

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
COMISARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

APLICACION METODOLOGIA CIELO ABIERTO

MONTEALEGRE

DICIEMBRE 1980



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

10692

**APLICACION AL AREA CARBONIFERA DE MONTEALEGRE
DE LA METODOLOGIA ESTABLECIDA POR EL IGME PARA EL
ESTUDIO DE VIABILIDAD DE EXPLOTACION A CIELO ABIERTO**

El presente trabajo ha sido realizado durante 1980 por GEOTEHIC, S.A.,
en régimen de contratación con el Instituto Geológico y Minero de España.

I N D I C E

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. ANALISIS DE LA INFORMACION DE PARTIDA	5
2.1. CARACTERIZACION GEOLOGICA DEL AMBITO DEL ESTUDIO	5
2.1.1. INTRODUCCION	5
2.1.2. ESTRATIGRAFIA GENERAL DEL AREA	5
2.1.2.1. CARACTERISTICAS DE LA CUENCA DE SEDIMENTACION	5
2.1.2.2. SERIE ESTRATIGRAFICA	6
2.1.2.2.1. TRAMO BASAL	7
2.1.2.2.2. TRAMO DE ANCHAS	7
2.1.2.2.3. TRAMO DE ESTRECHAS	7
2.1.2.2.4. TRAMO CHUCHU-NAVALEO	8
2.1.2.2.5. TRAMO DE TORRE	8
2.1.2.2.6. TRAMO SARITA	9
2.1.2.2.7. TRAMO LA NUEVA	9
2.1.2.2.8. TRAMO CONSTANCIA	9
2.1.2.2.9. TRAMO SUPERIOR	10
2.1.3. TECTONICA	
2.1.3.1. ESTRUCTURA GENERAL DEL AREA	10
2.1.3.2. DISCORDANCIAS	10
2.1.3.3. PLIEGUES	11
2.1.3.4. FALLAS	11
2.1.3.4.1. FALLAS DE BORDE Y LIMITE DEL AREA	11
2.1.3.4.2. FALLAS INTERNAS DEL AREA	11
2.1.3.5. GENESIS DE LAS ESTRUCTURAS	12
2.2. TRAMOS CARBONOSOS	12
2.2.1. GENERALIDADES	12
2.2.2. PAQUETES MINEROS	13
2.2.2.1. PAQUETE DE ANCHAS	13
2.2.2.2. PAQUETE DE ESTRECHAS	15
2.2.2.3. PAQUETE CHUCHU	17
2.2.2.4. PAQUETE NAVALEO	19
2.2.2.5. PAQUETE TORRE	21
2.2.2.6. PAQUETE DELIAS O SARITA	24
2.2.2.7. PAQUETE CHECHERO	24
2.2.2.8. PAQUETE CONSTANCIA	25
2.2.3. CALIDADES DE CARBON	26

	Pág.
2.3. INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y MINERA	28
2.3.1. RED DE COMUNICACIONES Y NUCLEOS DE POBLACION	28
2.3.2. ACTIVIDAD MINERA	30
2.3.3. CAPACIDAD TRANSFORMADORA DE LOS CENTROS DE CONSUMO	32
2.3.3.1. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA CENTRAL TER- MICA COMPOSTILLA II	33
2.3.3.2. PREVISION DE CONSUMO PARA LOS PROXIMOS AÑOS	33
3. SELECCION DE LAS ZONAS DE INTERES PARA SU POSIBLE EXPLOTACION A CIELO ABIERTO	37
3.1. PAQUETE CHUCHU/ESTRECHAS	38
3.2. PAQUETE ANCHAS	43
4. DETERMINACION DE LAS RESERVAS POTENCIALES DE CARBON EXPLOTABLE A CIELO ABIERTO	49
4.1. MODELOS UTILIZABLES PARA CARACTERIZACION DE LAS AREAS SELECCIONADAS	49
4.2. DEFINICION DE LOS MODELOS TECNICO ECONOMICOS APLI- CABLES A LAS DISTINTAS AREAS SELECCIONADAS. DETER- MINACION DE RATIOS LIMITES Y RATIOS MEDIOS DE EXPLO- TACION	59
4.2.1. DETERMINACION DEL PRECIO DE VENTA DEL CARBON	60
4.2.2. DETERMINACION DE LOS COSTES INDICES DE EXPLO- TACION MORFOLOGIA DE LOS MATERIALES	63
4.2.3. COSTES INDICE DE TRANSPORTE HASTA CENTRAL TERMICA	66
4.2.4. DETERMINACION DE LOS RATIOS LIMITE DE EXPLO- TACION PARA LAS DISTINTAS AREAS SELECCIONA- DAS	69
5. DETERMINACION DEL POTENCIAL DE RESERVAS EXPLO- TABLES A CIELO ABIERTO. DEFINICION DEL PROCESO DE CALCULO	72
6. METODOS DE EXPLOTACION APLICABLES A LAS DISTIN- TAS ZONAS SELECCIONADAS	86
6.1. VERTEDEROS RECONSTITUCION DEL TERRENO	93
6.2. TALUDES	95

	Pág.
7. ESTIMACION DEL PROGRAMA DE INVESTIGACION DE DETALLE PARA LA CONFIRMACION DE RESERVAS	101
7.1. NECESIDAD DE DATOS	101
7.2. PROGRAMA GENERAL DE INVESTIGACION	101
7.3. EXPLORACION DETALLADA PARA CADA ZONA	102
7.3.1. CHUCHU/ESTRECHAS.	102
7.3.2. ANCHAS.	103
7.4. ESTIMACION DE INVERSIONES EN EXPLORACION	104
8. INFRAESTRUCTURA. ESTIMACION DE INVERSIONES	106
8.1. ACCESOS	106
8.2. PLAZA DE STOCK DE CARBON	107
8.3. PREPARACION ZONA DE EXPLOTACION	107
8.4. OTRAS INVERSIONES DE TIPO INFRAESTRUCTURAL	108
9. RESUMEN INVERSIONES ESTIMADAS PARA INVESTIGACION E INFRAESTRUCTURA DE LAS ZONAS SELECCIONADAS	110
10. ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LAS RESERVAS EVALUADAS RESPECTO A LOS DISTINTOS PARAMETROS TECNICO-ECONOMICOS UTILIZADOS EN LOS MODELOS	112
11. ECONOMICIDAD DE LAS RESERVAS EVALUADAS	117
12. RENTABILIDAD DE LAS INVERSIONES. CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (T.I.R.) ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE EL T.I.R.	119
12.1. ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE EL TIR	124
13. RESUMEN Y CONCLUSIONES	127

INDICE DE CUADROS

	Pág.
– COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN EL PAQUETE DE ANCHAS	14
– COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN EL PAQUETE DE ESTRECHAS	16
– COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN EL PAQUETE DE CHUCHU	18
– COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN EL PAQUETE DE NAVELEO	20
– COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN EL PAQUETE DE TORRE	22
– COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN EL PAQUETE CHECHERO	25
– COLUMNA ESTRATIGRAFICA EN EL PAQUETE CONSTANCIA	26
– CALIDADES INTRINSECAS DE LAS DIVERSAS CAPAS DE CARBON	27
– CALIDADES DEL CARBON ENTREGADO EN TERMICA EN 1979	27
– CUADRO RESUMEN DE LA ACTIVIDAD MINERA DEL AREA CARBONIFERA DE MONTEALEGRE	31
– CONSUMO, STOCK Y CALIDAD DE CARBON ENTREGADO EN LA CENTRAL TERMICA DE COMPOSTILLA	34
– SINTESIS DE LOS PARAMETROS FUNDAMENTALES DE LAS AREAS SELECCIONADAS	48
– CUADRO RESUMEN CON LAS CARACTERISTICAS DE LOS CARBONES DE LAS DISTINTAS ZONAS SELECCIONADAS Y PRECIO DE VENTA EN PARQUE DE CENTRAL TERMICA	62
– CUADRO CON EXPRESION DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES A EXCAVAR	64
– CUADRO DE COSTES MEDIOS DE EXPLOTACION	66
– COSTES DE TRANSPORTE DE CARBON A TERMICA	68
– CUADRO ECONOMICO Y DETERMINACION DE RATIOS LIMITES PARA LAS DISTINTAS ZONAS SELECCIONADAS	71
– POTENCIAL DE RESERVAS AREA DE MONTEALEGRE	77
– ESTIMACION DE INVERSIONES EN EXPLORACION PARA LAS DISTINTAS ZONAS SELECCIONADAS	105
– ESTIMACION DE INVERSIONES EN PREPARACION E INFRAESTRUCTURA PARA LAS DISTINTAS ZONAS	109
– CUADRO RESUMEN DE INVERSIONES EN INVESTIGACION E INFRAESTRUCTURA	111
– ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE RESERVAS	113
– INDICE DE ECONOMICIDAD DE LAS RESERVAS EVALUADAS	118
– CUADRO ECONOMICO DE LA POSIBLE EXPLOTACION A CIELO ABIERTO DE LAS RESERVAS EVALUADAS EN EL AREA CARBONIFERA DE TORRE –BEMBIBRE	121
– CASH–FLOW	122
– CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (T.I.R.)	123
– ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE LA T.I.R.	125

1.— INTRODUCCION

El objetivo del presente proyecto ha sido la aplicación al área carbonífera denominada MONTEALEGRE (EL BIERZO), ubicada al norte de la provincia de LEON, de la Metodología establecida por el IGME para la determinación del potencial de reservas económicamente explotables a cielo abierto.

Dicha área, ha sido seleccionada en función de diversos condicionantes técnico-económicos, derivados en líneas generales, del notable grado de conocimiento geológico-minero de la zona así como de la situación socio-económica del sector berciano.

En este sentido, la información aportada por la Investigación geológico-minera realizada sobre dicha zona (1978), que contiene un conocimiento geológico con expresión de cartografía a escala 1:10.000 y síntesis a 1:20.000, que comporta a su vez un conocimiento estructural, geométrico del área estudiada y estratigráfico de la serie presente en ella, así como de las características generales de sus carbones; se enmarca por otro lado, dentro de la actuación planificada a escala nacional prevista por el actual Plan Energético Nacional (1978—1987) para el conocimiento de las distintas cuencas carboníferas.

Este soporte de información, con el grado de coherencia que conlleva el estudio conjuntado de un área, ha sido fundamental para la aplicación de la citada Metodología, ya que ésta pretende ser una vía investigatoria de tipo infraestructural destinada a señalar las directrices dentro de las cuales podrán moverse en el futuro las acciones prospectivas de evaluación de las reservas explotables a cielo abierto de las distintas cuencas españolas.

Con este fin, se ha estructurado el contenido del proyecto tratando de conseguir los siguientes objetivos parciales:

- Realizar el reajuste y perfeccionamiento de la Metodología establecida por el IGME (1979) para el estudio de viabilidad de explotación a cielo abierto de yacimientos de carbón.
- Definir y establecer los modelos técnico-económicos definitivos para la zona del estudio "Area de Torre—Bembibre".
- Evaluación de reservas por zonas, mediante la aplicación de un programa de ordenador adecuado para su actualización α futuro.
- Analizar la sensibilidad de las reservas evaluadas, con relación a los principales parámetros técnico-económicos utilizados en los modelos establecidos para cada zona de estudio, mediante aplicación del programa de ordenador correspondiente.

— Trazar unas líneas generales sobre la planificación de las producciones de carbón a cielo abierto, en el área estudiada.

— Estimar la Tasa Interna de Rentabilidad (T.I.R.) de las inversiones necesarias para puesta en explotación de los distintos yacimientos evaluados.

— Analizar la sensibilidad sobre dicha rentabilidad de los parámetros técnico-económicos utilizados en el cálculo.

— Enunciar finalmente un conjunto de conclusiones básicas definitivas, sobre el área estudiada, que expresen el potencial real de reservas y recursos de carbón en la misma, dentro de un determinado entorno de los condicionamientos que definen ambos conceptos.

2.— ANALISIS DE LA INFORMACION DE PARTIDA

2.1.— CARACTERIZACION GEOLOGICA DEL AMBITO DEL ESTUDIO

2.1.1.— INTRODUCCION

La existencia, como se ha comentado anteriormente, de un estudio geológico de detalle, realizado por el IGME en 1978 denominado "Investigación geológico-minera de carbón en el área TORRE—BEMBIBRE (El Bierzo) LEON", en el que se abordan ampliamente los aspectos geológicos de la zona de estudio, nos obligan a remitir al lector a dicho informe para mayor precisión. Sin embargo, nos vamos a permitir hacer un breve resumen de las características estratigráficas y tectónicas de la cuenca, a la luz de los resultados obtenidos en el estudio citado y de nuestras propias observaciones de campo, resaltando los aspectos que más interesan en este proyecto.

2.1.1.— ESTRATIGRAFIA GENERAL DEL AREA

2.1.1.1.— CARACTERISTICAS DE LA CUENCA DE SEDIMENTACION

Durante la Orogenia Hercínica, posiblemente en la Fase Astúrica, se origina un relieve importante con depresiones activas en las que se instalan las cuencas estefanienses, como la que ahora es motivo de estudio.

El fuerte relieve formado determina que la sedimentación dé comienzo con el depósito de materiales detríticos gruesos, conglomerados y ocasionalmente brechas, que se extenderían hasta una cierta distancia del borde y que rellenarían las depresiones existentes en el paleorelieve.

Con el tiempo este relieve se suavizará, disminuyendo el tamaño de grano y apareciendo areniscas, pizarras y capas de carbón en series rítmicas, que constituyen la tónica general sedimentaria de la cuenca.

Los depósitos son de facies continental, habiéndose determinado la existencia de un nivel lacustre importante en la parte baja de la serie, constituido por limolitas y areniscas de grano fino con intercalaciones de arcillas y fauna de agua dulce.

El estudio estratigráfico muestra una serie con predominio de los materiales detríticos gruesos sobre los finos, lo que indica la existencia de un medio dotado de alta energía.

Dichos materiales son de origen fluvial, tal y como demuestra su geome-

tría, textura y estructuras sedimentarias (paleocanales, estratificaciones y laminaciones cruzadas...), y alternan con otros depósitos constituidos por sedimentos finos (arcillas y limos) de naturaleza pantanosa.

Las condiciones palustres indican períodos de estabilidad en la cuenca, durante los cuales tiene lugar un desarrollo importante de la vegetación y la acumulación de materia orgánica, a partir de la cual se formarán las capas de carbón.

Estos períodos de estabilidad se ven truncados por un descenso relativo de la cuenca respecto a sus bordes, que provoca un aumento progresivo de la energía del medio hasta alcanzar de nuevo las condiciones de cauces fluviales anastomosados; posteriormente empieza a rellenarse de nuevo la cuenca hasta alcanzar el régimen palustre. Este fenómeno, repetido periódicamente es el causante del carácter rítmico de la serie.

Un ritmo completo estaría formado por los siguientes términos, de muro a techo:

- Conglomerado o micropudinga.
- Arenisca.
- Pizarra limolítica.
- Pizarra fina con raíces.
- Carbón.
- Pizarra.
- Arenisca.

La lenta subsidencia de la cuenca dio lugar a la acumulación de un importante espesor de sedimentos, que debió superar los 2.300 m en algunos puntos, pero que puede haber sido muy variable, en virtud de la importancia que debió tener el paleorrelieve pre-estefaniense.

2.1.2.2.– SERIE ESTRATIGRAFICA

Debido a la inexistencia de niveles guía identificables, salvo la formación lacustre que se localiza a techo de la capa 13 del Paquete de Anchas, y a la uniformidad y monotonía de la serie, que no permite la diferenciación de unidades geológicas definidas; el IGME (1978) dividió el área en una serie de tramos sucesivos, dentro del conjunto estratigráfico, habiendo tomado como criterio de delimitación la presencia de capas de carbón continuas en el área estudiada. Se trata pues de un criterio de división artificial, impuesto por las características geológicas del área.

Los tramos definidos, de muro a techo, son:

2.1.2.2.1.– TRAMO BASAL

La potencia oscila entre 80–200 m. Forma una franja estrecha que recorre todo el borde Sur de la cuenca.

Litológicamente está constituido por depósitos torrenciales de abanico aluvial con predominio de materiales conglomeráticos. Hacia la parte alta, los materiales se van afinando y aparecen frecuentes areniscas junto con intercalaciones de pizarras y pasos de carbón discontinuos.

2.1.2.2.2.– TRAMO DE ANCHAS

Potencia media 170 m. Aflora en una franja de unos 200 m de anchura orientada Este–Oeste, en las proximidades del borde Sur de la cuenca.

El límite inferior coincide con el primer paso de carbón sobre el que ha habido intentos de explotación (capa 18?); el superior coincide con la base del primer nivel lacustre con fauna, que se encuentra unos 10 m por encima de la capa 13.

El 40–60 por ciento de los materiales son areniscas y micropudingas fluviales entre las que se intercalan facies finas pantanosas y pasos de carbón.

Comprende el paquete minero del mismo nombre, que contiene de 4 a 7 pasos de carbón que han sido explotados o sobre los que se han realizado intentos de explotación.

2.1.2.2.3.– TRAMO DE ESTRECHAS

Potencia comprendida entre 280–320 m. Forma una estrecha franja de 250–800 m de ancha, orientada Este–Oeste, entre las localidades de San Andrés de Puentes y el Sur de Montealegre.

El límite inferior coincide con el Tramo de Anchas y el superior se ha fijado en la base de la capa Chuchú.

A diferencia de lo que ocurre en el resto de la serie, en la parte basal aparecen unos niveles con fauna lacustre, que se distribuyen dentro de un espesor de estratos de unos 125 m en el extremo oriental y que en la parte más occidental no sobrepasan los 40 m.

Litológicamente está constituido por una alternancia de areniscas y pizarras con algunos pasos de carbón.

En este tramo se incluye el paquete minero del mismo nombre, que se caracteriza por su gran variación lateral.

2.1.2.2.4.- TRAMO CHUCHU-NAVALEO

Potencia media 400 m. Forma una banda de 2–2,5 Km de ancha que ocupa toda la parte central de la cuenca.

El límite inferior coincide con el Tramo de Estrechas, mientras que el superior se sitúa en el muro de la capa 5ª del Paquete Torre.

No existen características estratigráficas diferenciables a destacar. Sin embargo, se puede apreciar una disminución del tamaño medio de grano, lo que indica una disminución en la energía del medio, ligada probablemente a la degradación del relieve.

Existen importantes variaciones laterales de facies que se acentúan a medida que se sube en la serie.

Dentro de este tramo quedan englobados los paquetes mineros Chuchú y Navaleo.

2.1.2.2.5.- TRAMO DE TORRE

Potencia media 300 m. Forma una franja irregular de 300–1.400 m de anchura, orientada Este–Oeste, que se extiende desde el Sur de Albares de la Ribera (al Oeste) hasta ser cubierto por el Terciario de Brañuelas (al Este).

El límite inferior coincide con el Tramo Chuchú–Navaleo y el superior está 10–15 m por debajo de la capa California, coincidiendo con la base de la capa Fragua en los puntos en que ésta se ha identificado.

Presenta un carácter fuertemente detrítico en la parte baja, que poco a poco se va perdiendo hasta que en la parte alta la sedimentación pizarrosa domina claramente sobre las areniscas.

Al igual que en los casos anteriores, existen importantes variaciones laterales que afectan de forma notable a la explotabilidad de los carbones.

En él se encuentra el paquete minero del mismo nombre, que se localiza en la parte basal del Tramo.

2.1.2.2.6.— TRAMO SARITA

Potencia media 225 m. Se extiende desde Albares de la Ribera hacia el Este, para doblar en el extremo oriental hacia el Norte hasta estrellarse con la falla que delimita el área estudiada; la anchura del afloramiento es de 400–1.500 m, según las zonas.

• El límite inferior coincide con el Tramo de Torre y el superior se localiza en la base de la capa Nueva.

Desde el punto de vista estratigráfico destaca el fuerte carácter detrítico de su mitad inferior y las importantes variaciones laterales que tiene.

En él está incluido el paquete minero Sarita o Delias, en el que se han llegado a explotar tres pasos de carbón.

2.1.2.2.7.— TRAMO DE LA NUEVA

Potencia media 350 m. Se extiende desde La Ribera hasta un kilómetro al Este del Cerezal, en un afloramiento de 500–1.000 m de anchura.

El límite inferior coincide con el Tramo Sarita y el superior en el muro de la capa Constancia.

Las características estratigráficas responden a las generales de la cuenca.

Dentro de él se encuentra incluido el paquete minero Chechero.

2.1.2.2.8.— TRAMO CONSTANCIA

Potencia media 140 m. Se localiza en el extremo Noroeste del área, en un afloramiento de 200–500 m de anchura, de forma que hacia el Oeste se pierde bajo el Terciario del río Boeza y hacia el Este se dobla en dirección al Norte hasta chocar con la falla de Tremor de Abajo.

El límite inferior coincide con el Tramo de La Nueva, mientras que el superior está a techo de la capa 37 (= ? capa Rosa).

No presenta peculiaridades particulares desde el punto de vista estratigráfico.

Engloba el paquete minero Constanca, en el que se han explotado hasta cuatro pasos de carbón.

2.1.2.2.9.- TRAMO SUPERIOR

Potencia superior a 200 m. Se extiende desde Folgoso de la Ribera hacia el Este, llegando a Tremor de Abajo, permaneciendo en su mayor parte recubierto por el Terciario del río Boeza.

Mantiene las características estratigráficas generales de la cuenca.

No se conoce ningún paquete minero de interés para su explotación.

2.1.3.- TECTONICA

2.1.3.1.- ESTRUCTURA GENERAL DEL AREA

El área presenta en conjunto una estructura suave y sencilla con escaso desarrollo de pliegues; los tramos se orientan en dirección Este—Oeste y pasan a dirección Noreste—Suroeste en el extremo oriental.

Aparece como una serie inclinada al Norte con fuertes pendientes cerca del límite meridional (Tramos de Anchas y Estrechas), con buzamientos de 60—70° y llegando incluso a la inversión. Hacia el Norte se pasa a una estrecha franja con pliegues bastante bien desarrollados (Parte basal del Tramo Chuchú—Navaleo) y a continuación se pasa a una zona de pendientes suaves con pliegues laxos de importancia reducida que, en muchos puntos dan lugar a una estructura en escalera.

Esta sencilla estructura se encuentra rota por una serie de fallas, de importancia geológica reducida, que se agrupan en dos sistemas; longitudinal y transversal a la estructura respectivamente. Ambos sistemas de fracturas afectan sobre todo al área situada al Sur del río Tremor.

2.1.3.2.- DISCORDANCIAS

No se conoce bien la geometría del fondo de la cuenca carbonífera, pero a partir de los sondeos realizados por el IGME (1978) a través de la Empresa

Nacional ADARO y de los datos provenientes de las empresas explotadoras, se deduce que, al menos al Oeste del meridiano que pasa por la localidad de La Ribera, existe una depresión localizada entre el borde Sur y el río Tremor que eleva su fondo hacia el Oeste.

En el extremo Norte a la altura del paralelo que pasa por Folgoso de la Ribera aparece un nuevo umbral que se encuentra afectado por fallas.

De esta forma, parece como si la sedimentación hubiese tenido lugar en dos surcos paralelos que se hundían progresivamente hacia el Este.

2.1.3.3.- PLIEGUES

El área se caracteriza por el escaso desarrollo de los pliegues, los cuales se localizan exclusivamente al Sur del río Tremor.

Se trata de pliegues concéntricos en los que de ordinario se encuentra más desarrollado el flanco Norte, de forma que, en ocasiones, son simples flexiones que comunican a la cuenca una estructura escalonada hacia el Norte.

2.1.3.4.- FALLAS

2.1.3.4.1.- FALLAS DE BORDE Y LIMITE DEL AREA

Se han localizado las fallas de Arlanza—Toreno y de Tremor, que limitan por el Norte el área de estudio, y la falla de La Silva que la limita por el Este.

Las primeras parecen ser inversas de gran ángulo, mientras que la de La Silva se sabe que es una falla inversa con buzamiento del plano de falla de 70—80° al Este.

2.1.3.4.2.- FALLAS INTERNAS DEL AREA

Casi todas se localizan al Sur del río Tremor—Arroyo de La Silva, formando dos sistemas, uno longitudinal y otro transversal a las estructuras.

Las primeras son inversas en su mayor parte, mientras que las transversales son fallas de desgarre con una componente vertical variable de carácter inverso generalmente.

Los desplazamientos no tienen importancia desde el punto de vista geológico.

gico, aunque desde la perspectiva minera plantean muchas veces graves problemas de explotación.

2.1.3.5.- GENESIS DE LAS ESTRUCTURAS

La subsidencia de la zona durante la sedimentación debió tener lugar, en gran parte, mediante fallas directas en el zócalo, que continuaron jugando con posterioridad. Este fenómeno puede ser el responsable de la disposición estructural de la cuenca, que desarrolló una serie de flexiones en escalón que alcanzaron diferente grado de desarrollo y que parecen ser el resultado de la adaptación de la cobertera estefaniense a la estructura del zócalo. Estos pliegues en escalón pudieron romperse por fallas directas al ir acentuándose el movimiento en el zócalo.

Con posterioridad a estos fenómenos y posiblemente en una nueva etapa de deformación acompañada de compresión, se produjo la removilización de fracturas preexistentes que jugaron entonces en sentido opuesto, dando lugar a que una gran parte de las fallas originariamente directas se presenten ahora como fallas inversas de gran ángulo.

Este fenómeno explica el hecho contraproducente de que existan simultáneamente una gran suavidad de las estructuras plegadas, indicativa de una casi inexistencia de compresión, con una gran abundancia de fallas inversas, que en principio parece indicar todo lo contrario.

2.2.- TRAMOS CARBONOSOS

2.2.1.- GENERALIDADES

En el área de estudio existe un número elevado de pasos de carbón, cuyas potencias oscilan entre unos pocos milímetros y el metro. Aunque, en general, las capas explotables no pasan de los 70 cm.

Se trata de carbón tipo "antracita" que, normalmente, presentan suelos de vegetación bien desarrollados a muro, de naturaleza arcillítica o limolítica, que indican el carácter autóctono de los mismos.

Dada la naturaleza de la cuenca, hay que tener presente que las condiciones de régimen pantanoso normalmente no se extenderían a todo el área de sedimentación, sino que se alcanzarían y mantendrían localmente, salvo en momentos excepcionales; lo que explica la discontinuidad lateral de la mayoría de los pasos de carbón.

Por otra parte, la continuidad de capas viene igualmente condicionada por el carácter erosivo de los depósitos fluviales gruesos, que en muchas ocasiones provocarían el desmantelamiento local de capas previamente depositadas.

2.2.2.- PAQUETES MINEROS

El término “paquete” engloba el conjunto de materiales que se encuentran entre la primera y la última capa explotables.

Dentro de la cuenca existe una tradición minera muy antigua que ha diferenciado varios paquetes mineros. Las dos divisiones más generalizadas, de muro a techo, son:

Paquete de Anchas	Paquete de Anchas
	Paquete de Estrechas
Paquete Intermedio	Paquete de Chuchú
	Paquete de Navaleo
Paquete de Estrechas	Paquete de Torre
	Paquete de Deliasó Sarita
... ..	Paquete Chechero
... ..	Paquete Constancia

Para las descripciones que vamos a hacer a continuación, nos vamos a basar en la segunda diferenciación, por parecernos más adecuada para agrupar los diversos pasos de carbón que aparecen en la zona.

2.2.2.1.- PAQUETE DE ANCHAS

Está incluido dentro de la mitad superior del Tramo del mismo nombre y contiene de 4 a 7 pasos de carbón que han sido explotados o han sufrido intentos de explotación.

Las capas se mantienen con una dirección aproximada Este—Oeste y los buzamientos oscilan entre los 65—75° N.

La potencia media de las capas con tradición minera en la zona es (de techo a muro):

Tabla II-a: Columnas estratigráficas en el Paquete de Anchas.

<u>SANTIBAÑEZ DE MONTES</u>	<u>ARROYO DE VALDUVIECO</u>	<u>SUR DE STA. CRUZ DE MONTES</u>	<u>ARROYO DE LAS ARRIBAS</u>
Capa Manuela – 0,50-0,65 m. _____ 26 m.	Capa 13 – 0,40-0,50 m. _____ 13 m.	Capa 13 – 0,50-0,70 m. _____ 26 m.	Capa Manuela – 0,45–0,50 m. 20 m.
Capa Elena – 0,80 m. _____ 0,50-0,60 m.	Capa 14 – 0,40-0,70 m. _____ 2 m.	Capa 14 – 0,60-0,70 m. _____ 0,50 m.	Capa Modesta – 0,80-0,90 m.
Carbón sucio – 0,30 m. ____ ? _____ 11 m.	Carbón – 0,25-0,30 m. ____ ? _____ 5 m.	Carbón – 0,20 m. 10-11 m.	
Capa Carmen – 0,65-0,80 m. _____ 13-14 m.	Capa 15 – 0,40-0,80 m. _____ 12-13 m.	Capa 15 – 0,70-0,85 m. 15-16 m.	
Capa Margarita – 0,20-0,35 m. ____ ? _____ 43 m.	Carbón – 0,30 m. ____ ? _____ 17-18 m.	Carbón – 0,18 m. > 20 m.	
Capa Esperanza – 0,65-0,90 m. _____	Capa 16 – 0,55-0,70 m. _____	Capa 16 – 0,65 m.	

– Capa 13 (= Manuela)	40–70 cm.
– Capa 14 (= Elena = Modesta)	40–90 cm.
– Capa 15 (= Carmen)	40–85 cm.
– Capa Margarita (= ?)	20–35 cm.
– Capa 16 (= Esperanza)	55–90 cm.

Es el paquete que presenta una mayor homogeneidad a lo largo de su corrida, en cuanto a la potencia, buzamiento y número de capas explotables.

Los datos de potencia de capas e intercapas, obtenidos de las minas de la zona y del IGME (1978), se reflejan en la Tabla II–a.

Actualmente sólo se explota al Sur de Santa Cruz de Montes, en el Arroyo de Salgueiro y en los alrededores de Santibáñez de Montes, por las empresas mineras de Campomanes Hnos. y Antracitas de Brañuelas. En épocas pasadas ha estado sometido a una intensa explotación, en casi toda la corrida, por minería de interior.

2.2.2.2.– PAQUETE DE ESTRECHAS

Se localiza dentro del Tramo del mismo nombre y viene caracterizado por su gran variación lateral en cuanto a número y potencia de capas.

Las capas presentan una corrida Este–Oeste, a lo largo de todo el borde meridional de la cuenca, salvo en el extremo oriental, al Noreste de Santibáñez de Montes, donde se incurvan para tomar una dirección N 45–60° E, hasta chocar contra la falla de La Silva, que limita la cuenca carbonífera por el Este.

Se trata de capas subverticales, con buzamientos de 60–80° N, salvo en la zona al Norte de Santibáñez de Montes, donde hay unas estructuras plegadas (anticlinal–sinclinal) a muro del “Paquete” y hace que el buzamiento sea inferior a los 50°. Igualmente, se encuentran afectadas por una estructura plegada al Sur de Santa Marina de Torre que altera su buzamiento, pero sólo en profundidad.

Debido a la gran variación lateral, resulta difícil correlacionar las diversas capas que se explotan o han sido explotadas en distintos puntos de la corrida. (El intento de correlación efectuado para este Paquete, aparece reflejado en la tabla II–b).

En la actualidad sólo se explota el Paquete al Este de la Silva y al Sur de Montealegre, por las empresas Antracitas de la Silva y Andrés Calvo S.A. respectivamente. La primera aprovecha las capas Carmina y Pilar, con potencias me-

Tabla II-b: Columnas estratigráficas en el Paquete de Estrechas.

<u>LA SILVA</u>	<u>SUR DE MONTEA- LEGRE.</u>	<u>NORTE DE SANTI- BAÑEZ DE MONTES</u>	<u>ARROYO DE SAL- GUEIRO</u>	<u>SUR STA. CRUZ DE MONTES</u>	<u>ARROYO DE LAS ARRIBAS</u>	<u>S. ANDRES DE LOS PUENTES</u>
Carbón - 0,20 m. 14 m.	Angela - 0,25-0,40 m. - ? - C. 5 ^a - 0,40-0,45 m. 9-10 m.	24-25 m. ?	Carbón - 0,20-0,25 m. 8-9 m.	C.7 - 0,30 m. 18 m. ?	Carbón - 0,25 m. 18 m.	Estrecha - 0,20 m. 32 m.
Carmina - 0,40-0,80 m. 18-19 m.	Alicia - 0,60-0,80 m. - ? - C. 6 ^a - 0,35-0,40 m. 24 m.	16-17 m.	C.7 - 0,50 m. 13-14 m.	Carbón - 0,25-0,30 m. 3-4 m.	Pilar - 0,40-0,45 m. ? 19-20 m.	Pilar - 0,25 m. 9-10 m.
Pilar - 0,50-0,60 m. ?	? Ancha - 1,00 m. - ? Dura - 0,40-0,50 m. - ? - C. 7 ^a - 0,20-0,25 m. 10 m.	Carbón sucio 0,50 m. 8-9 m.	C.8 - 0,10-0,15 m. - ? C.9 - 0,10,0,15 m. - ? 12,13 m.	C.8 - 0,20-0,25 m. - ? C.9 - 0,10 m. 8-9 m.	C.9 - 0,25 m. Carbón - 0,25 m. 8-9 m.	Dos Venas - 0,30-0,45 m. Luisa 0,20-0,60 m. 11-12 m.
	Amalia - 0,45-0,55 m. - ? - C. 8 ^a - 0,40-0,45 m. 13-14 m. ?		C.10 - 0,50 m. - ? 9-10 m.	C.10 - 0,20 m. 8-9 m.	Carbón - 0,20-0,25 m. 38-39 m.	Margarita - 0,10-0,60 m. 13-14 m.
	Isabel - 0,55-0,75 m. - ?		C.11 - 0,20 m.		Carbón sucio - 0,25 m. 28 m. Carbón 0,20 m. 63-64 m. Carbón sucio 0,20-0,25 43-44 m. Carbón 0,35 m.	Soledad - 0,20 m.
					----- Tramo de Anchas.	

días de 0,60 m y 0,50 m respectivamente. La segunda explota las capas: Amalia (0,45), Isabel (0,70) y Alicia (0,60). En épocas pasadas también fueron explotadas algunas capas en otros puntos, por las empresas de Antracitas de Brañuelas, Virgilio Riesco y Minex.

2.2.2.3. – PAQUETE CHUCHU

Se localiza en la mitad inferior del Tramo Chuchú—Navaleo y contiene un máximo de 5 pasos de carbón que han sufrido intentos de explotación.

La dirección de las capas se mantiene Este—Oeste en toda su corrida, salvo el extremo oriental donde tienden a disponerse Noreste—Suroeste.

En este caso no se puede hablar de un buzamiento medio de las capas, puesto que el Paquete se localiza dentro de una estrecha franja de pliegues concéntricos con mayor desarrollo del flanco Norte (ver el capítulo 2.1.3. de Tectónica), que afectan a la geometría de las capas en gran parte de su corrida. De esta forma, en el flanco Norte de los mismos, el buzamiento oscila entre los 30°—60° N, mientras que en el flanco Sur va desde subhorizontal a 40° S.

La relación de capas explotables, con su oscilación de potencia, es la siguiente (de muro a techo):

– Capa Chuchú (= María = x = Epsilon = 6ª)	0,50-1,00 m.
– Capa 5ª (= Gloria)	0,45-0,65 m.
– Capa 4ª (= Gamma)	0,40-0,70 m.
– Capa 3ª (= Beta)	0,30-0,60 m.
– Capa 2ª (= Alfa)	0,40-0,70 m.

Es el Paquete más explotado, tanto en la actualidad como en épocas pasadas, de forma que ha sido aprovechado prácticamente a lo largo de toda la corrida por las empresas: Antracitas de la Silva, Andrés Calvo, Antracitas de Brañuelas, Antracitas de Salgueiro, Campomanes Hnos., Virgilio Riesco, Minex, Carbones San Antonio y Antracitas San Antonio.

Las distintas columnas estratigráficas, elaboradas con los datos de campo y con la información obtenida de las empresas explotadoras, se reflejan en la tabla II—C.

Tabla II-c: Columnas estratigráficas en el Paquete Chuchú.

La Silva	Sur de Montealegre	Norte de Santibáñez de Montes	Arroyo de Salgueiro	Sur de Sta. Cruz de Montes	Arroyo de las Arribas	S. Andrés de los Puentes	Carbones S. Antonio
C. 4 ^a - 0,70 m. ———	Concha - 0,80 m. ———	C. X - 0,40 m. ———	C.2 - 0,55 m. ———	C.2 - 0,5-0,6 m. ———	C.2 - 0,50 m. ———	C.2 - 0,40-0,55 m. ———	C. Alfa - 0,50 m.
21 m.	16-17 m.	13 m.	17 m.	35-36 m.	14,15 m.	8-9 m.	21-22 m.
C. 3 ^a - 0,60-0,70 m.	Carbón sucio - 0,90 m.	C. 1 ^a - 0,50 m. ———	? - C.3 - 0,50-0,60 m.	Carbón - 0,30 m.	C. 3 - 0,40-0,50 m. ———	C.3 - 0,25-0,40 m. ———	Beta - 0,50-0,60 m.
6 m.	8-9 m.	35-36 m.	30 m.	9-10 m.	22 m.	14-15 m.	11-12 m.
Carbón sucio - 0,35-0,40	Carbón sucio - 0,73 m.	Carbón sucio 0,40 m. — ?	C.4 - 0,45-0,50 m.	C.3 - 0,50-0,70 m.	C.4 - 0,40 m.	C.4 (=sucia) 0,40-0,60	Gamma - 0,70-0,80 m.
2 m.	12-13 m.	35 m.	14-15 m.	34 m.	19-20 m.	20-21 m.	19-20 m.
Carbón sucio - 0,50 m.	Carbón - 0,23 m.	C.2 - 0,30 m.	Carbón - 0,35 m.	C.4 - 0,70 m.	Gloria - 0,20-0,40 m.	Gloria - 0,45-0,60 m. —	Delta - 0,40 m.
14 m.	9,10 m.	42-43 m.	1,5 m.	31 m.	34 m.	34-35 m.	20 m.
C. 2 - 0,40-0,50 m.	Carbón - 0,30 m.	C.3 - 0,75 m.	C. 5 - 0,65 m. ———	C.5 - 0,45-0,50 m.	Chuchú - 0,50-0,60 m.	Chuchú - 0,45-0,70 m. —	Epsilon - 0,70-1,00 m.
71 m.	11-12 m.		29-30 m.	55-56 m.			
C. X - 0,70-1,00 m.	Carbón - 0,20 m.		C.6 - 0,55-0,65 m.	C. 6 - 0,65-0,80 m.			
	Maria - 0,90 m.						

2.2.2.4.— PAQUETE NVALEO

Se localiza en la mitad superior del Tramo Chuchú—Navaleo.

Debido a la escasa explotación de que ha sido objeto, al recubrimiento superficial y a la gran variedad lateral, es el Paquete menos conocido del área, de forma que no se sabe con precisión la corrida, buzamiento y potencia de las capas.

Actualmente se explota, por Antracitas de la Granja, al Norte de La Silva, donde se cortan las siguientes capas, de techo a muro:

— Bernardina	0,35 m.
— Bernarda	0,30 m.
— Josefa	0,25 m.
— Sta. Bárbara	0,35 m.

Las columnas estratigráficas elaboradas se reflejan en la tabla II—d.

Tabla II-d: Columnas estratigráficas en el Paquete Navaleo

<u>Pozo Pincias</u>	<u>Pozo nº 1 Victorina</u>	<u>Pozo Marcelina</u>	<u>Pozo inclinado Vitoria</u>	<u>Sur de Sta. Cruz de Montes</u>	<u>Mina Vitoria</u>	<u>La Silva</u>
C. 0 – 0,30 m. 21 m.	Carbón – 0,40 m. 6-7 m.	Carbón – 0,20 m. 8 m.	Carbón – 0,20 m. 16 m.	C. 1 – 0,13 m. 17 m.	C. 3 – 0,47 m. 13-14 m.	Bernardina – 0,35 m. 21-22 m.
C. 1 – 0,60 m. 40 m.	Marcelina – 0,40 m. 12 m.	Carbón 0,20 m. 24 m.	Carbón 0,20 m. 30 m.	Carbón sucio – 0,30 m. 3-4 m.	Carbón sucio – 0,30 m. 5-6 m.	Bernarda – 0,30 m. 22 m.
C. 2 – 0,55 m.	Carbón – 0,30 m.	Carbón – 0,15 m. 53 m.	Carbón – 0,25 m. 6 m.	C. 2 – 0,10 m. 40 m.	C. 2 – 0,30 m. 34 m.	Carbón sucio – 0,60 m. 15-16 m.
		Marcelina – 0,40 m.	Carbón – 0,20 m. 18 m.	C. 3 – 0,08 m.	Carbón Sucio–0,35 m. 25 m.	Josefa – 0,25 m. 2-3 m.
			Dos Venas – 0,40 m. 1-2 m.		C. 1 – 0,30 m.	Carbón sucio – 0,30 m. 15-16 m.
			Carbón – 0,25 m. 26 m.			Carbón – 0,20 m. 31 m.
			C. 1 – 0,60 m.			Sta. Bárbara – 0,35 m.

2.2.2.5.- PAQUETE TORRE

Se localiza en el tercio inferior del Tramo de Torre, y contiene tres pasos de carbón que han sido explotados en diferentes puntos.

Las capas afloran en una franja Este—Oeste, al Norte del río Tremor—Arroyo de La Silva, con buzamientos que van desde los 15° N a los 50° N, en el extremo oriental de la cuenca; la inclinación media es de 25—30° N.

Además del afloramiento principal, quedan otros dos restos del Paquete al Oeste de Sta. Cruz de Montes y Sta. Marina de Torre respectivamente, que aparecen rodeando sendas elevaciones montañosas (son áreas de posible interés para la realización de una minería de contorno a cielo abierto). Aparecen afectadas por un sinclinal y un anticlinal muy laxos, con el flanco Sur subhorizontal y los flancos Norte buzando de 20—30° N.

La potencia de las capas con tradición minera en la zona es muy variable de unos puntos a otros, por lo que resulta difícil dar un espesor medio para cada paso de carbón. De techo a muro se tiene:

— Capa Mora, con una potencia media que oscila entre 40 y 70 cm, aunque ocasionalmente presenta espesores inferiores a los 20 cm. Es la capa más estable del Paquete a lo largo de todo el afloramiento.

— Capa 4ª: presenta espesores muy variables, de forma que ocasionalmente llega casi a desaparecer y muy raramente supera los 50 cm. Su potencia media habitual oscila entre los 20—40 cm.

— Capa 5ª: posee las mismas características que la anterior.

Además de estas tres capas, en algunos puntos se han encontrado carboneros intermedios con potencias superiores a los 40 cm, susceptibles de ser explotados en pequeñas corridas.

Existen labores mineras de explotación subterránea en las tres capas, pero actualmente sólo se explota la capa Mora en dos puntos: al Oeste de La Silva y al Sur de Sta. Marina de Torre, por Carbones Montealegre y Viloría Hnos. respectivamente.

Igualmente hay un intento de explotación a cielo abierto, ya abandonada, al Este de Torre del Bierzo, que aprovechó la capa Mora.

Las columnas estratigráficas realizados, tanto con los datos de afloramientos como con los obtenidos de las empresas mineras, vienen reflejados en la Tabla II-e.

Tabla II-e: Columnas estratigráficas del Paquete Torre

La Silva	Carretera Nacional VI (Al Norte de Torre del Bierzo)	Suroeste de Sta. Cruz de Montes	Sureste de Sta. Marina de Torres	Oeste de Sta. Marina de Torres	Pozo Pincias Km. 364,5 Cra. Ncal. VI antigua	Túnel Renfe 24 (km. 365 Cra. Ncal. VI antigua)
Mora - 0,25 m.	Mora - 0,70 m.	Mora Car. sucio - 0,45	Mora - 0,50-0,70 C. sc.	Mora - 0,50 m ?	?	?
16 m.	9 m.	45 m.	18 m.	10 m.		
Carbón - 0,08 m.	Carbón - 0,40 m.	Carbón sucio - 0,30 m.	Juanita - 0,30-0,40 m.	C. 4 - 0,40 m.	C. 4 - 0,28 m.	Carbón sucio - 0,40 m.
17 m.	10 m.		Maria - 0,30-0,40 m.	C. 5 - 0,40 m.	C. 5 - 0,18 m.	? Carbón sucio - 0,12 m.
20 m.	12 m.					
Carbón sucio - 0,20	C. 4 - 0,20-0,25 m.					
	17 m.					
	C. 5 - 0,35-0,40 m.					

Tabla II-f: Columnas estratigráficas del Paquete Delias o Sarita.

<u>Norte de La Silva</u>	<u>Sur de la Granja de San Vicente</u>	<u>Rio Tremor (Anfracitas de Tremor)</u>	<u>Norte de Torre del Bierzo</u>
Sarita – 0,30-0,40 m. —	Sarita – 0,32 m. —	Sarita – 0,40-0,50 m. —	Sarita – 0,40 m.
48 m.	58 m.	31 m.	54 m.
California – 0,40 m. —	California – 0,27 m. —	California – 0,40-0,50 m. —	California – 0,24 m.
16 m.	13 m.		6-7 m.
Fragua – 0,50 m. —	Fragua – 0,13 m. —	?	Fragua – 0,23 m.

2.2.2.6.— PAQUETE DELIAS O SARITA

Está contenido en el Tramo Sarita, en su tercio inferior, y posee hasta tres pasos de carbón que han sufrido intentos de explotación.

La orientación de las capas es sensiblemente Este—Oeste y el buzamiento va de 15—30° N.

Existen variaciones laterales importantes que afectan especialmente al paso de carbón más bajo (capa Fragua). Las capas explotables, con sus potencias medias, de techo a muro, son:

— Capa Sarita	0,30-0,50 m.
— Capa California	0,25-0,50 m.
— Capa Fragua	0,10-0,50 m.

Antiguamente fueron explotadas al Este del río Tremor y actualmente sólo se explotan las capas California y Sarita, al Oeste del río, por la empresa Antracitas de Tremor.

Ha habido un intento de explotación a cielo abierto en la zona situada al Sur de la Granaja de San Vicente, pero se abandonó a los pocos metros de la superficie.

Las columnas estratigráficas levantadas a partir de los datos de campo y de planos de labores mineros, vienen reflejados en la tabla II—f.

2.2.2.7.— PAQUETE CHECHERO

Se localiza dentro del Tramo de La Nueva y contiene al menos tres capas que se han explotado, en el pasado, a ambas márgenes del río Tremor. Actualmente no se explota ninguno de los pasos de carbón de este Paquete.

En este mismo Tramo y a más de 100 m a muro del Paquete minero, se localiza la capa Nueva, que se ha empezado a explotar en el extremo oriental del afloramiento con una potencia media de 50 cm.

Las capas tienen una orientación Este—Oeste y buzán 30—50° N.

Solamente se tienen datos de las capas en un corte estratigráfico, realizado en el camino de las minas del Villar, al Norte de la Granja de San Vicente (Tabla II—g).

Tabla II-g: Columna estratigráfica del Paquete Chechero.

Capa 6ª – 0,28 m.
10 m.
Adolfo – 0,56 m.
> 100 m.

2.2.2.8.— PAQUETE CONSTANCIA

Está contenido en el Tramo del mismo nombre, y se han llegado a explotar hasta cuatro pasos de carbón.

Las capas siguen una dirección aproximada Este—Oeste hasta llegar al extremo oriental, donde se doblan para ponerse en disposición NORte—Sur. El buzamiento oscila alrededor de los 45° N (ó 45° W).

Los pasos de carbón que componene este Paquete, de muro a techo, son:

Capa Constancia	< 0,50 m.
Capa Vidal	0,30-0,50 m.
Capa Sucia (= Guillermo)	0,10-0,50 m.

A techo de estas capas, aparece otra (capa 37 ó Rosa), que se ha localizado en una pequeña explotación al Noreste del Cerezal, con una potencia aproximada de 20 cm.

Actualmente se explotan, por minería de interior, en gran parte de su corrida.

Existen también varios intentos de explotación a cielo abierto, ya abandonados, en la capa Vidal y ocasionalmente en las capas Sucia y Constancia, al Este del Cerezal.

Tabla II-h: Columnas estratigráficas del Paquete Constanca.

<u>Este del Cerezal</u>	<u>Cerezal</u>	<u>Oeste del Cerezal (Minas del Villar)</u>
Sucia – 0,10-0,60 m. — 6-10 m.	Guillermo – 0,40 m. — 8-9 m.	Sucia – 0,25 m. 9-10 m.
Vidal – 0,40-0,50 m. — > 60 m.	Vidal – 0,40 m. — 58-59 m.	Vidal – 0,30 m. 53-54 m.
Constancia – 0,40-0,50 —	Constancia – 0,30-0,35	Carbón – 0,20 m. 11 m. Constancia – 0,40 m.

2.2.3.— CALIDADES DE CARBON

Los datos de partida utilizados para obtener la calidad media del carbón se han obtenido:

- a) A partir de los ensayos de laboratorio realizados por el I.G.M.E. (1978), para determinar las características intrínsecas de las diversas capas.
- b) A partir de los análisis de control realizados por la Central Térmica de Compostilla II para los carbones que entraron en su parque en 1979.

Los datos obtenidos por este procedimiento no se corresponden con la calidad intrínseca, puesto que, por un lado, en la explotación de las diversas capas, el carbón extraído ha sido objeto de un cierto grado de dilución y por otra parte, las diversas calidades se han obtenido a partir de “los finos” enviados para su consumo en Térmica, y no se ha tenido en cuenta el que la mayoría de las empresas separan una proporción, que oscila entre el 20 y el 50 por ciento, y que vende como “granos” para calefacciones y otros usos industriales, y este carbón posee un contenido mucho más bajo en cenizas y volátiles.

Los resultados obtenidos en Térmica muestran, por consiguiente, una calidad inferior a la real.

El tratamiento adecuado de los datos obtenidos por ambos sistemas, nos va a definir la calidad media real que se obtendría al explotar las capas y, por consiguiente, el precio de venta del carbón (este aspecto será tratado con detalle más adelante).

Tabla II-i: Calidades intrínsecas de las diversas capas de carbón.							
PAQUETE MINERO	NUMERO DE MUESTRAS ANAL.	Cenizas. %	Volátiles %	Humedad %	Carbono fijo %	Poder calorífico kcal/kg.	Azufre emisor %
Constancia	3	20,03	15,39	13,64	64,59	5.744	0,48
Chechero	1	30,48	7,18	8,50	62,34	5.369	0,64
Delias o Sarita	-	-	-	-	-	-	-
Torre	-	-	-	-	-	-	-
Navaleo	6	14,88	5,12	9,19	79,98	6.598	0,62
Chuchú	22	14,51	5,57	8,40	79,66	6.627	0,59
Estrechas	18	15,29	5,45	10,12	79,24	6.576	0,62
Anchas	11	17,09	5,43	8,16	77,47	6.413	0,54

Nota: Datos tomados del IGME (1978).

Tabla II-j: Calidades del carbón entregado en térmica en 1979.							
PAQUETE MINERO	NUMERO MINAS	Cenizas. %	Volátiles %	Humedad %	Poder calorífico kcal/kg.		
Constancia	5	31,31	5,01	8,96	5.367		
Chechero	-	-	-	-	-		
Delias	1	29,79	4,08	11,07	5.466		
Torre	1	31,75	6,80	13,20	5.411		
Navaleo	2	26,12	5,40	10,14	6.021		
Chuchú	6	29,57	3,67	10,56	5.383		
Estrechas	2	29,79	3,60	9,68	5.446		
Anchas	3	27,94	4,79	11,90	5.662		

A la vista de las dos tablas de calidades, se pone de manifiesto que no existen diferencias significativas entre los diversos Paquetes mineros. La única anomalía importante aparece en la tabla II—i, en la que se observa cómo hay un aumento notable del porcentaje en cenizas y volátiles en los paquetes Constancia y Chechero, pero eso es debido a que las muestras fueron recogidas en la superficie y corresponden por tanto a carbones parcialmente alterados; por consiguiente, no son comparables dichos resultados con los obtenidos para el resto de los tramos carbonosos.

Analizando ambos cuadros, se observa que hay un aumento considerable en el porcentaje de cenizas de las capas explotadas, respecto del contenido intrínseco de las mismas; lo que sin duda se debe bien a una fuerte dilución en el proceso de explotación, o a que en el carbón entregado a térmica, se han deducido las fracciones más limpias (granos).

Igualmente, se observa un descenso brusco del poder calorífico de los carbones que se puede valorar en unas 1.000 Kcal/Kg de pérdida.

En cuanto a los volátiles y la humedad, se puede decir que se mantienen sensiblemente iguales, aunque en conjunto hay un pequeño descenso de los primeros y un ligero aumento de la segunda.

2.3.— INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y MINERA

2.3.1.— RED DE COMUNICACIONES Y NUCLEOS DE POBLACION

En el área carbonífera de Torre—Bembibre existe una infraestructura viaria de cierta importancia. La principal vía de comunicación la constituye la carretera nacional VI (Madrid—La Coruña), que atraviesa la cuenca en dirección Este—Oeste entre los Kilómetros 350—365 y que constituye el punto de confluencia al cual van a parar todos los accesos secundarios (carreteras locales y caminos particulares y vecinales) que nacen en los centros de producción de carbón.

El transporte hasta el principal centro de consumo de dicho carbón, que lo constituye la Central Térmica de Compostilla II y que se localiza a 40—50 Km de los diferentes centros productores, se realiza a partir de las vías secundarias y a través la carretera nacional, hasta la localidad de Ponferrada, donde han de desviarse hacia la comarcal 634 (Ponferrada—Villablino), que es donde está ubicada la Térmica (ver figura II—a).

Los principales núcleos urbanos del área son: Ponferrada, Bembibre y Torre del Bierzo, que ofrecen actualmente una buena infraestructura de ser-

vicios adicionales a las empresas explotadoras, como son los locales para oficinas, talleres de reparación de maquinaria, alojamiento de los empleados, etc., ... y que facilitan la mayor parte del personal a las minas.

Otros núcleos de población menores que existen en los alrededores son: Folgoso de la Ribera, Albares, Tremor de Abajo, La Granja de San Vicente, Montealegre, Santibáñez de Montes, La Silva, Santa Cruz de Montes, Santa Marina de Torre, San Andrés de Puentes, Las Bodegas, San Facundo,..., todos ellos con poblaciones inferiores a los mil habitantes y que el único apoyo infraestructural que ofrecen a la minería del área consiste en la prestación de personal para el desarrollo de los trabajos de explotación.

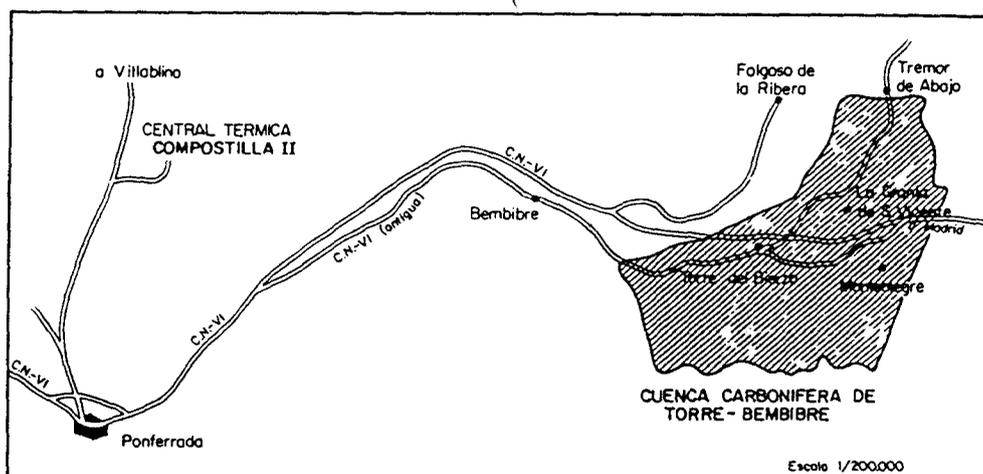


Fig. II-a: Principal red de comunicaciones de la cuenca carbonífera de Torre-Bembibre.

En el área concreta de Montealegre, la red viaria de segundo orden es la siguiente:

La única pista asfaltada que existe es la carretera local de Santa Cruz de Montes, al Oeste de la zona de estudio, que posee una anchura de 6-7 m y un firme que se puede considerar aceptable.

El resto de los accesos son pistas de 3-4 m de anchura con firme natural sin compactar, que discurre paralelas a los Arroyos de Salgueiro, de Fuente del Palomo y de la Górgora, desembocando en la antigua carretera nacional VI y que comunican con las explotaciones de Antracitas de Salgueiro, Antracitas de Brañuelas y Andrés Calvo.

Estas pistas pueden cubrir perfectamente las necesidades del área para las posibles explotaciones a cielo abierto que a futuro podrían realizarse en los Paquetes mineros Chuchú, Estrechas y Anchas; aunque habría que realizar algunas mejoras de ensanche y firme en algunas zonas concretas.

2.3.2.— ACTIVIDAD MINERA

El área carbonífera que se extiende al Sur de Montealegre, está siendo explotada solamente por tres empresas: Andrés Calvo, Antracitas de Brañuelas y Antracitas de Salgueiro.

La producción anual de las mismas es de algo más de 110.000 Tm de carbón, el 65 por ciento de las cuales son extraídas por Antracitas de Brañuelas, que es la mayor empresa que hay actualmente en toda la cuenca carbonífera de Torre—Bembibre.

Se explota, fundamentalmente, el Paquete de Anchas, y en algunos puntos los de Estrechas y Chuchú.

Las reservas seguras del área ascienden a 2,75 millones de Tm y las probables a 10 millones más, lo que asegura la minería del área, al ritmo actual de explotación, en un mínimo de 25 años.

ANTRACITAS DE BRAÑUELAS

Explota el Paquete de Anchas en los alrededores de Santibáñez de Montes. Tienen cuatro plantas de explotación entre las cotas 666 y 860, en una corrida de 1.100-1.900 m.

Su producción ha ido disminuyendo gradualmente desde 1974 a 1978, para volver a reactivarse en 1979 y alcanzar las 73.000 Tm.

Las reservas seguras ascienden a 800.000 Tm, por lo que la vida mínima de la explotación, al ritmo actual de producción, es de 11 años.

Tienen un rendimiento por jornada y minero muy bajo, puesto que no llega a los 1.000 Kg de carbón vendible.

ANDRES CALVO

Explota el Paquete de Estrechas en el extremo oriental de la cuenca carbonífera, en una corrida de 1.000 m y en dos plantas de explotación a cotas 796 y 829.

Su producción se ha mantenido prácticamente constante desde 1975 y está en el orden de las 26.000 Tm/año.

Las reservas seguras son de 1,3 millones de Tm, que proporcionan una vida mínima de 50 años a la explotación.

El rendimiento por jornada y minero es de 1.320 Kg de carbón vendible.

Tabla II-k: Cuadro resumen de la actividad minera del área carbonífera de Montealegre.

Empresa	Antracitas de Brañuelas	Andrés Calvo	Antracitas de Salgueiro		
Mina	Industria	Pola de Laviana	Salgueiro	T O T A L	
Paquete minero explotado	Anchas	Estrechas	Chuchú y Anchas		
Número de empleados	324	97	46	467	
Producción anual en Tm.	1974	88.333	22.584	0	110.917
	1975	82.395	26.569	0	108.964
	1976	81.112	24.890	0	106.002
	1977	73.283	24.958	0	98.241
	1978	68.787	26.475	2.106	97.368
	1979	73.651	26.057	11.353	111.061
Reservas (Tm. 103)	Seguras	800	1.300	650	2.750
	Probables	5.000	1.300	1.500	9.690
	Total	5.800	4.490	2.150	12.440
	Posibles	9.000	8.800	2.000	19.800
Presupuesto (pts. 103)	Gastos de Preparación	48.276	8.339	9.096	65.711
	Gastos de Explotación	316.131	98.776	55.815	470.722
	Total	364.407	107.115	64.911	536.433
Rendimiento en kg/jornada y minr.	Carbón Bruto	1.326	1.667	1.707	1.434
	Carbón Vendible	948	1.320	1.415	1.071
Calidad del Carbón llevado a termicos	Humedad o/o	16,16	9,37	10,04	11,86
	Cenizas o/o	26,36	33,62	26,44	18,81
	Volátiles o/o	7,86	3,55	3,27	4,89
	Poder calorífico kcal/kg.	5.930	5.100	5.734	5.588

ANTRACITAS DE SALGUEIRO

En realidad se trata de dos explotaciones diferentes que aprovechan los Paquetes Chuchú y Anchas respectivamente, en la cabecera del Arroyo de Valduvico o Salgueiro.

Comenzaron a producir en 1978, año en que alcanzaron sólo 2.000 Tm, y en 1979 se alcanzaron las 11.000. La corrida explotada oscila entre 300 y 500 m.

Las reservas seguras alcanzan las 650.000 Tm, lo que infiere una vida mínima a la mina de 60 años, con su ritmo actual de producción.

El rendimiento obtenido en 1979 es de 1.415 Kg por jornada y minero.

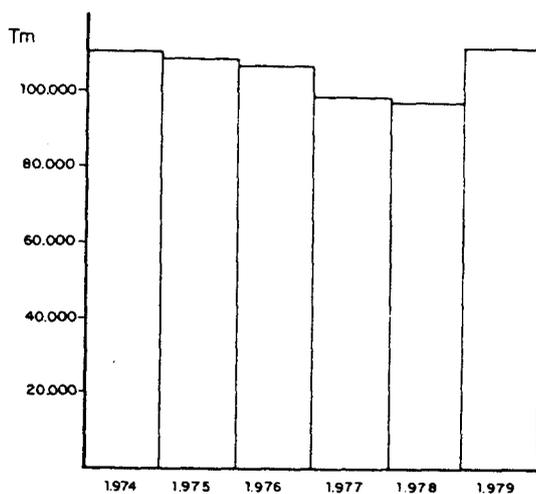


Fig. 2-b: Producción anual de carbón en el área de Montealegre.

2.3.3.- CAPACIDAD TRANSFORMADORA DE LOS CENTROS DE CONSUMO

De todo el carbón que se extrae del área, una cantidad que oscila entre 30 y el 50 por ciento, es separada como "granos" y se vende para su uso en calefacción y otros. El resto es transportado a la Central Térmica de Compostilla II para su uso como carbón térmico.

2.3.3.1.— CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA CENTRAL TERMICA DE COMPOSTILLA II

Actualmente posee tres grupos en funcionamiento, que consumen de 2 a 2,3 millones de Tm de carbón anuales.

La potencia es de 600 Mw y tiene un funcionamiento medio de 6.500 horas/año, es decir, que su carga actual es de un 74 por ciento.

El consumo medio es de 0,51 Kg/Kw-h y el consumo específico, referido a PCS, es de 2.758 Kcal/Kw-h.

El máximo de cenizas que admiten actualmente es del 35 por ciento por embarque, aunque, en casos excepcionales, aceptan hasta el 37 por ciento.

Los volátiles deben estar comprendidos entre el 6 y 12 por ciento, referido a muestra seca ("secaire").

El consumo medio, en los últimos cinco años ha sido de 2,1 millones de Tm/año, mientras que las compras de carbón, en el mismo período de tiempo han ascendido a 13,5 millones (un promedio de 2,7 millones/año), por lo que el Parque de la Central ha pasado desde las 325.000 Tm de "stock" en diciembre de 1974 a los casi 4 millones de Tm en julio de 1980.

2.3.3.2.— PREVISION DE CONSUMO PARA LOS PROXIMOS AÑOS

Actualmente, debido al gran "stock" de carbón que posee la Central Térmica, no es previsible que haya ningún aumento en los cupos que poseen las diversas empresas explotadoras del área para la introducción de mineral en la misma.

Por otra parte, y por razones de índole social, como es el mayor empleo de mano de obra que lleva consigo la minería de interior, está prohibida la entrada de carbón procedente de cielo abierto.

Estas dos son las principales causas de que no se produzca un incremento importante en la producción de carbón de las diversas áreas carboníferas del Bierzo.

Sin embargo en un plazo de 3—5 años, se puede preveer un fuerte aumento de la producción, ligado a varias razones:

— A la puesta en funcionamiento del Grupo IV de Compostilla II, prevista para principios de 1982, y que tendrá un consumo medio de 1—1,2 millones de Tm/año.

Tabla II-J: Consumo, stock y calidad del carbón entregado en la Central Térmica de Compostilla

AÑO	CONSUMOS (Tm)	COMPRAS (Tm)	STOC (Tm)	HUMEDAD		CENIZAS		VOLATILES	
				Al comprar	Al consumir	Al comprar	Al consumir	Al comprar	Al consumir
1975	2.011.264	2.007.868	322.186	9,42	9,30	33,06	32,90	8,92	9,16
1976	2.191.445	2.720.532	851.273	10,18	9,98	32,97	32,93	8,92	9,92
1977	2.080.306	2.790.235	1.561.202	10,58	10,12	32,81	32,30	9,00	9,18
1978	1.961.864	3.126.522	2.725.860	10,32	10,36	31,93	31,82	8,84	8,51
1979	2.243.207	2.900.391	3.383.044	10,23	8,26	31,67	31,69	8,24	8,43

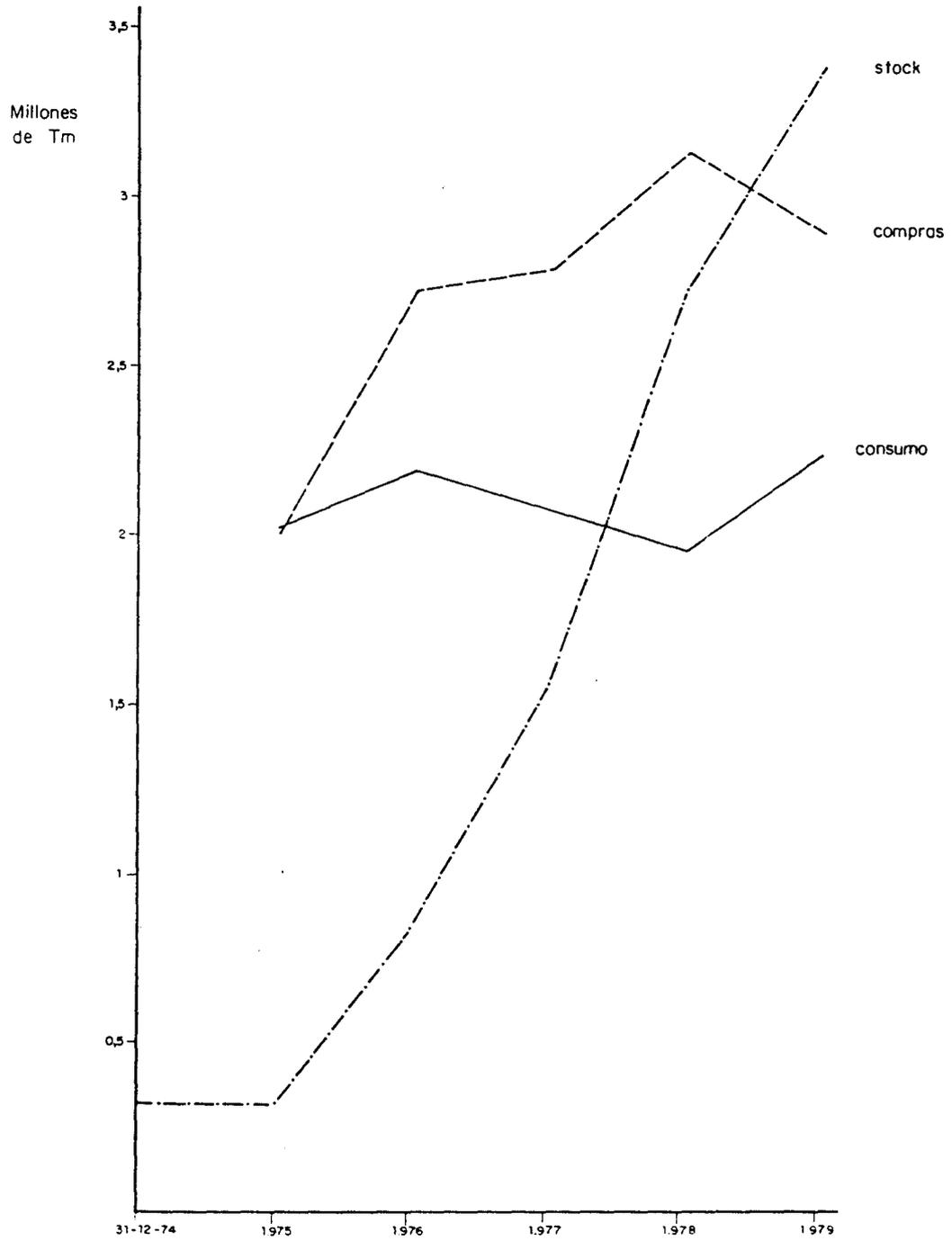


Fig. II-C: Compras y consumo anual de la Central Térmica Compostilla II y variación del stock.

Este grupo tendrá una potencia de 350 Mw y se preve una carga del 80 por ciento (7.000 h/año de funcionamiento).

Además, admitirá carbones con un 38 por ciento de cenizas máximas por embarque.

– A la puesta en funcionamiento de la Central Térmica de Anllares (FENOSA), que se prevee para 1983 y que, en principio, se pretende que se abastezca, al menos en un 70 por ciento, por el carbón procedente de "Hullas de Coto Cortés".

Estos dos hechos provocarán que Compostilla II, vaya disminuyendo su stock, a la vez que incrementará la recepción de carbón para suministrar el nuevo Grupo y para compensar las entradas que proceden actualmente de Coto Cortés; con lo que se espera que haya una potenciación importante de las empresas que actualmente trabajan en este área, así como de nuevas explotaciones que se puedan poner en funcionamiento, sobre todo de carbón procedente de cielo abierto.

3.— SELECCION DE LAS ZONAS DE INTERES PARA SU POSIBLE EXPLOTACION A CIELO ABIERTO

De acuerdo con los estudios geológicos de la zona, y partiendo fundamentalmente de los datos aportados por la "Investigación geológico-minera en el área de TORRE—BEMBIBRE"; recientemente realizados por el IGME, así como de los recogidos en campo durante los pasados meses de Agosto y Septiembre del presente año, se han seleccionado un total de 6 áreas favorables, que por su carácter de afloramientos, o proximidad a la superficie de horizontes carbonosos, permiten sospechar algún potencial de interés y que se reflejan en la cartografía general a escala 1:20.000 Plano núm. 1.

Las características básicas de las distintas áreas seleccionadas ordenadas según los tramos productivos son las siguientes:

3.1.— PAQUETE CHUCHU/ESTRECHAS

A) CHUCHU/ESTRECHAS—3

Se localiza al E de la zona seleccionada CHUCHU—2 sobre la continuidad de los afloramientos del paquete CHUCHU y ESTRECHAS

Los datos de las capas presentes en esta zona, están tomados del corte estratigráfico realizado a través del valle del Río Salgueiro (corte núm. 2).

Afloramientos.— Se localizan al sur de Santa Cruz de Montes, a ambos márgenes del Arroyo de Salgueiro. Las capas están cortadas por dos fallas de dirección N—30 y N—150 por el W y E respectivamente.

Se estima una corrida aproximada de 1.400 m.

Buzamiento de las capas.— Las capas forman parte de una estructura sinclinal—anticlinal que permite el afloramiento de la capa núm. 2 a lo largo del valle del Arroyo Salgueiro. Las pendientes medidas son desde los 60—70° en la zona más meridional a 20° N en el flanco Norte del anticlinal.

Potencia de las capas.— Se han podido diferenciar a través del corte mencionado y de la información recogida de Antracitas de Salgueiro las siguientes capas e intercapas con sus potencias medias respectivas, presentes en la zona seleccionada y de techo a muro:

Capa núm. 2	potencia media 0,52 m
Intercapa	espesor 36 m areniscas y pizarras
Carbonero	potencia media 0,30 m
Intercapa	espesor 9—10 m
Capa núm. 3	potencia media: 0,18 m
Intercapa	espesor 8—9 m areniscas y pizarras
Carbonero	potencia media 0,13 m
Intercapa	espesor 25 m areniscas y pizarras
Capa núm. 4	potencia media 0,70 m
Intercapa	espesor 30 m con dos pasadas de carbón de 10—15 m respectivamente
Capa núm. 5	potencia media 0,46 m
Intercapa	espesor 55 m areniscas y pizarras
Capa núm. 6 (CHUCHU) . . .	potencia media 0,8 m, a muro y separado por 0,5 m de pizarra, existe un paso de carbón de 0,16 m
Intercapa	espesor 30 m de areniscas y pizarras
Capa núm. 7	potencia media 0,31 m

A muro de la capa núm. 7 se localizan varias capas de carbón con potencias medias menores de los 0,30 m que no se han tenido en cuenta a efectos de su posible explotación a cielo abierto.

— **Pendiente topográfica.**— Varía desde los 6° en el fondo del valle a $0-20^{\circ}$ en las márgenes del mismo (en el sentido del buzamiento). A efectos de modelo para evaluación del potencial de reservas, se ha estimado una pendiente media concordante con el buzamiento y medida transversal a mismo de 5° , para el conjunto de la serie de capas presentes; y de 23° para la capa núm. 2 que aflora en la estructura sinclinal—anticlinal citada.

— **Recubrimiento y zona alterada.**— El mismo tipo de vegetación superficial que es general en esta zona, sugiere un espesor de zona alterada del mismo orden establecido en los modelos anteriores, esto es de 2 m.

— **Accesos.**— A partir del pueblo de Santa Cruz de Montes, existen varios caminos que llevan a la zona seleccionada, donde existen actualmente explotaciones de interior y que pueden ser utilizados, mejorando el firme de algunos puntos.

— **Vertederos.**— Como zona posible para ubicación de los estériles podría utilizarse la ladera Norte de la Colina, situada al W del Arroyo de Salgueiro.

— **Labores mineras.**— En la actualidad se encuentran en explotación por parte de la empresa Antracitas de Salgueiro las capas del tramo de Estrechas ?

Se pueden observar galerías al E del Arroyo, montadas sobre las capas 2^a , 3^a , 4^a , 5^a , 6^a , 7^a , y 10^a .

B) CHUCHU/ESTRECHAS-4

Se encuentra situado al E de la zona anterior y al norte del pueblo de Santibáñez de Montes, en la continuación de los afloramientos del mismo paquete.

Los datos para la definición de esta zona, han sido recogidos del corte estratigráfico correspondiente al transversal Santa Bárbara de la mina de Antracitas de Brañuelas (Corte núm. 1).

Afloramientos.— Están limitados por el W por una falla de dirección N-150 E, pero hacia el E, no se conoce bien su corrida. Solamente se la puede seguir hasta donde ha sido explotada por labores de interior. Se ha estimado por tanto una longitud de 1.100 m.

Buzamiento de las capas.— Existe una estructura sinclinal—anticlinal en el tramo de Estrechas, donde las capas buzán fuertemente, con pendientes de $50-60^{\circ}$ N. En el tramo CHUCHU, más al Norte, el buzamiento medido es menor estando comprendido entre 30 y 40° N, con mayor tendencia hacia la pendiente de 30° .

Potencia de las capas.— En base a los datos obtenidos en la zona, así como de la información recogida en el corte C—1 se han podido precisar las siguientes potencias de las capas presentes en esta zona y de sus intercapas estériles.

De techo a muro se distinguen las siguientes:

Capa Equis	potencia media 0,40 m
Intercapa	espesor 13 m areniscas/pizarras 10/1
Capa 1ª	potencia media 0,50 m
Intercapa	espesor 35 m arenisca/pizarra 5/1
Carbonero	potencia media 0,39 m
Intercapa	espesor 35 m arenisca/pizarra 4/1
Capa 2ª	potencia media 0,30 m
Intercapa	espesor 40 m arenisca/pizarra
Capa 3ª	potencia media 0,75 m
Intercapa	espesor 47 m arenisca/pizarra 4/1
Capa 5ª	potencia media 0,50 m
Intercapa	espesor 25 m arenisca/pizarra 3/1
Capa 6ª	potencia media 0,37 m
Intercapa	espesor 16 m arenisca/pizarra 2/1
Capa 7ª	potencia media 0,30 m
Intercapa	espesor 8 m de pizarra
Capa 8ª	potencia media 0,43 m

A muro de esta última capa considerada existen unos 250 m de areniscas y pizarras con pasadas de muy pequeño espesor de carbón que no se han considerado de interés a efectos de su explotabilidad a cielo abierto, antes del tramo de Anchas.

— **Pendiente topográfica.**— Varía desde los 10° N en la parte meridional a los 6° N en el extremo más septentrional del área seleccionada.

En la zona oriental, el relieve muestra la presencia de una pequeña colina que hace que localmente la topografía sea contraria al buzamiento de las capas.

— **Recubrimiento y zona alterada.**— Se pueden repetir las mismas características señaladas en las anteriores zonas. Al igual que en los casos anteriores se puede estimar un espesor alterado de 2 m aproximadamente.

— **Accesos.**— Existe en la actualidad un camino para servicio de la empresa Antracitas de Brañuelas, en bastante buen estado de conservación, y que permitirá el acceso hasta el área seleccionada (dirección hacia Santibáñez de Montes.

— **Vertederos.**— Como zona posible para ubicación de vertederos de estériles, podría ser considerada la falda de la colina al Norte del área seleccionada. Existe la misma posibilidad comentada en los modelos anteriores de un relleno de los distintos huecos dejados por la explotación de las respectivas capas, debido a su disposición escalonada.

— **Labores mineras.**— En la actualidad no se explota ninguna capa, pero existen labores antiguas sobre las capas Equis, 1^a, 3^a, 5^a y 7^a en corridas de 300–400 m normalmente, salvo en la capa 1^a que se puede estimar en 1 Km aproximadamente.

c) CHUCHU/ESTRECHAS–5

Se localiza en el extremo oriental del paquete CHUCHU–ESTRECHAS quedando limitada por el Este con el contacto de la cuenca carbonífera con el Ordovícico–Silúrico.

Los datos característicos de esta zona han sido obtenidos de la explotación actualmente en actividad propiedad de Andrés Calvo, S.A., corte estratigráfico núm. 10 y así como del corte núm. 11 levantado sobre la trinchera que ofrece el camino de acceso a la misma.

Afloramientos.— Se localizan al sur del pueblo de Montealegre, a ambas márgenes del Arroyo de la Górgola. Al Este los afloramientos se interrumpen por la presencia de la falla de dirección N–5 que pone en contacto la cuenca carbonífera con el Ordovícico–Silúrico.

Por el W, la corrida no está bien determinada, y sólo se tiene conocimiento exacto hasta la zona que ha sido objeto de explotación por interior. Se ha estimado en base a estos datos en una longitud de 1.100 m.

Buzamiento de las capas.— La corrida de las capas muestra una dirección preferente de N 45° E y pendientes medidas sobre afloramientos de 60–65° con buzamiento Norte.

Potencia de las capas e intercapas.— Se han podido diferenciar las siguientes capas e intercapas con sus potencias características dentro de la zona seleccionada de acuerdo con la información recogida de la explotación subterránea de Andrés Calvo, S.A.

De techo a muro, la serie es la siguiente:

Capa Concha	potencia media 0,79 m
Intercapa	espesor 16–17 m arenisca/pizarra 10/1
Carbonero	potencia media 0,92 m con intercalación pizarrosa de unos 27 cm
Intercapa	espesor 8–9 m pizarra
Carbonero	potencia media 0,73 m carbon sucio
Intercapa	espesor 12–13 m arenisca/pizarra 4/1
Capa	potencia media 0,23 m
Intercapa	espesor 9–10 m arenisca/pizarra 2/1
Capa	potencia media 0,30 m
Intercapa	espesor 11–12 m arenisca/pizarra 1/1
Capa	potencia media 0,20 m
Intercapa	espesor 40 m arenisca/pizarra 3/1
Capa María (CHUCHU?)	potencia media 0,90 m
Intercapa	espesor 26 m arenisca/pizarra 1/1
Capa Angela	potencia media 0,25 m
Intercapa	espesor 8–9 m pizarra
Carbonero	potencia media 0,30 m
Intercapa	espesor 0,88 m pizarra
Capa Alicia	potencia media 0,80 m
Intercapa	espesor 10 m arenisca/pizarra 1/1
Carbonero	potencia media 0,23 m
Intercapa	espesor 14 m arenisca/pizarra 2/1
Capa Ancha	potencia media 1 m
Intercapa	espesor 9 m arenisca/pizarra 1/2
Capa Dura	potencia media 0,50 m
Intercapa	espesor 10 m arenisca/pizarra 1/1
Capa Amalia	potencia media 0,50 m
Intercapa	espesor 13–14 m arenisca/pizarra 6/1
Capa Isabel	potencia media 0,60 m

Lo que representa una potencia total media de la serie en la zona seleccionada de 202 m, de las que se han considerado 12 capas explotables.

A muro, la serie se ve interrumpida por la falla de dirección N–S que limita el borde oriental de la cuenca carbonífera.

– **Pendiente topográfica.**— El relieve muestra una variación acusada de la pendiente, pudiendo mediante 30° al E del Arroyo de la Górgola y prácticamente horizontal al W del mismo. La desigualdad topográfica más importante, se da en la dirección de las capas, por la existencia de tres arroyos de dirección aproximada N–14° E con pendientes de ladera de 7 a 15°.

A efectos del modelo, y dada la mayor importancia para la determinación de ratios de explotación, se ha considerado como pendiente media del terreno medida normal a rumbo de las capas 7°, concordante con el buzamiento de las mismas.

Recubrimiento y zona alterada.— Las características de vegetación presente en el entorno del área seleccionada, coincide con la mencionada para zonas anteriores a base de arbustos característicos de monte bajo. Su pequeño desarrollo hace suponer un espesor de suelo poco desarrollado, por ello, puede considerarse que la montera superficial alterada no superará en mucho los 2–3 m. Es posible que localmente, (zonas de ladera), pueden existir espesores mayores debido a acumulaciones de materiales sueltos por fenómenos de arrastre.

— **Accesos.**— Existe actualmente una pista en buen estado, con ancho de calzada de 6–7 m que permite el acceso a las instalaciones mineras de la Empresa Andrés Calvo S.A., próxima la zona seleccionada, que podrá ser utilizada como acceso principal.

— **Vertederos.**— Como zona próxima para ubicación de las futuras escombreras podrían ser utilizadas las laderas de los Arroyos al Norte de la serie de capas, que permiten por su diferenciación topográfica disponer en forma de terrazas los distintos materiales estériles.

La disposición en forma escalonada de las distintas cortas a que darían lugar la explotación de las capas presentes, sugiere al igual que en los modelos anteriores el aprovechamiento de cada uno de los huecos creados para transferir los materiales estériles, logrando reducir por un lado la distancia de transporte así como el impacto ambiental y la necesidad de mayor superficie ocupada.

— **Labores mineras.**— Actualmente se explotan por la citada empresa las capas Amalia, Isabel y Alicia, pero existen labores en el resto de las capas del paquete de Estrechas así como de las capas Concha y María en una corrida variable de 800 a 1.000 m.

3.2.— PAQUETE ANCHAS

A) ANCHAS–3

Se localiza al E de la zona anterior sobre afloramientos del propio paquete de Anchas.

Afloramientos.— Están interrumpidos por dos fallas de dirección aproximada N–S, que limitan su corrida a una longitud de 1.500 m.

Buzamiento de las capas.— Es prácticamente constante e igual a 70° N. La escasa variación medida a través de los datos de superficie, ha permitido considerar este valor representativo de las capas presentes en el paquete ANCHAS.

Potencia de las capas e intercapas.— Han sido obtenidas a partir de los datos suministrados por el levantamiento de la serie estratigráfica recogida en el corte núm. 2 y realizado a través del Arroyo de Salgueiro. Así mismo se han contrastado los datos correspondientes con los proporcionados por la empresa explotadora.

De techo a muro se distinguen las siguientes capas e intercapas:

Capa Carbón C-13	potencia media 0,50 m.
intercapa	espesor 14 m. areniscas/pizarras (2/1).
Capa Carbón C.14	potencia media 0,40 m.
intercapa	espesor 2 m. areniscas/pizarra 3/1.
Capa de Carbón	potencia media 0,30 m.
intercapa	espesor 5 m. pizarras.
Capa C.15	potencia media 0,70 m.
intercapa	espesor 13 m. areniscas/pizarras (2/1).
Carbonero	potencia media 0,30 m.
intercapa	espesor 18 m. areniscas/pizarras (2,5/1).
Capa C.16	potencia media 0,65 m.

Lo que supone una potencia total de la serie de 55 m aproximadamente con una potencia real equivalente de carbón de 2,85 m, de los que se han considerado objeto de explotación 2,85 m, en dos cortas diferenciales.

— **Pendiente topográfica.**— En el sentido longitudinal esto es a lo largo de la corrida de las capas, la presencia de la depresión creada por el arroyo citado ofrece un relieve de ladera con fuertes pendientes en ambas vertientes, más acusada en la occidental que en la oriental.

En la dirección normal al rumbo sin embargo, esta pendiente se suaviza, pudiéndose apreciar una tendencia sensiblemente perpendicular al mismo de las curvas de nivel, hacia el Oeste de la zona seleccionada (pendiente del terreno prácticamente horizontal), acentuándose hacia el Este hasta alcanzar una pendiente de 10–15° concordante con el buzamiento. A efectos de modelización de la estructura, se ha estimado este valor en 14°.

— **Recubrimiento y zona alterada.**— Puede considerarse al igual que en los casos anteriores un espesor de zona alterada correspondiente a los dos o tres metros superficiales.

— **Accesos.**— Pueden ser utilizables los que en la actualidad permiten la comunicación con las instalaciones de la Mina de Salgueiro, que si bien presentan un trazado practicable, una mayor densidad de tráfico pesado, obligará a

una mejora considerable en el firme, así como en la rectificación de curvas de pequeño radio de giro.

— **Vertederos.**— Deben ubicarse al igual que para la zona anterior, sobre la franja de terreno estéril situada a techo de la capa 13, disponiendo el estéril en bancales, previa retirada de la tierra vegetal, para su posterior reclamación.

— **Labores mineras.**— Actualmente se explotan por laboreo de interior, la mayor parte de las capas presentes en la serie mencionada y en una corrida aproximada de 700–800 m. No se tiene conocimiento de la cota superior de explotación para poder precisar el límite de profundidad a cielo abierto, aunque se supone que en todo caso no será superior a los 25 metros más superficiales, que resulte ser el límite económico a cielo abierto.

B) ANCHAS–4 y ANCHAS–5

Se localizan en el extremo oriental de los afloramientos del propio paquete de ANCHAS y a ambos lados del pueblo de Santibáñez de Montes.

Los datos correspondientes para la determinación de las características de estas zonas seleccionadas, se corresponden con el levantamiento estratigráfico de la serie a través de las explotaciones de Antracita de Brañuelas, corte núm. 1.

Afloramientos.— Los afloramientos de las capas se sitúan respectivamente al NW y NE de Santibáñez de Montes. El límite sur viene definido por una falla de dirección E–W que pasa a unos 200 m del núcleo rural. El límite NW del área denominado ANCHAS–4 viene definido por una falla N–160 E, y el límite NE del área denominada ANCHAS–5, por la falla de dirección N–S que limita la cuenca carbonífera con los materiales Ordovícico–Silúricos. Se han estimado por tanto las siguientes corridas explotables:

ANCHAS–4, longitud de afloramientos – 800 m.

ANCHAS–5, longitud de afloramientos – 1.000 m.

Buzamiento de las capas.— Con una dirección de N–120° para las capas presentes en el área ANCHAS–4 y de N–50 E en el área ANCHAS–5, el buzamiento se corresponde con el característico del paquete de 70° N.

— **Potencia de las capas e intercapas.**— En base a la información recogida en la mina de Antracitas de Brañuelas, corte C–1, se pueden establecer las siguientes características de las capas e intercapas presentes en la serie y de techo a muro para las dos áreas seleccionadas:

Capa Manuela	potencia media 0,70 m.
intercapa	espesor 26 m. arenisca/pizarra (1/2).
Capa Elena	potencia media 0,80 m.
intercapa	espesor 12 m. arenisca/pizarra 1/1.
Capa Carmen	potencia media 0,70 m.
intercapa	espesor 14 m. arenisca/pizarra 2/1.
Capa Margarita	potencia media 0,30 m.
intercapa	espesor 45 m. arenisca/pizarra 3/1.
Capa Esperanza	potencia media 0,80 m.

Lo que supone una potencia productiva del orden de 100 m, con espesor equivalente de carbón de 3,30 m.

– **Pendiente topográfica.**— En la zona denominada ANCHAS—4, el relieve muestra una suave colina alargada de dirección EW y con pendiente ligeramente ascendente en el sentido contrario al buzamiento, habiéndose estimado a efectos de modelización de la estructura un valor de 6°. Las pendientes de las laderas varían de 14 a 17° para las vertientes E y W respectivamente.

En la zona ANCHAS—5, la corrida de las capas discurre perpendicular a la dirección de los Arroyos, con pendientes de ladera variables de 10—15°. En la dirección normal al rumbo de las capas el relieve muestra una pendiente suave del orden 2—5° concordantes con el buzamiento de las mismas.

Recubrimiento y zona alterada.— Se estima para ambas zonas un espesor meteorizado bien en forma de suelo, bien como roca alterada del orden de los 2—3 m más superficiales.

Accesos.— Puede utilizarse el camino de acceso al pueblo de Santibáñez de Montes, como acceso principal para comunicar ambas zonas con la antigua Carretera Nacional VI.

Solamente será necesario abrir pistas nuevas a modo de bifurcación del actual camino para acceder a las cotas altas de las zonas seleccionadas. Se estima por este concepto la apertura de 300 y 1.000 m de pistas de nueva creación para el área de ANCHAS—4 y ANCHAS—5 respectivamente.

Vertederos.— La superficie a techo de la capa Manuela (capa 13?), situada al N de la serie puede ser utilizada para la disposición en bancos de 10—20 m de altura de los materiales estériles, procurando previamente la retirada y limpieza de la tierra vegetal que permitirá a posteriori la reclamación de la zona ocupada.

Labores mineras.— En la actualidad se explotan por interior todas las capas presentes en la serie, existiendo labores hasta la cota 670, con una corrida de 800 m en la zona de ANCHAS—4 y de 400 aproximadamente en el área de ANCHAS—5.

A modo de síntesis, se resume en el cuadro adjunto los parámetros fundamentales de las distintas áreas seleccionadas a efectos de su modelización para el cálculo de reservas. Dicho medio permite diferenciar las distintas zonas seleccionadas por paquetes, así como las capas de carbón contenidas en cada una de ellas y clasificadas de techo a muro. Los parámetros correspondientes tanto de potencias, buzamiento, longitud de afloramientos, etc. se corresponden con los valores medios que han sido medidos en campo, o que son representativos de las explotaciones actualmente en actividad en cada zona.

Equete	Area	Long. Afloram.	Buzamiento Capas	Nombre Capas	Potencia Capas	Pendiente Topografica	Espesor Intercapas	
Chuchú estrechas	Chuchú -3AB	1.400	70° N	Segunda	0,52	5°	—	
		1.400	70° N	Cuarta	0,70	5°	—	
		1.400	70° N	Quinta	0,46	5°	—	
		1.400	70° N	Sexta	0,80	5°	—	
		1.400	70° N	Septima	0,31	5°	—	
	Chuchú -3C	1.000	0	Segunda	0,52	- 23°	—	
	Chuchú -4	1.100	30° N	Equis	0,40	7°	24	
		1.100	30° N	Primera	0,50	7°	—	
		1.100	30° N	Carbonero	0,39	7°	—	
		1.100	50° N	Segunda	0,30	7°	—	
		1.100	50° N	Tercera	0,75	7°	—	
		1.100	50° N	Quinta	0,50	7°	—	
		1.100	50° N	Sexta	0,37	7°	—	
		1.100	50° N	Carbonero	0,52	7°	—	
		1.100	50° N	Septima	0,30	7°	25	
		1.100	50° N	Octava	0,43	7°	—	
	Chuchú - 5	1.100	65° N	Concha	0,79	7°	—	
		1.100	65° N	Carbonera - 1	0,92	7°	27	
		1.100	65° N	Carbonera - 2	0,73	7°	—	
		1.100	65° N	Carbonera - 3	0,30	7°	—	
		1.100	65° N	Maria	0,90	7°	—	
		1.100	65° N	Alicia	0,80	7°	—	
		1.100	65° N	Angela	0,40	7°	11	
		1.100	65° N	Ancha	1,00	7°	—	
		1.100	65° N	Dura	0,50	7°	4	
		1.100	65° N	Amalia	0,50	7°	—	
		1.100	65° N	Isabel	0,60	7°	—	
		Anchas - 3	1.500	70° N	Trece	0,50	14°	21
	1.500		70° N	Catorce	0,70	14°	—	
	1.500		70° N	Quince	0,70	14°	—	
	1.500		70° N	Dieciseis	0,65	14°	—	
	Anchas - 4		800	70° N	Manuela	0,70	- 6°	—
			800	70° N	Elena	0,80	- 6°	—
800			70° N	Carmen	0,70	- 6°	26	
800			70° N	Margarita	0,30	- 6°	—	
800			70° N	Esperanza	0,80	- 6°	—	
Anchas - 5	1.000		70° N	Manuela	0,70	- 6°	—	
	1.000		70° N	Elena	0,80	- 6°	—	
	1.000		70° N	Carmen	0,70	- 6°	6	
	1.000		70° N	Margarita	0,30	- 6°	—	
	1.000		70° N	Esperanza	0,80	- 6°	—	

4.- DETERMINACION DE LAS RESERVAS POTENCIALES DE CARBON EXPLOTABLE A CIELO ABIERTO

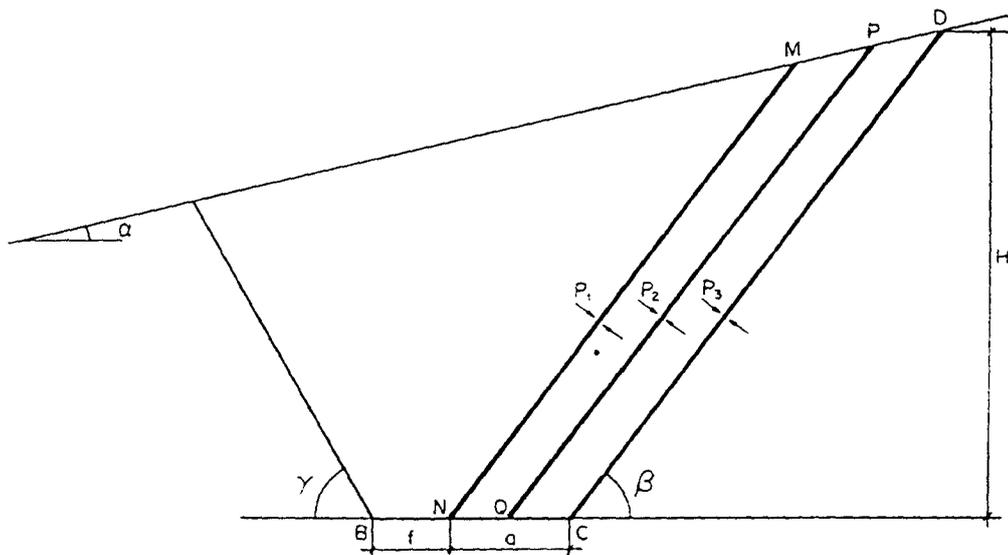
De acuerdo con la metodología establecida por el IGME, el proceso de cálculo para la determinación del potencial de reservas económicamente explotables a cielo abierto, exige la definición de un "modelo idealizado" del yacimiento que permita sintetizar lo más representativamente posible la estructura y características del mismo así como los criterios de operación y estabilidad para los taludes de la excavación en base al conocimiento geológico que se tiene de la zona en estudio.

En este sentido se ha podido sintetizar en los siguientes modelos básicos, las estructuras de yacimientos aplicables a las distintas áreas seleccionadas:

4.1.- MODELOS UTILIZABLES PARA CARACTERIZACION DE LAS AREAS SELECCIONADAS

1.- MODELO NUM. 1

Modelo de estructura, en el que la topografía es concordante con el buzamiento de las capas, y la pendiente de éstas es menor que el ángulo de talud estable para los estratos a muro de las capas.



Este modelo se corresponde con la figura adjunta en la que ABCD, repre-

senta el hueco final, MN, PQ y CD, las distintas capas de carbón presentes.

Para su definición es necesario conocer o estimar los siguientes parámetros:

- Dirección y buzamiento medios de las capas de carbón presentes en la zona seleccionada.
- Potencias reales de las capas y espesores medios de las intercapas.
- Pendiente media del terreno, medida normalmente al rumbo las capas y representativa de la corrida de afloramientos.
- Pendiente del talud estable para los materiales presentes a techo de las capas.
- Estimación de la anchura mínima del fondo de corta en base a criterios de operación.

De acuerdo con las características geométricas de este modelo, y mediante la aplicación de criterios matemáticos elementales se puede obtener la siguiente expresión generalizada de los ratios de explotación (relación del volumen de estéril a mover en m³ por cada Tm de carbón extraída).

$$R_{lim} = \frac{[H - (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}] \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha)}{\text{Sen } \beta \text{ Sen } (\alpha + \gamma)} + f + a - \frac{\Sigma p_i}{\text{Sen } \beta}}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \Sigma p_{id}}$$

$$R_{med} = \frac{\frac{1}{2} [H - (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]^2 \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha) \text{ Sen } (\gamma + \beta)}{\text{Sen}^2 \beta \text{ Sen } (\alpha + \gamma)} + f [H - (a + \frac{f}{2}) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}] + (a - \frac{\Sigma p_i}{\text{Sen } \beta}) [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \Sigma p_{id} [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}$$

Σp_i = Suma de las potencias reales medias de las distintas capas presentes en el modelo, expresadas en m.

H = Altura máxima de explotación medida desde el afloramiento de las capas hasta el fondo de corta expresado en m.

f = Anchura del fondo de corta mínimo necesario para operación en m.

α = Pendiente del terreno.

β = Pendiente de las capas

γ = Pendiente de los taludes de la excavación.

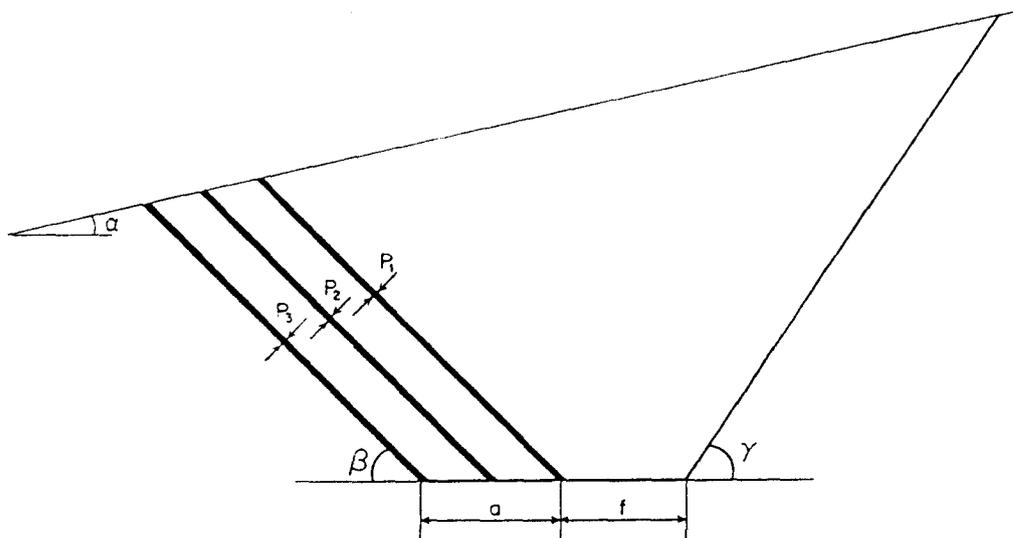
d = Densidad del carbón expresada en Tm/m³.

En base a las características descritas para las distintas áreas seleccionadas en el apartado anterior, este modelo ha sido aplicado a las siguientes áreas:

PAQUETE	AREA SELECCIONADA
CONSTANCIA – LA NUEVA	CEREZAL – 2
TORRE	TORRE – 6
TORRE	TORRE – 7. E.
CHUCHU–ESTRECHAS	CHUCHU – 2
CHUCHU – ESTRECHAS	CHUCHU – 4

2.- MODELO-2

Se corresponde con el modelo de estructura en la que la pendiente del terreno es contraria al buzamiento de las capas y la pendiente de éstas es menor que la pendiente del talud estable de los materiales a muro.



Exige para su definición conocer o estimar los mismos parámetros indicados en el modelo anterior.

Las expresiones generalizadas de los ratios de explotación resultan ser para este modelo los siguientes:

$$R_{\text{lim}} = \frac{[H + (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}] \frac{\text{Sen } (\beta + \alpha)}{\text{Sen } \beta \text{ Sen } (\gamma - \alpha)} + f + a \cdot \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id}}$$

$$R_{\text{med}} = \frac{\frac{1}{2} [H + (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]^2 \frac{\text{Sen}^2 (\alpha + \beta)}{\text{Sen}^2 \beta \text{ Sen } (\gamma - \alpha)} + f [H + (a + \frac{1}{2} f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}] + (a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}) [H + \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id} [H + \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]}$$

Con el mismo significado de los parámetros que el indicado.

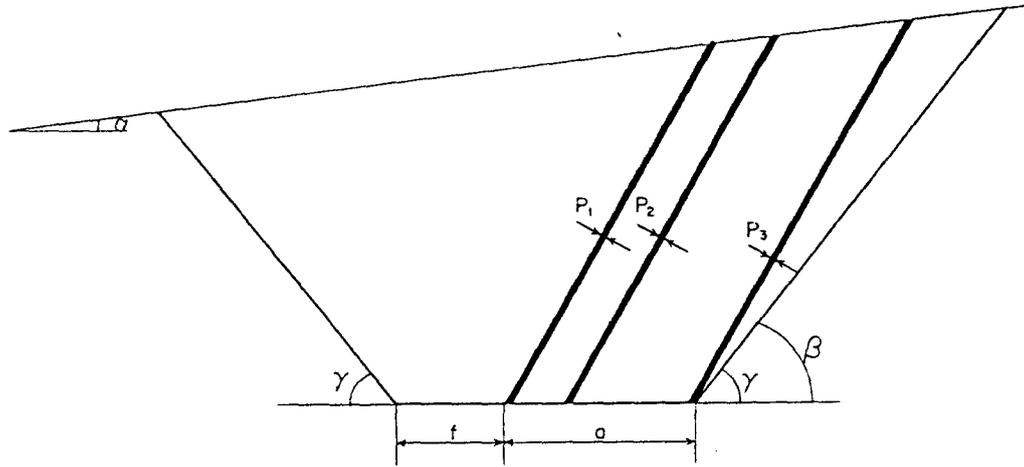
Este modelo, se ha tomado como representativo de las siguientes áreas seleccionadas:

PAQUETE	AREA SELECCIONADA
CONSTANCIA – LA NUEVA	CEREZAL – 1 CEREZAL – 3 VILLAR – 1 VILLAR – 2
SARITA	GRANJA – 1 GRANJA – 2
TORRE	TORRE – 1 TORRE – 2 TORRE – 3 A – CAPA MORA TORRE – 3 C TORRE – 5 TORRE – 6

3.- MODELO-3

Se corresponde con un modelo de estructura del yacimiento en el que la

pendiente del terreno es concordante con el buzamiento de las capas, pero la pendiente de éstas es mayor que el ángulo de talud estable para los materiales a muro de la excavación:



Con idéntico significado de los parámetros presentes en el modelo, descrito anteriormente.

Las expresiones generalizadas de los ratios de explotación resultan ser para este modelo los siguientes:

$$R_{lim} = \frac{\frac{H}{\text{Sen } \beta} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha)}{\text{Sen } (\gamma - \alpha)} + [H - (a + f)] \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id}} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha)}{\text{Sen } \beta \text{ Sen } (\alpha + \gamma)} + f + a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}$$

$$R_m = \frac{\frac{1}{2} [H - (a + f)] \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]^2 \frac{1}{\text{Sen}^2 \beta} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha) \text{ Sen } (\gamma + \beta)}{\text{Sen } (\alpha + \gamma)} + \frac{1}{2} \frac{H^2}{\text{Sen}^2 \beta} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha) \text{ Sen } (\beta - \gamma)}{\text{Sen } (\gamma - \alpha)}}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id} [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}$$

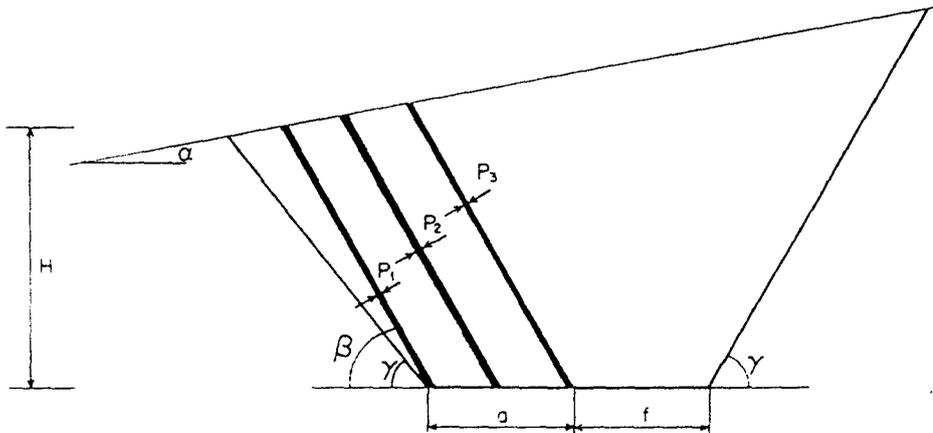
$$\frac{+ f [H - (a + \frac{1}{2} f) \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}] + (a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}) [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id} [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}$$

De acuerdo con las características de las distintas áreas seleccionadas, descritas en el apartado 3, este modelo se ha tomado representativo de las siguientes:

PAQUETE	AREA SELECCIONADA
CHUCHU – ESTRECHAS	CHUCHU – 1 CHUCHU – 3 AB. CHUCHU – 5
ANCHAS	ANCHAS – 1 ANCHAS – 2 ANCHAS – 3 ANCHAS – 5

4.- MODELO-4

Se corresponde con un modelo de estructura del yacimiento en el que la pendiente del terreno es contraria al buzamiento de las capas, y la pendiente de éstas es mayor que el ángulo de talud estable para los materiales presentes a muro.



Las expresiones generalizadas de los ratios de explotación para este modelo resultan ser las siguientes:

$$R_{lim} = \frac{[H + (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}] \frac{\text{Sen } (\alpha + \beta)}{\text{Sen } \beta \text{ Sen } (\gamma - \alpha)} + H \frac{\text{Sen } (\alpha + \beta)}{\text{Sen } \beta \text{ Sen } (\alpha + \gamma)} + f + a - \frac{\Sigma p_i}{\text{Sen } \beta}}{\frac{\Sigma p_{id}}{\text{Sen } \beta}}$$

$$R_{med} = \frac{\frac{1}{2} [H + (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]^2 \frac{\text{Sen } (\alpha + \beta) \text{ Sen } (\beta + \gamma)}{\text{Sen}^2 \beta \text{ Sen } (\gamma - \alpha)} + \frac{1}{2} H^2 \frac{\text{Sen } (\alpha + \beta) \text{ Sen } (\beta - \gamma)}{\text{Sen}^2 \beta \text{ Sen } (\alpha + \gamma)} + f [H + (a + \frac{1}{2} f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]}{\frac{\Sigma p_{id}}{\text{Sen } \beta} [H + \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]}$$

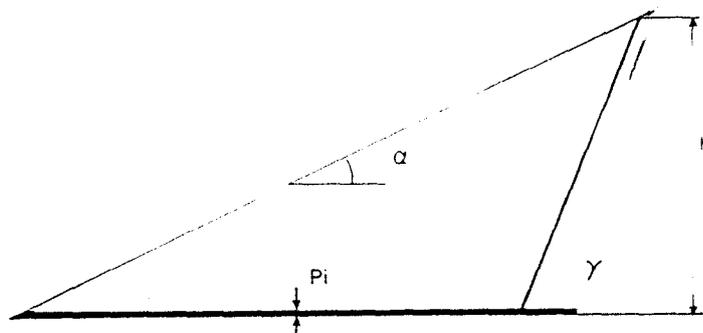
$$\frac{+ (a - \frac{\Sigma p_i}{\text{Sen } \beta}) [H + \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]}{\frac{\Sigma p_{id}}{\text{Sen } \beta} [H + \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]}$$

Este modelo ha sido aplicado a la siguiente área seleccionada:

PAQUETE	AREA SELECCIONADA
ANCHAS	ANCHAS - 4

5.- MODELO-5

Se corresponde con una estructura de yacimiento en la que las capas tienen pendiente nula (capas horizontales) y la topografía muestra una pendiente ascendente en dirección normal al rumbo de las propias capas:



$$R_{lim} = \frac{S}{\Sigma p_{id}}$$

Según H

Las expresiones que definen los ratios de explotación para este modelo resultan ser:

$$R_{lim} = \frac{H}{\sum p_{id} \text{ Sen } \gamma}$$

$$R_m = \frac{H}{2 p_d}$$

En las que si bien parece que ambas expresiones son independientes de la pendiente del terreno, implícitamente, la altura máxima de explotación depende de ella, por lo que la densidad de carbón explotable por metro lineal de corrida vendría dada por la expresión:

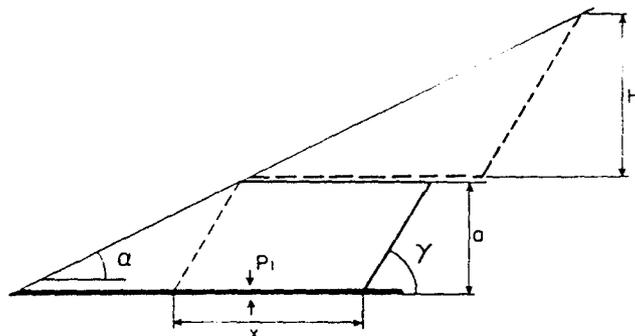
$$\text{Toneladas/metro lineal} = \frac{H \text{ Sen } (\gamma - \alpha)}{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \gamma} \sum p_{id}$$

Este modelo ha sido aplicado en las siguientes áreas:

PAQUETE	AREA
TORRE	TORRE – 3 B. Capa Mora
	TORRE – 3 D. Capa Mora
	TORRE – 4. Capa Mora
	TORRE – 7 W.
CHUCHU – ESTRECHAS	CHUCHU – 3 C. Capa Segunda

6.- MODELO-6

En combinación con el modelo anterior, y para las capas situadas debajo de la considerada en aquél, se presenta la siguiente estructura, que mantiene a partir de una cierta profundidad de explotación un ratio constante, por lo que solamente tiene sentido definir su ratio medio:



$$R_m = \frac{a \left[\frac{a}{2} \text{Sen} (\gamma - \alpha) + x \text{Sen} \alpha \text{Sen} \gamma \right]}{[a \text{Sen} (\gamma - \alpha) + x \text{Sen} \alpha \text{Sen} \gamma] \Sigma \text{pid}}$$

En la que "a" representa el espesor de la intercapa y "x" la profundidad de explotación a ratio constante.

En la explotación combinada de acuerdo con el Modelo 5 y el Modelo 6, el valor de la profundidad de explotación a ratio constante "x", tiene un límite superior, que en función de la altura máxima de excavación de la capa superior viene dado por:

$$x \leq \left(\frac{H \text{sen} (\gamma - \alpha)}{\text{sen} \alpha \text{sen} \gamma} - 10 \right)$$

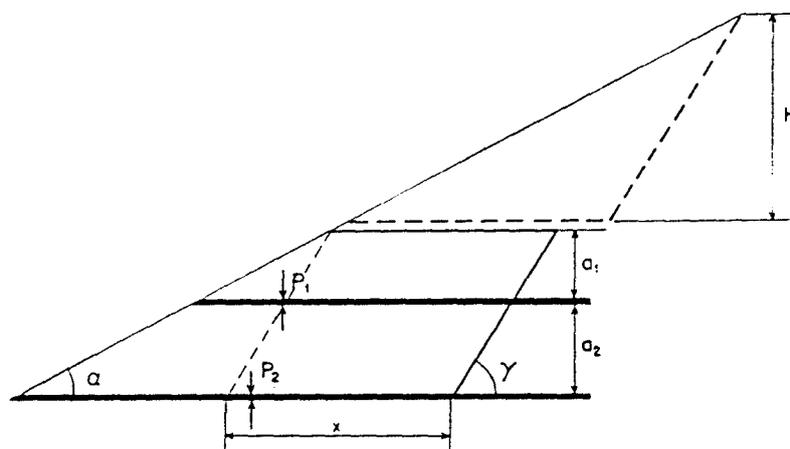
Este límite viene impuesto por condicionantes puramente operativos, y así se ha tenido en cuenta en los cálculos realizados para evaluación de reservas.

Este modelo ha sido aplicado a la siguiente área seleccionada:

PAQUETE	AREA SELECCIONADA
TORRE	TORRE - 4 Capa 4 ^o
	TORRE - 4 Capa 5 ^o

7.- MODELO-7

La presencia de más de dos capas susceptibles de su explotación conjunta y en combinación con el Modelo 5, ha dado lugar al siguiente modelo:



En el que "a₁" y "a₂" representan los espesores de las intercapas correspondientes y "x" de igual forma que en el modelo anterior, la profundidad de explotación a ratio constante.

La expresión que define el ratio medio de explotación viene dado en este caso por:

$$R_{\text{med}} = \frac{(a_1 + a_2) \left[\frac{1}{2} \frac{(a_1 + a_2) \text{Sen}(\gamma - \alpha)}{\text{Sen} \alpha \text{Sen} \gamma} + x \right]}{d \left[\frac{\text{Sen}(\gamma - \alpha)}{\text{Sen} \alpha \text{Sen} \gamma} (a_1 P_1 + a_1 P_2 + a_2 P_2) \right] + d x (P_1 + P_2)}$$

Con la misma limitación para el valor de la profundidad de explotación "x" de:

$$x \leq \left(\frac{H \text{sen}(\gamma - \alpha)}{\text{sen} \alpha \text{sen} \gamma} - 10 \right)$$

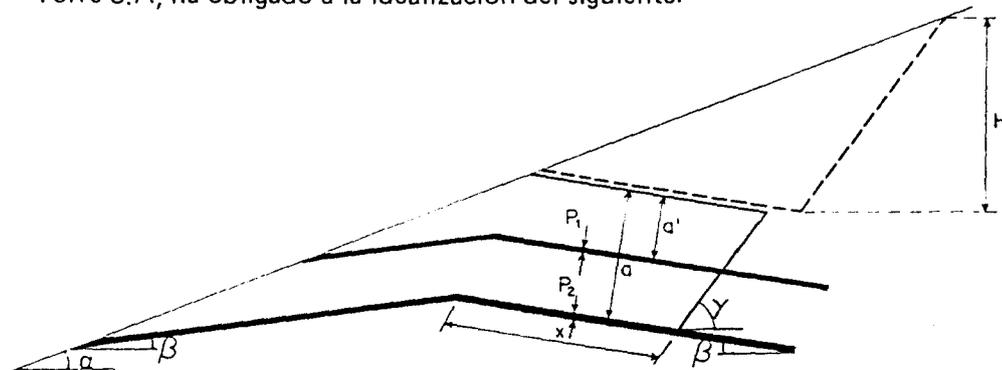
que el establecido en el modelo anterior.

Este modelo ha sido aplicado a la siguientes áreas:

PAQUETE	AREA
TORRE	TORRE-3 B. Capas Cuarta y Quinta TORRE-3 D. Capas Cuarta y Quinta

8.- MODELO - 8

La presencia de una estructura anticlinal-sinclinal en el área seleccionada Torre 3.A, ha obligado a la idealización del siguiente:



La expresión que relaciona el valor del R_m con los distintos parámetros que definen el modelo viene dado por:

$$R_m = \frac{\frac{1}{2} \frac{a^2}{\text{Sen}^2(\gamma + \beta)} \frac{\text{Sen}(\gamma - \alpha) \text{Sen}(\gamma - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \beta)} + a x}{(ap_1 + a'p_2) d \frac{\text{Sen}(\gamma - \alpha)}{\text{Sen}(\gamma + \beta) \text{Sen}(\alpha - \beta)} + (p_1 + p_2) d x}$$

donde a y a' representan el valor de las intercapas tal como indica la figura y " x " de profundidad de explotación con ratio constante. Este parámetro tiene una limitación condicionada por la altura de explotación de la capa superior tal que:

$$x \leq \frac{H}{\text{sen } \beta} ,$$

y así se ha tenido en cuenta a efectos de cálculo.

Ha sido aplicada al cálculo de reservas de la zona seleccionada TORRE 3A para las capas CUARTA y QUINTA, correspondiente al paquete TORRE.

Para cada uno de los modelos anteriores es posible definir una relación funcional de la forma $H = f(R_{lim}, \alpha, \beta, \gamma, \Sigma p_i, f, a)$ ó $H = f'(R_m, \alpha, \beta, \gamma, \Sigma p_i, f, a)$, entre la altura máxima de explotación, los distintos parámetros físicos que definen geoméricamente el modelo y la máxima relación del volumen de estéril a mover en m^3 por Tm de carbón (Ratio límite o Ratio medio). Este, a su vez se establece de acuerdo con los condicionantes técnico-económicos que concurren en cada zona seleccionada.

La determinación de la altura máxima de explotación, para cada área, y a partir de ella, de las reservas económicamente explotables a cielo abierto, implica previamente, de acuerdo con este razonamiento conocer el valor máximo de ambos parámetros: Ratio límite o Ratio medio.

4.2.- DEFINICION DE LOS MODELOS TECNICO-ECONOMICOS APLICABLES A LAS DISTINTAS AREAS SELECCIONADAS. DETERMINACION DE RATIOS LIMITES RATIOS MEDIOS DE EXPLOTACION

La determinación de las relaciones máximas de estéril o carbón que soportan las distintas zonas seleccionadas con un cierto índice de rentabilidad comporta el establecimiento a priori de los distintos costes en valores índice que el

proceso de explotación exige, así como el valor boca-mina del propio carbón extraído.

Para ello, ha sido necesario estimar los siguientes factores que intervienen en el modelo económico de cada zona seleccionada.

4.2.1.- DETERMINACION DEL PRECIO DE VENTA DEL CARBON

De acuerdo con lo comentado en el apartado 2.2.3., la información básica tenida en cuenta para la determinación de las calidades tipo del carbón ha sido la siguiente:

— Resultados de los ensayos de laboratorio realizados dentro de la campaña de investigación de la zona y recogidos en la memoria "Investigación geológico-minera de carbón en el Area de TORRE-BEMBIBRE (LEON) 1978".

— Resultados medios obtenidos a partir de los análisis de control realizados por la propia Central Térmica de Compostilla II sobre los carbones recibidos en su parque procedentes de las diversas minas de la zona de estudio en el año 1979.

Los datos aportados por ambas fuentes se recogen agrupados por paquetes en los cuadros correspondientes del citado apartado.

Debido a la procedencia de las muestras analizadas, se pueden estimar como representativos de la calidad intrínseca en capa, los valores aportados por los ensayos realizados por el IGME (1978), ya que se trata de ensayos sobre muestras tomadas en capa en las distintas explotaciones actualmente en actividad.

Sin embargo, la calidad media de los carbones, medida en térmica, se corresponde a nuestro juicio con la correspondiente a los finos de lavadero y que por consiguiente ha sido deducido en el proceso la fracción de más alta calidad (granos) que viene a representar en porcentaje entre un 20 y un 50 por ciento según minas y que debido al mercado libre para este producto, adquiere un valor de comercialización más alto que el correspondiente a su consumo en Central Térmica.

En este estudio, solamente se ha considerado a efectos de valoración del carbón, su consumo en Central Térmica.

El precio de venta sobre Parque se establece en base a la fórmula oficial en vigor cuya estructura actual (Diciembre 1980) es la siguiente:

$$P_v = \frac{5394}{1000} [1000 + 7 (V-20) + 20 (25-C)] \frac{88-H}{100}$$

en lo que:

P_v = Precio de venta de la Tonelada de carbón puesta en el parque de la Central en pesetas.

V = Ley en volátiles, por ciento, sobre muestra seca. Para un contenido en volátiles superior al 20 por ciento, el sumando correspondiente se hace nulo.

C = Ley en cenizas, por ciento, sobre muestra seca.

H = Contenido en humedad, por ciento sobre carbón entregado en central.

No se considera incremento alguno por Acción concertada sobre el precio de la tonelada bruta.

En base a las consideraciones hechas para la definición de la calidad media de los carbones, se ha seguido el criterio de tomar como representativa de los distintos paquetes de carbón, la obtenida por el IGME sobre muestras en capa, incrementando el contenido de cenizas en tres o cuatro puntos, y el contenido en volátiles y humedad en dos o tres puntos sobre los datos de referencia, en concepto de dilución minera y a efectos de considerar un cierto grado de meteorización por mayor proximidad a la superficie.

Paquete Minero	Zona Seleccionada	Características del carbón			Precio en central Pts/Tm
		Cenizas	Volátiles	Humedad	
Chuchú-Estrechas	Chuchú – 3	17	7	10	5766
	Chuchú – 4	17	7	10	5766
	Chuchú – 5	17	7	10	5766
Anchas	Anchas – 3	20	7	10	5443
	Anchas – 4	20	7	10	5443
	Anchas – 5	20	7	10	5443

4.2.2.— DETERMINACION DE LOS COSTES INDICES DE EXPLOTACION. MORFOLOGIA Y GEOMECANICA DE LOS MATERIALES.

Los afloramientos de las capas en los distintos paquetes se enmarcan dentro de las distintas áreas seleccionadas, en un relieve topográfico bastante diferenciado, donde es fácilmente observable un terreno de recubrimiento de baja compacidad y cuyo espesor en general es pequeño, no superior como media a 2 ó 3 metros, variaciones locales de 1 a 5 m, estos últimos en zonas de vaguada o partes bajas de laderas.

Las columnas estratigráficas realizadas durante la campaña de investigación geológico-minera (IGME 1978); así como la observación en campo en las áreas donde ha existido una cierta actividad a cielo abierto, han permitido conocer, que litológicamente las zonas de influencia para explotación de las distintas áreas seleccionadas, están constituidas en general por pizarras alteradas a techo y muro de las capas en estratos de pequeño espesor < 2 metros y areniscas y pizarras en estratos más potentes por lo general con características altamente resistentes. La proximidad a la superficie por la pequeña altura de explotación de algunas cortas evaluadas, hace suponer que las pizarras a techo de las distintas capas, hayan sufrido en parte procesos de alteración que permitan su arranque directo.

Desde un punto de vista de explotación, este factor resulta de sumo interés, ya que la definición de su sistema de arranque viene condicionado por las características resistentes de los materiales.

Por el carácter de este estudio, se ha estimado para el conjunto del área estudiada un porcentaje equivalente al 20 por ciento del volumen total de estéril, susceptible de ser arrancado directamente por tractor. Por comparación con otras zonas de semejante litología, puede suponerse como característica para las pizarras alteradas a techo y muro de las capas, una velocidad sísmica no superior a 800—1.000 m/seg., y resistencia a la compresión simple < 100 Kg/cm², que permite un arranque sin dificultad con tractor de 300 CV—400 CV.

Desde el punto de vista de estabilidad de taludes, se hace una estimación de sus parámetros mecánicos en otro apartado.

De forma muy diferente se manifiestan los distintos estratos de arenisca a techo de las capas, cuya observación directa durante la visita de campo, permite estimar unas características resistentes muy altas, con velocidades sísmicas presumiblemente superiores a los 3.000—3.500 m/seg. y que no hacen pensar económicamente en métodos puramente mecánicos para su arranque, siendo necesario sin duda el uso de explosivos.

La realización de un plan de sondeos para investigación que se propone al final de este estudio, debe ser aprovechada para aportar un buen conocimiento de las características de estos materiales ya que la influencia de ser susceptibles de su arranque por medios mecánicos o necesitar el uso de explosivos, tiene importancia económica en el conjunto de la explotación.

A efectos del estudio, y para definición de los costes específicos de explotación, se han estimado las siguientes características y porcentaje de los distintos materiales a excavar.

Tipo de Material	Velocidad de transmisión sísmica m/seg.	R _c Kg/cm ²	o/o sobre volumen total	Sistema de Arranque
Tierra vegetal	< 100	5	3	Bulldozer
Pizarras alteradas a techo y muro de las capas	< 800 – 1.000	80– 100	17	Ripado y Bulldozer
Pizarras consolidadas a techo de las capas	1.800-2.500	300– 700	30	Perforación y voladura
Areniscas	> 2.500	1.200–2.000	50	Perforación y voladura

Los costes específicos de una operación a cielo abierto, vienen influidos de una forma general por las características de los materiales a mover que determinan las características del equipo minero (maquinaria utilizada) y por el ritmo de producción (economía de escala).

Puede anticiparse que para el conjunto de las áreas seleccionadas, los métodos de explotación más apropiados consisten en un banqueo longitudinal descendente a lo largo de la corrida de las capas para las estructuras de fuerte buzamiento (> de 25°), o una minería de contorno como es el caso del área seleccionada TORRE-3, donde las capas muestran tendencia a un buzamiento horizontal o subhorizontal (ver modelo de explotación).

Dadas las características de los distintos yacimientos seleccionados, que muestran por lo general capas de pequeña potencia, fuerte buzamiento, y una topografía relativamente accidentada, tampoco es posible en general estimar ritmos de producción para cada zona de explotación individualizada, superiores a los 70.000 m³/mes.

De acuerdo con estas consideraciones, los únicos sistemas de maquinaria que deberán ser razonablemente considerados para el desmonte son los siguientes:

— **Tractores (ripado).**— Pueden ser utilizados para la ejecución de accesos a las distintas zonas de trabajo, así como para la montera más superficial y para el arranque de materiales con un límite de resistencia de 100 Kg/cm², con distancia límite de empuje de 100 m.

Como se ha comentado anteriormente, se estima que mediante este sistema podrá arrancarse un 20 por ciento del volumen de estéril a mover.

— **Perforación y voladura.**— Para el resto de los materiales presentes a techo de las capas, constituidos por pizarras consolidadas y areniscas muy competentes, con resistencia a la compresión simple mayor de 100 Kg/cm² y velocidades sísmicas superiores a los 2.000 m/seg., se ha considerado necesario la utilización de explosivos para su arranque.

Este sistema de arranque, según estimación anterior, afectará a un 80 por ciento del volumen total a mover en el conjunto de las zonas seleccionadas.

De acuerdo por otro lado con los ritmos medios de producción, los equipos de perforación más adecuados estarán comprendidos entre los 3 y 4 1/2" de diámetro y sistema Drifter.

— **Carga y transporte.**— La utilización de palas cargadoras o excavadoras hidráulicas frontales y camiones o volquetes mineros de capacidad adecuada a los ritmos de trabajo (25–35 Tm/dumper y 3–7 m³ capacidad de cazo para las palas o excavadoras) constituyen un sistema flexible y adecuado para el conjunto de las áreas seleccionadas.

— **Carga del carbón.**— Las palas cargadoras frontales o las excavadoras hidráulicas frontales o retros, son los equipos más recomendados para la carga del carbón desde la capa. La presencia de pizarras poco consolidadas a techo y muro de las mismas, exigirá para disminuir la diluición del carbón, una limpieza previa, mediante la utilización de un pequeño equipo "retro" equipado con hoja lisa.

— **Servicios mina.**— Como equipo auxiliar de apoyo a las distintas operaciones y en número y dimensiones adecuadas al tamaño de las distintas explotaciones, es necesario considerar la presencia de motoniveladoras, bull-dózer, camión de riego, etc.

En base a estos criterios muy generales sobre tipo de maquinaria a utilizar

y en función de los ritmos de producción medios de 60—70.000 m³/mes, que parece aconsejable, dadas las características que concurren en las distintas zonas seleccionadas y para una operación contratada, se pueden estimar los siguientes costes de explotación, desglosados por proceso, de acuerdo con la experiencia de explotaciones mineras semejantes, actualmente en actividad:

COSTES MEDIOS DE EXPLOTACION				
PROCESO	ESTERIL		CARBON	
	Pts/m ³ b	°/o	Pts/Tm.	°/o
Perforación o arranque	29	16,11	—	—
Voladura	46	25,56	—	—
Carga	30	16,67	87	37,83
Transporte	50	27,78	113	49,13
Servicios mina	10	5,56	—	—
Servicios generales	15	8,33	30	13,04
TOTAL	180	100	230	100

4.2.3.— COSTES INDICES DE TRANSPORTE HASTA CENTRAL TERMICA

Como se ha comentado en el apartado 2.3.1., el área carbonífera de Torre—Bembibre, posee una infraestructura viaria de cierta importancia y en muy buen estado de conservación.

La determinación del precio del carbón extraído en “boca mina”, esto es a pie de explotación, exige el conocimiento del coste de transporte hasta el centro de consumo, ya que la fórmula polinómica se aplica sobre el carbón entregado en el parque de la Central.

La Central Térmica de Compostilla, principal centro consumidor de los carbones extraídos en la cuenca del Bierzo, se encuentra localizada próxima a Ponferrada, en el desvío por la Carretera Comarcal 634 (Ponferrada—Villablino), y a una distancia comprendida entre 40 y 50 Km de las distintas zonas seleccionadas.

La comunicación general a efectos de transporte del carbón se puede realizar

bien mediante el transporte por carretera o utilizando la actual línea de ferrocarril LEON—PONFERRADA, que desde esta última estación posee enlace con descargadero en el parque de la propia Central Térmica.

La utilización de este último sistema de transporte exigiría un sistema mixto, combinado con el transporte por carretera a través de la red secundaria (ver plano de infraestructura viaria) que comunica con las distintas zonas de explotación, y que debería situar el carbón sobre la estación intermedia de TORRE DEL BIERZO para su embarque y transporte por ferrocarril hasta Central.

Sin embargo, la pequeña distancia de transporte, permite pensar que éste sistema, cuya mayor ventaja se encuentra en las largas distancias y en los grandes volúmenes transportados, puede equipararse en costo con el transporte por carretera que para el caso que estamos estudiando posee las dos características básicas para competitividad de este sistema como son: distancia pequeña o media de transporte (máximo 50 Km) y tonelaje anual no muy elevado (300.000—400.000 Tm/año) junto con la existencia de una buena red de carreteras.

A efectos de nuestro estudio, se ha estimado un coste diferenciado para cada zona en función de la distancia a la Central, habiendo determinado el coste por Tonelada transportada sobre la base del precio actual de 6,25 pts. por Tm y Kilómetro de transporte por carretera, incrementando el coste total en 100 pts./Tm por manipulación del stock intermedio a pie de explotación.

Así, los costes de transporte calculados para las distintas zonas seleccionadas se recogen en el siguiente cuadro:

COSTE TRANSPORTE CARBON A TERMICA

Paquete Minero	Area Seleccionada	Distancia Central termica Kms.	Coste transporte Pts/Tm.
Chuchú Estrechas	Chuchú – 3	55	444
	Chuchú – 4	55	444
	Chuchú – 5	55	444
Anchas	Anchas – 3	58	463
	Anchas – 4	58	463
	Anchas – 5	58	463

4.2.4.— DETERMINACION DE LOS RATIOS LIMITE DE EXPLOTACION PARA LAS DISTINTAS AREAS SELECCIONADAS.

La magnitud de las reservas susceptibles de su extracción a cielo abierto, depende para cada estructura de yacimiento del criterio económico elegido en la determinación de los ratios de desmonte límite o medio.

Se puede adoptar tres criterios económicos diferentes para definir los límites de explotación:

a) Establecer el límite, donde el incremento de ratio, permita un beneficio por Tm mínimo aceptable. Esto implica que cada Tm de carbón extraída, permite un beneficio igual o mayor al beneficio mínimo aceptable.

b) Establecer el límite donde el incremento de ratio produce un beneficio de cero pesetas por Tm. (pero no una pérdida). Esto implica que cada Tm. de carbón arrancada produce un beneficio igual o mayor que cero.

El tonelaje total arrancado será mayor que con el criterio anterior y el beneficio total será también mayor y así se tendrá el máximo beneficio posible.

c) Establecer el límite de tal modo que el ratio de desmonte para el conjunto de la explotación permita un beneficio medio por Tm de carbón mínimo aceptable. Este criterio implica que algunas toneladas de carbón son extraídas con un ratio de desmonte bajo y por tanto permiten un alto beneficio por Tm; beneficio, que a su vez debe subvencionar el carbón extraído con un ratio alto y que produce pérdidas.

El tonelaje de carbón explotable económicamente con este criterio, será mayor que con los criterios a) y b) pero el beneficio total para el conjunto de la operación será menor, ya que parte de aquél incurre en pérdidas.

Aún, cuando cada uno de estos criterios puede ser aplicado en función de las características particulares de cada empresa explotadora, y en relación con estrategias o tendencias concretas de mercado, se ha considerado a efectos de evaluación de reservas en el presente estudio, fijar como criterio el de beneficio cero para la última tonelada, que aunque no optimiza desde el punto de vista de reservas el potencial del área estudiada, parece razonable para una operación combinada con minería de interior, como es el caso de gran parte de las áreas seleccionadas.

La existencia de algunas estructuras que mantienen constante su ratio de explotación debido a las características geométricas y espaciales que concurren en la disposición de las capas e intercapas, y que impide por tanto definir un

ratio límite de explotación, nos ha llevado a adoptar como criterio económico, establecer su ratio para un beneficio medio de 500 pts./Tm.

Establecida la alternativa que define el objetivo de beneficio específico, y conocida la estructura de costes de explotación, así como el precio de venta de carbón, es posible obtener el siguiente cuadro económico para el conjunto de las áreas seleccionadas, con definición estricta del ratio límite económico.

CUADRO ECONOMICO Y DETERMINACION DE RATIOS LIMITES

CONCEPTO	ZONA DE MONTEALEGRE						
	PAQUETE CHUCHU – ESTRECHAS				PAQUETE ANCHAS		
	Chuchú-3AB	Chuchú-3C	Chuchú-4	Chuchú-5	Anchas – 3	Anchas – 4	Anchas – 5
INGRESO BRUTO PTS/TM.	5766	5766	5766	5766	5443	5443	5443
BENEFICIO ULTIMA TM.	0	–	0	0	0	0	0
BENEFICIO MEDIO PTS/TM.	–	500	–	–	–	–	–
(*) COSTES DE PROPIEDAD PTS/TM.	234	186	101	152	211	505	386
TRANSPORTE TERMICA Y MANIPULACION STOCK PTS/TM.	444	444	444	444	463	463	463
VALOR BOCA-MINA Y MAXIMO COS- TO MINERIA Y DESMONTE PTS/TM.	5088	4636	5221	5170	4769	4475	4594
RATIO LIMITE EN M ³ TM.	26,99	–	27,73	27,44	25,22	23,18	24,24
RATIO MEDIO EN M ³ /TM.	–	24,48	–	–	–	–	–

NOTA: Los costes de propiedad, incluyen las inversiones estimadas para investigación complementaria del area seleccionada, asi como la compra de terrenos, trabajos de infraestructura etc., cuyo análisis se realiza en el apartado 6.

5. — DETERMINACION DEL POTENCIAL DE RESERVAS EXPLOTABLES A CIELO ABIERTO, DEFINICION DEL PROCESO DE CALCULO

De acuerdo con la Metodología establecida por el IGME (1979), para la determinación del potencial de reservas de carbón explotables a cielo abierto, y una vez establecidos los modelos estructurales, así como sus parámetros característicos para las distintas zonas seleccionadas, la sustitución del valor calculado para el ratio límite en la expresión matemática deducido para cada modelo (ver apartado 4.1.), permite definir la altura máxima de explotación que cumple las condiciones de rentabilidad previamente fijada. A partir de este dato, y de acuerdo con la corrida de las capas estimadas para cada modelo, es posible finalmente obtener las reservas de carbón buscadas.

El carácter dinámico del concepto de reservas, que dependen fundamentalmente como se sabe del precio del mineral vendible, y la tendencia alcista que para un producto energético se prevé debido por un lado a la actual crisis energética y por otro a la importancia estratégica que le concede el Plan Energético Nacional, nos ha llevado a procesar en ordenador los distintos datos y modelos de yacimientos a fin de obtener de una forma rápida y precisa la reservas potenciales de las distintas áreas seleccionadas.

El programa de cálculo estudiado, permite establecer como variables, prácticamente todos y cada uno de los parámetros tanto estructurales del yacimiento (potencia de las capas, buzamiento, pendiente topográfica, ángulos de talud estable, calidad del carbón, potencia de las intercapas, etc.). Como económicos (precio de venta, costos de explotación, costes de transporte, etc.), lo que le convierte en un proceso igualmente dinámico, con capacidad para actualizar las reservas evaluadas a medida que un mejor conocimiento por una investigación de detalle, aconsejen la variación de cualquiera de los parámetros estructurales supuestos, o la modificación del precio de venta o de los costes de explotación exijan la reconsideración de las hipótesis de partida.

En síntesis, en el proceso seguido para el cálculo de reservas por ordenador, se desarrollaron los siguientes módulos en lenguaje FORTRAN.

A) RUTINAS

i) RLIM (A1, A2, ... AN)

Tiene como parámetros de entrada, un índice significativo del modelo, los geométricos del propio modelo, y el ratio límite obtenido por consideraciones económicas.

En función del modelo elegido, selecciona la correspondiente fórmula analítica y devuelve al programa principal la altura máxima de explotación.

ii) RMED (A1, A2, ... AN)

Análogamente a la anterior, tiene como parámetros de entrada, un índice significativo del modelo y los geométricos propios del mismo.

Como la expresión del Ratio medio en función de los parámetros geométricos una vez conocidos éstos, es una función racional de la altura de explotación en la que el numerador es una función de segundo grado y el denominador una función lineal,

$$R_M = \frac{N_1 H^2 + N_2 H + N_3}{D_1 H + D_2}$$

los valores que devuelve esta rutina, son los coeficientes N_1 , N_2 , N_3 y D_1 , D_2 , de tal manera que en el programa principal, dependiendo del tipo de hipótesis de cálculo, se puede obtener el ratio medio (caso de cubicar a partir de ratios límites), o bien, la altura de explotación (caso de cubicar a partir de un ratio medio dado).

B) PROGRAMAS

i) HIPT.A

El objetivo de este programa es efectuar la cubicación en la hipótesis de ratios límites dados, y el análisis de sensibilidad de las reservas frente a variaciones de ± 20 por ciento de los parámetros fundamentales.

Distinguimos pues dos fases en el programa:

- 1) Obtención de la cubicación.
- 2) Análisis de sensibilidad.

1) **Obtención de la cubicación.**— Los datos de partida son todos los modelos definidos (parámetros geométricos y económicos). Estos se agruparon por zonas en las que la Inversión a realizar es un valor determinado y constante.

Partiendo de unos costes iniciales de propiedad, se calcula, para cada zona, un valor de reservas que teniendo en cuenta la inversión prevista, da lugar a unos nuevos costes de propiedad. Este proceso se repite hasta llegar a un valor

límite. La convergencia de este proceso iterativo (con la tolerancia estimada) quedó demostrada al ejecutar el programa, mediante un test para limitación del número de iteraciones.

Obtenido este límite se procede a listar por impresora los resultados de todos los modelos de la zona en estudio, así como un resumen de los mismos.

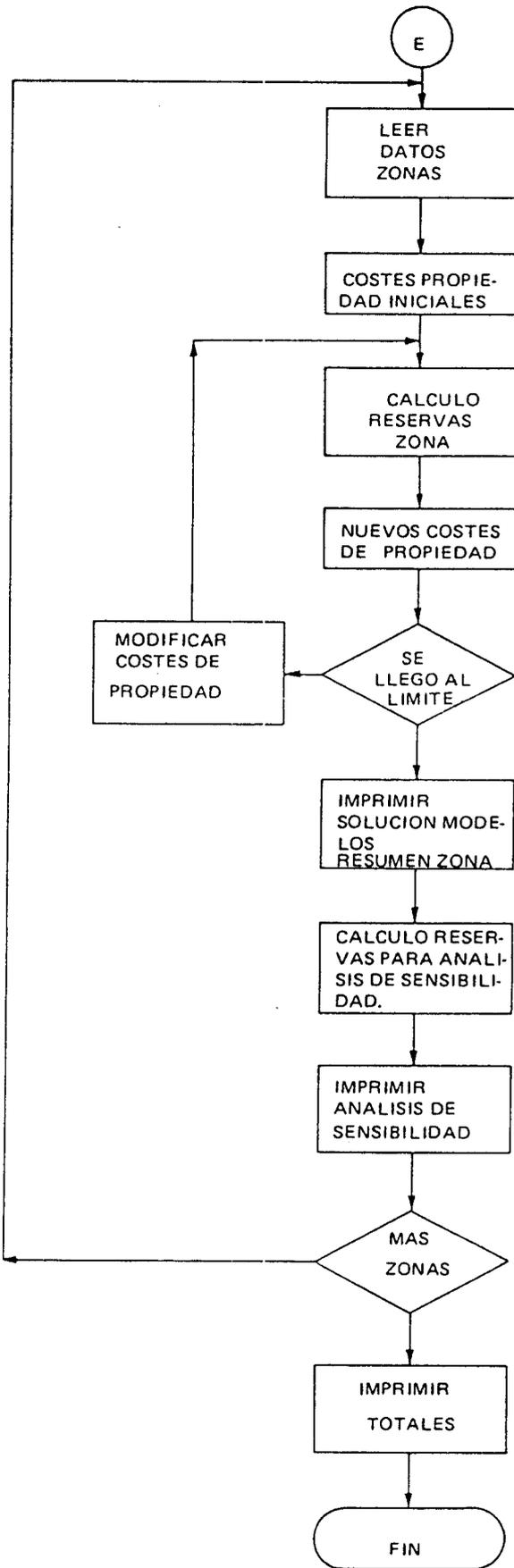
2) **Análisis de sensibilidad.**— Suponiendo variaciones de ± 20 por ciento de los parámetros fundamentales, se recalculaban las reservas y se comparaban con la solución.

El programa termina su ejecución imprimiendo los resultados globales que se ha acumulado a lo largo del proceso de cada una de las zonas.

ii) HIPTB

La estructura de este programa es análoga a la de HIPTA pero sólo efectúa la cubicación en la hipótesis de ratios medios.

Gráficamente, el esquema del programa se puede expresar de la forma siguiente:



Se incluye en el anexo, el programa de cálculo utilizado, así como los resultados obtenidos para las distintas áreas seleccionadas.

Se incluye igualmente un análisis de sensibilidad sobre las reservas evaluadas para un ± 20 por ciento de variación de los parámetros en las hipótesis de partida, para cada área y para el conjunto de la zona estudiada.

La existencia de una cierta actividad minera, fundamentalmente por métodos de interior sobre alguna de las áreas seleccionadas, así como la información recogida durante nuestra visita de campo sobre cotas de explotación por minería subterránea, nos ha llevado a afectar de un coeficiente (coeficiente de explotabilidad) las reservas evaluadas, en aquellos casos en los que la altura de explotación de los distintos yacimientos estudiados, podría alcanzar cotas ya explotadas por interior.

Un resumen del potencial de reservas calculado, ordenado por áreas seleccionadas, con el total por paquete minero al que pertenecen y su significación en tanto por ciento sobre el total de la zona estudiada, así como los ratios medios de desmonte, se refleja en el siguiente cuadro:

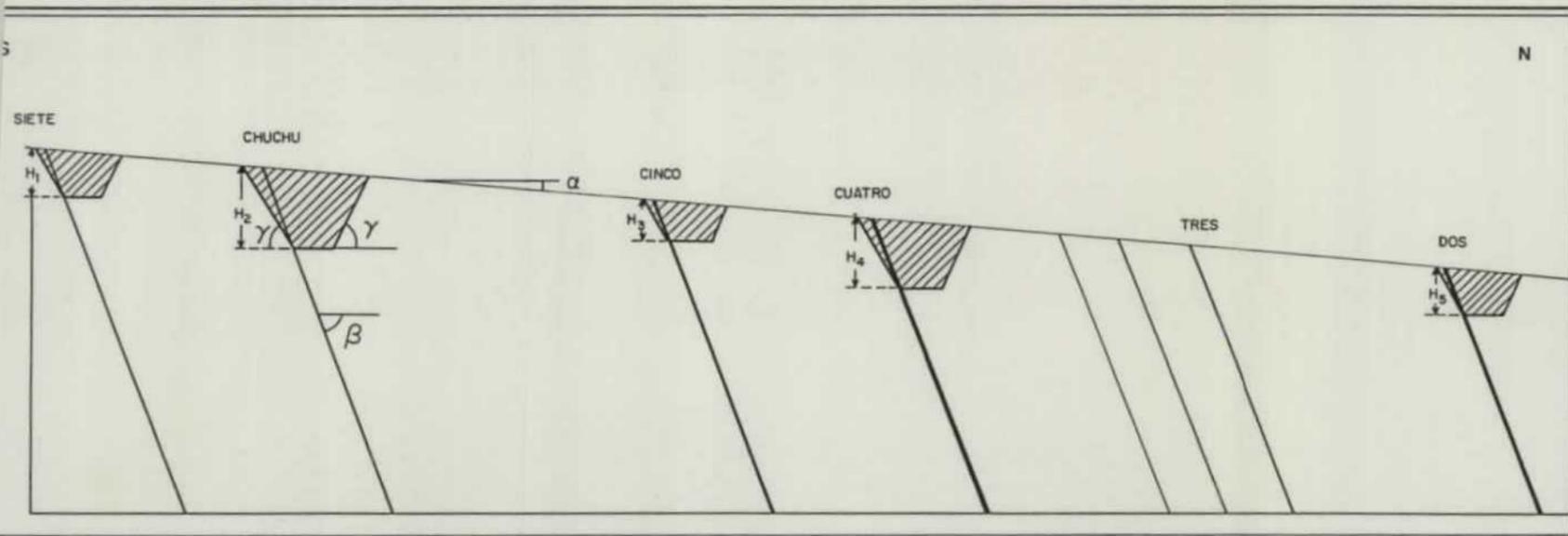
POTENCIAL DE RESERVAS, AREA DE MONTEALEGRE

Paquete Minero	Area seleccionada	Coficiente Explotabilidad aplicado	Reservas de carbón Tm.	Esteril M ³	Ratio medio M ³ /Tm.	o/o sobre total reservas
Chuchú / Estrechas	Chuchú – 3	0,91	86.106	1.576.836	18,31	
	Chuchú – 4	0,87	242.202	4.625.125	19,10	
	Chuchú – 5	0,90	239.239	3.111.409	13,10	
Total Chuchú /Estrechas			567.547	9.313.370	16,41	73,12
Anchas	Anchas – 3	0,91	109.960	1.285.155	11,69	
	Anchas – 4	1	43.390	763.828	17,60	
	Anchas – 5	1	55.293	748.171	13,53	
Total Anchas			208.643	2.797.154	13,41	26,88
Total General			776.190	12,110,824	15,60	100

Finalmente, a modo de síntesis de los distintos modelos utilizados como expresión estructural de las áreas seleccionadas y a efectos de una sensibilización gráfica, se incluye la siguiente colección de planos, con indicación para cada área, del valor de los parámetros estimados en el modelo, y resultados obtenidos de altura de explotación, ratios medios de desmonte, reservas de carbón y estéril a mover.

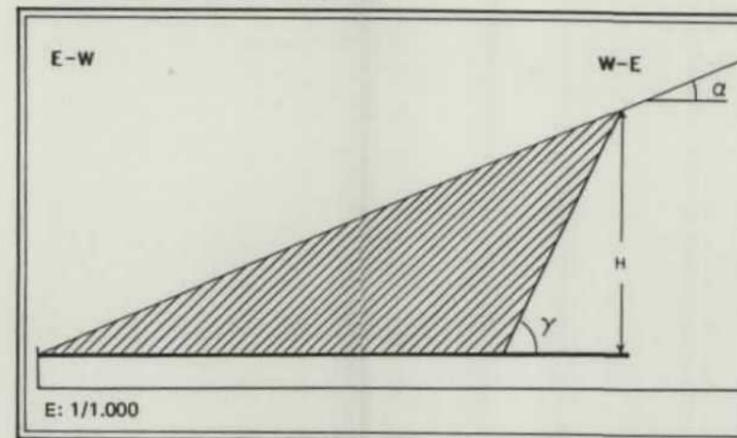
CARTOGRAFIA GEOLOGICA, MODELOS ESTRUCTURALES, PARAMETROS EMPLEADOS, FORMULACION APLICADA Y RESULTADOS OBTENIDOS PARA CADA AREA SELECCIONADA

MODELO ESTRUCTURAL (ZONAS A y B)



E: 1/1.000

MODELO ESTRUCTURAL (ZONA C)

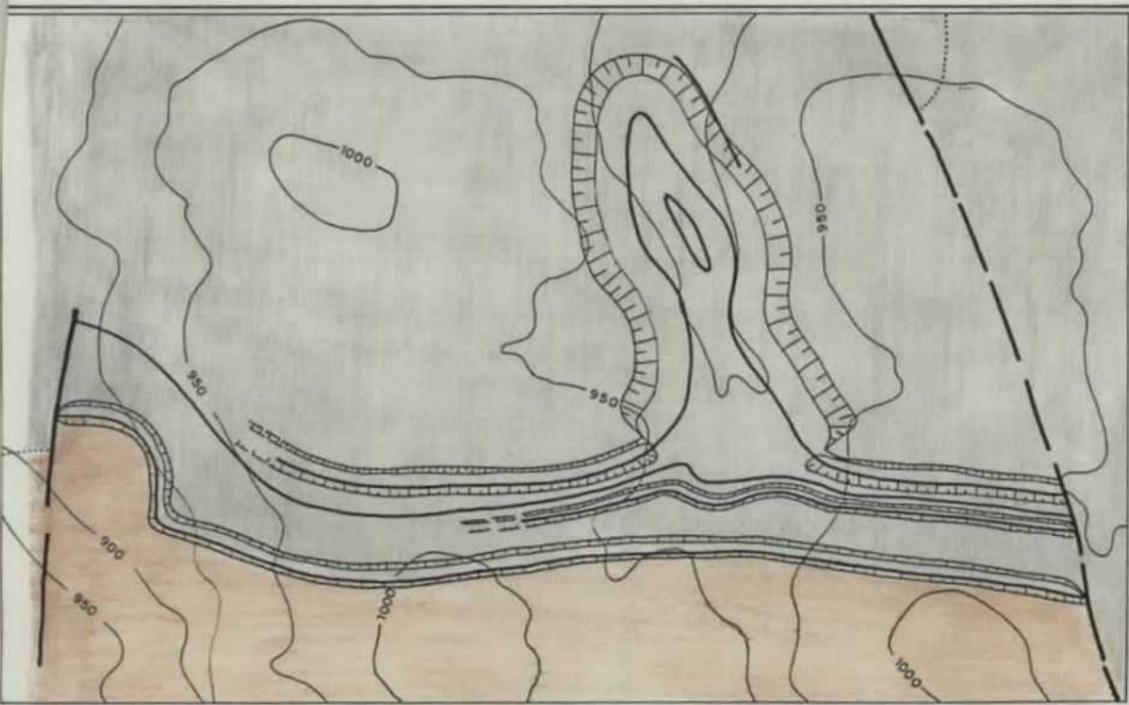


E: 1/1.000

PARAMETROS DEL MODELO (ZONA C)

- $\alpha = 23^\circ$
- $\beta = 0^\circ$
- $\gamma = 65^\circ$
- $P_1 = 0,52 \text{ m}$
- Corrida = 1.000 m
- $H = 35,6 \text{ m}$

CARTOGRAFIA GEOLOGICA



- Tramo Chuchú-Navaleo
- Tramo Estrechas
- Taludes de techo, muro y lateral

PARAMETROS DEL MODELO (ZONAS A-B)

- $\alpha = 5^\circ$
- $\beta = 70^\circ$
- $\gamma = 50^\circ$
- $f = 6 \text{ m}$
- $P_1 = 0,31 \text{ m}$
- $P_2 = 0,80 \text{ m}$
- $P_3 = 0,46 \text{ m}$
- $P_4 = 0,70 \text{ m}$
- $P_5 = 0,52 \text{ m}$
- Corrida = 1.400 m
- $P_v = 5.766 \text{ pts/Tm}$
- $R_{lim} = 26,99 \text{ m}^3/\text{Tm}$
- $H_1 = 2,9 \text{ m}$
- $H_2 = 10,9 \text{ m}$
- $H_3 = 5,4 \text{ m}$
- $H_4 = 9,3 \text{ m}$
- $H_5 = 6,3 \text{ m}$

RESULTADOS GLOBALES

- Reservas totales = 94.622 Tm
- Esteril a mover = 1.732.787 m³
- Ratio medio = 18,31 m³/Tm

E: 1/10.000

ZONAS A y B

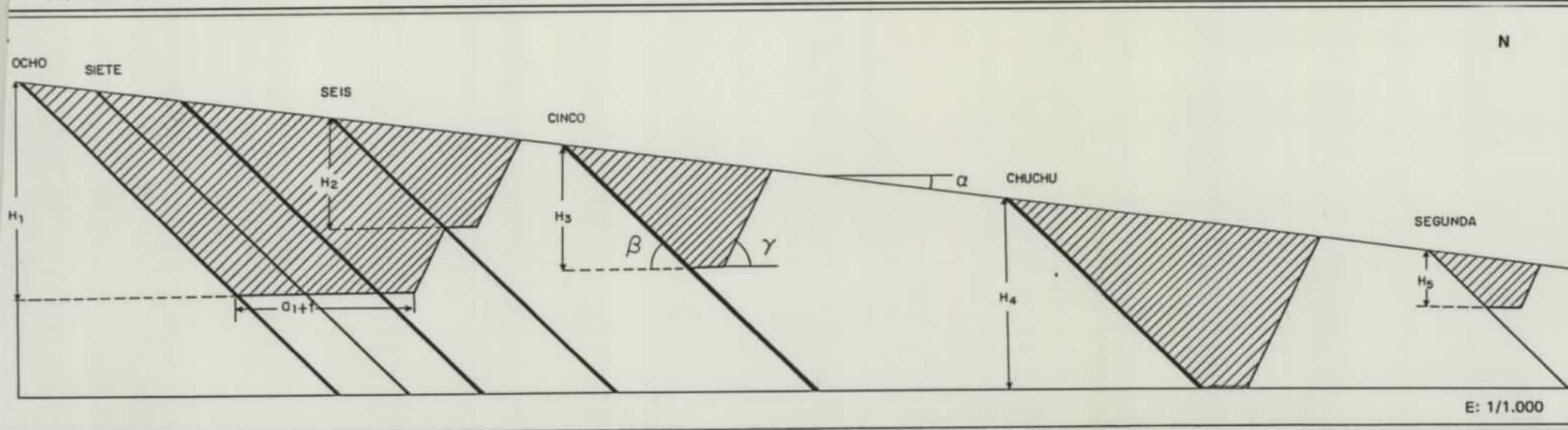
$$R_{lim} = \frac{\frac{H}{\text{Sen } \beta} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha)}{\text{Sen } (\gamma - \alpha)} + [H - (a + f) \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}] \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha)}{\text{Sen } \beta \text{ Sen } (\alpha + \gamma)} + f + a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id}}$$

ZONA C

$$R_m = \frac{H}{2 \text{ pd}}$$

$$R_m = \frac{\frac{1}{2} [H - (a + f) \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]^2 \frac{1}{\text{Sen}^2 \beta} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha) \text{ Sen } (\gamma + \beta)}{\text{Sen } (\alpha + \gamma)} + \frac{1}{2} \frac{H^2}{\text{Sen}^2 \beta} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha) \text{ Sen } (\beta - \gamma)}{\text{Sen } (\gamma - \alpha)} + f [H - (a + \frac{1}{2} f) \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}] + (a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}) [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id} [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}$$

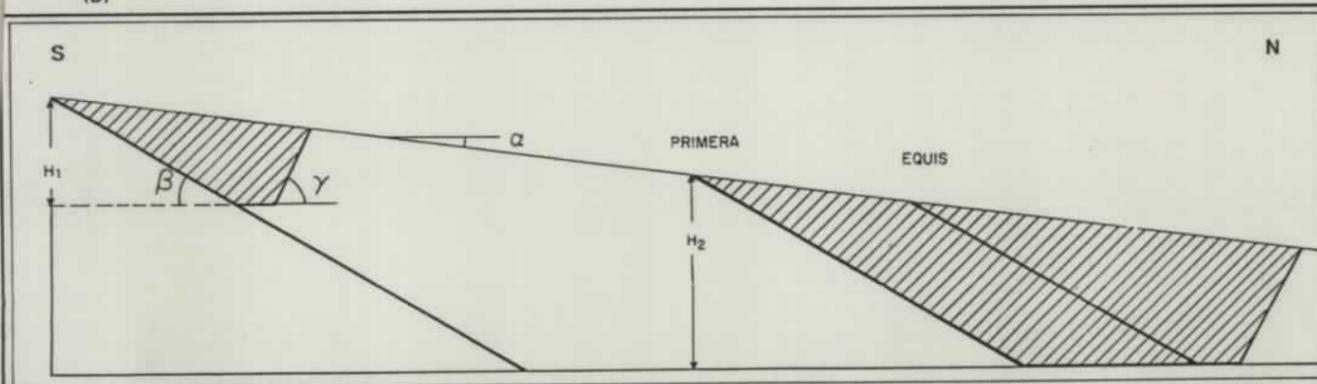
MODELOS ESTRUCTURALES (A)



PARAMETROS DEL MODELO (A)

$\alpha = 7^\circ$	Corrida = 1.100 m
$\beta = 50^\circ$	$P_v = 5.766 \text{ pts/Tm}$
$\gamma = 60^\circ$	$R_{lim} = 27,73 \text{ m}^3/\text{Tm}$
$a_1 = 25 \text{ m}$	$H_1 = 39,4 \text{ m}$
$a_2 = 0 \text{ m}$	$H_2 = 14,5 \text{ m}$
$a_3 = 0 \text{ m}$	$H_3 = 21,5 \text{ m}$
$a_4 = 0 \text{ m}$	$H_4 = 34,9 \text{ m}$
$f = 6 \text{ m}$	$H_5 = 10,7 \text{ m}$
$P_1 = 1,25 \text{ m}$	
$P_2 = 0,37 \text{ m}$	
$P_3 = 0,50 \text{ m}$	
$P_4 = 0,75 \text{ m}$	
$P_5 = 0,30 \text{ m}$	

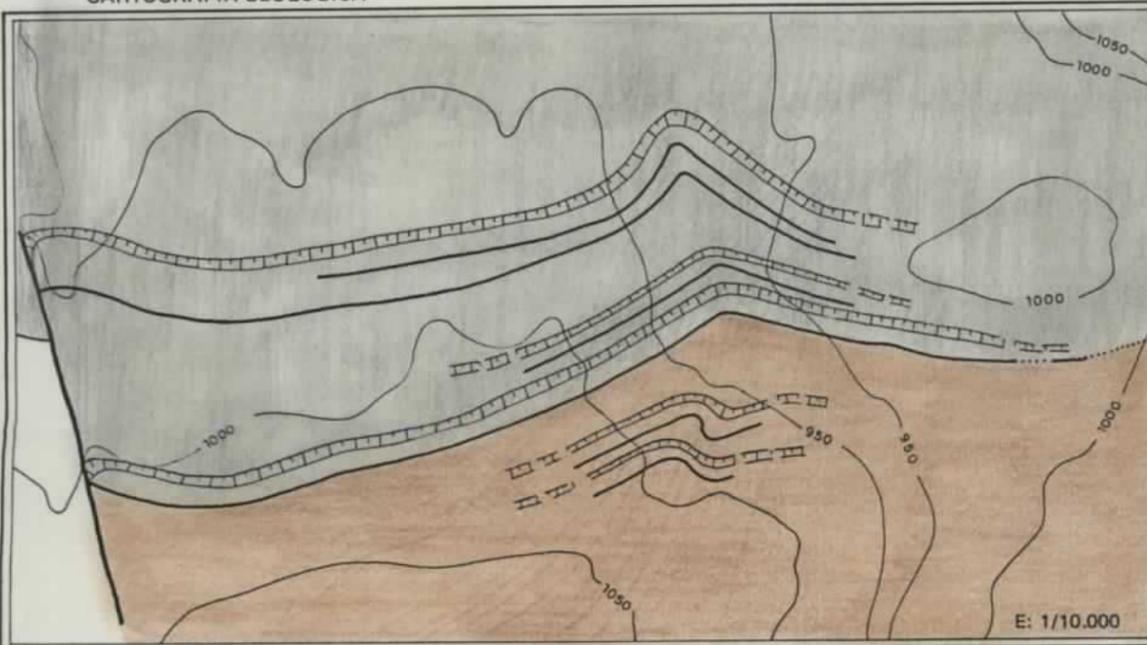
(B)



PARAMETROS DEL MODELO (B)

$\alpha = 7^\circ$	Corrida = 1.100 m
$\beta = 30^\circ$	$P_v = 5.766 \text{ pts/Tm}$
$\gamma = 60^\circ$	$R_{lim} = 27,73 \text{ m}^3/\text{Tm}$
$a_2 = 24 \text{ m}$	$H_1 = 16,9 \text{ m}$
$f = 6 \text{ m}$	$H_2 = 27,8 \text{ m}$
$P_1 = 0,39 \text{ m}$	
$P_2 = 0,90 \text{ m}$	

CARTOGRAFIA GEOLOGICA



- Tramo Chchú-Navaleo
- Tramo Estrechas
- Taludes de techo y lateral

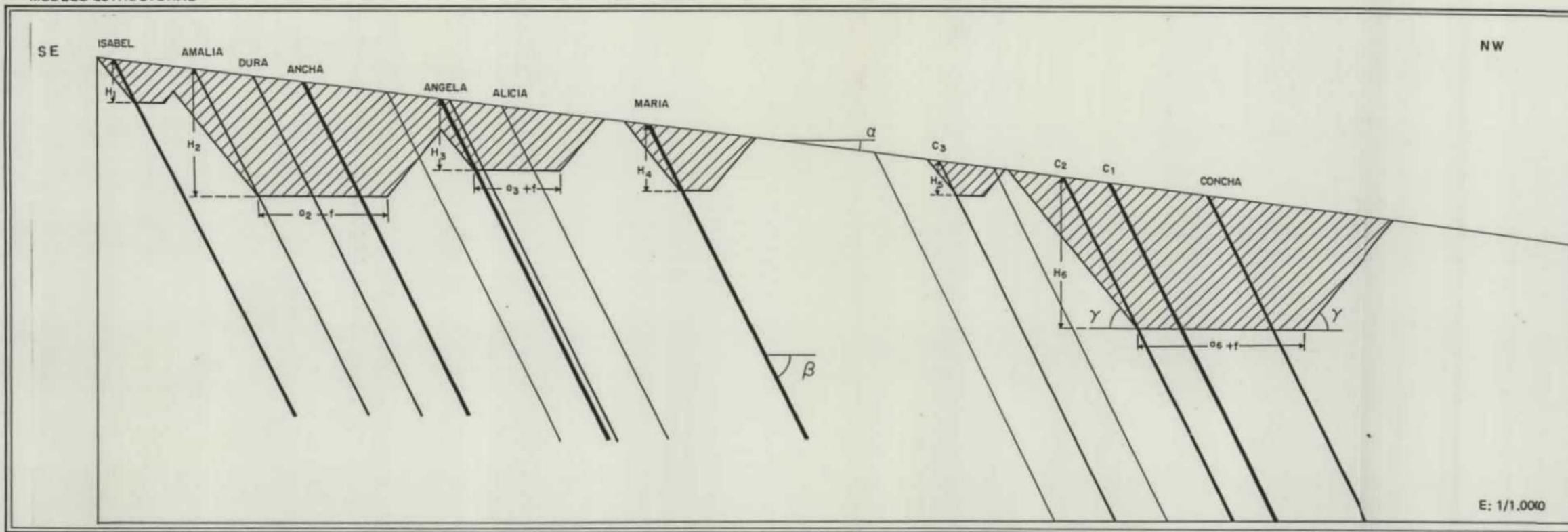
RESULTADOS

Reservas totales = 278.393 Tm
 Esteril a mover = 5.316.236 m³
 Ratio medio = 19,10 m³/Tm

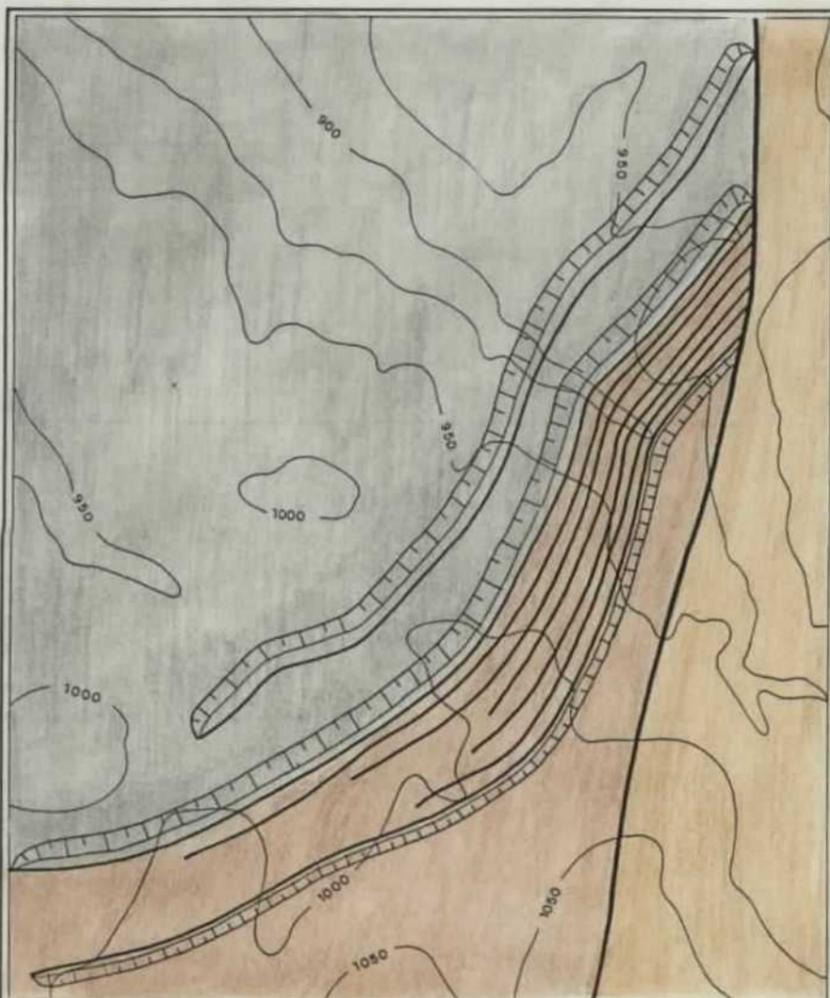
$$R_{lim} = \frac{[H - (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}] \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha)}{\text{Sen } \beta \text{ Sen } (\alpha + \gamma)} + f + a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id}}$$

$$R_{med} = \frac{\frac{1}{2} [H - (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]^2 \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha) \text{ Sen } (\gamma + \beta)}{\text{Sen}^2 \beta \text{ Sen } (\alpha + \gamma)} + f [H - (a + \frac{f}{2}) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}] + (a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}) [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id} [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}$$

MODELO ESTRUCTURAL



CARTOGRAFIA GEOLOGICA



- Tramo Chuchú-Navaleo
- Tramo Estrechas
- Tramo Anchas
- Conglomerado basal
- Taludes de techo, muro y lateral

PARAMETROS DEL MODELO

- $\alpha = 7^\circ$
- $\beta = 65^\circ$
- $\gamma = 50^\circ$
- $f = 6 \text{ m}$
- $a_2 = 21 \text{ m}$
- $a_3 = 11 \text{ m}$
- $a_6 = 27 \text{ m}$
- $P_1 \text{ (Isabel)} = 0,60 \text{ m}$
- $P_2 \text{ (Amalia + Dura + Ancha)} = 2,00 \text{ m}$
- $P_3 \text{ (Angela + Alicia)} = 1,20 \text{ m}$
- $P_4 \text{ (María)} = 0,90 \text{ m}$
- $P_5 \text{ (Carbonero)} = 0,30 \text{ m}$
- $P_6 \text{ (Concha + 2 carboneros)} = 2,44 \text{ m}$
- Corrida = 1.100 m
- $P_v = 5.766 \text{ pts/Tm}$
- $R_{lim} = 27,45 \text{ m}^3/\text{Tm}$
- $H_1 = 8,4 \text{ m}$
- $H_2 = 25,7 \text{ m}$
- $H_3 = 15,1 \text{ m}$
- $H_4 = 13,7 \text{ m}$
- $H_5 = 3,2 \text{ m}$
- $H_6 = 31,3 \text{ m}$

RESULTADOS

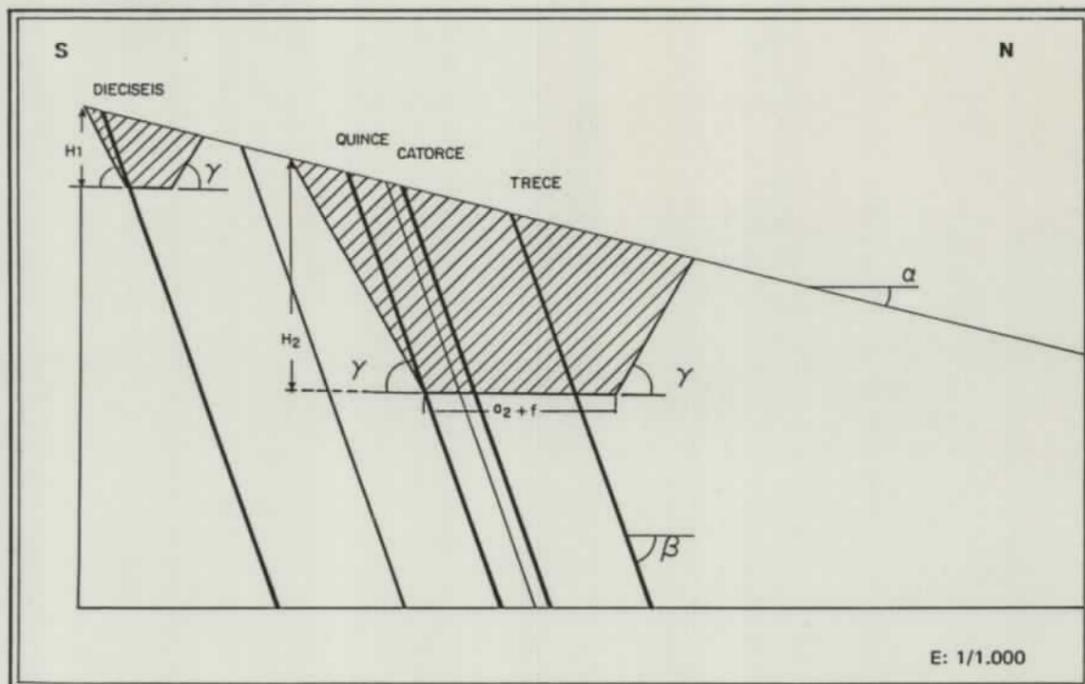
- Reservas Totales = 265.821 Tm
- Estel a mover = 3.457.121 m³
- Rati medio = 13,01 m³/Tm

$$R_{lim} = \frac{\frac{H \cdot \text{Sen}(\beta - \alpha)}{\text{Sen} \beta \cdot \text{Sen}(\gamma - \alpha)} + [H - (a + f)] \frac{\text{Sen} \beta \cdot \text{Sen} \alpha}{\text{Sen}(\beta - \alpha)}}{\frac{1}{\text{Sen} \beta} \sum p_{id}} \cdot \frac{\text{Sen}(\beta - \alpha)}{\text{Sen} \beta \cdot \text{Sen}(\alpha + \gamma)} + f + a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen} \beta}$$

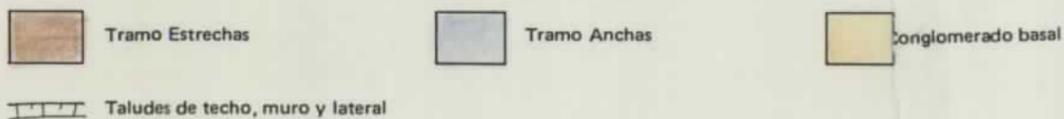
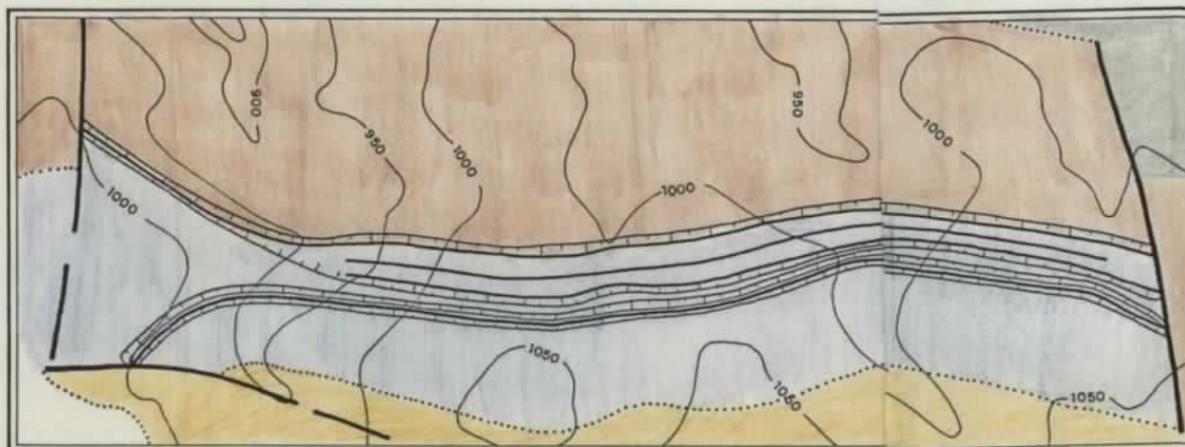
$$R_m = \frac{\frac{1}{2} [H - (a + f)] \frac{\text{Sen} \beta \cdot \text{Sen} \alpha}{\text{Sen}(\beta - \alpha)} + \frac{1}{\text{Sen}^2 \beta} \frac{\text{Sen}(\beta - \alpha) \cdot \text{Sen}(\gamma + \beta)}{\text{Sen}(\alpha + \gamma)} + \frac{1}{2} \frac{H^2}{\text{Sen}^2 \beta} \frac{\text{Sen}(\beta - \alpha) \cdot \text{Sen}(\beta - \gamma)}{\text{Sen}(\gamma - \alpha)} + f [H - (a + \frac{1}{2} f)] \frac{\text{Sen} \beta \cdot \text{Sen} \alpha}{\text{Sen}(\beta - \alpha)} + (a - \frac{f}{2}) [H - \frac{1}{2} a] \frac{\text{Sen} \beta \cdot \text{Sen} \alpha}{\text{Sen}(\beta - \alpha)}}{\frac{1}{\text{Sen} \beta} \sum p_{id} [H - \frac{1}{2} a] \frac{\text{Sen} \beta \cdot \text{Sen} \alpha}{\text{Sen}(\beta - \alpha)}}$$

ANCHAS - 3

MODELO ESTRUCTURAL



CARTOGRAFIA GEOLOGICA



$$R_{lim} = \frac{\frac{H}{\text{Sen } \beta} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha)}{\text{Sen } (\gamma - \alpha)} + [H - (a + f)] \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id}} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha)}{\text{Sen } \beta \text{ Sen } (\alpha + \gamma)} + f + a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}$$

$$R_m = \frac{\frac{1}{2} [H - (a + f)] \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]^2 \frac{1}{\text{Sen}^2 \beta} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha) \text{ Sen } (\gamma + \beta)}{\text{Sen } (\alpha + \gamma)} + \frac{1}{2} \frac{H^2}{\text{Sen}^2 \beta} \frac{\text{Sen } (\beta - \alpha) \text{ Sen } (\beta - \gamma)}{\text{Sen } (\gamma - \alpha)} + f [H - (a + \frac{1}{2} f)] \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)} + (a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen } \beta}) [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}{\frac{1}{\text{Sen } \beta} \sum p_{id} [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \beta \text{ Sen } \alpha}{\text{Sen } (\beta - \alpha)}]}$$

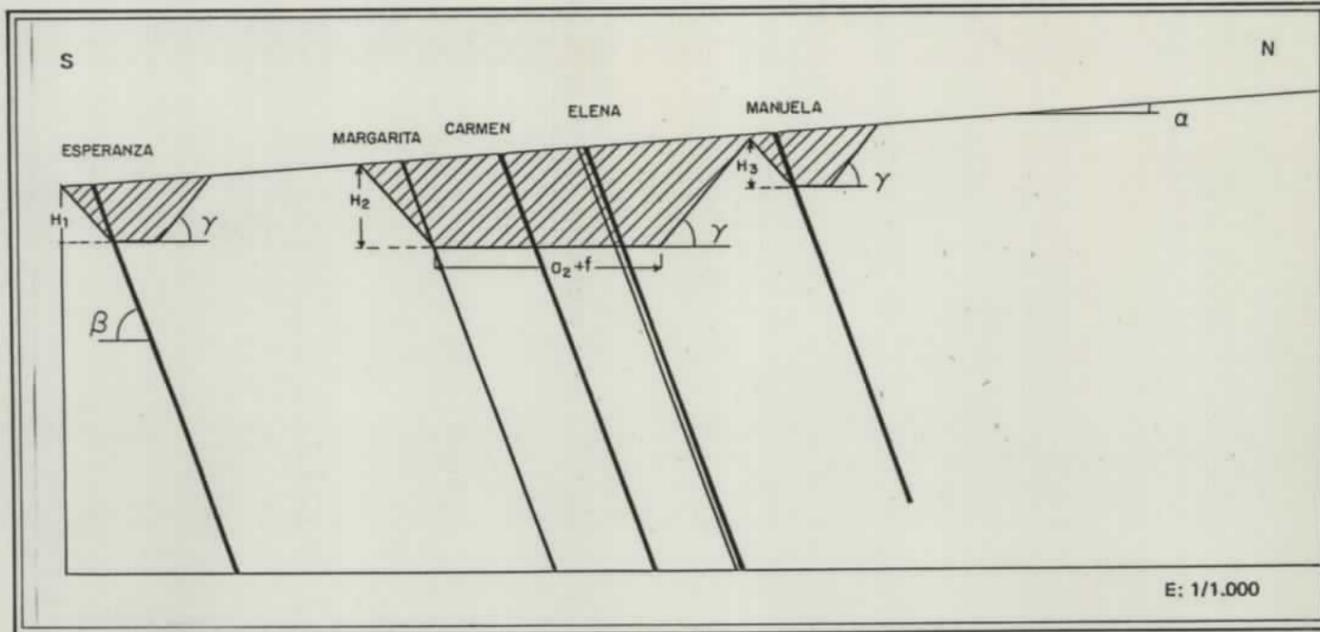
PARAMETROS DEL MODELO

$\alpha = 14^\circ$	Corrida = 1.500 m
$\beta = 70^\circ$	$P_v = 5.443 \text{ pts/Tm}$
$\gamma = 50^\circ$	$R_{lim} = 25,21 \text{ m}^3/\text{Tm}$
$f = 60 \text{ m}$	$H_1 = 8,3 \text{ m}$
$a_2 = 21 \text{ m}$	$H_2 = 25,5 \text{ m}$
$P_1 \text{ (c.16)} = 0,65 \text{ m}$	
$P_2 \text{ (c.13 + 14 + 15)} = 2,15 \text{ m}$	

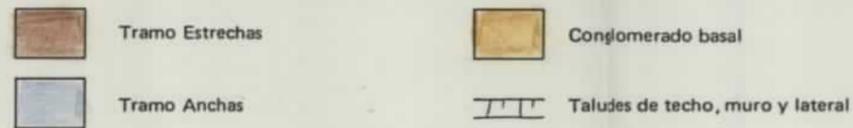
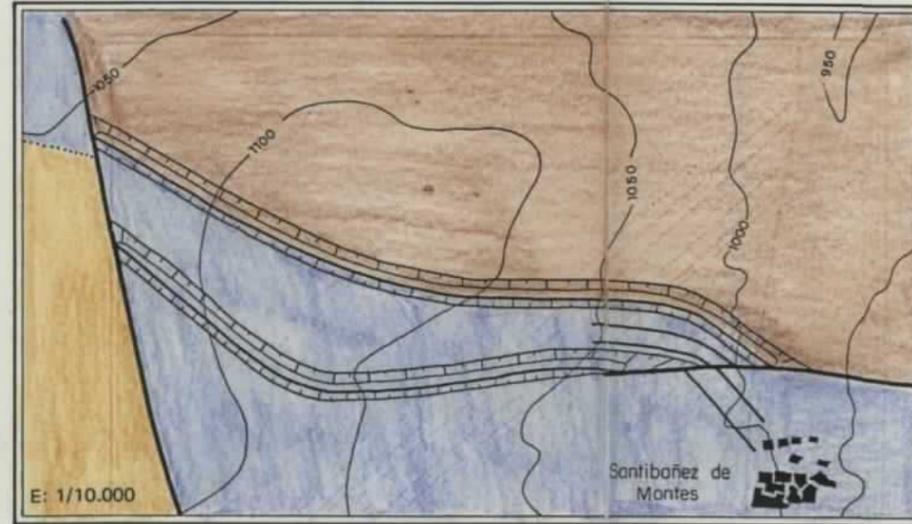
RESULTADOS

Reservas totales = 120.835 Tm
Esteril a mover = 1.412.258 m ³
Ratio medio = 11,69 Tm/m ³

MODELO ESTRUCTURAL



CARTOGRAFIA GEOLOGICA



$$R_{lim} = \frac{[H + (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}] \frac{\text{Sen } (\alpha + \beta)}{\text{Sen } \beta \text{ Sen } (\gamma - \alpha)} + H \frac{\text{Sen } (\alpha + \beta)}{\text{Sen } \beta \text{ Sen } (\alpha + \gamma)} + f + a - \frac{\Sigma \text{ pi}}{\text{Sen } \beta}}{\frac{\Sigma \text{ pid}}{\text{Sen } \beta}}$$

$$R_{med} = \frac{\frac{1}{2} [H + (a + f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]^2 \frac{\text{Sen } (\alpha + \beta) \text{ Sen } (\beta + \gamma)}{\text{Sen}^2 \beta \text{ Sen } (\gamma - \alpha)} + \frac{1}{2} H^2 \frac{\text{Sen } (\alpha + \beta) \text{ Sen } (\beta - \gamma)}{\text{Sen}^2 \beta \text{ Sen } (\alpha + \gamma)} + f [H + (a + \frac{1}{2} f) \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}] + (a - \frac{\Sigma \text{ pi}}{\text{Sen } \beta}) [H + \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]}{\frac{\Sigma \text{ pid}}{\text{Sen } \beta} [H + \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen } \alpha \text{ Sen } \beta}{\text{Sen } (\alpha + \beta)}]}$$

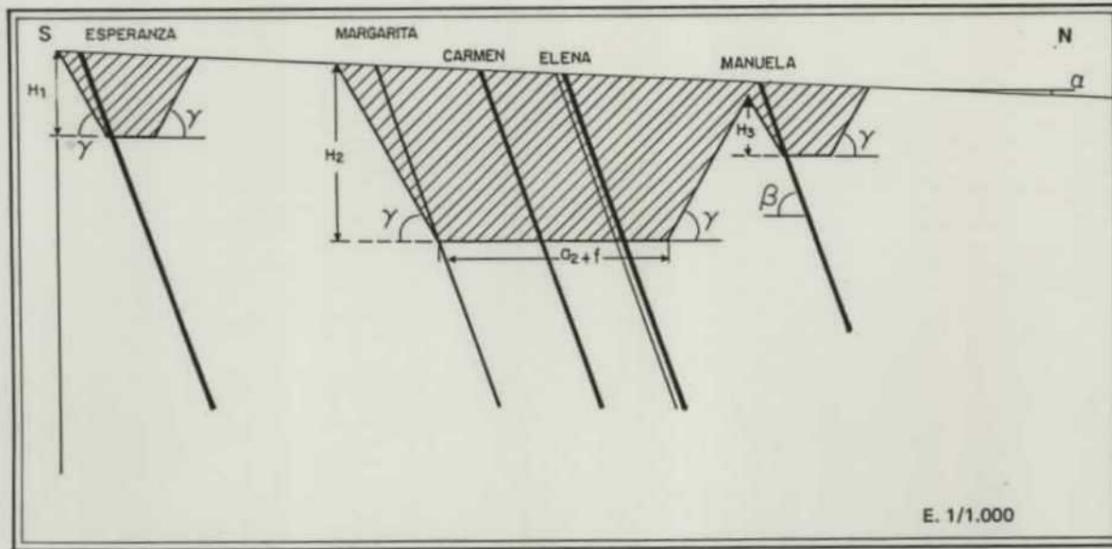
PARAMETROS DEL MODELO

$\alpha = 6^\circ$	Corrida = 800 m
$\beta = 70^\circ$	$P_v = 5.443 \text{ pts/Tm}$
$\gamma = 50^\circ$	$R_{lim} = 23,58 \text{ m}^3/\text{Tm}$
$f = 6 \text{ m}$	$H_1 = 8,1 \text{ m}$
$a_2 = 26 \text{ m}$	$H_2 = 10,4 \text{ m}$
$P_1 \text{ (Esperanza)} = 0,80 \text{ m}$	$H_3 = 6,7 \text{ m}$
$P_2 \text{ (Margarita + Carmen + Elena)} = 1,80 \text{ m}$	
$P_3 \text{ (Manuela)} = 0,70 \text{ m}$	

RESULTADOS

Reservas totales = 43.390 Tm
Esteril a mover = 763.828 Tm
Ratio medio = 17,60 m ³ /Tm

MODELO ESTRUCTURAL



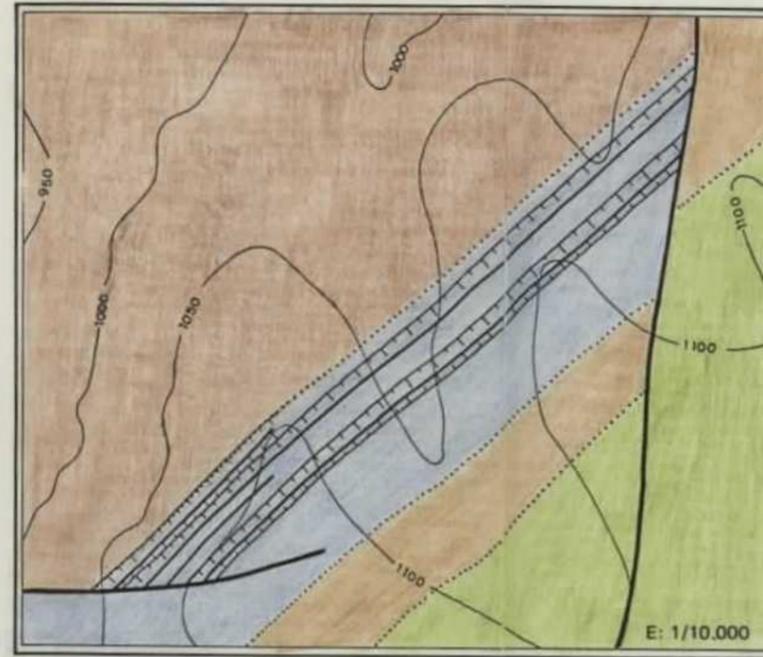
PARAMETROS DEL MODELO

- $\alpha = 3^\circ$
- $\beta = 70^\circ$
- $\gamma = 50^\circ$
- $f = 6 \text{ m}$
- $a_1 = 27 \text{ m}$
- $P_1 \text{ (Esperanza)} = 0,80 \text{ m}$
- $P_2 \text{ (Margarita + Carmen + Elena)} = 1,80 \text{ m}$
- $P_3 \text{ (Manuela)} = 0,70 \text{ m}$
- Corrida = 1.000 m
- $P_v = 5,443 \text{ pts/Tm}$
- $R_{lim} = 24,24 \text{ m}^3/\text{Tm}$
- $H_1 = 9,4 \text{ m}$
- $H_2 = 14,1 \text{ m}$
- $H_3 = 8,0 \text{ m}$

RESULTADOS

- Reservas totales = 55.293 Tm
- Esteril a mover = 748.171 m³
- Ratio medio = 13,53 m³/Tm

CARTOGRAFIA GEOLOGICA



- Tramo Estrechas
- Tramo Anchas
- Conglomerado basal
- Ordovico
- Taludes de techo, muro y lateral

$$R_{lim} = \frac{H \frac{\text{Sen}(\beta - \alpha)}{\text{Sen} \beta} + [H - (a + f) \frac{\text{Sen} \beta \text{ Sen} \alpha}{\text{Sen}(\beta - \alpha)}] \frac{\text{Sen}(\beta - \alpha)}{\text{Sen} \beta \text{ Sen}(\alpha + \gamma)} + f + a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen} \beta}}{\frac{1}{\text{Sen} \beta} \sum p_{id}}$$

$$R_m = \frac{\frac{1}{2} [H - (a + f) \frac{\text{Sen} \beta \text{ Sen} \alpha}{\text{Sen}(\beta - \alpha)}]^2 \frac{1}{\text{Sen}^2 \beta} \frac{\text{Sen}(\beta - \alpha) \text{ Sen}(\gamma + \beta)}{\text{Sen}(\alpha + \gamma)} + \frac{1}{2} \frac{H^2}{\text{Sen}^2 \beta} \frac{\text{Sen}(\beta - \alpha) \text{ Sen}(\beta - \gamma)}{\text{Sen}(\gamma - \alpha)} + f [H - (a + \frac{1}{2} f) \frac{\text{Sen} \beta \text{ Sen} \alpha}{\text{Sen}(\beta - \alpha)}] + (a - \frac{\sum p_i}{\text{Sen} \beta}) [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen} \beta \text{ Sen} \alpha}{\text{Sen}(\beta - \alpha)}]}{\frac{1}{\text{Sen} \beta} \sum p_{id} [H - \frac{1}{2} a \frac{\text{Sen} \beta \text{ Sen} \alpha}{\text{Sen}(\beta - \alpha)}]}$$

6.— METODOS DE EXPLOTACION APLICABLES A LAS DISTINTAS ZONAS SELECCIONADAS

Por las características estructurales de los distintos yacimientos, dos son los métodos de explotación aplicables al conjunto de las áreas seleccionadas:

- Explotación en forma de corta (OPEN PIT).
- Minería de contorno (CONTOUR MINE)

A) La explotación en forma de corta, se aplica en yacimientos cuyas características principales son:

- Capas de carbón con buzamiento superior a 20°.
- Conjunto de capas, con potencias variables.
- El recubrimiento de estéril requiere el uso de voladura para su arranque.
- Las reservas probadas no permiten una inversión inicial grande.

La maquinaria más adecuada para el movimiento de estéril suele ser:

Tractores de 400–700 CV

Pueden ser utilizados en la remoción y empuje del material más superficial hasta el borde de la corta. Permite mediante el empleo del ripper arrancar rocas superficiales o no muy competentes donde la voladura no es necesaria.

Perforadoras

Las rocas competentes, sobre todo los estratos de arenisca y pizarras duras a techo de las capas exigen el uso de explosivos para un arranque. En este caso, los equipos de perforación autodesplazables tipo "crawl" con capacidad de perforación entre 3" y 6" parece del más adecuado para las distintas explotaciones posibles.

Excavadora/volquete o Pala/volquete

Es el sistema convencional bien ensayado y probado en todo el mundo. Las características principales son:

- Gran flexibilidad.
- Alta disponibilidad mecánica.
- Fácil contratación.

Este equipo minero, de capacidad adecuada a los ritmos posibles de las distintas cortas, que en una primera aproximación se ha estimado en una producción de 60.000–70.000 m³/mes, es fácilmente contratable, por su versatilidad en trabajos de obras públicas, lo que a nuestro juicio es una importante ventaja, ya que individualmente, prácticamente ninguna corta seleccionada justificaría por sí sola la inversión correspondiente a la compra de un equipo minero completo.

Dentro del método de explotación por corta, aplicable fundamentalmente a las áreas seleccionadas en los paquetes CONSTANCIA—LA NUEVA, SARI-TA, CHUCHU—ESTRECHAS, ANCHAS y gran parte de las del paquete TORRE, el sistema de avance de la excavación puede realizarse en bancos paralelos a las dirección de las capas (explotación longitudinal), con el frente de avance normal al rumbo de las capas (explotación transversal) o mediante un sistema mixto en el que el frente de avance se encuentra inclinado con el rumbo de las capas (explotación diagonal o mixta).

a) Explotación longitudinal.— Este sistema de explotación consiste en llevar la operación de arranque en bancos paralelos a la dirección de las capas. El desmonte se inicia en las cotas superiores atacando en toda su longitud y progresando de techo a muro del paquete de capas. Una vez que el banco superior ha avanzado lo suficiente, se inicia el arranque en el segundo banco que se encuentra a una cota inferior, progresando igualmente de techo a muro (ver figura) y así sucesivamente hasta llegar al fondo de corta proyectado.

Una variante que se emplea en algunas ocasiones, consiste en dividir la longitud de frente total, de cada banco, en varios frentes, realizándose la excavación en éstos, de forma desfasada en el espacio. Así pues, en el primer banco, el segundo frente se inicia simultáneamente con el primero del segundo banco.

Las ventajas de este sistema son:

- Rápido acceso al carbón, con menor desmonte inicial.
- Facilidad para abrir frentes largos, lo que permite una producción más flexible.
- Posibilidad de trabajar en varios bancos a la vez.

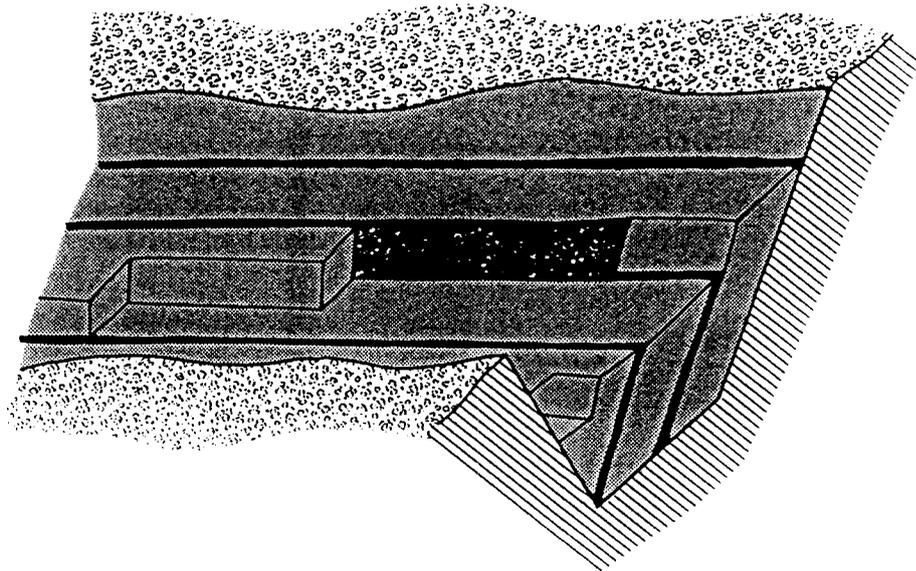
Las desventajas por otro lado son:

– Variaciones en la producción de carbón que depende de las potencias de las capas y de las intercalaciones de estéril entre capas.

– Dificultad en la mezcla de carbones para un control de calidad (menos en el caso de utilizar la variante indicada).

– Imposibilidad de autorrellenar el hueco lo que dificulta la restauración del terreno.

Dadas las características de las distintas áreas seleccionadas, parece recomendable este sistema para los siguientes yacimientos: CEREZAL-1, CEREZAL-2, CEREZAL-3 y VILLAR-1 y VILLAR-2 del "Paquete Constancia"; GRANJA-1 y GRANJA-2 del paquete minero "Sarita"; TORRE-1, TORRE-2, TORRE-5 y TORRE-6 del "Paquete TORRE," CHUCHU-2 y CHUCHU-3 del paquete Chuchú-Estrechas.



b) **Explotación transversal.**— Mediante este sistema, la excavación comienza en el extremo del banco más alto y avanza a lo largo del rumbo. El frente de trabajo es normal a la dirección de las capas y se extiende a todo lo ancho del banco, desde el talud de techo al talud de muro. Cuando se ha avanzado lo suficiente como para facilitar el trabajo del equipo, comienza el segundo banco, avanzando simultáneamente y paralelo al anterior. Así se profundizará sucesivamente hasta el fondo de cota proyectado (ver figura).

Como es de suponer, el arranque de carbón se realiza de techo a muro, siendo más fácil su limpieza, reduciendo la dilución que se producirá si el arranque se efectúa a 90° de la solución apuntada.

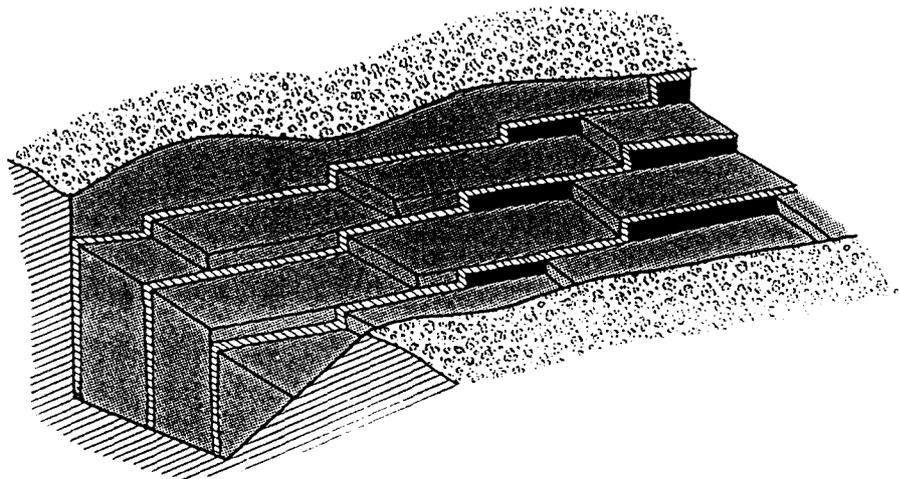
Las ventajas de este método son:

- Permite el relleno del hueco y por tanto la restauración del terreno.
- Permite el mezclado de carbón de distintas capas mejorándose así la calidad vendible.

Las desventajas principales son:

- Alto coste de apertura inicial.
- Se trabaja prácticamente a ratio constante, lo que hace que el flujo de caja en los primeros años sea menor que mediante el sistema de explotación longitudinal.

Su aplicación a las áreas seleccionadas, quedará reducido fundamentalmente a los yacimientos del paquete de ANCHAS, aunque sin claras ventajas sobre el sistema longitudinal.



B) Minería de contorno

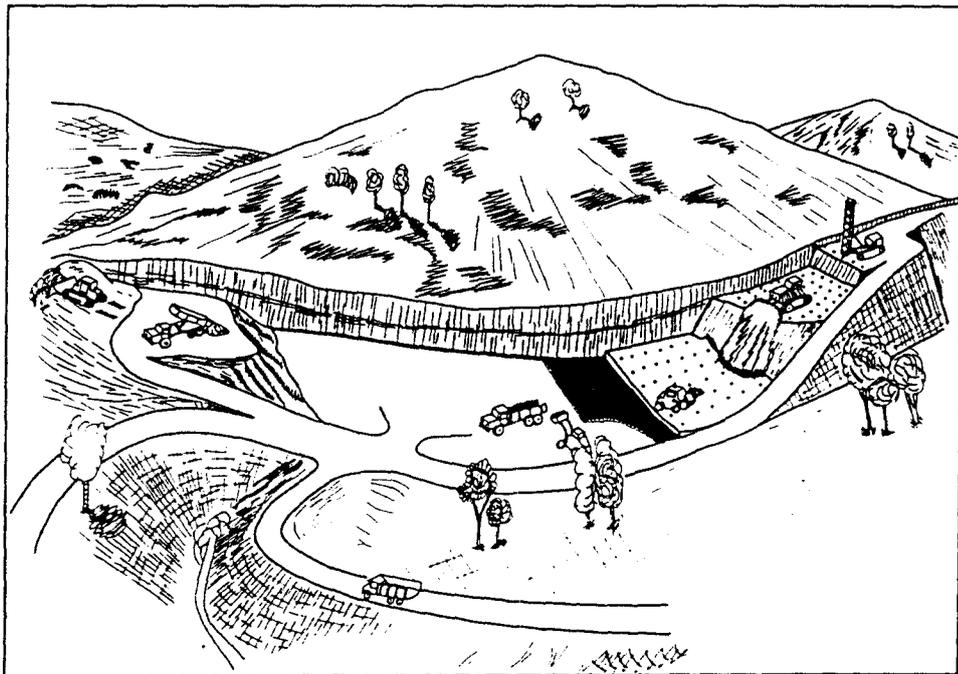
Este método de explotación, tiene su aplicación para yacimientos cuyas características fundamentales son:

- Capas semihorizontales, inclinación menor de 15° .
- Potencia del recubrimiento de estéril en aumento a partir del afloramiento.
- Espesores de las capas reducidos.
- Yacimientos normalmente simples.

La explotación se realiza a lo largo del afloramiento siguiendo la dirección marcada por la intersección de la capa con el terreno.

En el sentido transversal, el arranque progresa hasta alcanzar el ratio límite económico de la operación o la profundidad límite de estéril que puede ser alcanzada.

En el caso de yacimientos múltiples (varias capas), el proceso de explotación es algo más complejo, debiendo hacer especial hincapié en lo que se refiere a la planificación de la operación. En la figura adjunta se puede observar la planta de un yacimiento con dos capas de carbón en la que la explotación simultánea de las dos capas se lleva con un desfase entre ellas, a la vez que el estéril describe un movimiento lateral consiguiéndose así la restitución del terreno.

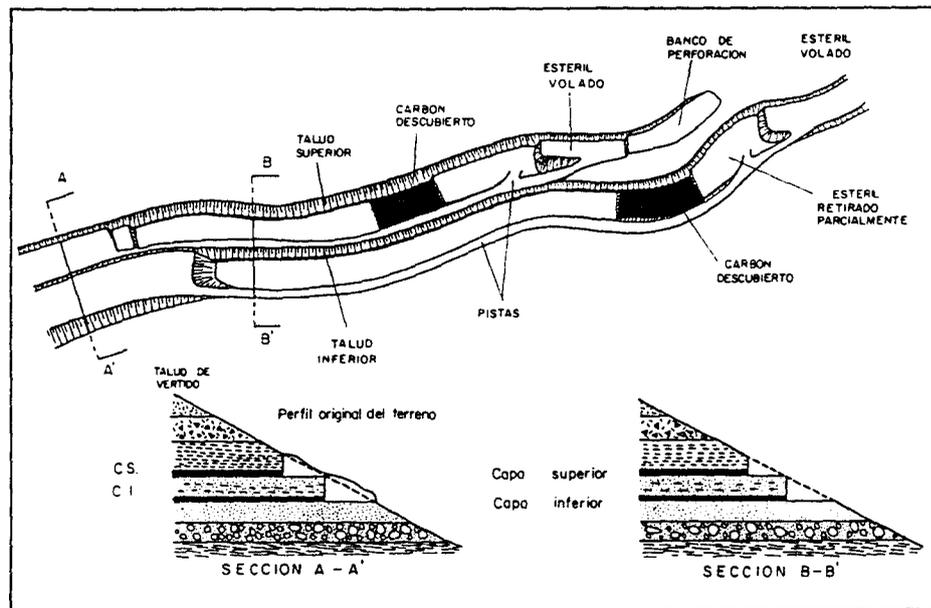


El método convencional de minería de contorno, consiste en abrir una trinchera a lo largo de toda la longitud del afloramiento. El estéril removido queda apilado sobre la ladera tomando el talud natural de las tierras.

En el movimiento del estéril suelen emplearse tractores que realizan el empuje directamente o previo ripado de los materiales.

La necesidad de perforar y volar parte de los estratos exige la preparación de una plataforma para maniobrabilidad del equipo de perforación. Esta plataforma se realiza con el propio tractor que se emplea en el movimiento del estéril.

Para la carga y arranque del carbón es de uso corriente la utilización de palas hidráulicas frontales o retroexcavadoras; si bien para carbones resistentes (antracitas), la maquinaria ideal es la excavadora. En algunas ocasiones el tractor puede ayudar al arranque del carbón auxiliando al equipo de carga (ver fig.).



El transporte se realiza mediante camiones convencionales de 15–30 Tm., no siendo aconsejable el empleo de otros de mayor capacidad, dada la provisionalidad de las pistas de acceso.

Las principales ventajas de su aplicación son:

- Economía y sencillez en pequeños yacimientos.
- Requiere poco tiempo de preparación y poco personal.
- Pequeña inversión en el equipo de arranque.
- Posibilidad de combinación con métodos especiales.

Por el contrario las desventajas son:

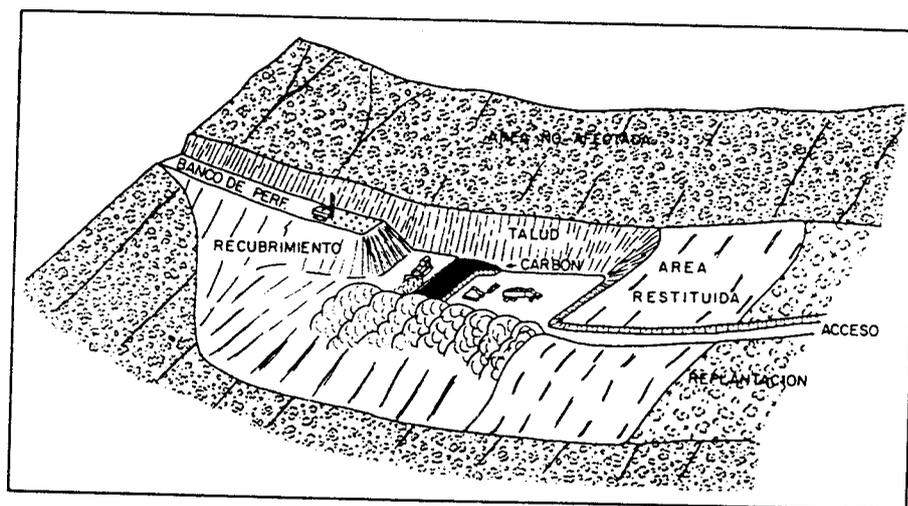
- Doble remoción del estéril cuando sea obligada la reconstitución del terreno.
- Posible inestabilidad del estéril apilado en la ladera.
- Problemas de drenaje en la zona de vertido de estéril.
- Mayores problemas de tipo ecológico y estético.

El fuerte impacto ecológico no parece aconsejar este sistema de trabajo más que para la apertura inicial de la explotación, pasando en las siguientes fases a un sistema "HAULBACK" o de "movimiento lateral" que permite el relleno y por tanto la restauración del terreno, ya que a partir del hueco inicial, el movimiento del estéril sigue una trayectoria paralela al afloramiento, vertiéndose detrás del frente de excavación.

Este método requiere mayor planificación que el de contorno convencional.

El equipo de arranque del carbón está constituido generalmente por palas frontales y el transporte se realiza con camiones convencionales (ver fig.).

Este sistema de explotación, es aconsejable su aplicación al área seleccionada de TORRE–3, TORRE–4, TORRE–7 y CHUCHU–3 C, que representan prácticamente el 43 por ciento del total de reservas a cielo abierto estimado para el área de TORRE–BEMBIBRE.



6.1.- VERTEDEROS. RECONSTITUCION DEL TERRENO

La intensa actividad minera desarrollada en épocas pasadas y en la actualidad, a la que ha estado sometida el área de estudio, ha dejado pruebas inequívocas de la mala planificación ecológica con la que se han ubicado las inevitables escombreras de estériles que el propio sistema minero requiere. Es fácil observar el gran impacto ambiental que supone la presencia de grandes vertederos, muchos de ellos próximos a vías de comunicación o incluso a núcleos urbanos en los que no se ha tenido en cuenta ni siquiera en su implantación criterios de estabilidad.

Por otro lado, las pequeñas explotaciones a cielo abierto que se han realizado recientemente, (zonas del Cerezal, Granja 1, Torre 5, etc.) muestran una disposición caótica de los estériles, incluso sobre capas de carbón que entendemos pueden ser objeto de su explotación. Esto, permite suponer, que en el

desarrollo de las pequeñas operaciones emprendidas no ha existido el más mínimo criterio o método de explotación planteado con una inquietud técnicamente correcta y desde luego ambiental.

Por ello, aun, cuando una planificación de este tipo se sale del ámbito de este estudio, es necesario llamar la atención de su enorme importancia, en el desarrollo de futuros proyectos a cielo abierto ya que tanto por la polución del hábitat de la población ubicada en la zona como por el deterioro del paisaje atravesado por redes de comunicación importantes (Carretera Nacional VI, etc.), puede llegar a suponer un handicap, por simple presión social.

En otros países (Inglaterra, EE.UU. etc.), una fuerte legislación obliga a efectuar una serie de más o menos complicadas operaciones que devuelven al contorno la máxima belleza y normalidad. En el caso concreto de Inglaterra, constituye un verdadero orgullo de los mineros ingleses la calidad de la restauración agrícola o forestal, no sólo en las áreas actualmente en explotación, sino de las antiguas escombreras abandonadas o de minas reclamadas.

La verdadera llave del problema de restauración, está en el movimiento previo de la capa vegetal, que al final de todas las operaciones de vertido, extendido y compactado de los estériles, vuelve a ser colocado sobre éstos y mediante un tratamiento adecuado de los especialistas agrícolas o forestales vuelve a sembrarse.

El grave problema ecológico que los estériles ocasionan en el entorno de la explotación, debe por ello ser considerado en los futuros proyectos para tratar de conseguir un resultado estable y aceptable para la comunidad social.

De ahí que la respuesta no siempre posible (como hemos comentado en la descripción de las distintas áreas seleccionadas), pero muy eficaz, hasta el punto de ser la más recomendable, es la utilización del propio hueco producido para depositar los estériles de la operación minera.

Podemos decir a este respecto, que tan sólo después de considerar la posibilidad de relleno del propio hueco de la explotación, deberá ser estudiado el proyecto de vertido exterior.

En base a una consideración muy general, del total del volumen de estéril a mover, estimado para el área estudiada de 56.000.000 m³, es fácil suponer que un 50 por ciento aproximadamente podrá ser transferido a los huecos previamente creados, por favorecerlo el método de explotación, (TORRE-3, TORRE-4, TORRE-7) o por la disposición de las distintas cartas (gran parte de los modelos del paquete CHUCHU-ESTRECHAS). Para el resto de los estériles será necesario estudiar su disposición exterior en forma de banales

que permitan su encaje en el conjunto del paisaje, o considerar un coste adicional para remover nuevamente los estériles y transferidos al propio hueco.

En este sentido, resulta curioso observar que de las conclusiones obtenidas en el análisis de sensibilidad, bien sobre las reservas evaluadas o bien sobre la rentabilidad de la futura explotación, el incremento de los costes de propiedad o incluso de los costes mineros que podrían encarecerse por el sistema de restauración, tienen una influencia mínima, prácticamente despreciable. Así, un incremento de un 20 por ciento en los costes de propiedad supone una disminución en la rentabilidad global menor del 2 por ciento, y un incremento del 10 por ciento en los costes de operación puede llegar a suponer una disminución del mismo orden en la rentabilidad.

De acuerdo con la experiencia inglesa, el costo medio de restauración representa entre un 2 y un 3 por ciento sobre el precio de venta del carbón, que para el área de TORRE—BEMBIBRE, supondría un incremento en los costes de operación del 4—5 por ciento.

6.2.— TALUDES

A efectos de estabilidad, son tres las conformaciones básicas de taludes a considerar:

— Taludes de muro, es decir, el talud de detrás, de la última capa del paquete en cada modelo, con buzamiento de los estratos concordantes con el talud final.

— Talud de techo, es decir, el talud realizado sobre los estratos estériles superiores al paquete de carbón.

— Taludes de flanco o laterales, que comprendería el mismo paquete de estratos incluidas las capas de carbón con pendiente en ángulo recto con respecto a la dirección del talud.

Las restricciones fundamentales a los criterios de estabilidad de los distintos taludes comprenden los siguientes aspectos básicos que de una forma general se han tenido en cuenta en el estudio: estructura, materiales, agua, tiempo y condiciones límites.

Estructura:

La estructura general ya ha sido comentada en la descripción geológica realizada en apartados anteriores (ver 2.13).

La serie estratigráfica aparece inclinada al Norte, con fuertes pendientes cerca del límite meridional (tramos de Anchas y Estrechas) donde se verticalizan los estratos. Más hacia el norte la serie pasa a una estrecha franja con pliegues bastante bien desarrollados (tramo de CHUCHU) y a continuación se pasa a una zona de pendientes suaves con pliegues muy tendidos que en algunos puntos dan lugar a una estructura en escalera.

Esta estructura se encuentra rota por una serie de fallas, de importancia geológica reducida, que se agrupan en dos sistemas: longitudinal y transversal.

En el conjunto del área se observa una red de diaclasas subverticales, de dirección N60 a N110 y otra, menos desarrollada, orientada N-S. La influencia de estas discontinuidades sobre la estabilidad de los taludes de muro parece despreciable y sólo podrá tener interés si van asociadas a ondulaciones o arrumbamientos de los estratos de muro. En todo caso, nunca podrá afectar en un problema de inestabilidad general.

En resumen, estas consideraciones sobre los accidentes estructurales observados, sólo tienen interés para el análisis de la estabilidad del talud de techo y de los taludes de cierre.

Materiales:

Los materiales sobre los que se conformarán los taludes estarán constituidos fundamentalmente por pizarras flojas a muro, con potencias variables de 1 a 6 m, y ocasionalmente interestratificaciones de areniscas de potencias semejantes con un grado superior de consolidación.

Ocasionalmente, podrá existir algún lecho carbonoso sin interés económico, en los estratos de muro y que por su posible influencia en la estabilidad general del talud final deberá considerarse en un análisis de estabilidad detallado.

En cuanto a los taludes de techo, éstos, estarán conformados por diferentes estratos discordantes con la pendiente del talud constituidos fundamentalmente por una serie de areniscas, micropudingas y pizarras, en general altamente consolidadas y en proporción variable según los distintos tramos carbonosos.

Agua:

La ubicación de las futuras explotaciones en el contexto de la topografía local, permite identificar una serie de vaguadas que en época lluviosa recogen y canalizan las aguas de escorrentía.

Deberá considerarse en los distintos proyectos de detalle la recogida y canalización de dichas vaguadas fuera de las cortas, realizando para ello, una regata general que debe proteger en coronación los taludes, fundamentalmente los de muro.

No se tiene información de los niveles freáticos locales, que permite estimar para las distintas áreas seleccionadas una cierta cota de agua por encima de la altura prevista para el fondo de corta. Por otro lado, dado que en general las cortas estimadas tampoco alcanzan gran profundidad, es previsible que en general los taludes sean secos.

Cálculos de estabilidad

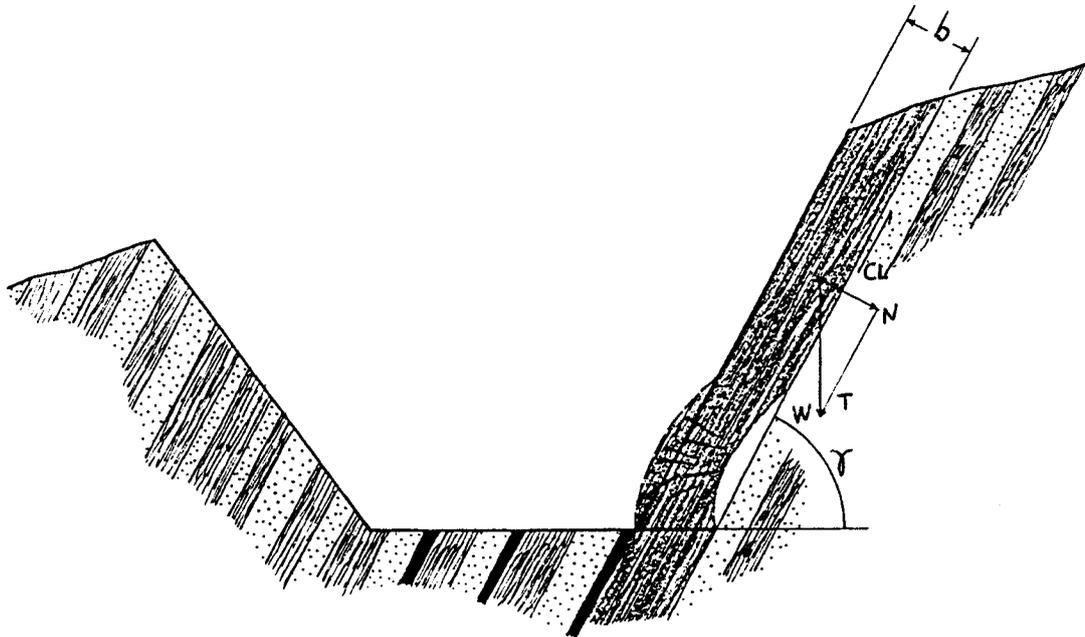
a) Taludes de muro

De acuerdo con las características estructurales comentadas, y aún cuando es previsible estimar diversas causas desestabilizadoras, la observación de los taludes que se exhiben en las distintas explotaciones de la zona visitadas, no permiten pensar en una rotura planar por deslizamiento de los paquetes de estratos que conformen los taludes.

Sí en cambio, haremos una estimación de rotura por pandeo a fin de conocer el riesgo de que este fenómeno se produzca.

Para este modelo de rotura, son fundamentales el conocimiento de la excentricidad de la compresión, y de la relación de longitud de pandeo—potencia de la placa.

Como ambos parámetros son desconocidos “a priori”, se ha seguido la experiencia de BRAY, utilizando una excentricidad de 15 por ciento y una relación de longitud de pandeo a potencia de la placa a techo de la última capa, de 5.



La fuerza desestabilizadora que produce la rotura por pandeo viene dada por:

$$F.D. = \frac{K \pi^2 E b^3}{12 L^2}$$

donde:

K = factor que depende de la excentricidad de la carga y la potencia de la placa (para un talud cuya $L > 10b$, $K = 0,2$).

b = potencia real de la placa considerada.

d = potencia aparente de la placa.

L = longitud de pandeo.

H = altura vertical de la placa.

E = módulo de elasticidad medio de la roca. Para el caso de una pizarra floja $E = 1,3 \cdot 10^5 \text{ Tm/m}^2$.

Por otro lado, la fuerza desestabilizadora que actúa sobre el pie del talud, viene dada, por la resultante de la componente gravitatoria del estrato según el buzamiento de la capa y del esfuerzo resistente del propio estrato en función de su cohesión > 0 , es decir $F' = CL - T$.

El factor de seguridad correspondiente para una potencia media de estratos de 6 m viene dado

$$\text{por } F_s = \frac{F.D}{F'} = \frac{K \cdot \pi^2 E \cdot b^3}{12 L (CL - T)}$$

De donde se deduce, que el factor de seguridad medio para taludes de altura variable de 20 a 40 m y pendientes de 45 a 70° serían los siguientes:

Pendiente del talud	45	50	55	60	65	70
Factor de seguridad	3,40	2,60	2,00	1,50	1,20	0,85

Se ha tomado como ángulo de talud estable el de 60° que proporciona un factor de seguridad de 1,50 $>$ 1,20 razonable.

Taludes de techo:

El comentario hecho sobre las características estructurales del paquete de estratos, permite estimar como un posible modelo de rotura el que se puede producir a través de un plano que quedaría definido por la discontinuidad de la serie de diaclasas.

El factor de seguridad para el caso de rotura por un plano de pendiente menor que la pendiente general del talud viene dado por:

$$F = \frac{2 C}{\gamma H (\cotg \beta - \cotg \alpha)} + \frac{+ \operatorname{tg} \phi}{\operatorname{tg} \beta}$$

en la que

c = cohesión del material en la superficie del plano posible de deslizamiento

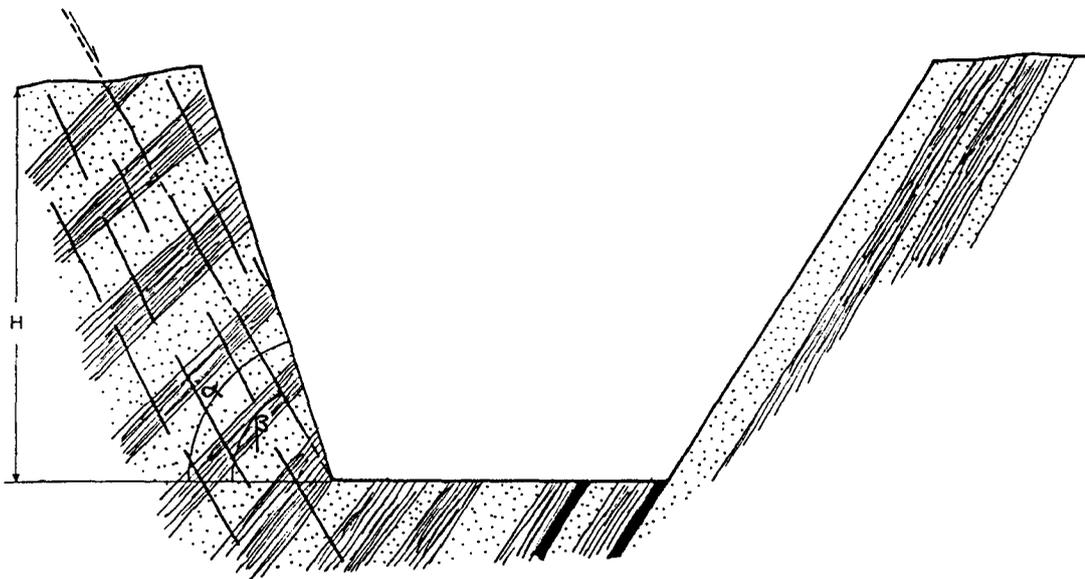
γ = densidad de la roca

H = altura del talud

β = inclinación del plano de deslizamiento

α = pendiente del talud

ϕ = ángulo de rozamiento interno de la matriz rocosa.



Estimando un ángulo del plano de deslizamiento $\beta = 45^{\circ}$, la cohesión del material de 15 Tm/m^2 la densidad de la roca $\gamma = 2,5 \text{ Tm/m}^3$ y un ángulo de rozamiento interno de 40° , resulta para taludes de pendiente comprendida entre 50° y 90° y alturas variables de 20 a 40 m los siguientes factores de seguridad.

Pendiente talud	50	60	70	80	90
Factor de seguridad	3,35	1,81	1,49	1,35	1,01

Por simplificación de los modelos se ha tomado constante e igual a 60° la pendiente estable de los taludes de techo. El factor de seguridad $1,81 > 1,20$ evidencia su propia estabilidad.

Para el reconocimiento de la capa Segunda, como la altura de explotación estimada es de sólo 10 m, basta con la realización de 12 calicatas cortas, de 20 m, distanciadas entre sí 100 m.

CHUCHU/ESTRECHAS-5

Treinta y cuatro sondeos de exploración, inclinados 60° y con las siguientes longitudes: 6 de 50 m para conocimiento de la capa Concha y carboneros infrayacentes (3 son con recuperación de testigo), 7 de 25 m en la capa Chuchú (3 con recuperación de testigo), 7 de 35 m en las capas Angela y Alicia (3 con recuperación de testigo), 7 de 45 en las capas Ancha, Dura y Amalia (4 con recuperación de testigo) y 7 de 15 m en la capa Isabel (4 con recuperación de testigo).

Ciento tres sondeos de evaluación, intercalados entre los anteriores: 19 de 50 m de longitud, 21 de 25 m, 21 de 35 m, 21 de 45 m y 21 de 15 m.

7.3.2.- TRAMO DE ANCHAS

ANCHAS-3

Dieciséis sondeos de exploración, (ocho con recuperación de testigo), inclinados 60°: Ocho de 40 m, para reconocimiento de las capas Trece, Catorce y Quince; y ocho de 15 m, para reconocimiento de la capa Dieciséis.

Cuarenta y seis sondeos de evaluación, intercalados entre los anteriores: veintitrés de 40 m y otro tanto de 15 m de longitud.

ANCHAS-4

Catorce sondeos de exploración, (siete con recuperación de testigo), con 60° de inclinación: nueve de 20 m para reconocimiento de las capas Manuela y Esperanza; y cinco de 60 para investigación de las capas Elena, Carmen y Margarita.

Cuarenta y dos sondeos de evaluación: veintiocho de 20 m y catorce de 60 m.

ANCHAS-5

Dieciséis sondeos de exploración (ocho con recuperación de testigos), in-

clinados 60°: once de 15 m, para investigación de las capas Manuela y Esperanza; y cinco de 50 m para reconocimiento de las capas Elena, Carmen y Margarita.

Cuarenta y seis sondeos de evaluación, intercalados entre los anteriores: treinta y uno de 15 m y quince de 50 m.

7.4.— ESTIMACION DE INVERSIONES EN EXPLORACION

La estimación de inversiones para la investigación de detalle, se ha realizado en función de las siguientes cortas por unidad de investigación.

- Levantamiento topográfico a escala 1:2.000: 500 pts./Ha.
- Cartografía geológica a escala 1:2.000: 2.100 pts/ha.
- Levantamiento geológico y topográfico en galerías subterráneas: 700 pts/metro lineal.
- Calicatas estrechas con retroexcavadora: 1.700 pts/m. lineal.
- Sondeos con recuperación de testigo (hasta 60 m de longitud): 5.200 pts./metro lineal.
- Sondeos ciegos (hasta 60 m): 2.000 pts/metro lineal.
- Sondeos ciegos (hasta 60 m): 2.000 pts/metro lineal.
- Testificación mediante "density" para determinación de potencia de capas: 400 pts./metro lineal.
- Testificación completa, para determinación de potencia, calidad, buzamiento... de capas: 1.500 pts./metro lineal.
- Análisis de carbón, con determinación de cenizas y volátiles: 1.500 pts/muestra.

Las inversiones de exploración, diferenciados por áreas, se reflejan en los cuadros siguientes:



ESTIMACION DE INVERSIONES EN LA EXPLORACION. ZONA DE MONTEALEGRE

AREA CONCEPTO	Paquete Chuchú/Estrechas								Paquete Anchas						TOTAL	
	Chuchú-3AB		Chuchú-3C		Chuchú-4		Chuchú-5		Anchas-3		Anchas-4		Anchas-5		Nº Unid.	Pres. Pts. x10 ³
	Nº Unid.	Pres. Pts. x10 ³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10 ³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10 ³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10 ³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10 ³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10 ³	Nº Unid.	Pres. Pts. x10 ³		
Topografía	100 H	50	40 H	20	150 H	75	135 H	68	90 H	45	50 H	30	60 H	30	635 H	318
Cartografía geológica	100 H	210	40H	84	150 H	315	135 H	284	90 H	189	60 H	126	50 H	126	635 H	1334
Levantamiento geol y top. de galerías	1200	840	300	210	2000	1400	4000	2800	2500	1750	2000	1400	1600	1120	13.600	9520
Calicatas estrechas	1500	2550	—	—	240	408	—	—	—	—	—	—	—	—	1740	2958
Sondeos con testigo y testificación	—	—	75	503	335	2245	570	3819	220	1474	220	1474	190	1273	1610	10788
Sondeos ciegos con testificación	—	—	50	175	365	1278	570	1995	220	770	260	910	225	788	1690	5916
Sondeos ciegos con "density"	—	—	375	900	2050	4920	3470	8328	1265	3036	1400	3360	1215	2916	9775	23460
Análisis muestras	35	53	5	8	30	45	30	45	32	48	25	38	25	38	182	275
Total investigación	5603		10686		17339		17339		7312		7338		6291		54.569	

8.— INFRAESTRUCTURA. ESTIMACION DE INVERSIONES

8.1.— ACCESOS

Como se ha citado anteriormente, la proximidad de la Carretera Nacional VI, que cruza sensiblemente de E a W todo el área de estudio, así como la antigua Carretera Nacional, en buen estado de conservación y la red de carreteras locales presentes, permite considerar que gran parte de la infraestructura general de accesos, está hecha ya, por lo que solamente será necesario la ejecución de enlaces con la red viaria existente para acceder a las distintas zonas seleccionadas.

En este sentido, y partiendo del plano topográfico a escala 1:10.000, se ha estimado un trazado posible de pistas que complementa la red actual y permita la comunicación con las futuras zonas de explotación, (ver plano núm. 2), estimando para ello la longitud necesaria de nueva creación.

Por otro lado la visita de campo ha permitido también conocer el estado actual de las distintas pistas existentes y su necesidad o no de mejora para soportar el futuro tráfico que una operación minera requiere.

Se estima necesario como características medias de las pistas de servicio a las futuras explotaciones, una anchura de caja de 10 m, limpiando previamente la tierra vegetal hasta terreno firme y recebando la calzada con material competente, cuando sea necesario (granulometría de 5-10 mm) que permita una buena compactación para el paso de volquetes de 20—35 Tm. y a la vez confiera unas buenas condiciones drenantes para los meses de invierno.

Las pistas, dadas las características climatológicas de la zona, deberán ser protegidas por dos cunetas laterales con sección útil transversal de 1 m^2 para recogida y canalización de las aguas.

Dadas las características del terreno, estimamos que para la mayor parte de las zonas seleccionadas su ejecución desde las redes principales será sencilla, y podrá realizarse con bulldózer y motoniveladora, compactando posteriormente con rulo, tanto la sub-base como la base de material de recebo.

En el cuadro adjunto, se indica la estimación hecha sobre longitud de pistas de nueva ejecución o las que exigen arreglo y mejora bien de su trazado o de su firme.

A efectos de inversiones, se ha estimado un costo unitario por metro lineal diferenciado para el caso de nueva creación o simplemente de mejora de la actual de 2.500 pts/m y 1.500 pts./m. en base a nuestra experiencia y bajo la

consideración de que en general no resulta difícil su trazado por las condiciones topográficas existentes.

8.2.— PLAZA DE STOCK DE CARBON

Tanto a efectos de regulación de la producción, como para homogeneización de las calidades de carbón de las distintas capas, será necesario contar a pie de las futuras explotaciones con una plaza para recepción de los carbones que cubra un stock mínimo de regulación en función del ritmo de producción.

Su ubicación suele estar próxima a la pista de acceso para facilidad de manipulación y transporte posterior del carbón hasta Térmica.

Su ejecución consistirá en la explanación de una superficie variable en función de la capacidad que se estime en proyecto, pero que puede estar comprendida entre 5.000 y 10.000 m². Como preparación especial no requiere por lo general más que garantizar su drenaje mediante una regata que bordeando la superficie de la plaza reciba las aguas en época de lluvia, o las que el propio carbón puede drenar a fin de canalizarlas fuera de la pila de carbón.

Esta explanación podrá realizarse fácilmente con bulldózer y ser compactada y recebada como el acceso principal a la explotación.

Se ha considerado igualmente a efectos de inversión como una superficie de explanación a realizar.

8.3.— PREPARACION DE LA ZONA DE EXPLOTACION

Previo al comienzo de los trabajos de excavación es necesario retirar la tierra vegetal para su acopio en vertedero aparte, a fin de que permita al final de la operación recuperar los terrenos. El espesor medio de esta cobertera se ha estimado en 1 m de suelos propiamente dicho y de 1 a 2 m mas de zona alterada.

Se ha considerado también en algunas zonas la necesidad de realizar una desforestación previa a la retirada de la tierra vegetal por existir un cierto desarrollo de vegetación que obligará a ello.

A efectos de inversiones se ha considerado por este concepto un coste medio del orden de 80 pts/m³ de tierra vegetal retirada y apilada en vertedero adecuado.

8.4.– OTRAS INVERSIONES DE TIPO INFRAESTRUCTURAL

Se ha considerado finalmente a efectos de evaluación de las inversiones previas, a parte de los conceptos anteriores, los siguientes:

- Compra de terrenos.
- Canon para restitución a ICONA.
- Presupuesto proyecto detallado de explotación.
- Gastos de primera instalación, exigible por la empresa contratista en concepto de traslado de maquinaria.

En los cuadros adjuntos se detallan para cada zona seleccionada los presupuestos estimados según los distintos conceptos descritos.

ESTIMACION INVERSIONES EN PREPARACION E INFRAESTRUCTURA. AREA DE MONTEALEGRE

CONCEPTO	Precio Unitario	CHUCHU/ESTRECHAS						PAQUETE ANCHAS						TOTAL
		CHUCHU-3		CHUCHU-4		CHUCHU-5		ANCHAS-3		ANCHAS-4		ANCHAS-5		
		Nº Unid.	Total	Nº Unid.	Total	Nº Unid.	Total	Nº Unid.	Total	Nº Unid.	Total	Nº Unid.	Total	
Arreglo y mejora accesos existentes	1500 Pt/m	1500	2,250	1500	2,250	1500	2,250	1000	1,500	700	1,050	1000	1,500	10,800
Ejecución pistas nueva creación	2500 pt/m	200	0,500	300	0,750	1000	2,500	500	1,250	300	0,750	1000	2,500	8,250
Retirada tierra vegetal y desforestación zona explot.	80 pt/m	50000	4,000	70000	5,600	90000	7,200	60000	4,800	60000	4,800	40000	3,200	29,600
Preparación plaza de stock y zona vertedero	20 pt/m	40000	0,800	50000	1,000	70000	1,400	50000	1,000	54000	1,080	50000	1,000	6,280
Compra de terrenos	60000 pt/H	42	2,520	50	3,000	60	3,600	60	3,600	32	1,920	40	2,400	17,040
Restitución canon ICONA	25000pt/H	42	1,050	50	1,250	60	1,500	60	1,500	32	0,800	40	1,000	7,100
Proyecto explotación		-	2,000	-	2,500	-	3,000	-	3,000	-	3,000	-	2,500	16,000
1ª instalación		-	1000	-	1,000	-	1,500	-	1,500	-	1,200	-	1,000	7,200
Total			14,120		17,350		22,950		18,150		14,600		15,100	102,270

9.— RESUMEN INVERSIONES ESTIMADAS PARA INVESTIGACION E INFRAESTRUCTURA DE LAS ZONAS SELECCIONADAS

A modo de síntesis se recoge en el siguiente cuadro las inversiones estimadas para investigación de detalle e infraestructura necesaria para la puesta en explotación de las futuras explotaciones.

Como se ha indicado, su efecto sobre el cálculo de reservas se ha tenido en cuenta como "costes de propiedad" en el modelo económico correspondiente a cada área, para la definición de los ratios límites de explotación.

**CUADRO RESUMEN INVERSIONES INVESTIGACION E INFRAESTRUCTURA.
AREA DE MONTEALEGRE**

CONCEPTO	Paquete Chuchú/Estrechas			Paquete Anchas			TOTAL
	Chuchú-3	Chuchú-4	Chuchú-5	Anchas-3	Anchas-4	Anchas-5	
Investigación Pts x 10 ³	5,603	10,641	17,339	7,312	7,338	6,291	54,524
Infraestructura Pts x 10 ³	14,120	17,350	22,950	18,150	14,600	15,100	102,270
Total	19,723	27,991	40,289	25,462	21,938	21,391	156,794

10.— ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LAS RESERVAS EVALUADAS RESPECTO A LOS DISTINTOS PARAMETROS TECNICO—ECONOMICOS UTILIZADOS EN LOS MODELOS

Con el fin de obtener la "sensibilidad" del conjunto de parámetros que intervienen en el modelo dinámico de cálculo, se estudia en este apartado su influencia al variar en ± 20 por ciento, sobre las reservas evaluadas.

El cuadro adjunto, resume la influencia de los ocho parámetros considerados: Potencia de las capas, precio de venta, costes mineros, contenido en cenizas, buzamiento de las capas, pendiente topográfica, espesor de las intercapas y costes de propiedad.

Reservas de carbón, hipótesis de partida 776.189				
Parámetro estudiado	o/o de variación		Variación absoluta	
	- 20	+ 20	- 20	+ 20
Potencia de las capas	- 43,38	55,06	439.505	1.203.596
Precio de venta	- 33,86	33,86	513.396	1.038.981
Costes mineros	37,34	- 24,90	1.066.043	582.953
Buzamiento de las capas	48,42	- 21,17	1.152.053	611.875
Contenido en cenizas	11,55	- 11,55	865.827	686.550
Espesor de las intercapas	6,51	- 6,51	826.711	725.667
Costes de propiedad	1,16	- 1,16	785.226	767.152

– Este análisis permite deducir la gran sensibilidad que tiene el potencial de reservas de la zona estudiada a la variación de la potencia de las capas. Un margen de disminución del 20 por ciento sobre las hipótesis de partida, representaría en el supuesto de permanecer constantes los demás parámetros, una disminución de las reservas calculadas de prácticamente el 43 por ciento. Por otro lado su variación positiva en el mismo orden (+ 20 por ciento) sobre hipótesis, permitiría incrementar las reservas económicamente explotables en un 55 por ciento aproximadamente.

– El segundo parámetro en importancia lo constituye el precio de venta del carbón. Aunque implícitamente éste está relacionado con la calidad del mismo, debido a la fórmula polinómica que regula su valor, nos referimos aquí a la sensibilidad sobre las reservas de una decisión oficial al modificar el precio tipo actual.

Así, se observa que una variación de ± 20 por ciento sobre el mismo, influye en un ± 34 por ciento sobre las reservas evaluadas.

La situación actual del carbón dentro del panorama energético del país, permite suponer una tendencia alcista en los próximos años, que por lo menos no cambiará de rumbo hasta el desarrollo a escala industrial de las denominadas

energías alternativas. Por ello, el interés del análisis de este parámetro, estriba fundamentalmente en conocer el aumento de reservas económicamente explotables a cielo abierto, con la decisión de incrementar su precio.

A efectos puramente comparativos, y debido a la relación precio—calidad, la variación en ± 20 por ciento del precio tipo tendría la misma influencia en este caso que la disminución o el incremento de hasta un 42 por ciento de la calidad media estimada para los carbones de la zona.

— Los costes mineros, o costes de explotación, se muestran como el tercer parámetro en importancia en cuanto a su rango de sensibilidad sobre reservas. Un incremento del 20 por ciento sobre la hipótesis de partida (180 pts/m³ y 230 pts/Tm para extracción del estéril y carbón respectivamente), supondría una disminución de las reservas económicamente explotables a cielo abierto de prácticamente el 25 por ciento de las estimadas.

Para una operación contratada, como se ha supuesto en el estudio, la variación de estos costes está sujeta por un lado a la inflación y por otro a la tendencia competidora del mercado de la obra pública. En este sentido, las expectativas a corto plazo de este último, no parece tiendan a despegar fuertemente de su actual depresión, lo que sin duda favorecerá como está sucediendo, a las operaciones a cielo abierto, y por tanto al “mantenimiento” de sus precios debido a la fuerte competencia de sector.

— El cuarto parámetro en importancia, lo constituye el contenido de cenizas supuesto para el carbón extraído de las distintas zonas seleccionadas. Así, su influencia sobre las reservas se sitúa en casi un ± 17 por ciento al variar en un ± 20 por ciento sobre las hipótesis.

Para el conjunto del carbón del área estudiada, se ha estimado un contenido medio de cenizas del 22,65 por ciento, que se corresponde, como se comentó en los apartados 2 y 4 con las características intrínsecas de las distintas capas, incrementando su valor en cinco puntos por efecto de la dilución minera. Este aspecto sólo puede ser garantizado por una operación minera técnicamente correcta, en la que tanto el diseño del método de explotación como la selección del equipo de trabajo, se correspondan con la estructura del yacimiento y las características de las capas.

Es de señalar, que una buena operación minera no debe incrementar en más de 3 ó 4 puntos el contenido intrínseco de cenizas, si se realiza mediante un método de explotación que permita la limpieza del carbón previamente a su extracción de la capa.

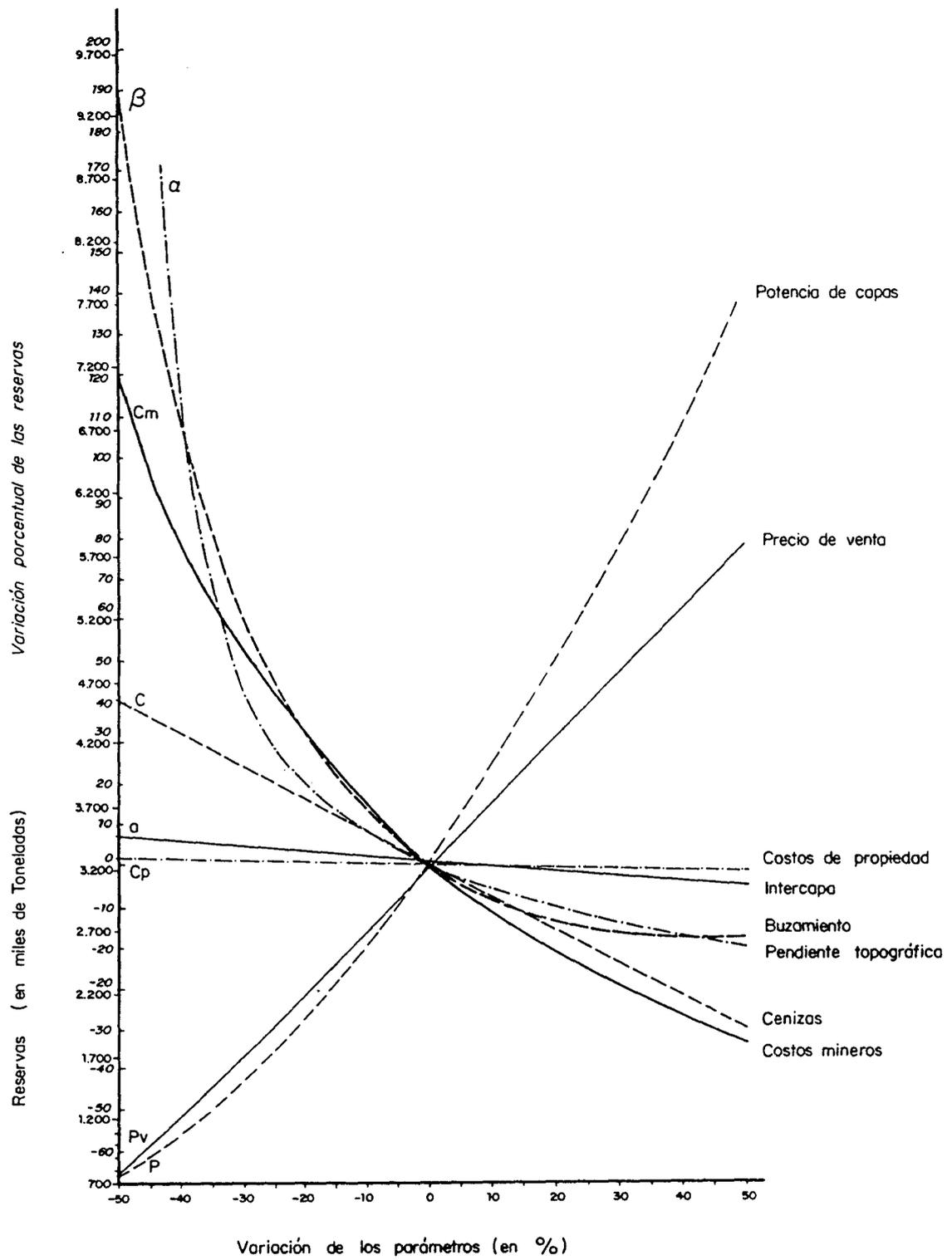
En este sentido, lo que se puede deducir de las “explotaciones” a cielo abierto que se pueden observar en el área estudiada, nada tienen que ver con una operación minera técnicamente proyectada y desarrollada.

— El resto de los parámetros, buzamiento de las capas, espesor de la intercapa, etc., muestran una sensibilidad por debajo del 15 por ciento sobre reservas a un incremento del 20 por ciento sobre las hipótesis de partida. Estos parámetros deberán ser conocidos como consecuencia de la investigación de detalle proyectada, cuyo objetivo principal será conocer con precisión tanto potencia real como calidad del carbón.

Es interesante la observación de la escasa influencia de los costes de propiedad (investigación e infraestructura) sobre las reservas. Una variación en ± 20 por ciento sobre los supuestos repercute en $\pm 1,01$ por ciento del total de reservas de carbón evaluadas.

Este análisis lleva a la consideración, de lo enormemente importante que resulta partir de un conocimiento preciso del yacimiento (calidad y cantidad de investigación), para una correcta planificación y evaluación de un yacimiento de carbón, así como la pequeña repercusión económica que tiene sobre la Tm de carbón, y el alto riesgo que conlleva para una futura explotación su desconocimiento.

Finalmente, y a modo de síntesis se ha realizado un gráfico para mejor sensibilización comparativa de la influencia sobre las reservas evaluadas de los distintos parámetros que intervienen en los modelos de cálculo. A nuestro juicio, el citado gráfico resume por sí solo el contenido final de este estudio.



11.— ECONOMICIDAD DE LAS RESERVAS EVALUADAS.

Se complementa el estudio con el análisis de economicidad de las reservas y de rentabilidad de las inversiones estimadas en los programas de investigación propuestos.

Aún, cuando existen varios criterios para la definición de la economicidad de una operación minera, hemos estimado a efectos de nuestro estudio sensibilizar este aspecto de las reservas calculadas para las distintas áreas seleccionadas mediante el establecimiento del denominado "Índice de Economicidad", que se ha calculado como la relación entre el valor boca-mina del carbón para cada zona y los costes de extracción por Tm.

Es interesante significar, y así se recoge en el cuadro conjunto, la relación entre las inversiones estimadas para investigación e infraestructura y las reservas calculadas para las distintas áreas. El parámetro resultante, que hemos utilizado en nuestro estudio como costes de propiedad, pone en evidencia su pequeña incidencia sobre el valor de la tonelada de carbón extraído.

En el siguiente cuadro, se recoge ordenado por áreas los parámetros económicos fundamentales así como los índices de economicidad" correspondientes para cada una de ellas y para el total de la zona estudiada:

INDICE DE ECONOMICIDAD. RESERVAS EVALUADAS. MONTEALEGRE

Area Seleccionada	Precio venta carbón Pts/Tm.	Valor Boca-mina en Pts/Tm.	Reservas Calculadas Tm.	Ratio medio m ³ /Tm.	Coste Esteril Pts.m ³	Explotación carbón Pts./Tm.	Inversiones x 10 ³ Pts.	Inversiones Reservas Pts/Tm.	Indice Economicidad I.E.
Chuchú - 3	5766	5093	86106	18,31	180	230	19723	229	1,444
Chuchú - 4	5766	5206	242202	19,10	180	230	27991	116	1,419
Chuchú - 5	5766	5154	239239	13,10	180	230	40289	168	1,491
Total Paq. Chuchú-Estrechas	5766	5167	567547	16,45	180	230	88003	155	1,664
Anchas - 3	5443	4748	109960	11,69	180	230	25462	232	2,034
Anchas - 4	5443	4475	43390	17,60	180	230	21938	506	1,317
Anchas - 5	5443	4594	55293	17,53	180	230	21391	387	1,724
Total paquete anchas	5443	4650	208643	14,47	180	230	68791	330	1,803
Total General	5679	5028	776190	15,92	180	230	156794	202	1,701

12.— RENTABILIDAD DE LAS INVERSIONES. CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (TIR). ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE EL TIR

El objetivo de este estudio es conocer la tasa interna de rentabilidad teórica, de las inversiones estimadas para el aprovechamiento de las reservas evaluadas.

El desconocimiento del ritmo de explotación posible, que estará condicionado por la capacidad de la demanda y por la estrategia particular de cada empresa concesionaria, nos ha llevado a fijar un período máximo de 10 años para explotación de las reservas a cielo abierto, con producciones anuales y ratio de desmonte constante.

Se ha tomado como criterio igualmente, considerar un reparto de las inversiones a lo largo del plazo de explotación, de forma tal que será necesario desembolsar un 30 por ciento de las mismas previamente al comienzo de las operaciones y el 70 por ciento restante, dividido en partes iguales a lo largo de las siete primeras anualidades.

El cálculo de dicha rentabilidad se presenta en los cuadros que siguen y que describimos a continuación someramente:

— Cuadro Económico.— Se presenta el cálculo anual de producciones según estimación hecha del período máximo de explotación, así como el valor de la producción e inversiones necesarias. Se detalla igualmente los costos anuales tanto de operación, como de amortización y financieros.

Se ha introducido el concepto de "Factor de Agotamiento", definido por la Ley de Fomento a la Minería. Hemos considerado para dicho factor el valor del 30 por ciento de los resultados antes de impuestos que queda dentro de los límites establecidos por esta ley. Igualmente se estima en un 10 por ciento la inversión directa en investigación para cielo abierto; estimando por tanto que el 90 por ciento restante podrá ser utilizado por el concesionario para investigación de interior o de otras áreas de posible interés. La base imponible por tanto, se obtiene deduciendo el Factor de Agotamiento del Rendimiento Bruto o Resultados antes de Impuestos. La deducción finalmente del impuesto de sociedades permite obtener el Rendimiento Neto anual.

Las amortizaciones se refieren exclusivamente a las inversiones que deberá realizar la Propiedad, habiendo repercutido las del Contratista (maquinaria), sobre los costes de extracción.

La amortización del factor de agotamiento, se refiere como se dijo anteriormente al 10 por ciento de la deducción por el mismo concepto.

— **Cash—Flow.**— Se realiza un desglose por anualidades de las inversiones estimadas, del valor de la producción (ENTRADAS), y del total de costos (SALIDAS) así como del IMPUESTO DE SOCIEDADES correspondiente en virtud de las deducciones por Factor de Agotamiento. La suma del Rendimiento Neto y de las Amortizaciones, queda reflejada en la columna del CASH—FLOW.

— **Cálculo del TIR.**— Se establece en el cuadro correspondiente las tasas de actualización aplicada y el valor del TIR (Tasa Interna de Rentabilidad) como interpolación lineal de las tasas tanteadas.

CUADRO ECONOMICO MONTEALEGRE

Total reservas : 776.190 Tm.
 Ratio medio: 15,63 m³/Tm.
 Esteril: 12.131.850 m³
 Inversión: 156.794.000 pt.

CONCEPTO	Año 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
Prod. carbón 10 ³ Tm/año	—	77,6	77,6	77,6	77,6	77,6	77,6	77,6	77,6	77,6	77,79	776,19
Ext. esteril 10 ³ m ³ /año	—	1212,89	1212,89	1212,89	1212,89	1212,89	1212,89	1212,89	1212,89	1212,89	1215,86	12131,85
Valor Pr. 5679 pt 10 ⁶ pt	—	440,690	440,69	440,69	440,69	440,69	440,69	440,69	440,69	440,69	441,77	4407,98
Invers. 10 ⁶ pt/año	47	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	16,20	—	—	—	156,794
Inv. factor agot.	—		45,09	42,67	41,33	39,97	38,55	37,03	35,30	33,83	33,93	—
Inv. acumulada	47	61,60	73,50	82,67	89,89	94,88	97,27	97,14	76,91	51,28	25,65	—
COSTOS												
Amort. Inv.	—	4,7	6,43	8,38	10,61	13,21	16,33	20,23	25,63	25,63	25,63	156,78
Amort. factor A.	—	—	—	1,13	2,35	3,78	5,33	7,26	9,73	13,26	16,65	59,44
Int. financieros 15 %		9,39	11,03	12,40	13,48	14,25	14,59	14,57	11,54	7,69	3,85	112,77
Arranque esteril 180 pt m ²		218,32	218,32	218,32	218,32	218,32	218,32	218,32	218,32	218,32	218,32	2183,73
Ext. carbón 230 pt/Tm.		17,85	17,85	17,85	17,85	17,85	17,85	17,85	17,85	17,85	17,89	178,54
Tran. Termica 449pt/Tm.		34,84	34,84	34,84	34,84	34,84	34,84	34,84	34,84	34,84	34,93	348,49
Administración		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Total costos		295,10	298,47	302,92	307,45	312,18	317,43	323,04	327,91	327,59	327,80	3139,72
Rend. bruto		150,28	142,22	137,77	133,24	128,51	123,43	117,65	112,78	113,10	113,97	1272,96
Factor agotamiento		45,09	42,67	41,33	39,97	38,55	37,03	35,30	33,83	33,93	34,19	381,89
Imp. Sociedades		34,72	32,85	31,82	30,78	29,69	28,51	27,18	26,05	26,13	26,33	294,06
Rend. Neto		115,57	109,37	105,95	102,46	98,82	94,92	90,47	86,73	86,97	87,64	978,90

CASH – FLOW. MONTEALEGRE

AÑOS	Interes	Entradas	Salidas	Imp. Son.	Rend. Neto	Amort.	Cash-Flow.
0	47	–	–	–	–	–	–
1	15,60	440,69	295,10	34,72	115,57	4,7	120,27
2	15,60	440,69	298,47	32,85	109,37	6,43	115,80
3	15,60	440,69	302,92	31,82	105,95	8,38	114,33
4	15,60	440,69	307,45	30,78	102,46	10,61	113,07
5	15,60	440,69	312,18	29,61	98,82	13,21	112,03
6	15,60	440,69	317,26	28,51	94,92	16,33	111,25
7	16,20	440,69	323,04	27,18	90,47	20,23	110,70
8	–	440,69	327,91	26,05	86,73	25,63	112,36
9	–	440,69	327,59	26,13	86,97	25,63	112,60
10	–	441,77	327,80	26,33	87,64	25,63	113,27
	156,80	4407,98	3139,72	294,06	978,90	156,78	1135,68

TIR MONTEALEGRE

AÑO	Inversión	Cash-Flow	150			170		
			Coef de Actualización	Cash-Flow Desc.	Inv Des.	Coef actualización	Cah-Flow Desc.	Inv. Des.
0	47	—	1		47	1		47
1	15,60	120,27	0,400	48,11	6,24	0,370	44,50	5,77
2	15,60	115,80	0,160	18,53	2,50	0,137	15,86	2,14
3	15,60	114,33	0,064	7,32	1	0,051	5,83	0,80
4	15,60	113,07	0,026	2,94	0,41	0,019	2,15	0,30
5	15,60	112,03	0,010	1,12	0,16	0,007	0,78	0,11
6	15,60	111,25	0,004	0,45	0,06	0,003	0,33	0,05
7	16,20	110,70	0,002	0,22	0,03	0,001	0,11	0,02
8	—	112,36	0,001	0,11	—	0,0003	0,03	—
9	—	112,60	0,0002	0,02	—	0,0001	0,01	—
10	—	113,27	0,0001	0,01	—	0,00004	—	—
				78,83	57,40		69,60	56,19

TIR: 203,44 %

12.1.- ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE EL TIR

De igual forma que para el caso de las reservas, se ha estimado la sensibilidad de la Tasa Interna de Rentabilidad Calculada, a la variación de aquéllas, por modificación de los distintos parámetros utilizados en los modelos.

Este estudio de sensibilidad, resulta interesante para conocer en qué grado influye la variación de las reservas y por ello, la rentabilidad de las inversiones que en todo momento se han considerado fijas e iguales a las estimadas en el capítulo 7 del presente proyecto.

Al estar conectada la sensibilidad de las reservas con los parámetros técnico-económicos utilizados en la definición de los distintos modelos, es posible referirnos a estos mismos parámetros para conocer su influencia sobre la rentabilidad global calculada de acuerdo con las hipótesis de partida.

En el cuadro adjunto, se pone de manifiesto la sensibilidad correspondiente para una fluctuación en ± 20 por ciento del valor de los parámetros considerados.

MONTEALEGRE

Reservas de carbón	776.190
Ratio medio	15,63
Esteril	12.131.850
Inversiones	156,794.10 ⁶
Precio medio Tm.	5679 Pts/Tm.
TIR	<u>203,44 0/o</u>

ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE EL TIR

<u>Parámetro</u>	<u>Variación</u>		<u>Porcentual</u>		<u>Variación</u>		<u>Absoluta</u>	
	<u>- 20</u>	<u>+ 20</u>	<u>- 20</u>	<u>+ 20</u>	<u>- 20</u>	<u>+ 20</u>	<u>- 20</u>	<u>+ 20</u>
Potencia capas	- 52,57	66,86	96,28	339,46				
Precio de venta	- 41,05	41,05	119,93	286,95				
Costes mineros	46,39	- 30,32	297,82	141,96				
Buzamiento capas	59,40	- 26,03	324,28	150,48				
Cont. cenizas	13,96	- 13,96	231,84	175,04				
Anch. paquete	7,90	- 7,90	219,57	187,37				
Cont. propiedad	1,37	- 1,37	206,23	200,65				

Se deduce de dicho cuadro la influencia cualitativa decreciente en el mismo orden, de los parámetros que para el caso del estudio de sensibilidad sobre las reservas.

Se puede observar que para el parámetro de mayor influencia negativa (potencia de las capas) una disminución del 20 por ciento sobre la hipótesis de partida, supone una disminución de casi el 67 por ciento sobre la tasa interna de rentabilidad, pasando por tanto del 203,44 por ciento al 96,28 por ciento, que resulta todavía muy atractiva.

13.— RESUMEN Y CONCLUSIONES. AREA DE MONTEALEGRE

1.— El objetivo de este proyecto ha sido la aplicación de la metodología establecida por el IGME (1979) para la estimación del potencial de reservas económicamente explotables a cielo abierto, al área carbonífera de MONTEALEGRE. (LEON).

2.— Se ha partido, como información básica para caracterización geológico-minera de la zona, la contenida en el estudio sobre "Investigación geológico-minera en el área de TORRE—BEMBIBRE" recientemente realizado por el IGME, complementada con los trabajos de campo realizados por el equipo autor de este proyecto.

3.— En base a la citada información, se han seleccionado 6 zonas de afloramientos, que por sus características permiten suponer un cierto potencial de reservas explotables a cielo abierto. De los casi 17 Km de longitud de afloramientos estimados en la investigación geológica-minera, las zonas seleccionadas cubren aproximadamente un 60 por ciento. Las citadas zonas, se las ha podido caracterizar en base a 3 modelos distintos que permiten a su vez correlacionar fácilmente los parámetros físicos que definen la estructura del yacimiento con los ratios de desmonte (límite y medio).

4.— El conocimiento aportado por el citado estudio de investigación, así como la información recogida directamente de las empresas que actualmente operan en la zona y de la Central Térmica de Compostilla, virtual consumidora de los carbones de uso térmico que se producen en el área carbonífera estudiada, ha permitido conocer sus calidades medidas y en base a la fórmula oficial actualmente en vigor, su precio de venta en térmica.

Las estimaciones hechas sobre el sistema de transporte hasta la central y el coste específico por este concepto, así como los costes de propiedad, etc. para cada una de las zonas seleccionadas, han permitido establecer un cuadro económico para la determinación del valor boca-mina del carbón potencialmente extraíble a cielo abierto.

5.— La aplicación del criterio económico según el cual se fija como límite de explotación a cielo abierto el de beneficio nulo para la última tonelada extraída, junto con el de los costos de explotación estimados (180 pts/m³ para el estéril y 230 pts/Tm para el carbón) al valor boca-mina del carbón, ha permitido determinar los Ratios límite y medio de desmonte para cada una de las zonas seleccionadas.

6.— Para la determinación del potencial de reservas y en base a establecer un proceso de cálculo rápido, preciso y dinámico se han desarrollado un conjunto de programas para su tratamiento por ordenador que han sido utilizados para la estimación de las reservas según las hipótesis de partida, y para obtención de los estudios de sensibilidad correspondientes.

7.— Las reservas totales evaluadas en la zona de MONTEALEGRE ascienden a 776.190 Tm, con una relación de desmonte de 15,92 m³/Tm, que se pueden estimar como "reservas muy probables", de acuerdo con la catalogación hecha en el Inventario de recursos de carbón, publicado por el centro de estudios de la Energía en 1978.

Este potencial de reservas a cielo abierto, representa aproximadamente un 6 por ciento del definido como de "reservas muy probables", para la misma zona, por el citado Inventario.

8.— El análisis de sensibilidad realizado sobre las reservas, pone en evidencia la gran influencia que sobre las mismas, tiene la potencia de las capas. Una disminución del 20 por ciento sobre las consideradas en la hipótesis del estudio, representa una disminución de casi el 44 por ciento sobre las mismas. Igualmente, la calidad del carbón y el buzamiento de las capas representan una variación negativa del 12 y el 21 por ciento respectivamente sobre el tonelaje total de reservas, para un incremento del 20 por ciento sobre los valores estimados en la hipótesis de cálculo. Este estudio indica por sí mismo la importante necesidad de conocer mediante un programa de investigación detallado, previo al proyecto de explotación, los parámetros geológico-mineros que caracterizan los distintos yacimientos.

El precio de venta y los costes mineros son parámetros de fuerte repercusión sobre las reservas.

Pero, así como no es fácil que, debido a la actual situación energética, baje el precio tipo de carbón de uso térmico, sino que más bien la tendencia será alcista, en cambio el precio de extracción para una operación contratada sí podrá variar, en función de las condiciones del mercado de la maquinaria y de la calidad y garantía de la empresa contratista.

9.— Las inversiones necesarias en investigación e infraestructura para confirmación de reservas se ha estimado en 156,8 millones de pesetas que representan aproximadamente 202 pts/Tm demostrada.

10.— El estudio de rentabilidad de las citadas inversiones permite estimar una tasa interna de rentabilidad superior al 203 por ciento en base a un ritmo de explotación anual del orden del 10 por ciento de las reservas evaluadas, habiendo estimado el desembolso del 30 por ciento de las inversiones previstas, previo al comienzo de las operaciones y el 70 por ciento restante dividido en partes iguales a lo largo de las siete primeras anualidades.

Tan alto índice de rentabilidad está justificado por la relativamente pequeña inversión de la propiedad para explotación, ya que el hecho de poder reali-

zarse la operación minera por empresa contratista, no obliga a la fuerte inversión que requiere la compra de maquinaria.

El análisis de sensibilidad sobre la Tasa Interna de Rentabilidad realizado, permite conocer la influencia de la variación de las reservas sobre aquella e, implícitamente, de los parámetros técnico-económicos utilizados en el modelo.

11.— En relación con el área estudiada puede concluirse finalmente lo siguiente:

— Creemos que el objetivo del presente proyecto ha quedado ampliamente rebasado por los resultados obtenidos en cuanto al potencial de reservas de carbón a cielo abierto y su significación con respecto a las estimadas en el Inventario de recursos de carbón (1978).

— La zona de TORRE—BEMBIBRE, posee una gran historia minera que se remonta a primeros del presente siglo, lo que hoy permite disponer de una cierta infraestructura de comunicaciones e incluso técnica y social que favorecerán mucho el desarrollo de futuras explotaciones a cielo abierto.

— La capacidad productora actual, procedente totalmente de explotaciones subterráneas se sitúa en el orden de las 600.000 Tm/año de las cuales un 50 por ciento aproximadamente se consumen en la Central Térmica de Compostilla, siendo el resto vendidas a otros mercados que al ser de precio libre y debido a su excelente calidad poseen un valor superior al precio pagado por la Central. Esto, no ha sido tenido en cuenta en la elaboración de este estudio.

— Los intentos de explotación a cielo abierto que han existido hasta la fecha, pueden considerarse despreciables y realizados sin el menor rigor técnico, y sin ninguna preocupación de tipo ecológico.

— Será necesario considerar en el desarrollo de las futuras operaciones a cielo abierto el fuerte impacto ambiental que puede suponer el movimiento de más de 56 millones de metros cúbicos de estéril en toda la zona, en la que existe un núcleo de población de cierta importancia y es cruzada por vías de comunicación de primera categoría.

Sólo la exigencia de un proyecto de explotación riguroso que contemple los distintos aspectos de la explotación y restitución del terreno y la garantía de ejecución por empresas especialistas en movimiento de tierra, debería ser considerado para la apertura de nuevas explotaciones a cielo abierto.

— La alta rentabilidad de las reservas evaluadas a cielo abierto debería permitir, para una zona tradicionalmente de minería subterránea, una combi-

nación eficaz de tal forma que permitiera una sólida preparación tecnológica para potenciar a su vez la rentabilidad actual de las explotaciones de interior y con ello un mayor aprovechamiento de las reservas globales de la zona.

— Si bien es cierto que la capacidad receptora de la Central Térmica de Compostilla está actualmente frenada por el fuerte stock almacenado en su Parque, es de esperar que con la entrada en funcionamiento del nuevo grupo en construcción, tal limitación no exista y se supere el actual “veto” al carbón procedente de cielo abierto.

— El proceso de cálculo realizado, por su carácter dinámico, queda abierto para la incorporación de nuevos datos procedentes de una investigación de detalle y su actualización completa a medida que sea aconsejable modificar cualquiera de los parámetros considerados en los distintos modelos.

ANEXO

**APLICACION DE LA METODOLOGIA ESTABLECIDA POR EL IGME AL
AREA CARBONIFERA DE MONTEALEGRE PARA LA DETERMI-
NACION DEL POTENCIAL A CIELO ABIERTO**

**LISTADO DEL PROGRAMA DE CALCULO PARA EVALUACION DE
RESERVAS**

PAGE 1

```
// JOB 1830 1914
0000 1830 1830 0000
0001 1914 1914 0001
```

V2 M11 ACTUAL 16K CONFIG 16K

```
// FOR
*LIST ALL
*ONE WORD INTEGERS
*NAME HIPTA
DIMENSION LIT1(8),LIT2(5),LIT3(150),ALFA(10),BETA(10),GAMA(10),
* A(10),SIGMA(10),CORR(10),CEN(10),VOL(10),TRANS(10),
* IMOD(10),ISEC(10),RO(10),RATM(10),RATL(10),ALT(10),
* RE(10),ES(10),SIGN(2),RETSS(30,2),LIT4(12)
COMMON ICW(3),NOT,KLM(4)
DATA RETSS/60*0./,RETT/0./,ESTT,KMIER/0.,0/
DATA INU,SIGN(1),SIGN(2)/0,-1.,1./
DATA RAD,LIT3(1),NSUB/,0174532,2*0/
DATA P0,CCAR,CEST/5394.,230.,180./
103 FORMAT(T2,'* * * * *')
102 FORMAT(T2,'T O T A L')
101 FORMAT(T3,'*COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD.....')
100 FORMAT(T32,'*****')
200 FORMAT(T5,'*****')
300 FORMAT(T10,'*****')
400 FORMAT(T30,'RATIO LIMITE.....')
500 FORMAT(T30,'ALTURA EXPLOTACION.....')
600 FORMAT(T30,'X.....')
700 FORMAT(T30,'RATIO MEDIO.....')
800 FORMAT(T30,'TONELAJAS/ML.....')
900 FORMAT(T30,'CORRIDA DE CAPAS.....')
1000 FORMAT(T30,'RESERVAS DE CARBON.....')
1100 FORMAT(T30,'ESTERIL A MOVER.....')
1200 FORMAT(T10,'RESUMEN ZONA')
1300 FORMAT(T10,'*****')
1400 FORMAT(T30,'COSTES PROPIEDAD.....')
1500 FORMAT(T30,'RESERVAS DE CARBON.....')
1600 FORMAT(T30,'ESTERIL A MOVER.....')
1700 FORMAT(T30,'RATIO MEDIO.....')
1800 FORMAT(T10,'ANALISIS DE SENSIBILIDAD')
1900 FORMAT(T10,'*****')
2000 FORMAT(T31,'VARIACION PORCENTUAL VARIACION ABSOLUTA')
2100 FORMAT(T34,'-20 +20 -20 +20')
2200 FORMAT(T13,'PRECIO DE VENTA')
2300 FORMAT(T13,'CONT. CENIZAS')
2400 FORMAT(T13,'COSTES MINEROS')
2500 FORMAT(T13,'COSTES PROPIEDAD')
2600 FORMAT(T13,'POTENCIA CAPAS')
2700 FORMAT(T13,'BUZAMIENTO CAPAS')
2800 FORMAT(T13,'ANCH. PAQUETE')
2900 FORMAT(T13,'PEND. TOPOGRAFICA')
CALL PRINT
IDE=IDIR(LIT3)-150
NOT=1
CALL DATCS
1 CALL DATOS
```

PAGE 2

```
IF(NOT)3,2,3
2 CALL KARRO(12544)
  CALL FORMA(31)
  CALL ESLIA(LIT4,24,14)
  CALL LINEP(8192)
  CALL FORMA(32)
  CALL LINEP(8192)
  CALL KARRO(15616)
  CALL FORMA(15)
  CALL SCFF(63,RETT,0)
  CALL LINEP(8192)
  CALL FORMA(14)
  CALL SCFF(63,ESTT,0)
  CALL LINEP(8192)
  CALL FORMA(13)
  CALL SCFF(65,10,*ESTT/RETT,1)
  CALL LINEP(8192)
  CALL KARRO(15872)
  CALL KARRO(16128)
  CALL FORMA(12)
  CALL LINEP(8192)
  CALL FORMA(11)
  CALL LINEP(8192)
  CALL KARRO(15616)
  CALL FORMA(10)
  CALL LINEP(8192)
  CALL FORMA(9)
  CALL LINEP(8192)
  CALL FORMA(29)
  CALL LINEP(8192)
  DO 90 J=1,4
  DO 80 K=1,2
  APOK=100.*(RETSS(J,K)-RETT)/RETT
  CALL SCFF(19*K+28,100,*APOK,2)
  CALL SCFF(19*K+51,RETSS(J,K),0)
80 CONTINUE
  CALL FORMA(9-J)
90 CALL LINEP(8192)
  CALL EXIT
3 IT=NUM(1,80)
  IF(IT-1)7,4,7
4 IF(INO)8,5,8
5 INO=1
6 CALL LELIA(LIT1,16,1)
  CALL LELIA(LIT2,10,17)
  AINV=1000.*FNUM(6,32)
  COEF=.01*NUM(3,40)
  CALL LELIA(LIT4,24,41)
  CPROP=340.
  NF=0
  ITER=0
  NSUB=NSUB+1
  GO TO 1
7 NF=NF+1
  IF(IT-2)75,74,75
74 RATM(NF)=.01*NUM(4,4)
```

PAGE 3

```
KO(NF)=.01*NUM(5,9)
CORR(NF)=NUM(4,13)
RE(NF)=1000.*NUM(3,16)+NUM(3,19)
ES(NF)=1000.*NUM(4,63)+NUM(3,66)
CALL LIFAU(IE,15*NF-14,30,25)
IMOD(NF)=NUM(2,24)
ISEC(NF)=1
NF=NF-1
KMIEX=1
GO TO 1
75 ALFA(NF)=RAU*NUM(2,2)
BETA(NF)=RAU*NUM(2,4)
GAMA(NF)=RAU*NUM(2,6)
A(NF)=.1*NUM(3,9)
SIGMA(NF)=.01*NUM(3,12)
CORR(NF)=NUM(4,16)
CEN(NF)=NUM(2,18)
VOL(NF)=NUM(2,20)
TRANS(NF)=NUM(3,23)
ISEC(NF)=1
IMOD(NF)=10*NUM(1,76)+NUM(1,24)
CALL LIFAU(IE,15*NF-14,30,25)
GO TO 1
8 RET=0.
EST=0.
ITER=ITER+1
DO 69 I=1,NF
IF (ISEC(I))4,69,9
9 IMO=IMOD(I)
IF (IMO=5)10,10,13
10 PV=20.*(25.-CEN(I))
PV=PV+7.*(VOL(I)-20.)
PV=PV*(1000.+PV)/1000.
PBM=PV-CPR*P-TRANS(I)
KAT=(PBM-CCAR)/CEST
CALL RLIM(RAT,A(I),ALFA(I),BETA(I),GAMA(I),SIGMA(I),H,IMO)
IF (H)11,11,12
11 ISEC(I)=0
GO TO 69
12 CALL RMED(A(I),ALFA(I),BETA(I),GAMA(I),SIGMA(I),A2,A1,A0,D1,D0,IMO
*)
RO(I)=P1*H+D0
RATM(I)=(A2*H*H+A1*H+A0)/RO(I)
RATL(I)=RAT
ALTI(I)=H
RE(I)=RO(I)*CORR(I)
ES(I)=RATM(I)*RE(I)
RET=RET+RE(I)
EST=EST+ES(I)
GO TO 25
13 IF ((IMO-7)*(IMO-10))18,14,18
14 BNT=500.
XSUP=HA*SIN(GAMA(I)-ALFA(I))/(SIN(ALFA(I))*SIN(GAMA(I)))-10.
15 PV=20.*(25.-CEN(I))
PV=PV+7.*(VOL(I)-20.)
PV=PV*(1000.+PV)/1000.
PBM=PV-CPROP-TRANS(I)-BNT
```

PAGE 4

```
RAT=(PBM-CCAR)/CEST
CALL RMED(A(I),ALFA(I),BETA(I),GAMA(I),SIGMA(I),RAT,X,A0,D1,D0,IMO
*)
IF(X)16,16,17
16 ISEC(I)=0
GO TO 67
17 IF(X-XSUP)>5.65,65
65 X=XSUP
66 R0(I)=D1*X+D0
RATM(I)=RAT
ALT(I)=X
RE(I)=R0(I)*CORR(I)
ES(I)=RATM(I)*RE(I)
RET=RET+RE(I)
EST=EST+ES(I)
GO TO 25
18 IF(1-A0)>29,19,20
19 H*T=1000.
XSUP=HA/SIN(BETA(I))
GO TO 15
20 PV=20.*(25-CEN(I))
PV=Pv+7.*(VOL(I)-20.)
PV=PV*(1000.+PV)/1000.
PRM=PV-LPOP-TRANS(I)-500.
RAT=(PBM-CCAR)/CEST
CALL RMED(A(I),ALFA(I),BETA(I),GAMA(I),SIGMA(I),A2,A1,A0,D1,D0,IMO
*)
A1=A1-RAT*D1
A0=A0-RAT*D0
IF(A2)>21,21,22
21 A2=-A2
A1=-A1
A0=-A0
22 D=A1*A1-4.*A2*A0
D=SQR(D)
H=(D-A1)/(2.*A2)
IF(H)>23,23,24
23 ISEC(I)=0
GO TO 67
24 R0(I)=D1*H+D0
RATM(I)=RAT
ALT(I)=H
RE(I)=R0(I)*CORR(I)
ES(I)=RATM(I)*RE(I)
EST=EST+ES(I)
RET=RET+RE(I)
25 HA=H
69 CONTINUE
CP=AI*VV/RET
IPROP=CPROP+.5
IP=CP+.5
CALL ECUN(NSUB,IPROP,IP)
IF(ABS(CPOP-CP)-1.)29,29,26
26 IF(ITER-100)28,28,27
27 CALL ECUN(NSUB,NSUB,100)
GO TO 6
28 CPOP=CP
```

PAGE 5

```
GO TO 8
29 LIN=0
   IF(KMIER)76,77,76
76 NF=NF+1
   EST=EST+ES(NF)
   RET=RET+RE(NF)
77 DO 30 I=1,NF
   IF(ISEC(I))30,58,30
30 IF(LIN)31,31,32
31 CALL KARRU(12544)
   LIN=4
32 LIN=LIN-1
   CALL ESLIA(LIT1,16,5)
   CALL LINEP(8192)
   CALL FORMA(28)
   CALL LINEP(8192)
   CALL FORMA(28)
   CALL LINEP(8192)
   CALL ESLIA(LIT2,10,10)
   CALL LINEP(8192)
   CALL FORMA(27)
   CALL LINEP(8192)
   CALL LIJAF(IDE,15*1-14,30,18)
   CALL LINEP(8192)
   IMO=IMOU(I)
   IF(IMO-5)33,33,34
33 CALL FORMA(26)
   CALL SCFF(66,100,*RATL(I),2)
   CALL LINEP(8192)
34 IF((IMO-10)*(IMU-7)*(IMU-8))36,35,36
35 CALL FORMA(24)
   GO TO 37
36 IF(IMO-11)72,73,72
72 CALL FORMA(25)
37 CALL SCFF(65,10,*ALT(I),1)
   CALL LINEP(8192)
73 CALL FORMA(23)
   CALL SCFF(66,100,*RATM(I),2)
   CALL LINEP(8192)
   CALL FORMA(22)
   CALL SCFF(63,RO(I),0)
   CALL LINEP(8192)
   CALL FORMA(21)
   CALL SCFF(63,CORR(I),0)
   CALL LINEP(8192)
   CALL FORMA(20)
   CALL SCFF(63,RE(I),0)
   CALL LINEP(8192)
   CALL FORMA(19)
   CALL SCFF(63,ES(I),0)
   CALL LINEP(8192)
   CALL KARRU(15872)
38 CONTINUE
   EST=COEF*EST
   RET=COEF*RET
   CALL KARRU(12544)
```

PAGE 6

```
CALL FORMA(18)
CALL ESLIA(LIT2,10,23)
CALL LINEP(8192)
CALL FORMA(17)
CALL LINEP(8192)
CALL FORMA(16)
CALL SCFF(63,CPROP,0)
CALL LINEP(8192)
CALL FORMA(15)
CALL SCFF(63,RET,0)
CALL LINEP(8192)
CALL FORMA(14)
CALL SCFF(63,EST,0)
CALL LINEP(8192)
CALL FORMA(13)
CALL SCFF(66,100,*EST/RET,2)
CALL LINEP(8192)
CALL FORMA(30)
CALL SCFF(66,100,*COEF,2)
CALL LINEP(8192)
CALL KARRO(15872)
CALL KARRO(16128)
CALL FORMA(12)
CALL LINEP(8192)
CALL FORMA(11)
CALL LINEP(8192)
CALL KARRO(15616)
CALL FORMA(10)
CALL LINEP(8192)
CALL FORMA(9)
CALL LINEP(8192)
CALL FORMA(29)
CALL LINEP(8192)
RETI=RETI+RET
ESTI=ESTI+EST
IF(KMIER)79,79,78
78 NF=NF-1
79 DO 64 J=1,8
DO 63 K=1,2
RETS=0.
DO 70 I=1,NF
IMO=IMOD(I)
IF(ISEC(I))50,70,50
50 ALF=ALFA(I)
BET=BETA(I)
GAM=GAMA(I)
AS=A(I)
SIG=SIGMA(I)
CE=CEN(I)
VO=VOL(I)
TRAN=TRANS(I)
COR=CORR(I)
CPRO=CPROP
CCA=CCAR
CES=CEST
P=PO
IF(J-2)39,40,41
```

PAGE 7

```
39 P =P0 *(1.+2*SIGN(K))
GO TO 51
40 CE =CE *(1.+2*SIGN(K))
GO TO 51
41 IF(J-4)42,43,44
42 CCA =CCA *(1.+2*SIGN(K))
CES =CES *(1.+2*SIGN(K))
GO TO 51
43 CPRO=CPRO*(1.+2*SIGN(K))
GO TO 51
44 IF(J-6)45,46,47
45 SIG =SIG *(1.+2*SIGN(K))
GO TO 51
46 BET =BET *(1.+2*SIGN(K))
GO TO 51
47 IF(J-8)48,49,49
48 AS =AS *(1.+2*SIGN(K))
GO TO 51
49 ALF =ALF *(1.+2*SIGN(K))
51 IF(IMO-5)52,52,53
52 PV=20.*(25.-CE)
PV=PV+7.*(VO-20.)
PV=P*(1000.+PV)/1000.
PBM=PV-CPRO-TRAN
RAT=(PBM-CCA)/CES
CALL RLIM(RAT,AS,ALF,BET,GAM,SIG,H,IMO)
CALL RMED(AS,ALF,BET,GAM,SIG,A2,A1,A0,D1,D0,IMO)
DEN=D1*H+D0
RETS=RETS+COR*DEN
GO TO 62
53 IF{(IMO-7)*(IMO-10)}56,54,56
54 BMT=500.
XSUP=HA*SIN(GAM-ALF)/(SIN(ALF)*SIN(GAM))-10.
55 PV=20.*(25.-CE)
PV=PV+7.*(VO-20.)
PV=P*(1000.+PV)/1000.
PBM=PV-CPRO-TRAN-BMT
RAT=(PBM-CCA)/CES
CALL RMED(AS,ALF,BET,GAM,SIG,RAT,X,A0,D1,D0,IMO)
IF(IMO-10)71,67,71
71 IF(X-XSUP)68,68,67
67 X=XSUP
68 SO=D1*X+D0
RETS=RETS+COR*SO
GO TO 62
56 IF(IMO-6)58,57,58
57 BMT=1000.
XSUP=HA/SIN(BET)
GO TO 55
58 PV=20.*(25.-CE)
PV=PV+7.*(VO-20.)
PV=P*(1000.+PV)/1000.
PBM=PV-CPRO-TRAN-500.
RAT=(PBM-CCA)/CES
CALL RMED(AS,ALF,BET,GAM,SIG,A2,A1,A0,D1,D0,IMO)
A1=A1-RAT*D1
```

```

A0=A0-R*T*U0
IF(A2)59,60,61
59 A2=-A2
   A1=-A1
   A0=-A0
   GO TO 61
60 STOP 1111
61 D=A1*A1-4.*A2*A0
   D=SQR(D)
   H=(D-A1)/(2.*A2)
   DENS=D1*H+U0
   RETS=RETS+COR*DENS
62 HA=H
70 CONTINUE
   RETS=RETS*COEF
   APOR=(RETS-RET)/RET
   IF(KMIER)81,82,81
81 KPIS=NF+1
   PIER=RE(KPIS)*COEF
   APOR=(RETS-RET+PIER)/(RET-PIER)
   RETS=RETS+PIER*APOR+PIER
82 APOR=100.*APOR
   RETSS(J,K)=RETSS(J,K)+RETS
   CALL SCFF(10*K+28,100.*APOR,2)
   CALL SCFF(13*K+51,RETS,0)
63 CONTINUE
   CALL FOMMA(9-J)
64 CALL LINEP(8192)
   IF(KMIER)83,6,83
83 KMIER=0
   GO TO 6
   END

```

VARIABLE ALLOCATIONS

ICW(IC)=7FFF-7FFD	NOT(IC)=7FFC	KLM(IC)=7FFB-7FF8	ALFA(R)=0012-0000	BETA(R)=0026-0014	GAMA(R)=003A-0028
A(R)=004E-003C	SIGMA(R)=0062-0050	CORR(R)=0076-0064	CEN(R)=008A-0078	VOL(R)=009E-008C	TRANS(R)=00B2-00A0
RO(R)=00C6-00B4	RATM(R)=00DA-00C8	RATL(R)=00EE-00DC	ALT(R)=0102-00F0	RE(R)=0116-0104	ES(R)=012A-0118
FSIGN(R)=012E-012C	RETSS(R)=01A6-0130	RETT(R)=01A8	ESTT(R)=01AA	APOR(R)=01AC	AINV(R)=01AE
COEF(R)=01B0	CPROP(R)=01B2	RAD(R)=01B4	RET(R)=01B6	EST(R)=01B8	PV(R)=01BA
PO(R)=01B8	PDM(R)=01BE	RAT(R)=01C0	CCAR(R)=01C2	CEST(R)=01C4	H(R)=01C6
A2(R)=01C8	A1(R)=01CA	AO(R)=01CC	D1(R)=01CE	DO(R)=01D0	BMT(R)=01D2
XSUP(R)=01D4	HA(R)=01D6	X(R)=01D8	D(R)=01DA	CP(R)=01DC	RETS(R)=01DE
ALF(R)=01E0	BET(R)=01E2	GAM(R)=01E4	AS(R)=01E6	SIG(R)=01E8	CE(R)=01EA
VO(R)=01EC	TRAN(R)=01EE	COR(R)=01F0	CPRO(R)=01F2	CCA(R)=01F4	CES(R)=01F6
P(R)=01F8	DEN(R)=01FA	SO(R)=01FC	DENS(R)=01FE	PIER(R)=0200	LIT1(I)=020F-0208
LIT2(I)=0214-0210	LIT3(I)=02AA-0215	IMOD(I)=02B4-02AB	ISEC(I)=02B8-02B5	LIT4(I)=02CA-02BF	IDE(I)=02C8
J(I)=02CC	K(I)=02CD	IT(I)=02CE	IND(I)=02CF	NF(I)=02D0	ITER(I)=02D1
NSUB(I)=02D2	KMIER(I)=02D3	I(I)=02D4	IMO(I)=02D5	IPROP(I)=02D6	IP(I)=02D7
LIN(I)=02D8	KPIS(I)=02D9				

UNREFERENCED STATEMENTS

103	102	101	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700
2800	2900													

STATEMENT ALLOCATIONS

103	=0332	102	=0347	101	=034F	100	=0363	200	=037E	300	=0389	400	=0391	500	=03A5	600	=03B9	700	=03CD
800	=03E1	900	=03F5	1000	=0409	1100	=041D	1200	=0431	1300	=043A	1400	=0449	1500	=045D	1600	=0471	1700	=0485

PAGE 9

1800 =0499	1900 =04A8	2000 =04B7	2100 =04C1	2200 =04E9	2300 =04F4	2400 =04FE	2500 =0508	2600 =0513	2700 =0510
2800 =0528	2900 =0532	1 =0540	2 =0553	80 =0601	90 =0613	3 =0620	4 =062C	5 =0630	6 =0634
7 =0668	74 =0674	75 =06EE	8 =0778	9 =0796	10 =07A5	11 =0825	12 =0830	13 =08CA	14 =08D9
15 =091C	16 =09A1	17 =09AC	65 =09B3	66 =09B7	18 =09F2	19 =09FA	20 =0A0F	21 =0AA7	22 =0AB6
23 =0ADE	24 =0AE9	25 =0B22	69 =0B26	26 =0B56	27 =0B5C	28 =0B63	29 =0B69	76 =0B71	77 =0B8A
30 =0B97	31 =0B9B	32 =0BA2	33 =0BEB	34 =0C01	35 =0C19	36 =0C1E	72 =0C24	37 =0C27	73 =0C3A
38 =0CA7	78 =0D4C	79 =0D52	50 =0D71	39 =0DC2	40 =0DD3	41 =0DE4	42 =0DEC	43 =0E09	44 =0E1A
45 =0E22	46 =0E33	47 =0E44	48 =0E4A	49 =0E58	51 =0E6A	52 =0E70	53 =0EC5	54 =0ED4	55 =0EFS
71 =0F36	67 =0F3D	68 =0F41	56 =0F53	57 =0F59	58 =0F66	59 =0FB8	60 =0FC9	61 =0FCB	62 =0FFE
70 =1002	61 =1010	82 =1048	63 =1070	64 =108F	83 =109F				

FEATURES SUPPORTED
ONE WORD INTEGERS

CALLED SUBPROGRAMS

PRINT	IDIR	DATOS	KARRO	FORMA	ESLIA	LINEP	SCFF	NUM	LELIA	FNUM	LIFAD	RLIM	RMED	FSIN
FSQRT	ECOM	FABS	LIDAF	FADD	FADGX	FSUB	FSUBX	FMPY	FMPYX	FDIV	FDIVX	FLD	FLDX	FSTO
FSTOX	FSBK	FVVK	IFIX	FLOAT	SUBSC	STOP	SNR							

REAL CONSTANTS

.100000E 02=02E0	.100000E 03=02E2	.100000E 04=02E4	.100000E-01=02E6	.340000E 03=02E8	.100000E 00=02EA
.000000E 00=02EC	.200000E 02=02EE	.250000E 02=02F0	.700000E 01=02F2	.500000E 03=02F4	.400000E 01=02F6
.200000E 01=02FA	.500000E 00=02FA	.100000E 01=02FC	.200000E 00=02FE		

INTEGER CONSTANTS

150=0300	1=0301	12544=0302	31=0303	24=0304	14=0305	8192=0306	32=0307	15616=0308	15=0309
63=030A	0=030B	13=030C	65=030D	15872=030E	16128=030F	12=0310	11=0311	10=0312	9=0313
29=0314	8=0315	2=0316	28=0317	51=0318	80=0319	16=031A	17=031B	6=031C	3=031D
40=031E	41=031F	4=0320	5=0321	19=0322	66=0323	30=0324	25=0325	18=0326	20=0327
23=0328	76=0329	7=032A	100=032B	27=032C	26=032D	22=032E	21=032F	1111=0330	4369=0331

CORE REQUIREMENTS FOR HIPTA

COMMON 8 VARIABLES 736 PROGRAM 3526

END OF COMPILATION

// XEQ

**LISTADO DE RESULTADOS DE CUBICACION PARA LAS DISTINTAS
ZONAS SELECCIONADAS. ANALISIS DE SENSIBILIDAD**

T O T A L MONTEALEGRE
 * * * * * *****

RESERVAS DE CARBON.....776.189
 ESTERIL A MOVER.....12.110.516
 RATIO MEDIO.....15,6

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20 *****	+20 *****	-20 *****	+20 *****
PRECIO DE VENTA	-33,86	33,86	513.396	1.038.981
CONT. CENIZAS	11,55	-11,55	865.827	686.550
COSTES MINEROS	37,34	-24,90	1.066.043	582.953
COSTES PROPIEDAD	1,16	-1,16	785.226	767.152
POTENCIA CAPAS	-43,38	55,06	439.505	1.203.596
BUZAMIENTO CAPAS	48,42	-21,17	1.152.053	611.875
ANCH. PAQUETE	6,51	-6,51	826.711	725.667
PEND. TOPOGRAFICA	0,26	0,36	778.227	778.990

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-3AB

SEGUNDA

RATIO LIMITE.....26,99
ALTURA EXPLOTACION.....6,3
RATIO MEDIO.....12,44
TONELADAS/ML.....5
CORRIDA DE CAPAS.....1.400
RESERVAS DE CARBON.....6.872
ESTERIL A MOVER.....85.488

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-3AB

CUARTA

RATIO LIMITE.....26,99
ALTURA EXPLOTACION.....9,3
RATIO MEDIO.....11,34
TONELADAS/ML.....10
CORRIDA DE CAPAS.....1.400
RESERVAS DE CARBON.....13.520
ESTERIL A MOVER.....153.368

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-3AB

QUINTA

RATIO LIMITE.....26,99
ALTURA EXPLOTACION.....5,4
RATIO MEDIO.....12,97
TONELADAS/ML.....4
CORRIDA DE CAPAS.....1.400
RESERVAS DE CARBON.....5.144
ESTERIL A MOVER.....66.718

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-3AB

SEXTA

RATIO LIMITE.....26,99
ALTURA EXPLOTACION.....10,9
RATIO MEDIO.....10,93
TONELADAS/ML.....13
CORRIDA DE CAPAS.....1.400
RESERVAS DE CARBON.....18.161
ESTERIL A MOVER.....198.579

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-3AB

SEPTIMA

RATIO LIMITE.....26,99
 ALTURA EXPLOTACION.....2,9
 RATIO MEDIO.....14,93
 TONELADAS/ML.....1
 CORRIDA DE CAPAS.....1.400
 RESERVAS DE CARBON.....1.891
 ESTERIL A MOVER.....28.232

RESUMEN ZONA CHUCHU-3AB

COSTES PROPIEDAD.....234
 RESERVAS DE CARBON.....41.486
 ESTERIL A MOVER.....484.469
 RATIO MEDIO.....11,68
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD.....0,91

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-29,35	29,35	29.309	53.663
CONT. CENIZAS	9,34	-9,34	45.359	37.613
COSTES MINEROS	32,38	-21,59	54.918	32.531
COSTES PROPIEDAD	1,19	-1,19	41.980	40.992
POTENCIA CAPAS	-40,31	50,46	24.763	62.421
BUZAMIENTO CAPAS	36,38	-14,13	56.578	35.622
ANCH. PAQUETE			41.486	41.486
PEND. TOPOGRAFICA	-1,07	1,02	41.043	41.909

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-3C

SEGUNDA

ALTURA EXPLOTACION.....35,6
 RATIO MEDIO.....24,48
 TONELADAS/ML.....49
 CORRIDA DE CAPAS.....1.000
 RESERVAS DE CARBON.....49.033
 ESTERIL A MOVER.....1.200.403

RESUMEN ZONA CHUCHU-3C

COSTES PROPIEDAD.....186
 RESERVAS DE CARBON.....44.620
 ESTERIL A MOVER.....1.092.367
 RATIO MEDIO.....24,48
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD....0,91

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-26,17	26,17	32.943	56.297
CONT. CENIZAS	8,32	-8,32	48.334	40.906
COSTES MINEROS	26,30	-17,54	56.357	36.795
COSTES PROPIEDAD	0,84	-0,84	44.996	44.244
POTENCIA CAPAS	-36,00	44,00	28.557	64.253
BUZAMIENTO CAPAS			44.620	44.620
ANCH. PAQUETE			44.620	44.620
PEND. TOPOGRAFICA	34,41	-23,45	59.975	34.158

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-4

SEGUNDA

RATIO LIMITE.....27,73
ALTURA EXPLOTACION.....10,7
RATIO MEDIO.....19,72
TONELADAS/ML.....6
CORRIDA DE CAPAS.....1.100
RESERVAS DE CARBON.....6.479
ESTERIL A MOVER.....127.786

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-4

TERCERA

RATIO LIMITE.....27,73
ALTURA EXPLOTACION.....34,9
RATIO MEDIO.....18,03
TONELADAS/ML.....48
CORRIDA DE CAPAS.....1.100
RESERVAS DE CARBON.....52.664
ESTERIL A MOVER.....949.323

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-4

QUINTA

RATIO LIMITE.....27,73
ALTURA EXPLOTACION.....21,5
RATIO MEDIO.....18,63
TONELADAS/ML.....20
CORRIDA DE CAPAS.....1.100
RESERVAS DE CARBON.....21.603
ESTERIL A MOVER.....402.517

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-4

SEXTA

RATIO LIMITE.....27,73
ALTURA EXPLOTACION.....14,5
RATIO MEDIO.....19,23
TONELADAS/ML.....10
CORRIDA DE CAPAS.....1.100
RESERVAS DE CARBON.....10.789
ESTERIL A MOVER.....207.490

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-4

SEPTIMA-OCTAVA

RATIO LIMITE.....27,73
ALTURA EXPLOTACION.....39,4
RATIO MEDIO.....21,22
TONELADAS/ML.....86
CORRIDA DE CAPAS.....1.100
RESERVAS DE CARBON.....94.652
ESTERIL A MOVER.....2.008.262

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-4

X-PRIMERA

RATIO LIMITE.....27,73
ALTURA EXPLOTACION.....27,8
RATIO MEDIO.....17,93
TONELADAS/ML.....65
CORRIDA DE CAPAS.....1.100
RESERVAS DE CARBON.....71.923
ESTERIL A MOVER.....1.289.403

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-4

CARBONERO

RATIO LIMITE.....27,73
ALTURA EXPLOTACION.....16,9
RATIO MEDIO.....16,34
TONELADAS/ML.....18
CORRIDA DE CAPAS.....1.100
RESERVAS DE CARBON.....20.284
ESTERIL A MOVER.....331.456

RESUMEN ZONA CHUCHU-4

COSTES PROPIEDAD.....101
 RESERVAS DE CARBON.....242.202
 ESTERIL A MOVER.....4.625.124
 RATIO MEDIO.....19,10
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD.....0,87

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-34,96	34,96	157.518	326.886
CONT. CENIZAS	11,12	-11,12	269.136	215.268
COSTES MINEROS	39,58	-26,38	338.056	178.299
COSTES PROPIEDAD	0,61	-0,61	243.682	240.722
POTENCIA CAPAS	-44,80	57,20	133.696	380.740
BUZAMIENTO CAPAS	69,33	-32,62	410.120	163.207
ANCH. PAQUETE	7,71	-7,71	260.868	223.536
PEND. TOPOGRAFICA	-4,81	5,25	230.559	254.912

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-5

CONCHA-A-B

RATIO LIMITE.....27,45
ALTURA EXPLOTACION.....31,3
RATIO MEDIO.....13,31
TONELADAS/ML.....111
CORRIDA DE CAPAS.....1.100
RESERVAS DE CARBON.....122.597
ESTERIL A MOVER.....1.631.457

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-5

C

RATIO LIMITE.....27,45
ALTURA EXPLOTACION.....3,2
RATIO MEDIO.....14,17
TONELADAS/ML.....1
CORRIDA DE CAPAS.....1.100
RESERVAS DE CARBON.....1.623
ESTERIL A MOVER.....23.007

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-5

MARIA

RATIO LIMITE.....27,45
ALTURA EXPLOTACION.....13,7
RATIO MEDIO.....10,28
TONELADAS/ML.....19
CORRIDA DE CAPAS.....1.100
RESERVAS DE CARBON.....20.914
ESTERIL A MOVER.....215.076

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-5

ANGELA-ALICIA

RATIO LIMITE.....27,45
ALTURA EXPLOTACION.....15,1
RATIO MEDIO.....13,37
TONELADAS/ML.....27
CORRIDA DE CAPAS.....1.100
RESERVAS DE CARBON.....29.415
ESTERIL A MOVER.....393.428

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-5

ANCHA-DURA-AMALIA

RATIO LIMITE.....27,45
 ALTURA EXPLOTACION.....25,7
 RATIO MEDIO.....13,26
 TONELADAS/ML.....75
 CORRIDA DE CAPAS.....1.100
 RESERVAS DE CARBON.....82.676
 ESTERIL A MOVER.....1.096.019

CHUCHU-ESTRECHAS

CHUCHU-5

ISABEL

RATIO LIMITE.....27,45
 ALTURA EXPLOTACION.....8,4
 RATIO MEDIO.....11,42
 TONELADAS/ML.....8
 CORRIDA DE CAPAS.....1.100
 RESERVAS DE CARBON.....8.595
 ESTERIL A MOVER.....98.135

RESUMEN ZONA CHUCHU-5

COSTES PROPIEDAD.....152
 RESERVAS DE CARBON.....239.239
 ESTERIL A MOVER.....3.111.409
 RATIO MEDIO.....13,01
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD....0,90

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-32,18	32,18	162.255	316.222
CONT. CENIZAS	10,23	-10,23	263.723	214.754
COSTES MINEROS	36,07	-24,04	325.523	181.716
COSTES PROPIEDAD	0,85	-0,85	241.267	237.211
POTENCIA CAPAS	-42,63	53,94	137.252	368.294
BUZAMIENTO CAPAS	45,40	-19,63	347.845	192.286
ANCH. PAQUETE	6,33	-6,33	254.373	224.104
PEND. TOPOGRAFICA	-0,94	0,83	236.979	241.217

ANCHAS

ANCHAS-3

TRECE-CATORCE-QUINCE

RATIO LIMITE.....25,21
 ALTURA EXPLOTACION.....25,5
 RATIO MEDIO.....11,90
 TONELADAS/ML.....72
 CORRIDA DE CAPAS.....1.500
 RESERVAS DE CARBON.....108.709
 ESTERIL A MOVER.....1.294.171

ANCHAS

ANCHAS-3

DIECISEIS

RATIO LIMITE.....25,21
 ALTURA EXPLOTACION.....8,3
 RATIO MEDIO.....9,74
 TONELADAS/ML.....8
 CORRIDA DE CAPAS.....1.500
 RESERVAS DE CARBON.....12.125
 ESTERIL A MOVER.....118.087

RESUMEN ZONA ANCHAS-3

COSTES PROPIEDAD.....211
 RESERVAS DE CARBON.....109.959
 ESTERIL A MOVER.....1.285.155
 RATIO MEDIO.....11,69
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD.....0.91

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-33,86	33,86	72.725	147.193
CUNT. CENIZAS	13,42	-13,42	124.720	95.199
COSTES MINEROS	37,08	-24,72	150.736	82.775
COSTES PROPIEDAD	1,31	-1,31	111.405	108.514
POTENCIA CAPAS	-43,23	54,84	62.426	170.264
BUZAMIENTO CAPAS	47,91	-18,84	162.637	89.246
ANCH. PAQUETE	7,21	-7,21	117.883	102.035
PEND. TOPOGRAFICA	-0,04	-0,66	109.912	109.238

ANCHAS

ANCHAS-4

MANUELA

RATIO LIMITE.....23,58
ALTURA EXPLOTACION.....6,7
RATIO MEDIO.....14,13
TONELADAS/ML.....7
CORRIDA DE CAPAS.....800
RESERVAS DE CARBON.....5.630
ESTERIL A MOVER.....79.577

ANCHAS

ANCHAS-4

ELENA-CARMEN-MARGARITA

RATIO LIMITE.....23,58
ALTURA EXPLOTACION.....10,4
RATIO MEDIO.....19,39
TONELADAS/ML.....38
CORRIDA DE CAPAS.....800
RESERVAS DE CARBON.....30.063
ESTERIL A MOVER.....583.031

ANCHAS

ANCHAS-4

ESPERANZA

RATIO LIMITE.....23,58
ALTURA EXPLOTACION.....8,1
RATIO MEDIO.....13,15
TONELADAS/ML.....10
CORRIDA DE CAPAS.....800
RESERVAS DE CARBON.....7.698
ESTERIL A MOVER.....101.220

RESUMEN ZONA ANCHAS-4

COSTES PROPIEDAD.....505
 RESERVAS DE CARBON.....43.390
 ESTERIL A MOVER.....763.828
 RATIO MEDIO.....17,60
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD.....1,00

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-39,59	39,59	26.213	60.567
CUNT. CENIZAS	15,69	-15,69	50.200	36.581
COSTES MINEROS	40,68	-27,12	61.043	31.622
COSTES PROPIEDAD	3,67	-3,67	44,983	41.797
POTENCIA CAPAS	-45,45	58,17	23.670	68.631
BUZAMIENTO CAPAS	19,86	-7,33	52.009	40.209
ANCH. PAGUETE	7,23	-7,23	46.527	40.254
PEND. TOPOGRAFICA	3,15	-3,23	44.756	41.989

ANCHAS

ANCHAS-5

MANUELA

RATIO LIMITE.....24,24
ALTURA EXPLOTACION.....8,0
RATIO MEDIO.....10,76
TONELADAS/ML.....3
CORRIDA DE CAPAS.....1.000
RESERVAS DE CARBON.....8.299
ESTERIL A MOVER.....89.262

ANCHAS

ANCHAS-5

ELENA-CARMEN-MARGARITA

RATIO LIMITE.....24,24
ALTURA EXPLOTACION.....14,1
RATIO MEDIO.....15,18
TONELADAS/ML.....36
CORRIDA DE CAPAS.....1.000
RESERVAS DE CARBON.....35.782
ESTERIL A MOVER.....543.203

ANCHAS

ANCHAS-5

ESPERANZA

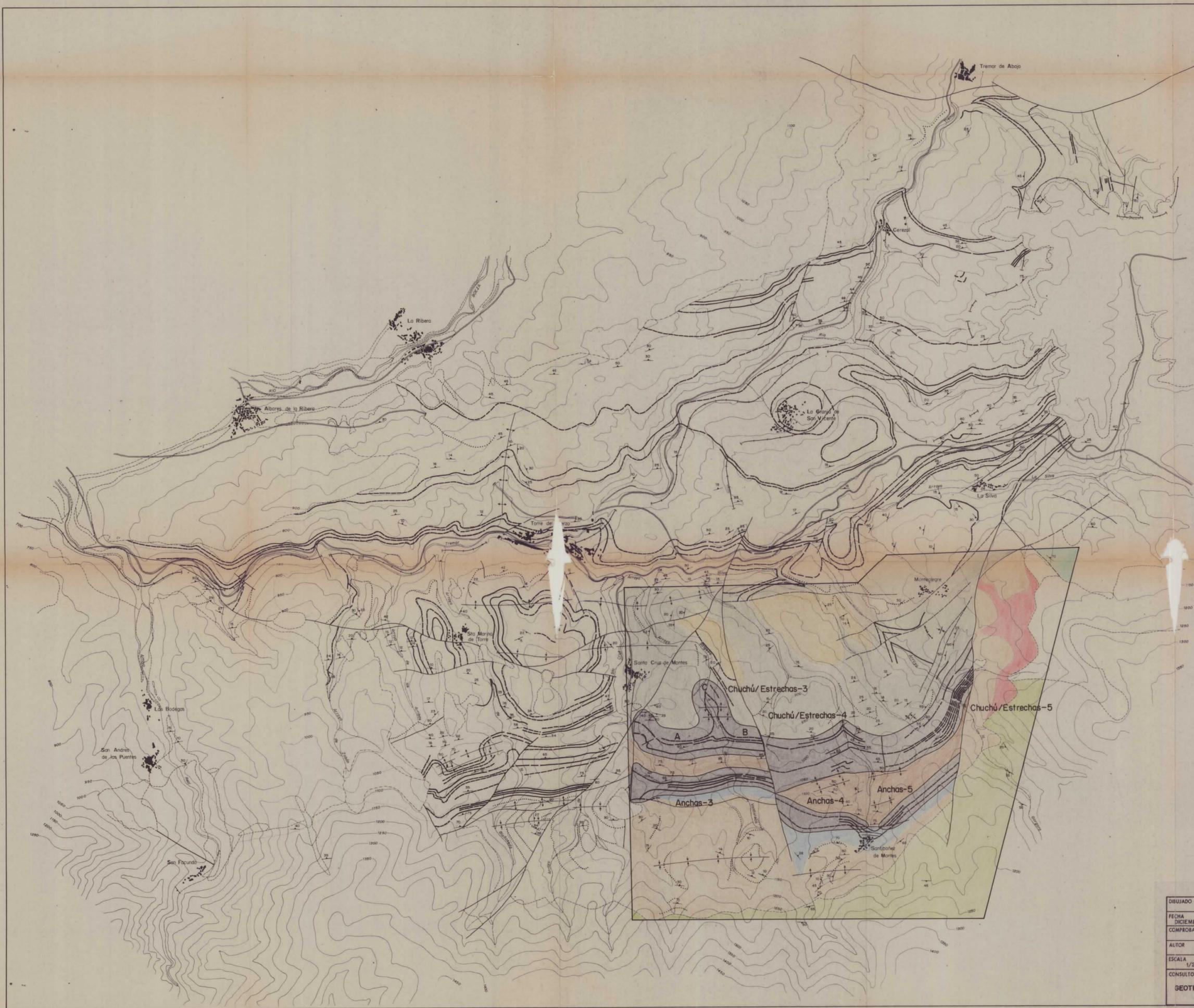
RATIO LIMITE.....24,24
ALTURA EXPLOTACION.....9,4
RATIO MEDIO.....10,32
TONELADAS/ML.....11
CORRIDA DE CAPAS.....1.000
RESERVAS DE CARBON.....11.212
ESTERIL A MOVER.....115.705

RESUMEN ZONA ANCHAS-5

COSTES PROPIEDAD.....386
 RESERVAS DE CARBON.....55,293
 ESTERIL A MOVER.....748,170
 RATIO MEDIO.....13,53
 COEFICIENTE DE EXPLOTABILIDAD,...1,00

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

	VARIACION PORCENTUAL		VARIACION ABSOLUTA	
	-20	+20	-20	+20
	*****	*****	*****	*****
PRECIO DE VENTA	-41,34	41,34	32,433	78,153
CONT. CENIZAS	16,39	-16,39	64,355	46,231
COSTES MINEROS	43,62	-29,08	79,410	39,215
COSTES PROPIEDAD	2,93	-2,93	56,914	53,672
POTENCIA CAPAS	-47,30	60,95	29,140	88,993
BUZAMIENTO CAPAS	41,51	-15,57	78,244	46,684
ANCH. PAQUETE	10,24	-10,24	60,954	49,632
PEND. TOPOGRAFICA	-0,53	0,50	55,002	55,568

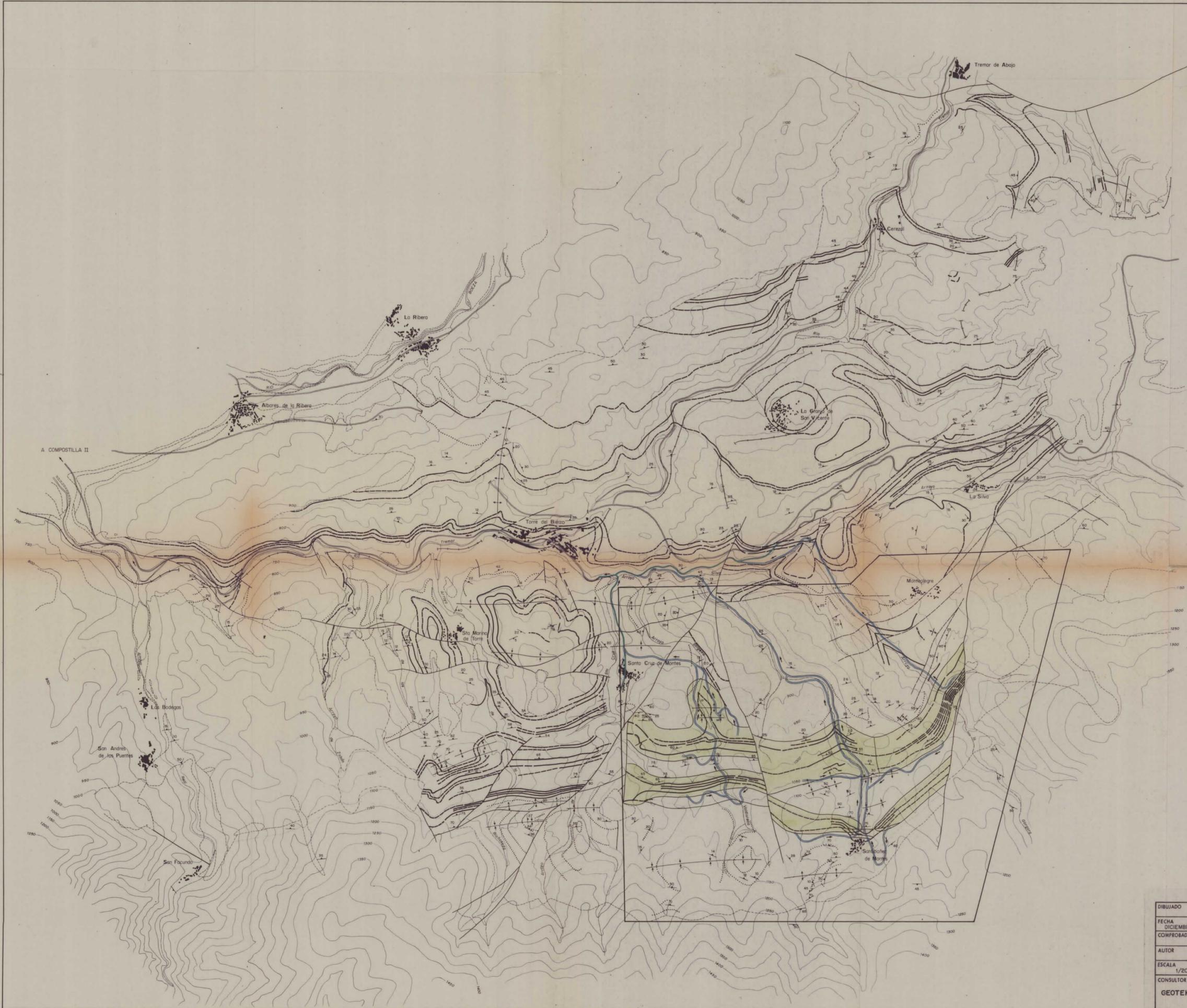


LEYENDA

CUATERNARIO	Aluvial		
	Coluvial		
	Terraza 58		
	" 48		
	" 38		
	" 28		
	" 18		
	Terciario		
	PALEOZOICO	Carbonífero indiferenciado (Área TORENO-VALDESAMARÍO)	
		Tramo Superior	
Constancia			
La Nueva			
Sorita			
Torre			
Chuchú-Navalea			
Estrechas			
Anchas			
Conglomerado Carbonífero			
SILURI	Brecha Carbonífera		
	Silúrico		
ORDOVICICO	Cuarzita de Vega		
	Formación Agüeira	a) Facies pizarrosa b) Facies cuarcítica	
	Basalto de Lugo		
	Serie de las Cabas		

- Contacto normal
- - - Contacto discordante
- - - Contacto discordante supuesto
- Paso de Capa
- - - Paso de Capa probable
- Falta
- - - Falta supuesto
- Eje anticlinal
- Eje sinclinal
- Dirección y buzamiento
- Línea estructural
- Área seleccionada

DIBUJADO	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	
FECHA DICIEMBRE 1980	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
COMPROBADO		
AUTOR	PROYECTO	CLAVÉ
ESCALA 1/20.000	POTENCIAL DE CARBON A CIELO	
CONSULTOR	ABIERTO AREA DE TORRE-BEMBIBRE	
GEOTEHC S.A.	SITUACION DE AREA	PLANO Nº
	SELECCIONADAS	1

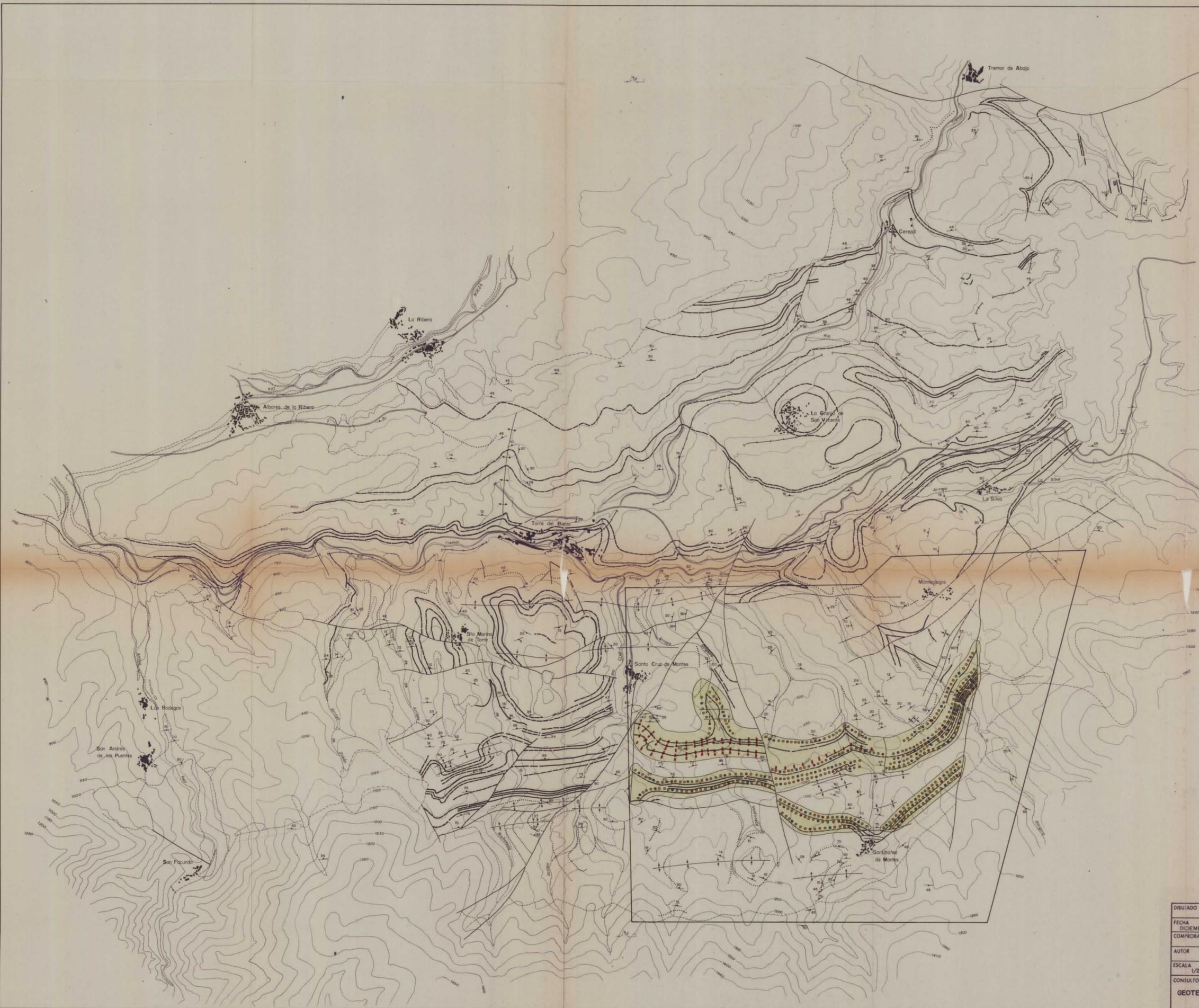


LEYENDA

CUATERNARIO	Aluvial
	Coluvial
	Terraza 5ª
	" 4ª
	" 3ª
	" 2ª
TERCIARIO	Terciario
	Carbonífero indiferenciado (Área TORENO-VALDESAMARIO)
PALEOZOICO	Tramo Superior
	" Constancia
	" La Nueva
	" Sorita
	" Torre
	" Chuchú-Navalea
	" Estrechos
	" Anchas
	Conglomerado Carbonífero
	Brecha Carbonífera
SILURI	Silúrico
	Cuarcita de Vega
ORDOVICICO	Formación Agüeira
	Pizarros de Luarca
	Serie de los Cobos

- Contacto normal
- Contacto discordante
- Contacto discordante supuesto
- Paso de Capa
- Paso de Capa probable
- Falla
- Falla supuesto
- ↑ ↑ Eje anticlinal
- ↓ ↓ Eje sincinal
- ↘ ↙ Dirección y buzamiento
- Línea estructural
- Área seleccionada
- == Via principal (Nacional VI)
- == Via secundaria (Carreteras asfaltadas existentes en el área)
- == Pistas de acceso a las áreas seleccionadas
- Dirección de movimiento del carbón

DIBUJADO	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	IGME
FECHA DICIEMBRE 1980	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
COMPROBADO		
AUTOR	PROYECTO	CLAVE
ESCALA 1/20.000	POTENCIAL DE CARBON A CIELO	
CONSULTOR	ABIERTO AREA DE TORRE-BEMBIBRE	PLANO Nº
GEOTEC S.A.	INFRAESTRUCTURA VIARIA	2



LEYENDA

CUATERNARIO	Aluvial	
	Coluvial	
	Terraza 5ª	
	" 4ª	
	" 3ª	
	" 2ª	
	" 1ª	
	Terciario	
	Carbonífero indiferenciado (Área TORENO-VALDESAMARDO)	
	Tramo Superior	
PALEOZOICO	Carbonífero (Esfelenses Superior)	
	" Constancia	
	" La Nueva	
	" Santa	
	" Torre	
	" Chuchú - Navaleo	
	" Estrechos	
	" Anchas	
	Conglomerado Carbonífero	
	Brecha Carbonífera	
SILURI	Silúrico	
	Cuarcito de Vega	
	a Formación Agüero	a Facies pizarrosa
	b Pizarras de Luzcar	b Facies cuarítica
ORDOVICICO	Pizarras de Luzcar	
	Serie de los Cabos	

- Contacto normal
- - - Contacto discordante
- - - Contacto discordante supuesto
- Paso de Capa
- - - Paso de Capa probable
- Falla
- - - Falla supuesto
- ↑ Eje anticlinal
- ↓ Eje sinclinal
- ↗ Dirección y buzamiento
- Línea estructural
- Área seleccionada
- Sondeo de exploración (Testigo continuo)
- Sondeo de exploración (Testificación completa)
- Sondeo de evaluación (Testificación-density)
- Calicata

DIBUJADO	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	
FECHA DICIEMBRE 1960	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
COMPROBADO	PROYECTO	CLAVE
AUTOR	POTENCIAL DE CARBON A CIELO	
ESCALA 1/20.000	ABIERTO AREA DE TORRE-BEMBIBRE	
CONSULTOR	INVESTIGACION DE DETALLE	PLANO Nº
GEOTEHC S.A.	PROPUESTA	3