los denominados sólidos suspendidos decantables, y son de aplicación las fórmulas señaladas para la sedimentación de clase 1.

En el diseño se tienen en cuenta fundamentalmente los parámetros que se incluyen en las fórmulas teóricas que garantizan la decantación de las partículas de velocidad igual o superior a V_c.

En la práctica, los decantadores con la carga superficial antes señalada, y tratándose de aguas de drenaje de mina producirán un rendimiento en la separación de sólidos suspendidos entre 60 y 90 %.

Una variante del decantador clásico son los denominados decantadores laminares. Estos equipos se basan en el principio de que la carga superficial de un decantador en caida libre no depende de su altura. de esta forma, es posible incorporar gran número de láminas inclinadas a escasa separación, aumentando extraordinariamente la superficie de decantación en un mínimo espacio.

B) Balsas

La sedimentación de finos (estériles o carbón) contenidos en las aguas de drenaje de mina o en las aguas residuales de los lavaderos puede hacerse en balsas (tambien llamadas estanques o lagunas en ingeniería sanitaria).

El proceso físico de sedimentación en las balsas cumple las mismas reglas que en los decantadores, la única diferencia con éstas es que en aquéllas no existe ningún tipo de mecanismo para recogida de lodos (racletas y bombeo de fangos) y que su forma suele ser paralelepipédica en vez de trascocónica como en los segundos.

En el caso de los lavaderos, la utilización de balsas es habitual aunque tiene fundamentalmente la función minera de recuperar mediante espesamiento los finos y schlamms de carbón de una parte, o bien de otra disminuir la dilución de los estériles. No obstante, si las balsas tienen un diseño adecuado, además de cumplir la función citada, puede ser perfectamente utilizadas como clarificadores.

Sin embargo, para aguas de lavadero con unos sólidos en suspensión que alcanzan en la entrada de las balsas concentraciones superiores a 60 gr/l, y con rendimientos incluso del 90% en la eliminación de sólidos, se tiene en las aguas del efluente concentraciones superiores a 3 gr/l generalmente constituido por partículas coloidales, dificilmente decantables y que requieren para su eliminación un tratamiento posterior de floculación química o coagulación.

C) Represas de estériles

Cumplen la misma función que las balsas y se construyen en aquellos casos en que la topografia del terreno facilita la construcción de una cerrada. El efluente clarificado es vertido a través de los canales de rebose en los diques de sedimentación (muros de mampostería), que se construyen con fundaciones profundas para evitar las infiltraciones, a la vez que se van construyendo represas naturales formadas con los fangos (estériles sedimentados que se depositan en las proximidades de aquél, a medida que se eleva el nivel de las aguas.

Normalmente, el tiempo de retención en las represas de estériles es mucho mayor que en las balsas, por lo que se consiguen aguas con un alto grado de clarificación. La mayor desventaja de este proceso (además de precisar como se ha indicado unas condiciones topográficas adecuadas), es el requerimiento de grandes extensiones de terreno improductivas, lo cual no siempre resulta posible.

Floculación

Como se ha señalado al hablar de las balsas y lo mismo se puede decir para los sedimentadores mecánicos aún con altos rendimientos en su funcionamiento, sus efluentes (reboses), en el caso de tratamiento de aguas de lavaderos, superar en alto grado los límites aceptables en su concentración en sólidos en suspensión. Hay que considerar que las aguas procedentes tanto del circuito de lavado, como en su caso, de estériles de flota

ción conllevan un alto porcentaje de partículas finas (menores de 50μ) difícilmente decantables; tales partículas solo pueden decantar mediante la formación de flóculos con ayuda de aditivos químicos, es decir, mediante la aplicación del proceso de coagulación.

Sin entrar en detalle del complejo proceso físico que es la coagulación, en términos generales, se puede decir que es la adsorción por los iones positivos de los electrolitos (coagulantes) de la carga negativa de las partículas dispersas (schamms o arcillas), incrementada por los agrupamientos hidróxidos de los coagulantes adicionados.

El poder floculante de los iones mono, di y trivalentes están en la relación e 1:40:100.

Los coagulantes pueden ser de dos grandes tipos: inorgánicos y orgánicos. Los primeros están constituidos por hidróxidos, sulfatos, cloruros y nitratos de calcio, bario, potasio, sodio, litio y amonio, siendo los más eficaces los primeros, como puede verse en el cuadro que se adjunta.

Los floculantes orgánicos se dividen a su vez en dos grupos, los de origen animal como la albumina y la gelatina y los de origen vegetal, como la fécula de patata, el lino y el maiz, siendo éstos los más activos, y dentro de ellos la fécula de patata.

Floculante. Concentración 0,20 %	Tiempo de decantación (horas)
$Ca(OH)_2$	0,66
Li OH	0,07
$Ba(OH)_2$	0,12
Na (OH)	0,17
K (OH)	0,18
NH_4 (OH)	0,38
Cl_2Ca	0,39
SO_4Ca	0,48
Cl_2Ba	0,55
$(NO_3)_2Ca$	0,85
$(NO_3)_2Ba$	1,12
Cl Na	1,55
SO_4Na_2	1,83
Cl NH_4	2,00
$SO_4(NH_4)2$	2,15
$NO_3(HN_4)$	2,50
NO_3Na	3,25

Con frecuencia se utiliza la combinación de varios floculantes, como fécula de patata, con adiciones de Na-OH o CaO, siendo mayor la dosis de cal, aunque la utilización de cal puede introducir alteraciones en el circuito, y de otra parte se obtiene una pulpa menos concentrada que cuando se hace la floculación en medio neutro, otra combinación es la utilización de "flocgel" con SO_4Ca o Cl_3Fe. Las dosis de floculantes para aplicar a aguas cargadas con schlamms o estériles de flotación requieren ensayos de laboratorio mediante el "Far Test" considerando que la estructura química de las partículas menores de 50μ varía ampliamente de unas plantas a otras. Para un floculante dado la dosis depende de:

- La concentración de sólidos
- La proporción de partículas no decantables
- El tipo de carbón (contenido mayor o menor en productos oxigenados).
- El contenido en cenizas en las partículas
- El contenido en aceites de flotación (reactivos)
- El contenido en arcillas
- pH (entre 7 y 10)
- La superficie del decantadoe.

Por todo lo anterior no se pueden fijar normas generales, solamente a título de orientación se pueden señalar los siguientes puntos:

a) Para concentraciones en sólidos menores de 100 gr/l, la dosis de floculante por metro cúbico es proporcional al contenido de partículas menores de 50μ en aguas esquistosas.

b) Para concentraciones mayores de 100 gr/l la dificultad de la floculación aumenta.

c) Para flocular estériles de flotación, es conveniente rebajar la concentración en sólidos a contenidos menores de 100 gr/l mediante fosas, ciclones, etc, eliminando las partículas mayores de 50μ.

d) O bien, disminuir la alimentación en flotación (concentraciones de 200 o 225 gr/l) para tener un efluente con una concentración menor de 100 gr/l.

e) Por lo general y a título de ejemplo, la dosis de floculante amilaceo oscila entre 20 y 80 gr/m^3 para un agua esquistosa con una concentración en sólidos del orden de 80 gr/l.

Tratamiento de fangos (agotamiento)

En el tratamiento de fangos cabe distinguir dos casos bien diferenciados: los fangos que se producen en el tratamiento de las aguas de drenaje y los que se generan en el tratamiento de las aguas procedentes de los lavaderos.

En el primer caso, fangos producidos en el procesos de neutralización, aireación, ambos en aguas ácidas) y sedimentación de las aguas de drenaje, el problema planteado no es grave dadas las bajas concentraciones de sólidos decantables que normalmente llevan este tipo de aguas, incluso considerando aquellos de origen químico (precipitados de neutralización y aireación). Los sistemas de tratamiento que generalmente se utilizan son:

- Implantación de grandes depósitos (presas) de sedimentación
- Almacenamiento de los fangos en minas profundas abandonadas
- Utilización de lechos de secado porosos.
- Filtración (a vacio, o a presión)
- Centrifugado
- Deposición de lodos en el subsuelo (cavidades, etc).

Generalmente el primer sistema citado es el más usual y el que menos problemas crea, los otros sistemas dependen de las posibilidades existentes de almacenamiento, y en concreto el sistema de eras de secado de grandes extensiones de terreno, no simpre disponibles; aparte de tener posteriormente que almacenar los fangos secos. Por tales motivos este último sistema está prácticamente abandonado. Por lo que respecta a la filtración el sistema más utilizado en este tipo de aguas, son los filtros de vacio.

El caso más importante a resolver en el tratamiento de fangos, es respecto a los generados en el proceso de depuración de estériles de flotación, en las plantas de preparación de carbón, y específicamente cuando las soluciones apuntadas en los apartados anteriores, que son sin duda las menos costosas, no son factibles por lo que hay que recurrir a tratar el concentrado de los decantadores mecánicos o balsas por los sistemas de filtración o centrifugado.

A) Filtros de vacío

Los filtros de vacío son tambores cilíndricos, ó discos de eje horizontal que soportan un medio filtrante (tela natural, fibra sintética o tela metálica). El tambor opera en marcha continua. La superficie aconsejable de los filtros es de 50 m^2 para los de tambor y un máximo de 100 m^2 para los de disco. Mientras el tambor gira lentamente, parte de su circunferencia está sometida a un vacio interno succionando el agua del lodo a través del filtro.

La función de esta unidad operacional es la reducción del volumen de agua contenido en los fangos (estériles de flotación) pasando de proporciones de sólidos del 35 al 45% a concentraciones del orden del 72%. A este porcentaje, los fangos son unas pasta húmeda fácilmente manejable. Para visualizar la cantidad de agua eliminada, una tonelada de fango al 42% de sólidos, tiene 295,77 Kg de sólidos y 704,23 Kg de agua. Despues de la filtración al 72%, los 295,77 Kg de sólidos llevarán 410,79 Kg de agua, es decir, 293,44 Kg de agua han sido extraidos, lo que representa una reducción en volumen del 35,7%. La carga de los

filtros oscila (según la proporción de finos y arcillas) entre 400 $Kg/m^2/h$ y 50 $Kg/m^2/h$. Los valores normales en lavaderos modernos es de 80 $kg/m^2/h$.

Los inconvenientes que plantean principalmente los filtros de vacío para su utilización en los estériles de flotación son:

- Fangos agotados con mucha humedad
- Viscosidad alta
- Dificultad de manipulación
- Mal funcionamiento con alto contenido en arcillas
- Elevados costes de energía por tonelada tratada.

Sin embargo, presentan las siguientes ventajas:

- Precisan poca mano de obra
- Marcha en contínuo

Si bien la tendencia actual es la utilización cada vez menor de este sistema de agotamiento para estériles de flotación las mejoras introducidas en los lavaderos modernos hacen pensar que en el futuro tenga de nuevo interés.

B) Centrifugadoras

La centrifugación es un proceso ampliamente utilizado en la industria para separar líquidos de densidad diferente, y pulpas espesadas o extraer sólidos. Las máquinas empleadas en operaciones mineralúrgicas para el agotamiento de estériles de flotación, son cilindros giratorios, alimentados a caudal cons

tante, separando una pasta densa que contiene los sólidos, y una corriente diluída portadora de sólidos finos de baja densidad, - que es recirculada al espesador. La pasta de fangos es descargada por un alimentador de tornillo a una cinta transportadora para su ulterior secado.

El empleo de coagulantes químicos, cloruro férrico y - cal o polímeros, aumenta los contenidos en sólidos en la pasta, pero incrementa el coste de la operación, considerablemente.

El espacio requerido para centrifugación es menor que para filtros de vacío de igual capacidad y los costes iniciales son menores; por el contrario, los costes energéticos son infe - riores.

Sin embargo, la utilización de centrifugadoras para el tratamiento de estos estériles, ha dado resultados negativos en los casos en que la producción de esquistos menores de 200 mallas es excesiva. Para granulometrias mayores, los resultados - son aceptables. Al igual que para las espumas de flotación, es lógico pensar que tanto las centrifugadoras, como los filtros - de vacío, no han llegado a su perfeccionamiento, por lo que es de suponer que, en un futuro próximo, el secado de los estéri - les finos, por centrifugación sea una realidad. Cosa parecida - ocurre con los filtros de vacío.

C) Filtración a presión

Los filtros más comúnmente empleados de este tipo, son placas rectangulares con filtros de tela de naylon. Los fangos estériles son bombeados al espacio entre placas, aplicando presiones entre 4 y 12,5 Kg/cm^2, durante 1 a 3 horas, forzando así

a que el líquido penetre a través del filtro al espacio interior de la placa. Luego las placas se separan y los lodos son extraídos por gravedad. El filtrado se recircula a la planta y los lodos a secado. El espesor de la pasta de los lodos varía entre 2,5 y 4 cm y la humedad final es del orden del 25%. El ciclo de filtración varía entre 3 y 8 horas.

Los inconvenientes principales de los filtros-prensas radican en su discontinuidad de marcha, y mano de obra destinada a limpiar las placas. En este sentido le superan los filtros de vacío. SObre éstos presentan la ventaja de que trabajan a presiones más altas, lo que favorece la eliminación del agua de los estériles.

La alimentación se realiza por medio de una bomba de pistón, cuya presión definitiva se alcanza al final del periodo y varía con el tipo de bomba. La concentración de alimentación es de 450 gr/l. Las aguas que pasan a través del filtro están clarificadas y se envían al río, o se recirculan, uniendose al rebose del decantador químico.

Las tendencias actuales radican en construir filtros con muchas celdas, a fin de aumentar la capacidad unitaria. La duración del ciclo es función de la concentración de alimentación y de la granulometría de los productos, del orden de una a dos horas, según los casos.

Los factores que influyen en los resultados de la operación de acuerdo con los datos aportados por F. Díaz Caneja y J. Pérez López ("Preparación del carbón", pág. 327-328), son:

Concentración.- Se ha llegado a la conclusión de que C/T=constante, siendo C la concentración y T la duración de la filtración. Esta relación se verifica siempre que C 200 gr/l. La instalación industrial debe proyectarse para que C adquiera valores elevados

Tiempo.- Los ensayos efectuados, suponiendo C constante, dan un haz de curvas para cada presión, a medida que aumenta el tiempo, la humedad final disminuye y viceversa. Estas curvas son asintóticas a rectas paralelas a los ejes cartesianos, lo que nos dice que hay un límite de humedad final que no puede bajarse aumentando indefinidamente el tiempo de filtración. A la vista de las mismas se fijarán las coordenadas más económicas de trabajo.

Presión.- Variando las presiones sobre un producto, se llega a determinar la presión de filtrado más favorable. Conviene advertir que en algunos casos un aumento de $2Kg/cm^2$ en la presión final, sólo baja un punto la humedad. Se debe fijar, pues, cual será la presión más económica, de acuerdo con la humedad que se quiera obtener.

Granulometría.- La granulometría afecta poco al tiempo de filtrado, teniendo mayor importancia la naturaleza del producto a tratar.

Espesor de la torta.- A igualdad de concentración se verifica una relación lineal entre el tiempo u el espesor de la torta, pero se llega a un punto en que un mayor aumento del tiempo no afecta sensiblemente el espesor de la torta; así, pues, se cal

cula el espesor máximo que resulta más económico para la instalación. Naturalmente, si se decide por tortas delgadas será preciso utilizar un mayor número de placas, lo que representa mayor gasto de primera instalación y mano de obra. Conjugando estos factores se llegará a la solución más rentable.

Telas.- La naturaleza y permeabilidad de las telas de filtración también tienen una influencia sobre los tiempos de filtrado. Al cabo de seis meses de servicio la permeabilidad disminuye bastante. A fin de conseguir mejores tiempos se deben desmontar y lavar cada tres días.

Despues de lo expuesto las ventajas principales de los filtros-prensas, son:

a) Recuperación total de los estériles de flotación, dando un producto facil de manipular.

b) Aguas depuradas, que se recirculan o envían al rio en debido estado de pureza.

c) Solucionan definitivamente el problema de secado de los estériles de flotación.

d) El costo de tratamiento no es excesivo si se compara con otros métodos semejantes: filtros de vacío, etc.

e) Conviene trabajar con concentraciones altas.

La naturaleza del producto y la proporción de arcilla tienen mucha importancia, incluso más que la granulometria.

La ventaja principal radica en que estos filtros se can bien los productos excesivamente finos, por lo que conviene eliminar los calibres gruesos, lo que se realiza en el decantador que se instala previamente en el circuito.

Desde el punto de vista técnico y económico, se encuentra que no es aconsejable la instalación de filtros-prensas para estériles de flotación de granulometrías superiores. Por tanto, es necesario realizar repetidos análisis granulométricos para adoptar las máquinas más convenientes en el secado de los mismos, haciendo un corte previo mediante fosas.

Los filtros-prensas han resuelto el problema del agotamiento de los estériles muy finos de flotación. A pesar de estas ventajas, el trabajo discontínuo y la mano de obra necesaria hace pensar que, aunque de momento es la máquina más indicada, no ha llegado a su plena madurez.

15.4. TRATAMIENTOS ESPECIFICOS

15.4.1. Tratamientos de recirculación o reutilización de vertidos.

15.4.1.1. Reutilización de vertidos

Esta técnica es conocida también como minería en circuito cerrado, porque el agua generada durante los procesos de laboreo y precipitación de minerales, no es vertida a los medios receptores.

Los elementos básicos del circuito son:

a) Un sistema de recogida y transporte de las aguas drenadas de la mina hasta los estanques de almacenamiento.

b) Un sistema de bombeo y transporte del agua, de los estanques - de almacenamiento hasta la planta de preparación.

c) Un sistema de transporte de estériles a presa de estériles.

d) Un sistema de bombeo y transporte de agua de presa de estériles o estanques de almacenamiento.

e) En el caso de que una parte del agua almacenada en los estanques debe ser vertida a los medios receptores, habrá que estudiar su tratamiento adecuado.

Este método de control de las aguas, es aconsejable en regiones secas con escasez de agua. En regiones húmedas y especialmente en el caso de la minería a cielo abierto para el dimensionamiento de los estanques se deberá considerar las condiciones climatológicas y expresamente los periodos punta.

15.4.1.2.- Estanques de evaporación

Grandes presas de retención pueden ser utilizadas con el fin de conseguir una alta evaporación y una mínima descarga a los medios receptores. En suelos permeables se requiere un revestimiento de materiales impermeables como arcilla. Los materiales arcillosos tienen a su vez la ventaja de adsorber elementos químicos contaminantes tales como los compuestos de arsénico.

El sistema debe ser diseñado para el máximo de flujo - con la mínima evaporación. Resulta evidente que este sistema só lo es viable en zonas áridas o semiáridas en las que la pluviometría sea menor que la evaporación. El requerimiento de un mantenimiento periódico es una limitación para el uso del presente método.