

Estudio de la abrasividad de los materiales carbonatados carboníferos de la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica (zona de Pajares-Villamanín)

L. RODRÍGUEZ BOUZO (*)
M. TORRES ALONSO (*)

RESUMEN Sobre cuatro formaciones carbonatadas del carbonífero de la Cordillera Cantábrica se han realizado todos aquellos ensayos y análisis necesarios para el cálculo del coeficiente de abrasividad de Schimazek. El valor de este coeficiente aporta información acerca de la viabilidad del uso de la maquinaria de excavación y perforación.

ABRASIVITY STUDY OF THE CARBONATED CARBONIFEROUS MATERIALS OF THE CANTABRIAN MOUNTAINS (PAJARES-VILLAMANIN AREA)

ABSTRACT On four carbonated carboniferous formations of the Cantabrian Mountains have been realized the test and probes need to calculate the abrasivity coefficient of Schimazek. The value of this coefficient gives information about the viability of the use of the excavation and perforation machines.

Palabras clave: Rocas carbonatadas; Carbonífero; Mineralogía; Abrasividad Schimazek; Métodos de excavación.

INTRODUCCIÓN

Al realizar el estudio geotécnico de un macizo rocoso, además de estudiar aspectos tales como su resistencia, grado de fracturación, velocidades sísmicas, etc, también es importante obtener información acerca de otras características de las rocas, como puede ser la abrasividad. El interés de conocer el índice de abrasividad radica, sobre todo, en que condiciona el desgaste de los útiles de excavación o perforación, cuando se realizan trabajos de este tipo que afectan a un macizo. Esto lógicamente va a influir en el rendimiento de tales métodos de extracción y en el montante económico de la obra.

La abrasividad de una roca se define como la propiedad que presenta ésta de desgastar un material mediante su rozamiento con él. Va a depender de su contenido en minerales abrasivos, de modo que será tanto mayor cuanto más abundantes sean éstos, del tamaño medio de los granos o cristales y de las características del cemento que los une.

Para el cálculo de la abrasividad pueden emplearse varios métodos, uno mecánico basado en distintos ensayos de laboratorio, otro petrográfico y finalmente el consistente en el cálculo del coeficiente de Schimazek (Schimazek y Knatz,

1970). En este último se conjugan datos petrográficos y mineralógicos además del valor de la resistencia a la tracción y el tamaño de grano. Se considera que es el método de cálculo más exacto, siendo por ello el aplicado en este estudio.

MATERIALES ESTUDIADOS

Se ha procedido al estudio de las formaciones carbonatadas de edad carbonífera que se localizan en la zona comprendida entre las localidades de Pajares y Villamanín, situadas al sur de la Cordillera Cantábrica. Estos materiales son, concretamente: las fms. Alba (únicamente el miembro calcáreo), Barcaliente, Valdeteja y un nivel intercalado en la Fm. San Emiliano. Entre sus características más importantes destacan:

- **Fm. Alba.** Caliza griotte tabeada de colores rojizos, micrítica, con abundantes laminaciones, que en algunos tramos presenta un aspecto muy noduloso. Contiene abundantes restos fósiles.
- **Fm. Barcaliente.** Calizas y dolomías secundarias, tabeadas y de tonos grises a amarillentos. Las microfacies varían de micríticas a esparíticas. Presenta abundantes estilolitos y laminaciones.
- **Fm. Valdeteja.** Calizas y dolomías secundarias, de carácter masivo, con una cristalinidad variable de microespari-

(*) Departamento de Explotación y Prospección de Minas. Universidad de Oviedo.

tica a esparítica, predominando esta última. Suelen presentar colores amarillentos o grisáceos y un alto grado de recristalización. En algunos tramos se evidencia la existencia de planos de estratificación.

- **Fm. San Emiliano.** En esta formación, eminentemente lutítica, se encuentra intercalado un nivel de calizas y dolomías, que suele estar muy recristalizado, con predominancia de tamaños esparíticos, y coloraciones amarillentas y grisáceas. A pesar de que se presenta como predominantemente masivo, en algunos tramos es evidente la existencia de una marcada estratificación.

Las estaciones de las que proceden las muestras están incluidas en la Unidad de la Sobia-Bodón, y se sitúan en las proximidades de La Cantera de Carrozas (CC), el Balneario de Caldas de Villanueva (BC), Villanueva de la Tercia (VT), las proximidades de Millaró (M) y Viadagos de Arbas (VA).

Su localización exacta puede observarse en el esquema de la figura 1.

Además de las muestras extraídas de los afloramientos se estudiaron los testigos de cuatro sondeos de reconocimiento procedentes de una campaña de sondeos realizada por R.E.N.F.E., para el estudio de la variante de ferrocarril entre La Robla y Pola de Lena. Uno por cada una de las formaciones, el SD-15G (CC) en la Fm. Alba, SD-15CM (CC) en la Fm. Barcaliente, SD-14 (BC) en la Fm. Valdeteja y SD-13 (VT) en la Fm. San Emiliano; entre paréntesis figura la localidad donde fue realizado el sondeo.

Se han estudiado muestras representativas de los afloramientos y testigos de sondeos. En especial de todas aquellas áreas en las que, por cambios de color, textura, o cualquier otra característica de la roca, podrían predecirse cambios en su litología. Es importante tener en cuenta que, en toda esta zona, los materiales carbonatados están sometidos a una

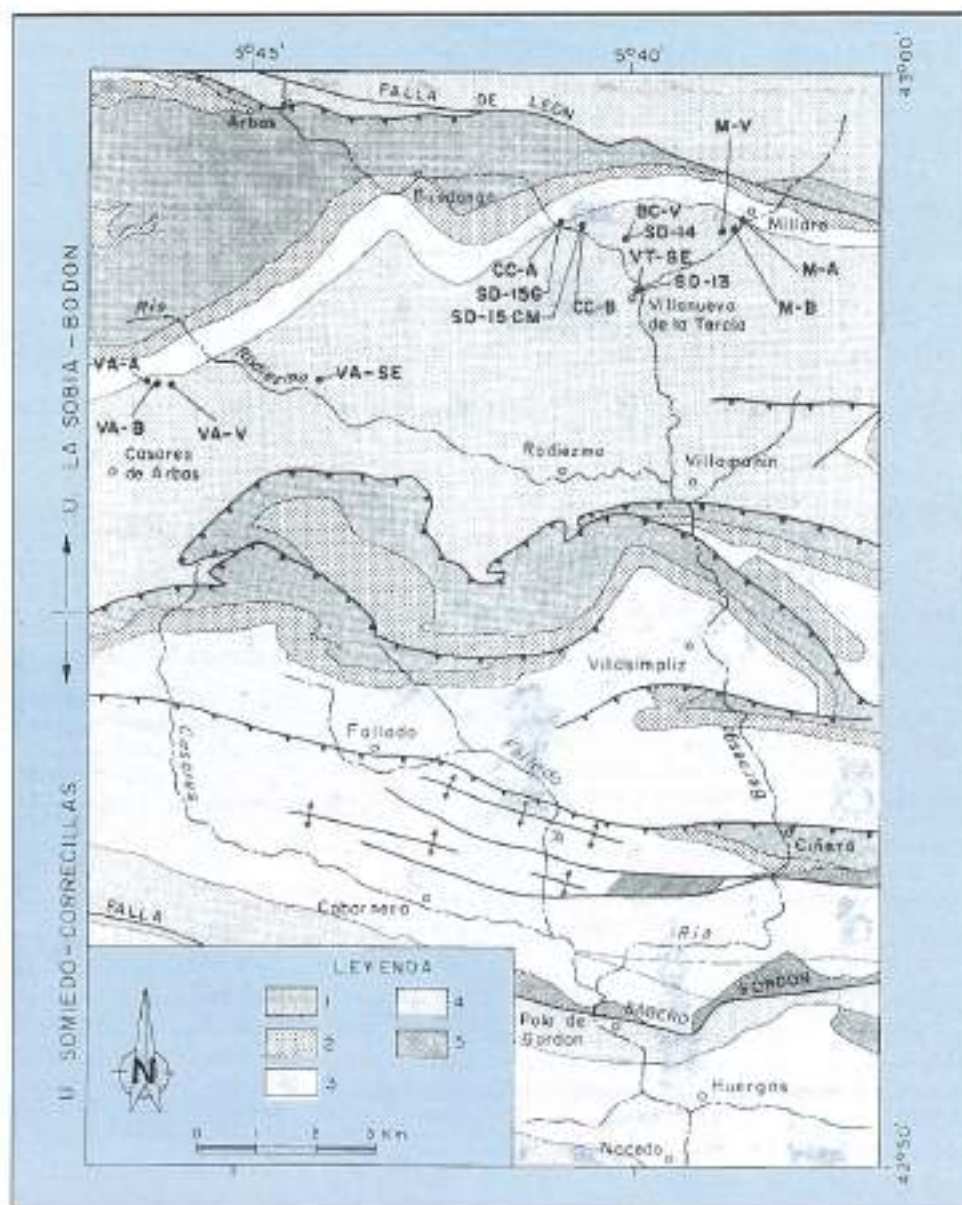


FIGURA 1. Esquema geológico del área de estudio en el que se muestra la localización de las estaciones.

FORMACIÓN	LOCALIZACIÓN	MINERALOGÍA		
		PRINCIPAL	SECUNDARIO	TRAZA
San Emiliano	Viadangos de Arbas (VA-SF)	Calcita	—	—
		Dolomita	—	Calciteo
	SD-13 (VTSE)	Dolomita	Calcita/Cuarzo	—
		Dolomita	Cuarzo	Calciteo
		Dolomita	Calcita	Cuarzo
		Dolomita	—	Calcita/Cuarzo
	Villanueva de la Tercia (VTSE)	Dolomita	—	—
		Dolomita	—	Calciteo
		Calcita	—	Dolomita/Cuarzo
Valdereja	Viadangos de Arbas (VA-V)	Dolomita	—	Calcita/Cuarzo
	Mollaró (M-V)	Dolomita	—	Calciteo
		Calcita	—	Cuarzo
	SD-14 (BC-V)	Dolomita	—	Calciteo
		Dolomita	Calcita	—
	Balneario de Caldos (BC-V)	Dolomita	—	—
		Calcita	Dolomita/Cuarzo	—
		Dolomita/Calcita	—	Cuarzo
		Dolomita	Calcita	Cuarzo
Barceliente	Viadangos de Arbas (VA-B)	Calcita	—	Cuarzo
	Mollaró (M-B)	Dolomita	—	Cuarzo/Calcita
		Dolomita	Cuarzo/Calcita	—
		Dolomita	Calcita	Cuarzo
		Dolomita	Cuarzo	—
	SD-15 CM (CC-B)	Dolomita	—	Cuarzo/Calcita
	Cantera de Cerrocal (CC-B)	Calcita	Cuarzo	Dolomita
		Dolomita	—	Calcita/Cuarzo
Alba	Viadangos de Arbas (VA-A)	Calcita	Cuarzo	—
	Mollaró (MA)	Calcita	—	Cuarzo/Dolomita
	SD-15G (CC-A)	Calcita	Cuarzo	Illita
	Cantera de Cerrocal (CC-A)	Calcita	Cuarzo	Dolomita

TABLA 1.

fuerte dolomitización secundaria de distribución muy irregular (Rodríguez Bouzo, 1993).

ESTUDIO MINERALÓGICO

Los estudios mineralógicos se verificaron mediante Difractometría de Rayos X. El número de análisis ha sido diferente para cada formación en función de la magnitud del afloramiento y de la variabilidad de sus características, oscilando entre 9 y 23 las muestras ensayadas para cada una de ellas, realizándose un número total de 69 análisis.

En la tabla 1 se muestra un resumen de los resultados obtenidos. En los casos en que para una misma formación

en la misma localidad se han detectado distintas mineralogías, se recogen todas ellas. Entre paréntesis figura la nomenclatura empleada en la figura 1, las primeras letras corresponden a las iniciales de la localidad, y las segundas a la inicial de la formación.

Los minerales identificados son fundamentalmente: calcita, dolomita y cuarzo, asociados de tal manera que abarcan una amplia gama de litologías, desde calizas hasta dolomías.

En dos de las muestras del sondeo SD-15G se ha hallado además illita, pero únicamente a nivel de traza; corresponden a los primeros metros del miembro calcáreo, los más próximos al nivel pizarroso.



FIGURA 2. Foto de una lámina delgada de la Fm. Alba procedente de Millaró con textura micrítica (x48).

ESTUDIOS PETROGRÁFICOS

El estudio petrográfico ha consistido en el estudio de láminas delgadas por transparencia. Las muestras estudiadas son las mismas sobre las que se han realizado los análisis mineralógicos. Sobre las láminas, y dado que se trabajaba únicamente con materiales carbonatados, se procedió previamente a aplicar la tinción según el método de Dickson (Alman y Lawrence, 1972).

Se prestó especial atención a la asignación de porcentajes de abundancia y a la medición del tamaño de los cristales para cada uno de los distintos minerales. Posterior-

mente se procedió a la clasificación de las láminas según los criterios de Folk (1959) y Dunham (1962) para rocas carbonatadas.

Como resumen, se deduce que —en cuanto a la composición— los minerales detectados en el examen microscópico coinciden con los encontrados en el análisis difractométrico; únicamente se ha observado alguna pequeña diferencia relacionada con la presencia de minerales traza.

El tamaño de los cristales varía en función del contenido mineralógico. Las muestras calcáreas presentan cristales de tamaño mucho menor que los de las muestras dolomíticas, predominando las texturas micríticas en las

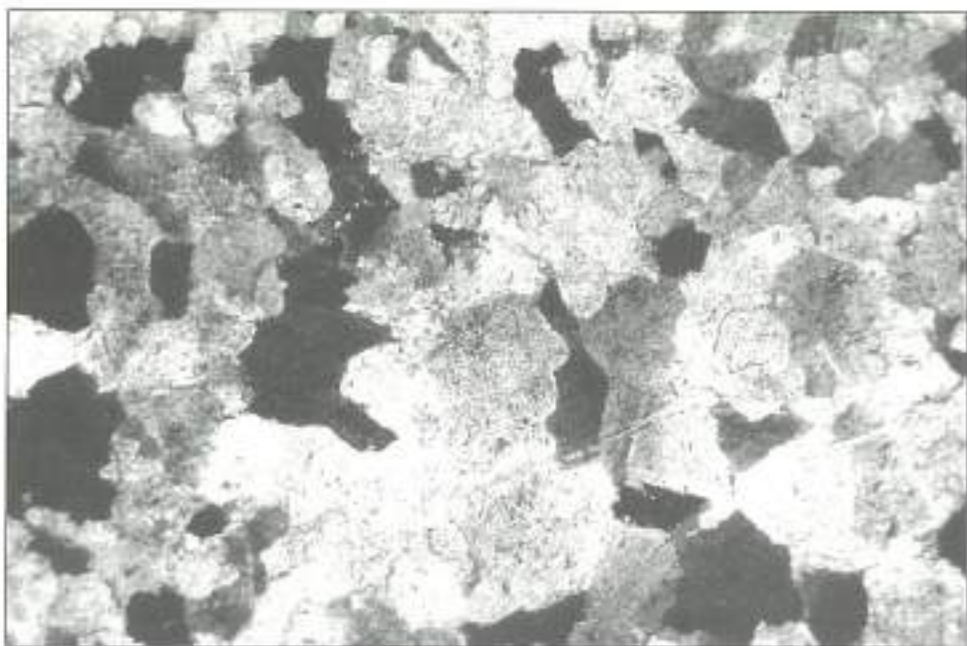


FIGURA 3. Foto de una lámina delgada de la Fm. San Emiliano procedente de Villanueva de la Tercia con textura esparítica (x48).

FORMACIÓN	LOCALIDAD	COMPOSICIÓN MINERALÓGICA									CLASIFICACIÓN	
		PRINCIPAL			SECUNDARIO			TRAZA				
		MINERAL	%	μ	MINERAL	%	μ	MINERAL	%	μ		
San Emiliano	Vadonga de Arbo	Caliza	98	2-3	—	—	—	Cuarzo	2	10-650	Micrita fosilífera	
		Dolomita	95-99	15-150	Caliza y C. ferrug.	2	—	Cuarzo Insolubles Caliza	1 ≤1	30-360 —	Doloesparita Co. Cr.	
	Villanova de la Tercia	Dolomita	95-100	30-3000	Caliza C. C. ferrug.	2-4 4	90-2500 90-1500	Cuarzo Insolubles	≤1-1 ≤1	30-1100 —	Doloesparita Co. Cr.	
		Caliza	95	3-8	Cuarzo	3	3-8	D. ferrug.	2	3-8	Micropar. con fósiles	
Vadoleja	Vadonga de Arbo	Dolomita	99	10-80	—	—	—	Cuarzo Caliza	2 —	30-80 —	Doloesparita Co. Cr.	
	Milián	Dolomita	99	40-360	—	—	—	Cuarzo Caliza	≤1 —	40-360 —	Doloesparita Co. Cr.	
		Caliza	97	7-30	—	—	—	Cuarzo C. ferrug.	2 ≤1	7-30 7-30	Microparita Co. Cr.	
	Baleiro de Caldas de Villanova	Dolomita	90-99	10-450 60-4000	Caliza C. ferrug.	4-9 5	40-1800 40-1000	Cuarzo	≤1-2	30-2450	Doloesparita Co. Cr. Doloesparita fosilífera Brecha dolomítica	
								Ox. Fe	≤1-1	30		
								C. y C. ferrug.	1-2	40		
							D. ferrug. Insolubles	≤1-1 ≤1-1	10-150 —			
	Vadonga de Arbo	Caliza	—	—	Dolomita Cuarzo	—	—	—	—	—	—	
Barceloneta	Vadonga de Arbo	Caliza	98	1-3	—	—	—	Cuarzo	2	5-150	Bioparrita	
	Milián	Dolomita	94-99	30-240	C. ferrug.	1-3	1500-3000	Cuarzo Ox. Fe	1 ≤1	30-150 —	Doloesparita Co. Cr.	
	La Cerna de Corral	Dolomita	91-94	40-50	Cuarzo Caliza	4 4	30-200 40	Caliza Ox. Fe, opa. M. arcillosas	1 ≤1 ≤1	40 40 —	Doloesparita Co. Cr.	
			95-98	30-300	—	—	—	Cuarzo Caliza	1-3 ≤1-3	30-150 40-150	Doloesparita Co. Cr.	
									Ox. Fe, opa. M. arcillosas	≤1 ≤1	25-270 —	
		Caliza	95	5	—	—	—	Cuarzo D. ferrug. Ox. Fe	2 2 1	5 10-30 —	Micrita con fósiles	
Alba	Vadonga de Arbo	Caliza	96	2	—	—	—	Cuarzo C. ferrug. Insolubles	2 2 ≤1	2 ≤100 —	Biomicrita bioclástica	
	Milián	Caliza	94-96	2-5	D. ferrug.	3	30-450	Cuarzo C. ferrug. M. arcillosas	2-3 1-2 1	2-10 60-1500 —	Micrita con fósiles Biomicrita bioclástica	
	La Cerna de Corral	Caliza	76-96	2-10	Cuarzo	3-19	3-70	Ilita Ox. Fe	≤1-4 ≤1-1	—	Micrita fosilífera	

Nota: C. - Caliza, D. - Dolomita, Co. Cr. - Carbonato Cristalino.

Nota: C. - Caliza; D. - Dolomita; Co. Cr. - Carbonato Cristalino.

TABLA 2.

primeras y las esparíticas (doloesparitas) muy recristalizadas, en las segundas. Un ejemplo de estas dos texturas se muestra en las figuras 2 y 3, en ellas se observa la gran diferencia existente entre ambas y el importante grado de recristalización que pueden alcanzar las muestras dolomíticas.

Las muestras que presentan un menor tamaño de cristales, así como una mayor abundancia de restos fósiles, son las correspondientes a la Formación Alba. La presencia de restos fósiles no se ha observado en las muestras dolomíticas, ya que la dolomitación, al tener un origen secundario, destruye los restos fósiles que pudieran presentar las calizas originarias.

Un resumen de las características petrográficas más relevantes observadas para cada formación se recoge en la tabla 2.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Para el cálculo de la resistencia a la tracción se ha empleado el ensayo Brasileño. Se han seguido las recomendaciones de la norma I.S.R.M. (1978) con la única excepción de la dimensión de las probetas, para las cuales se emplearon diámetros entre 43,0 mm y 53,6 mm, en función de la disponibilidad de muestra y de equipos de testificación.

El ensayo se realizó sobre discos sin perforar y, entre ellos y las placas de carga, se introdujo un cartón (de aproxi-

madamente 1 mm de espesor) que actuó como distribuidor de la misma.

La prensa utilizada fue una Versa-Tester 30.M, con aplicación automática de carga, aplicada de forma continua y a velocidad lenta. Se realizaron un total de 11 ensayos, para cada uno de los cuales se rompieron entre 10 y 14 probetas.

Los resultados obtenidos se recogen en la tabla 3, donde se muestran los valores máximos, mínimos, medios (expresados en MPa) y la desviación típica.

Atendiendo a la clasificación de Deere y Miller (1968), los materiales tienden a ser clasificados como de altas resistencias. Siguiendo la clasificación de Fourmaintraux (1976) las categorías resultantes no coinciden con las anteriores, ya que los valores límite o frontera entre las clases sucesivas son diferentes en ambas clasificaciones. De su aplicación resulta que los materiales tienden a presentar valores medios que se corresponden con resistencias a la tracción de tipo medio, ello a pesar de que existe una importante heterogeneidad que se hace muy evidente al comparar los valores máximos y mínimos. Esta heterogeneidad, debida principalmente a diferencias texturales y estructurales, es bastante habitual en este tipo de materiales.

ÍNDICE DE ABRASIVIDAD

Schimazek y Knatz (1970) definieron un coeficiente que llamaron coeficiente de desgaste (F), en kp/cm , también conocido como coeficiente Schimazek que se expresa mediante la ecuación:

$$F = \frac{Q \cdot \sigma_t \cdot d}{100}$$

donde:

Q = contenido en cuarzo y/o en minerales abrasivos en la roca (%).

σ_t = resistencia a la tracción (kp/cm^2).

d = diámetro medio de los granos de cuarzo (cm).

Para calcular el contenido en minerales abrasivos, se requiere un análisis cualitativo y cuantitativo de la roca. Una vez conocido el porcentaje de cada mineral, se aplica la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{\%A \cdot \text{Factor A} + \%B \cdot \text{Factor B} + \dots}{100}$$

donde:

A, B, ... son los distintos minerales que componen la roca.

Factor A, ... son valores de los factores relativos a cada

Factor B, ... mineral. Algunos de ellos, según la escala de Rosiwal, se recogen en la tabla 4.

Con los valores porcentuales calculados para cada mineral en los estudios petrográficos, se ha calculado para cada lámina Q , cuyos valores medios se recogen en la tabla 3. En la misma figura también el tamaño medio (en cm) de los granos de cuarzo (d), y el valor medio del coeficiente de Schimazek (F) correspondientes a cada estación.

Se observa de la tabla anterior, que todos los coeficientes son muy bajos. Destaca que la Fm. Alba, a pesar de poseer los mayores porcentajes de cuarzo, presenta los menores coeficientes de abrasión, esto se debe a dos causas:

- Los pequeños diámetros de los cristales, que son siempre de tipo micrítico.
- Se corresponden con los valores más bajos de la resistencia a la tracción.

Si se comparan los valores de F correspondientes a estos materiales con los baremos recogidos en la bibliografía (Ramírez Oyanguen et al., 1987; Cornejo Álvarez, 1988), que aconseja diferentes tipos de maquinaria en función de F , se encuentra que tan sólo en dos ocasiones supera el valor de $0,06 \text{ kp/cm}$ asignado a rocas que se cortan con desgastes ligeros. Manteniéndose muy por debajo de $0,42 \text{ kp/cm}$ que es el correspondiente a rocas que pueden rozarse satisfactoriamente, aunque con mayor costo. Es muy apropiado también el empleo de topes, para cuyo uso se requieren valores de $F \leq 2,7 \text{ kp/cm}$.

Puede decirse, por lo tanto, que estos materiales pueden cortarse con pequeños desgastes, con la excepción de la Fm. Valdeteja, en el Balneario de Caldas de Villanueva, y San Emiliano, en Viadangos de Arbas, donde los costes serán ligeramente superiores.

FORMACIÓN	SERIE	σ_t (MPa)				Q (%)	d (cm)	F (Kp/cm)
		Máximo	Mínimo	Medio	D. tp.			
San Emiliano	Viadangos de Arbas	15,6	2,8	8,8	3,74	4,77	0,0193	0,092
	Villanueva de la Tercia	10,5	6,5	8,5	1,34	3,94	0,0098	0,037
Valdeteja	Viadangos de Arbas	14,2	4,6	9,0	2,91	5,91	0,0053	0,030
	Millaró	16,6	5,6	9,5	2,97	5,62	0,0096	0,040
	Balneario de Caldas	13,9	2,4	6,0	3,81	4,33	0,0204	0,103
Barcoliente	Viadangos de Arbas	12,8	3,9	7,9	2,51	6,80	0,0020	0,011
	Millaró	12,7	9,4	11,3	1,16	4,70	0,0080	0,044
	Corteira de Carrozal	16,6	1,7	6,9	3,97	5,65	0,0064	0,026
Alba	Viadangos de Arbas	10,5	4,8	7,1	1,48	7,03	0,0002	0,001
	Millaró	11,8	5,8	8,5	1,71	7,41	0,0005	0,003
	Corteira de Carrozal	9,7	2,6	5,8	2,16	15,08	0,0023	0,025

TABLA 3.

MINERAL	FACTOR
Corindón	770
Granate	186
Topacio	134
Cuarzo	100
Pirroxenos	56
Pirita	50
Feldespatos	35
Ortoclase	33
Avogonito	6,3
Calcio	4,9
Filossilicatos	4
Carbonatos	3

TABLA 4.

CONCLUSIONES

- La composición mineralógica de los materiales estudiados está constituida fundamentalmente por calcita, dolomita y, en menor medida, cuarzo. La proporción de los minerales principales difiere en función de la presencia de los núcleos dolomitizados, excepto para la Fm Alba, en la que el mineral fundamental es siempre calcita, variando sólo el contenido en cuarzo.
- Las texturas petrográficas varían de micríticas a esparíticas. Las primeras aparecen asociadas a los niveles calcáreos, y las segundas a los dolomíticos, que además presentan un alto grado de recristalización.
- Según la resistencia a la tracción y el tipo de clasificación empleada, estos materiales podrían incluirse en las clases de resistencias media y alta.
- Según el coeficiente de Schimazek estas formaciones presentan un bajo grado de abrasividad, por ello los desgastes de los útiles de perforación y excavación serán muy reducidos.

tes de los útiles de perforación y excavación serán muy reducidos.

- Para su excavación subterránea, y en función de su abrasividad, podrían emplearse topes y rozadoras sin que se originasen grandes costos.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMAN; LAWRENCE (1972): "Geological laboratory techniques". Ed. Rueda, Madrid, 319 pp.
- CORNEJO ÁLVAREZ, L. (1988): "Excavación mecánica de túneles". Ed. Rueda, Madrid, 319 pp.
- DEERE, D. U.; MILLER, R. P. (1968): "Engineering properties of rock". Cap. I de "Rock Mech. in Eng. Practice", Ed. Stagg Zienkiewicz. John Wiley & Sons Inc. Nueva York.
- DUNHAM, R. J. (1962): "Classification of carbonate rocks according to depositional texture". In: HAM (editor) Classification of carbonate rocks. Am. Ass. Petr. Mem. 1 pp. 108-121.
- FOLK, R. L. (1959): "Practical petrographic classification of limestones". Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., V. 43, nº 1, 1-38.
- FOURMAINTRAUX, D. (1976): "Caractérisation des roches: essais de laboratoires". Cap. II de "Cours pratique de Mécanique des Roches". Association des anciennes élèves de l'école de Ponts et Chaussées.
- I.S.R.M. (1978): "Suggested methods for determining tensile strength of rock materials". Int. J. Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr. Vol. 15, pp. 99-103. Pergamon Press Ltd. Great Britain.
- RAMÍREZ OYANGUREN, P.; CUADRA IRÍZAR, L.; LAIN HUERTA, R.; ROMANA RUIZ, M.; OJEDA RUIZ, J. A. (1987): "Geotecnología del avance mecanizado de galerías, túneles y pozos". I.G.M.E. Serie Geotecnia, Madrid, 302 pp.
- RODRÍGUEZ BOUZO, L. F. (1993): "Caracterización geomecánica de materiales carbonatados del carbonífero en la zona de Pajares-Villamanín". Tesis doctoral, Universidad de Oviedo, 1993. (Inédita).
- SCHIMAZEK, J.; KNATZ, H. (1970): "Der Einfluß des Gesteinsaufbaus die Schnittgeschwindigkeit und den Meißelverschleiß von Streckenvortriebsmaschinen". Glückauf. Marzo Kr. 6.



Dramix®

FIBRAS DE ACERO PARA HORMIGÓN

LA SIMPLICIDAD DE UNA GRAN FIBRA

Fibra de acero trefilado para aportar **ductilidad** al hormigón. Producidas en todo el mundo por **Bekaert**, garantía de calidad y servicio. **Dramix** sustituye al mallazo y ofrece la posibilidad de reducir el espesor de la solera de hormigón. Debido a su encolado se mezcla fácil y homogéneamente.



Puerto de Algeciras

Control de fisuración, resistencia a flexotracción, al impacto, fatiga, abrasión..., todo ello lo tendrá con **Dramix**. Esta microarmadura multidireccional tiene una excelente adherencia en el hormigón debido al buen anclaje que proporcionan sus extremos conformados. Tenemos referencias en todo el mundo. **Dramix es La Fibra.** Somos especialistas.

Si,

☐ deseo que me remitan gratuitamente información del Dramix®

Nombre

Apellido

Empresa

Tel.

Dirección

@ BEKAERT

BEKAERT IBERICA S.A.
Travesera de Gracia 30
08021 BARCELONA
Tel. (93) 414 08 52
Telefax (93) 201 78 78

Dramix® es una marca registrada de N.V. Bekaert S.A., Zaventem, Bélgica.



SMOPYC'96

**UNA CITA CON LA
ULTIMA TECNOLOGIA
INTERNACIONAL PARA
GRANDES OBRAS**

**SALON INTERNACIONAL DE
MAQUINARIA PARA OBRAS
PUBLICAS, CONSTRUCCION
Y MINERIA
ZARAGOZA. 16.2-20.2**

*El único Salón Internacional en
España para la Maquinaria de
Obras Públicas, Construcción y
Minería.*

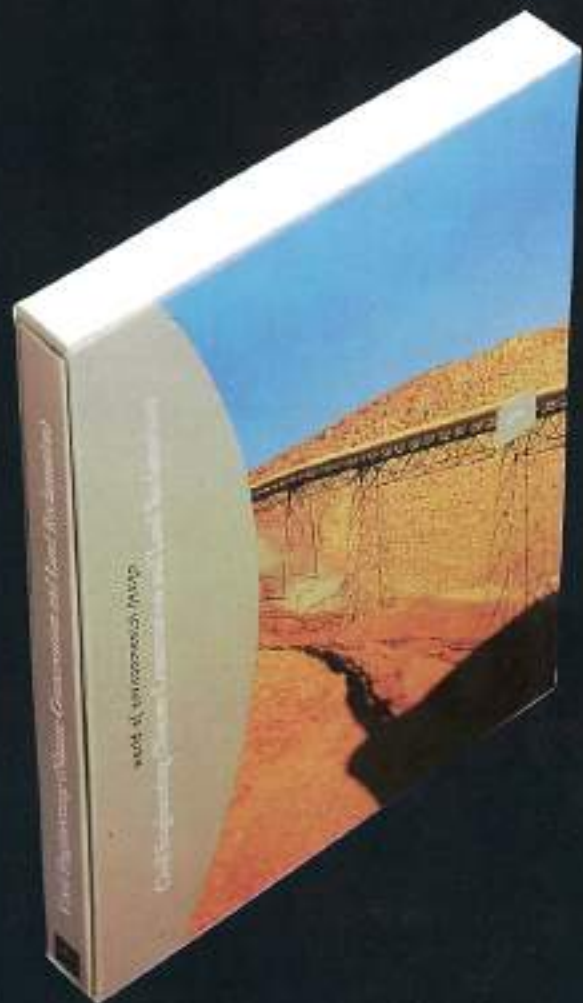
*Donde verá y conocerá lo último
en equipos, técnicas y sistemas.
Donde descubrirá las tendencias
de los mercados internacionales
que van a tener un impacto
profundo en la economía
empresarial de la próxima década.*

*Venga a Zaragoza, venga a
SMOPYC'96*



WORLD OF ENVIRONMENTAL DESIGN

“La obra más importante sobre el paisajismo mundial”



LA ESTRELLA DE LA COLECCION

CIVIL ENGINEERING

Las obras de Ingeniería Civil son elementos de alto impacto en el paisaje.

El paisajista debe tener esto en cuenta para que la intervención sea lo más armónica con el entorno.

El tratamiento técnico de CIVIL ENGINEERING, ha sido realizado por un equipo altamente especializado en la materia, con el apoyo de Arquitectos Urbanistas, Ingenieros Civiles y paisajistas de todo el mundo.

Fotografías a todo color, junto con planos de realización completa y parcial conforman esta obra bilingüe Español/Inglés.

Llame y pida información al telf. **93 / 490 74 29** extensión 050, le atenderá su asesora editorial.



archi
marketing editorial

archi, su punto de mira editorial

c/ Masferrer, 9, Entlo. 1ª
08028 Barcelona
Telf.: (93) 490 74 83
Fax: (93) 490 74 29