

Noviembre 2005

TÍTULO

Investigación y ensayos geotécnicos

Identificación y clasificación de rocas

Parte 1: Identificación y descripción

(ISO 14689-1:2003)

Geotechnical investigation and testing. Identification and classification of rock. Part 1: Identification and description. (ISO 14689-1:2003).

Recherches et essais géotechniques. Dénomination et classification des roches. Partie 1: Dénomination et description. (ISO 14689-1:2003).

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 14689-1 de diciembre de 2003, que a su vez adopta íntegramente la Norma Internacional ISO 14689-1:2003.

OBSERVACIONES

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 103 *Geotecnia* cuya Secretaría desempeña AENOR.

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 46141:2005

© AENOR 2005
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR

C Génova, 6
28004 MADRID-España

Asociación Española de
Normalización y Certificación

Teléfono 91 432 60 00
Fax 91 310 40 32

25 Páginas

Grupo 17

ICS 93.020

Versión en español

**Investigación y ensayos geotécnicos
Identificación y clasificación de rocas
Parte 1: Identificación y descripción
(ISO 14689-1:2003)**

**Geotechnical investigation and testing.
Identification and classification of rock.
Part 1: Identification and description.
(ISO 14689-1:2003).**

**Recherches et essais géotechniques.
Dénomination et classification des roches.
Partie 1: Dénomination et description.
(ISO 14689-1:2003).**

**Geotechnische Erkundung und
Untersuchung. Benennung, Beschreibung
und Klassifizierung von Fels. Teil 1:
Benennung und Beschreibung.
(ISO 14689-1:2003).**

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2003-11-28. Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Eslovaquia, España, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

CEN
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
CENTRO DE GESTIÓN: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

© 2003 Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CEN.

PRÓLOGO

El texto de la Norma EN ISO 14689-1:2003 ha sido elaborado por el Comité Técnico ISO/TC 182 *Geotecnia* en colaboración con el Comité Técnico CEN/TC 341 *Investigación y ensayo geotécnico*, cuya Secretaría está desempeñada por DIN.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a la misma o mediante ratificación antes de finales de junio de 2004, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de junio de 2004.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Eslovaquia, España, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional ISO 14689-1:2003 ha sido aprobado por CEN como Norma Europea EN ISO 14689-1:2003 sin ninguna modificación.

ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO	6
INTRODUCCIÓN	7
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	7
2 NORMAS PARA CONSULTA.....	7
3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....	8
4 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ROCAS.....	8
4.1 Identificación de las rocas	8
4.2 Descripción de las rocas.....	10
4.2.1 Color.....	10
4.2.2 Tamaño de grano	10
4.2.3 Matriz.....	10
4.2.4 Efectos de meteorizaciones y alteraciones.....	10
4.2.5 Contenido en carbonatos	11
4.2.6 Estabilidad de la roca.....	11
4.2.7 Resistencia a la compresión simple.....	12
4.3 Macizo rocoso	12
4.3.1 Generalidades	12
4.3.2 Estructura	13
4.3.3 Discontinuidades	13
4.3.4 Meteorización del macizo rocoso	18
4.3.5 Permeabilidad del macizo rocoso.....	19
5 INFORME	19
ANEXO A (Informativo) AYUDA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE ROCAS BASÁNDOSE EN CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS CON FINES GEOTÉCNICOS	21
BIBLIOGRAFÍA.....	23

PRÓLOGO

ISO (la Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todas las materias de normalización electrotécnica.

Las normas internacionales se redactan de acuerdo con las reglas establecidas en la Parte 2 de las Directivas ISO/IEC.

La tarea principal de los comités técnicos es preparar normas internacionales. Los proyectos de normas internacionales adoptados por los comités técnicos se envían a los organismos miembros para su votación. La publicación como norma internacional requiere la aprobación por al menos el 75% de los organismos miembros con derecho a voto.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de esta norma internacional puedan estar sujetos a derechos de patente. ISO no asume la responsabilidad por la identificación de cualquiera o todos los derechos de patente.

La Norma Internacional ISO 14689-1 fue preparada por el Comité Técnico ISO/TC 182 *Geotecnia*, Subcomité SC 1 *Investigaciones y ensayos geotécnicos*.

La Norma Internacional ISO 14689 consta de las siguientes partes, bajo el título general *Investigación y ensayos geotécnicos. Identificación y clasificación de rocas*:

- *Parte 1: Identificación y descripción.*
- *Parte 2: Intercambio electrónico de datos sobre identificación y descripción de rocas.*

INTRODUCCIÓN

Esta parte de la Norma Internacional ISO 14689 abarca áreas del campo internacional que nunca habían sido normalizadas con anterioridad. Se pretende que esta norma refleje la buena práctica extendida mundialmente, y no se prevén diferencias significativas con documentos nacionales. Es posible que sea precisa una descripción más detallada de la roca en función del contexto local y del proyecto en que se encuentre.

Este documento está basado en la práctica internacional (véase la bibliografía).

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la Norma Internacional ISO 14689 se refiere a la identificación y descripción de la roca y del macizo rocoso basándose en la composición mineralógica, aspectos genéticos, estructura, tamaño de grano, discontinuidades y otros parámetros. También establece reglas para la descripción de otras características, así como para su designación.

Esta parte de la Norma Internacional ISO 14689 se aplica a la descripción de las rocas para la geotecnia e ingeniería geológica en ingeniería civil. La descripción se realiza sobre testigos y otras muestras de roca natural y en macizos rocosos.

Esta parte de la Norma Internacional ISO 14689 no incluye los sistemas de clasificación de los macizos rocosos que emplean uno o más parámetros descriptivos para determinar un posible comportamiento geotécnico del macizo rocoso (véase la bibliografía).

La identificación y clasificación de los suelos para aplicaciones en construcción están incluidos en la Normas Internacionales ISO 14688-1 e ISO 14688-2.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

ISO 710-1 – *Símbolos gráficos para uso en mapas detallados, planos y columnas geológicas. Parte 1: Reglas generales de representación.*

ISO 710-2 – *Símbolos gráficos para uso en mapas detallados, planos y columnas geológicas. Parte 2: Representación de rocas sedimentarias.*

ISO 710-3 – *Símbolos gráficos para uso en mapas detallados, planos y columnas geológicas. Parte 3: Representación de rocas magmáticas.*

ISO 710-4 – *Símbolos gráficos para uso en mapas detallados, planos y columnas geológicas. Parte 4: Representación de rocas metamórficas.*

ISO 710-5 – *Símbolos gráficos para uso en mapas detallados, planos y columnas geológicas. Parte 5: Representación de minerales.*

ISO 710-6 – *Símbolos gráficos para uso en mapas detallados, planos y columnas geológicas. Parte 6: Representación de contactos de rocas con rocas que han sufrido una transformación metasomática, pneumatolítica, o hidrotermal o una transformación por meteorización.*

ISO 710-7 – *Símbolos gráficos para uso en mapas detallados, planos y columnas geológicas. Parte 7: Símbolos tectónicos.*

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

En el contexto de esta norma son de aplicación los siguiente términos y definiciones.

NOTA — En la Norma Europea EN 12670 se incluyen otros términos y definiciones adicionales.

3.1 roca: Asociación de minerales que se presenta de forma natural, consolidada, cementada o trabada de cualquier otra forma dando lugar a un material que generalmente tiene más resistencia y rigidez que el suelo.

3.2 macizo rocoso: Roca con sus discontinuidades y perfil de meteorización.

3.3 material rocoso: Roca que incluye la estructura de las discontinuidades.

3.4 roca tipo: Nombre relativo a una composición petrológica definida, en función de su tamaño de grano y su origen genético, incluyendo su estructura y su textura determinadas.

NOTA — En la tabla A.1 se incluyen algunos ejemplos habituales.

3.5 matriz: Pasta de grano fino, cristalina o amorfa de una roca que contiene granos más grandes de mineral o fragmentos de rocas.

3.6 textura: Tamaño, forma y disposición de los granos de las rocas sedimentarias y de los cristales de las rocas ígneas y metamórficas.

3.7 fábrica: Disposición espacial de los componentes (granos) en la roca.

NOTA — En las rocas sedimentarias, la fábrica es la orientación espacial (o la falta de ella) de los elementos (partículas aisladas, cristales, cemento) que constituyen la roca. En las rocas ígneas y otras rocas cristalinas este término se utiliza para las configuraciones producidas por una disposición no uniforme de granos, cristales y matriz.

3.8 foliación: Disposición plana de los componentes como los minerales, en cualquier tipo de roca, especialmente la estructura planar que resulta del aplanamiento, segregación y otros procesos experimentados por los granos en la rocas metamórficas.

3.9 discontinuidad: Superficie que rompe la continuidad del material de la roca en el macizo rocoso y que está abierta o puede llegar a abrirse cuando se aplica un esfuerzo durante los trabajos de ingeniería.

EJEMPLOS Planos de estratificación, diaclasas, fisuras, foliaciones y fallas en el macizo rocoso.

3.10 estructura: Modelo de discontinuidades en el macizo rocoso, que permite dividir al macizo en bloques rocosos individuales.

4 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ROCAS

4.1 Identificación de las rocas

La identificación de las rocas se basa en la determinación de las siguientes características:

a) grupo genético:

— sedimentarias: clásticas, químicas, orgánicas;

- metamórficas;
- ígneas: plutónicas, volcánicas;

b) estructura:

- estratificadas, foliadas o masivas (sin discontinuidades genéticas netas);

c) tamaño de grano:

- en la tabla A.1 se indican los términos descriptivos (según su tamaño) relacionados con los tipos de rocas;

d) composición mineralógica:

- cuarzo, feldespatos y silicatos afines (minerales leucocráticos);
- minerales melanocráticos (oscuros) (por ejemplo, biotita, anfíbol y piroxeno);
- minerales arcillosos;
- minerales carbonatados (por ejemplo, calcita y dolomita);
- material silíceo amorfo (por ejemplo, vidrio);
- material carbonoso (por ejemplo, carbón y grafito);
- sales (por ejemplo, halita [rocas salinas] y yeso);
- minerales expansivos (por ejemplo, anhidrita y minerales arcillosos);
- minerales sulfurados (por ejemplo, pirita);

e) rocas con oquedades:

- oquedades primarias (por ejemplo, burbujas en las rocas volcánicas);
- oquedades secundarias (por ejemplo, producidas por disolución).

NOTA – La identificación litológica de la roca es necesaria para hacerse una idea de la geología de un área, para establecer una correlación con los perfiles geológicos deducidos de los sondeos o para distinguir los bloques masivos o capas estratificadas. También es importante en aquellos casos en los que la roca se utiliza para construcción. Las propiedades mecánicas sólo pueden deducirse parcialmente de la identificación de la roca tipo.

Como instrumento de ayuda para la identificación de las rocas de aplicación en la construcción, se recogen en la tabla A.1 los nombres más comunes de las rocas tipo.

En esta tabla, los nombres de las rocas están asociados a combinaciones particulares de características y su denominación correcta requiere el reconocimiento de los atributos recogidos en dicha lista. La roca debe identificarse correctamente según los principios de la geología.

Se deben usar los mapas geológicos de las zonas relacionadas con el proyecto para la designación de las rocas.

4.2 Descripción de las rocas

4.2.1 Color. El color de la roca puede describirse utilizando la Carta de Colores de un tipo aprobado. Como alternativa, para limitar la subjetividad de la estimación, debería utilizarse el siguiente sistema simplificado. Se selecciona un color de cada una de las columnas de la tabla 1 y se combinan para definir una estimación del color.

Por ejemplo: amarillo, marrón ligeramente amarillento, marrón rojizo oscuro, marrón oscuro, etc. Si fuera necesario, se pueden diferenciar matices de color mediante el uso de términos tales como, manchado, moteado, jaspeado, rayado; por ejemplo marrón ligeramente amarillento con manchas marrón oscuro.

Una carta de colores proporciona una ayuda útil, en particular mejora la coherencia entre descripciones realizadas por diferentes personas.

Tabla 1
Términos de intensidad, nivel de color y tonalidad que pueden combinarse para describir un color (ejemplos)

Tonalidad Descriptor primario	Nivel de color Descriptor secundario	Intensidad Descriptor terciario
Rosa	Rosado	Claro Oscuro
Rojo	Rojizo	
Amarillo	Amarillento	
Marrón	Parduzco	
Verde	Verdoso	
Azul	Azulado	
Blanco		
Gris		
Negro	Grisáceo	

4.2.2 Tamaño de grano. En la tabla A.1 se incluye un esquema descriptivo. El tamaño de grano se refiere a la dimensión media de los fragmentos de roca o de los minerales predominantes embebidos en el material rocoso. Normalmente, es suficiente estimar el tamaño de forma visual, para lo cual puede ser de ayuda una lupa de mano en la evaluación de rocas de grano fino o amorfas, pero puede ser adecuada la descripción independiente de los granos y de la matriz.

4.2.3 Matriz. Se debe determinar el tamaño de las partículas y la composición mineralógica de la matriz. La composición mineralógica debe describirse empleando los términos que se indican en la tabla A.1 (silíceas, calcáreas, carbonosas, etc.), pero puede ampliarse con términos geológicos estándar, cuando proceda, tales como ferruginosos, arcilloso (que contiene minerales arcillosos), cuarcítico y otros.

4.2.4 Efectos de meteorizaciones y alteraciones. En la tabla 2 se indican las consecuencias de la meteorización/alteración de la roca. Para describir la meteorización/alteración, pueden utilizarse algunos o todos los términos descriptivos posibles.

Tabla 2
Términos para describir la meteorización/alteración del macizo rocoso

Término	Descripción
Sana	No se aprecian signos de meteorización/alteración de la roca.
Decolorada	El color de la roca sana original ha cambiado, lo que pone de manifiesto la meteorización/alteración. Debería indicarse el grado de cambio respecto al original. También debería mencionarse si el cambio de color se limita a un mineral constituyente particular.
Desintegrada	La roca está disgregada por la meteorización física, de forma que se ha perdido la cohesión entre los granos y la roca está meteorizada/alterada hacia la condición de un suelo en el que la fábrica del material original está aún intacta. La roca es friable pero los granos de mineral no están descompuestos.
Descompuesta	La roca está meteorizada por alteración química de los granos minerales, hacia la condición de un suelo en el que la fábrica del material original está aún intacta; alguno o todos los granos minerales están descompuestos.

Los términos relativos a la meteorización que se recogen en la tabla 2, pueden subdividirse añadiendo calificativos, por ejemplo, “parcialmente decolorado”, “completamente decolorado” y “ligeramente decolorado”, lo que puede ayudar a la descripción del material que está siendo examinado. Los últimos tres términos pueden usarse combinados, por ejemplo, “totalmente decolorado y ligeramente descompuesto.”

4.2.5 Contenido en carbonatos. El contenido en carbonatos se determina añadiendo gotas de ácido clorhídrico diluido (HCl) (3:1 ó 10%). Se pueden distinguir las siguientes características:

- a) libre de carbonato (O)** si la adición de HCl no produce ninguna efervescencia;
- b) calcárea (+)** si la adición de HCl produce una clara efervescencia, pero no se mantiene;
- c) altamente calcárea (++)**, si la adición de HCl produce una fuerte y continua efervescencia.

Debería advertirse que, en rocas mojadas o húmedas, la efervescencia se produce normalmente con retraso.

4.2.6 Estabilidad de la roca. Debería evaluarse la degradación de la roca cuando se exponga a nuevas aguas o a un nuevo ambiente atmosférico; para ello, se han de determinar las condiciones pertinentes (véase la tabla 3).

Tabla 3
Estabilidad de la roca

Término	Descripción
Estable	No se produce ningún cambio
Débilmente estable	La superficie de las muestras se desmenuza y desmorona
Inestable	Las muestras se desintegran

Su comportamiento cuando está expuesta al agua debería describirse utilizando los términos de la tabla 4, junto con una descripción del ensayo realizado. Algunas rocas poco compactas no dan muestras directas de desintegración en agua, pero sí en el proceso posterior de secado.

Tabla 4
Estabilidad de la roca en agua

Término	Descripción (después de 24 h en agua)	Grado
Estable	No se aprecian cambios	1
Débilmente estable	Se forman algunas fisuras, o la superficie de la muestra se desmenuza ligeramente	2
	Se forman muchas fisuras y se rompen en pequeños trozos, o la superficie de la muestra es altamente demenuzable	3
Inestable	La muestra se desintegra, o prácticamente la totalidad de la superficie de la muestra se desmenuza	4
	La totalidad de la muestra se convierte en barro o se desintegra en arena	5

4.2.7 Resistencia a compresión simple. La resistencia a compresión simple de la roca puede estimarse de acuerdo con lo indicado en la tabla 5.

Tabla 5
Identificación de campo de la resistencia a compresión simple

Término	Identificación de campo	Resistencia a compresión simple MPa
Extremadamente blanda ^{a)}	Se raya con la uña del dedo	Menor que 1
Muy blanda	Se desmenuza con un golpe seco con el pico de un martillo de geólogo; se puede descascarillar con una navaja	1 a 5
Blanda	Se puede descascarillar con cierta dificultad con una navaja; se pueden hacer rayas poco profundas con el pico del martillo de geólogo	5 a 25
De resistencia media	No se puede raspar o descascarillar con una navaja; la muestra se puede fracturar con un fuerte golpe con el martillo de geólogo	25 a 50
Resistente	La muestra precisa más de un golpe de martillo de geólogo para fracturarse	50 a 100
Muy resistente	La muestra precisa de muchos golpes de martillo de geólogo para fracturarse	100 a 250
Extremadamente resistente	Con el martillo de geólogo sólo se pueden producir algunas esquirlas	Mayor que 250
^a Algunas rocas extremadamente débiles podrían comportarse como suelos, y deberían describirse como suelos de acuerdo con los criterios de la Norma Internacional ISO 14688-1.		

NOTA – La resistencia a compresión simple no siempre puede definirse en el campo, por lo que con frecuencia se utiliza el ensayo de carga puntual como índice de la resistencia de la roca.

Cualquier informe que describa ensayos sobre resistencia a compresión debe mencionar el tamaño de la muestra, el procedimiento de ensayo, la anisotropía de la muestra y su contenido de agua.

4.3 Macizo rocoso

4.3.1 Generalidades. La descripción del macizo rocoso debe incluir:

- a) tipos de rocas;
- b) estructura;

- c) discontinuidades;
- d) meteorización;
- e) agua subterránea.

4.3.2 Estructura. La estructura del macizo rocoso debería describirse a una amplia escala, incluyendo las interrelaciones entre los aspectos geológicos y las asociaciones entre los tipos de rocas en el macizo.

En la tabla 6 se recogen ejemplos de términos comunes que pueden utilizarse y que están definidos en la práctica geológica habitual.

Tabla 6
Ejemplos de términos que pueden utilizarse en la descripción
de estructuras del macizo rocoso

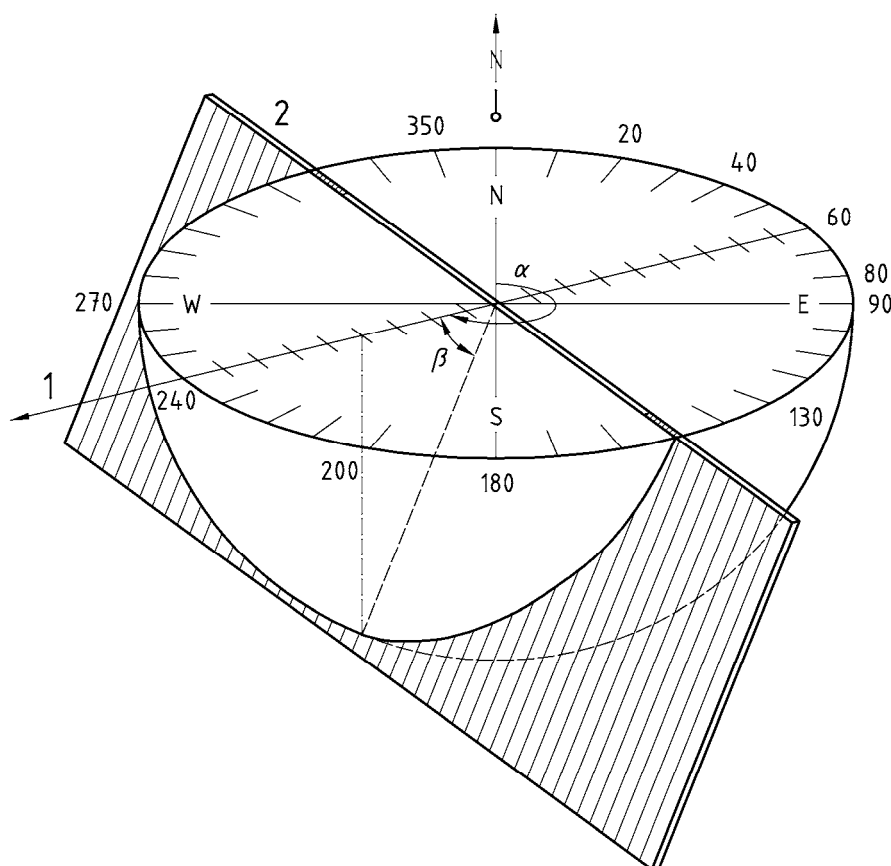
Sedimentarias	Metamórficas	Ígneas
Estratificadas	Con crucero	Masivas
Interestratificadas	Foliadas	Con texturas de flujo
En láminas	Esquistosas	Plegadas
Plegadas	Bandeadas	Laminadas
Masivas	Laminadas	
Gradadas	Neísicas	
	Plegadas	

4.3.3 Discontinuidades

4.3.3.1 Introducción. La resistencia a tracción o a esfuerzo cortante en determinadas superficies, es menor que la de la roca intacta. Las discontinuidades o juntas tienen muchos orígenes, por ejemplo, los planos de estratificación, las diaclasas, los planos de cizalla, las fallas o las foliaciones y pueden presentarse localmente de manera individual, o en familias de características relativamente uniformes.

Además, para describir el tipo de discontinuidades, se deberían documentar sus orientaciones, el espaciado, la continuidad, la rugosidad, la abertura y el relleno, las características de las filtraciones, el número de familias de juntas y el tamaño de los bloques de roca resultantes de su combinación. Con frecuencia puede ser necesario describir de forma individual las discontinuidades mayores o las más importantes. Sólo puede obtenerse una información completa sobre las discontinuidades del macizo rocoso a partir de buenos afloramientos del macizo rocoso.

4.3.3.2 Medida del buzamiento y de la dirección del buzamiento. La máxima inclinación (buzamiento) del plano medio de la discontinuidad se mide con el clinómetro, y debería expresarse en grados con un número de dos cifras, por ejemplo 50 (00 a 90). El acimut del buzamiento (dirección del buzamiento) se mide en grados en el sentido de las agujas del reloj respecto al norte verdadero, y se expresa con un número de tres cifras, por ejemplo 240 (000 a 360). La dirección del buzamiento y el buzamiento deberían registrarse en este orden, con los números de tres y dos cifras separados por una barra, por ejemplo 240/50. El par de números representa el vector buzamiento. La relación entre el buzamiento, la dirección de la capa y la dirección de buzamiento se indica en la figura 1.



Leyenda

- 1 dirección del buzamiento
- 2 dirección de la capa
- α dirección del buzamiento (acimut del buzamiento) = 240°
- β buzamiento (ángulo de buzamiento) = 50°

plano de discontinuidad 240/50

Fig. 1 – Diagrama indicativo del buzamiento, dirección del buzamiento y dirección de la capa

4.3.3.3 Espaciado de las discontinuidades y forma de los bloques. El término “espaciado” se refiere a la separación media o modal de un conjunto de discontinuidades y es la distancia perpendicular entre discontinuidades adyacentes. En la tabla 7 se recogen los términos que se utilizan para describir el espesor de la estratificación, y, en la tabla 8, los utilizados para el espaciado de las discontinuidades.

Tabla 7
Términos para describir la estratificación según su espesor

Término	Espaciamento (espesor) mm
Estratificación muy gruesa	Mayor que 2 000
Estratificación gruesa	2 000 a 600
Estratificación media	600 a 200
Estratificación fina	200 a 60
Estratificación muy fina	60 a 20
Laminación gruesa	20 a 6
Laminación fina	Menor que 6

Tabla 8
Término para describir el espaciado de las discontinuidades

Término	Separación mm
Muy separadas	Mayor que 2 000
Separadas	2 000 a 600
Moderadamente juntas	600 a 200
Juntas	200 a 60
Muy juntas	60 a 20
Extremadamente juntas	Menor que 20

Normalmente es difícil medir el espaciado real de la discontinuidad en los testigos de un sondeo: generalmente, las mediciones se realizan a lo largo del eje del testigo. Se debe registrar el método de medición.

El espaciado tridimensional de las discontinuidades debería describirse haciendo referencia al tamaño y a la forma de los bloques de rocas que limitan las discontinuidades. Para el tamaño de los bloques de roca, se debería utilizar el esquema que se recoge en la tabla 9.

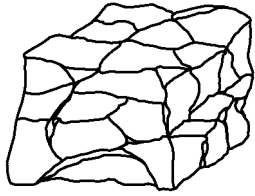
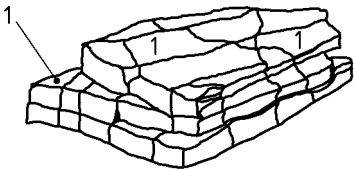
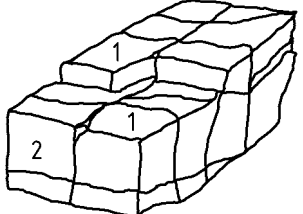
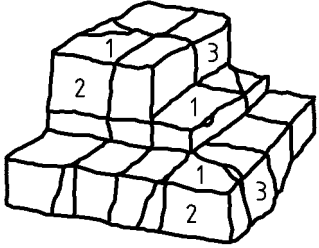
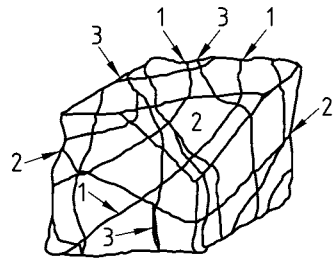
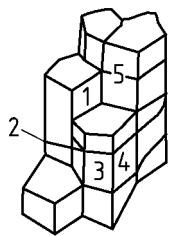
Tabla 9
Tamaño de los bloques de roca

Término	Longitud media de los lados de los bloques mm
Muy grande	Mayor que 2 000
Grande	600 a 2 000
Medio	200 a 600
Pequeño	60 a 200
Muy pequeño	Menor que 60

La forma de los bloques de roca debería describirse con los términos recogidos en la tabla 10.

La forma de los bloques de roca debe ser compatible con el espaciado de las discontinuidades.

Tabla 10
Términos para describir las principales estructuras del macizo rocoso y las formas de los bloques

Término	Figura	Descripción
a) Bloques poliédricos		Discontinuidades irregulares sin organización en distintas familias y de poca continuidad.
b) Bloques tabulares		Un grupo dominante de discontinuidades paralelas (1) por ejemplo, planos de estratificación, con otras juntas no continuas; el espesor de los bloques es mucho menor que su longitud o su anchura.
c) Bloques prismáticos		Dos familias dominantes de discontinuidades (1 y 2), aproximadamente perpendiculares y paralelas, y con una tercera familia irregular; el espesor de los bloques es mucho menor que su longitud o su anchura.
d) Bloques equidimensionales		Tres grupos dominantes de discontinuidades (1, 2 y 3) aproximadamente perpendiculares, con ocasionales juntas irregulares, que dan lugar a bloques equidimensionales.
e) Bloques romboidales		Tres (o más) familias dominantes de juntas, oblicuas entre sí (1, 2 y 3), que dan lugar a bloques equidimensionales de formas oblicuas.
f) Bloques columnares		Varias, generalmente más de tres, familias de juntas paralelas (1, 2, 3, 4 y 5) normalmente atravesadas por juntas irregulares; la longitudinal es mucho mayor que las otras dimensiones.

4.3.3.4 Continuidad. La extensión lineal de las discontinuidades desde su inicio hasta su terminación en el macizo rocoso, o contra otra discontinuidad, debe medirse en metros. El tamaño del afloramiento debe registrarse y, si es posible y adecuado, se debería medir en dos o preferiblemente en tres, direcciones perpendiculares.

4.3.3.5 Rugosidad. La superficie de las discontinuidades debe describirse según una de las tres escalas siguientes de observación:

- a) pequeña escala (varios milímetros) – rugosa o lisa;
- b) escala media (varios centímetros) – plana, escalonada, ondulada;
- c) gran escala (varios metros) – ondulada, curvada o recta;

y utilizando los términos como se indican en la figura 2. Una superficie de una discontinuidad, podría pues describirse combinando los términos de escala: pequeña, media y grande para obtener una descripción tal como, “escalonado suave”, o “plana rugosa”. Para una claridad total de la descripción, puede ser necesario dar la medida de la longitud de onda y las medidas de la amplitud de las características de la escala mayor. Obsérvese que todas las discontinuidades “lisas” pueden presentar estriaciones. Dichas estrias en una superficie de la discontinuidad son consecuencia del movimiento y la presión. Las superficies estriadas pueden ser pulidas y reflejar la luz.

El término “slickenside” sólo debería utilizarse cuando se encuentran pruebas claras de desplazamientos de cizalladura a lo largo de la discontinuidad. Las escalas vertical y horizontal son iguales.

	Rugoso (irregular)	Liso
Escalonado	1 	2
	3 	4
Plano	5 	6

Leyenda

- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| 1 superficie rugosa escalonada | 4 superficie lisa ondulada |
| 2 superficie lisa escalonada | 5 superficie rugosa plana |
| 3 superficie rugosa ondulada | 6 superficie lisa plana |

Fig. 2 – Términos para rugosidad de las discontinuidades (no a escala)

4.3.3.6 Abertura. La distancia perpendicular entre las dos superficies de una discontinuidad se denomina abertura. Debe reseñarse el origen del afloramiento, como puede ser un afloramiento natural, una superficie excavada artificialmente, etc. La separación debe describirse empleando los términos que se recogen en la tabla 11.

Tabla 11
Términos para describir la abertura de las discontinuidades

Términos para el tamaño de la abertura	Abertura
Muy cerrada	Menor que 0,1 mm
Cerrada	0,1 a 0,25 mm
Parcialmente abierta	0,25 a 0,5 mm
Abierta	0,5 a 2,5 mm
Moderadamente ancha	2,5 a 10 mm
Ancha	1 a 10 cm
Muy ancha	10 a 100 cm
Extremadamente ancha	Mayor que 1 m

4.3.3.7 Material de relleno. El material de relleno entre las superficies de una discontinuidad debe identificarse y describirse (por ejemplo, suelo, minerales tales como calcita, cuarzo, epidota, clorita, minerales arcillosos o brechas). Debe describirse, cuando proceda, la resistencia al corte del relleno y la capacidad potencial de hinchamiento del relleno.

4.3.3.8 Flujo de agua. Si en un punto concreto se aprecia humedad, o fluye agua libremente de las discontinuidades, debería describirse usando los términos “humedad en la superficie de la roca” y “rezuma agua” respectivamente. Si la cantidad del flujo (caudal) puede estimarse o medirse, entonces se puede describir la cantidad del flujo utilizando los términos que se recogen en la tabla 12.

Tabla 12
Términos para describir la magnitud del flujo de agua en las discontinuidades

Término descriptivo	Flujo
Pequeño	0,05 a 0,5 l/s
Medio	0,5 a 5 l/s
Grande	Mayor que 5 l/s

4.3.4 Meteorización del macizo rocoso. La meteorización del macizo rocoso debería describirse en función de la distribución y proporciones relativas de roca sana y roca decolorada, roca descompuesta o roca desintegrada y los efectos de la meteorización en las discontinuidades.

La meteorización acaba convirtiendo la roca en suelo y, el grado de meteorización debe definirse en función de tres unidades básicas: roca, roca y suelo y suelo.

Para subdividir los diferentes grados de meteorización, se aplica una escala con seis grados distintos que se adjunta en la tabla 13.

Tabla 13
Escala de meteorización del macizo rocoso

Término	Descripción	Grados
Sano	Ningún signo visible de roca meteorizada; quizá ligera decoloración en la superficie de las discontinuidades principales.	0
Ligeramente meteorizado	La decoloración indica cierta meteorización de la roca y de las superficies de las discontinuidades.	1
Moderadamente meteorizado	Menos de la mitad de la roca está descompuesta o desintegrada. La roca sana o decolorada aparece como una estructura continua o núcleos aislados de piedras.	2
Muy meteorizado	Más de la mitad de la roca está descompuesta o desintegrada. La roca sana o decolorada aparece como una estructura discontinua o núcleos aislados de piedras.	3
Completamente meteorizado	Toda la roca está descompuesta y/o desintegrada hasta convertirse en suelo. La estructura original del macizo aún se conserva intacta.	4
Suelo residual	Todo el material de la roca se ha convertido en suelo. La estructura del macizo y la fábrica del material se han destruido. Se ha producido un gran cambio de volumen, pero el suelo no ha sufrido un transporte significativo.	5

La tabla 13 recoge una clasificación típica que es poco probable que pueda aplicarse a todas las rocas tipo. Puede disponerse de clasificaciones locales más específicas y que pueden utilizarse cuando sean útiles y no sean ambiguas.

En testigos de sondeos, puede documentarse la distribución de los grados de meteorización de la roca; de este tipo de información se debe inferir la distribución de los grados de meteorización del macizo rocoso de la que se extrajeron los testigos.

La distribución de los grados de meteorización en un macizo rocoso puede determinarse mediante una representación del afloramiento natural y artificial. Sin embargo, debería tenerse en cuenta que el afloramiento aislado y natural de la roca y las excavaciones de extensión limitada no tienen que ser necesariamente representativas de la totalidad del macizo rocoso.

4.3.5 Permeabilidad del macizo rocoso. La permeabilidad del macizo rocoso debe medirse mediante ensayos adecuados (por ejemplo ensayo de bombeo, ensayo Lugeon).

5 INFORME

Se deben utilizar los símbolos recogidos en las Normas Internacionales ISO 710-1 a ISO 710-7 en la leyenda de los sondeos o en los mapas geológicos con fines geotécnicos.

Debe manifestarse claramente que las descripciones se basan en una identificación visual y manual.

La descripción de cualquier roca debe contener, al menos:

- nombre del autor;
- fecha de descripción;
- detalles sobre el origen de la recogida y manipulación de las muestras (véase la Norma Internacional ISO 22475);
- detalles sobre los datos tomados en campo;

- identificación y descripción de la roca de acuerdo con esta parte de la Norma Internacional ISO 14689;
- leyenda de los símbolos y términos usados.

Si los resultados de la investigación se registran electrónicamente, se deberían transferir los datos mediante sistemas de transferencia de datos abiertos (*open data*), tal como el XML (*extensible Mark-up Language*).

ANEXO A (Informativo)

AYUDA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE ROCAS BASÁNDOSE EN CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS CON FINES GEOTÉCNICOS

El objetivo de la tabla A.1 es facilitar al ingeniero, con conocimientos limitados de geología, un medio para asignar un nombre a una roca, que tal vez no sea estrictamente correcto desde el punto de vista geológico, pero permitiría situar la roca dentro de una familia, y por tanto, ayudar a la identificación de problemas ingenieriles asociados con esa familia. Los nombres de las rocas se han seleccionado principalmente entre aquellos que se utilizan en los libros no especializados en geología, y no se utilizan en sentido estricto, sino como un término general para un amplio grupo de tipos de rocas relacionadas.

Para identificar una roca, lo mejor es verla en el afloramiento o en un gran fragmento en el que se observen las superficies de rotura. Para utilizar la tabla A.1, el primer paso es decidir si la roca es ígnea, sedimentaria o metamórfica. Las rocas ígneas y metamórficas son cristalinas; las superficies de los cristales reflejan la luz y algunos cristales presentan formas geométricas. Habitualmente las rocas ígneas no presentan distribuciones estratificadas pronunciadas y son masivas. Las rocas metamórficas, generalmente presentan estructuras planares, a menudo limitadas por superficies onduladas y se describen como foliadas. Las rocas sedimentarias detríticas o clásticas están compuestas, en su mayor parte, por granos cementados y muestran planos de estratificación que marcan los contactos entre capas de sedimentos. Los poros existentes entre granos pueden estar rellenos con cemento o pueden estar abiertos, en cuyo caso la roca es porosa. Algunas rocas sedimentarias, como las evaporitas y algunas calizas pueden ser cristalinas. Sin embargo, las evaporitas como el yeso y las rocas de sales se rayan fácilmente con la uña del dedo, mientras que los minerales de calcita, que forman la mayor parte de las calizas, pueden rayarse con una navaja y producen burbujas de gas si se les echa ácido clorhídrico diluido. Las rocas sedimentarias pueden contener fósiles.

Una vez que se ha situado la roca en uno de las tres categorías principales, el tamaño de grano predominante ayudará a determinar el nombre. El límite de los 63 mm entre tamaño de grano grueso y muy grueso, y los 2 mm de límite entre el tamaño de grano medio y el grano fino, se reconocen fácilmente mediante inspección visual. Los granos de menos de 0,063 mm pueden no verse claramente, incluso con la ayuda de una lupa de mano normal. La diferenciación entre rocas ígneas se basa parcialmente en el contenido de cuarzo y feldespato. Las rocas ricas en cuarzo y feldespato tienden a ser claras mientras que las rocas pobres en cuarzo-feldespato son oscuras.

Algunas distinciones son difíciles. Los nombres de “lutitas” y “arcillitas” en las rocas sedimentarias clásticas de grano fino, se utilizan en la tabla A.1 para distinguir entre rocas con planos de estratificación con un espaciado de más de 6 mm aproximadamente (lutitas) y las de menos de 6 mm (arcillitas). Los planos de estratificación en las arcillitas pueden dividir la roca en piezas de formas lenticulares. La pizarra es también de grano fino pero la pizarra usada para techar tiene planos de exfoliación muy próximos. Las pizarras son generalmente rocas resistentes y duras. Tanto los esquistos como las pizarras pueden dar lugar a graves problemas constructivos porque se cuarteán con facilidad y tienen una anisotropía muy alta.

Tabla A.1
Ayuda para la identificación de rocas con fines constructivos

[illegible]

BIBLIOGRAFÍA

- [1] DEERE, D.U. (1963): Technical description of rock cores for engineering purposes. *Rock. Mech. Eng. Geol.*, 1, pp. 18-22.
- [2] DEERE, D.U. (1968): Geological considerations. In Stagg, K.G. & Zienkiewicz, O.C. (Eds.): *Rock mechanics in engineering practice*, John Wiley Sons.
- [3] EN 12670 – *Piedra natural. Terminología*.
- [4] HOEK, E. and BROWN, E.T. (1980): *Underground excavations in rock*. The Institution of Mining and Metallurgy, London.
- [5] FOLK, R.L. (1959): Practical petrographic classification of limestones. *AAPG (Amer. Assoc. of Petrol. Geologists) Bull.*, KV 43, pp. 1-38.
- [6] IAEG (1981): Rock and Soil Description and Classification for Engineering Geological Mapping. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, No. 24, pp. 235-274.
- [7] ISRM (1977a): Suggested Method for Petrographic Description of Rocks. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.* Vol.15, pp.41-45.
- [8] ISRM (1977b): Suggested Methods for the Quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.* Vol. 15, pp. 319-368.
- [9] ISRM (1978): Suggested Methods for Determining the Uniaxial Compressive Strength and Deformability of Rock Materials. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.* Vol. 16, pp. 135 140.
- [10] ISRM (1980): Basic Geotechnical Description of Rock Masses. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.* Vol. 18, pp. 85-110.
- [11] ISRM (1984): Suggested Method for Determining Point Load Strength. — *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.* Vol. 22, No. 2, pp. 51-60.
- [12] ISRM (1996): Commission on Rock grouting, Final Report. *J. Rock Mech. Min. Sci.*, Vol 33, Nr. 8, Pergamon Press.
- [13] ISRM (1999): Suggested Method for complex stress-strain curve for intact rock on uniaxial compression. *Int. J. Rock, Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.* Vol. 36, pp. 279-289.
- [14] ISSMFE (1994) Testing Method of Indurated Soils and Soft Rocks. Suggestions and Recommendations, ISSMFE Technical committee on Indurated Soils and Soft Rocks, pp. 65-69, 1994.
- [15] KANY, M. (1997) *Geocol — Colour charts*, Beuth Verlag, Berlin.
- [16] KRAEFT, U. (1997): Classification of Rock and Minerals. *Europ. Geologist*, pp. 53-54.
- [17] LE MAITRE (Ed.), BATEMANN, P., DUDEK, J. et al.: *A Classification of Igneous Rock and Glossary of Terms: Recommendations of the Union of Geological Sciences Subcommission on Systematics of Igneous Rock* (1989): Blackwell Sci. Publ., Oxford.
- [18] ISO 14688 1 – *Ingeniería geotécnica. Identificación y clasificación de suelo. Parte 1. Identificación y descripción*.
- [19] ISO 14688 2 – *Ingeniería geotécnica. Identificación y clasificación de suelos. Parte 2: Principios de clasificación*.
- [20] ISO 22475 (todas las partes) – *Investigación y ensayos geotécnicos. Muestreo por métodos de sondeo y excavación y medidas de agua subterránea*.

ANEXO NACIONAL (Informativo)

Para describir la meteorización del macizo rocoso en España se viene usando tradicionalmente la escala de meteorización de la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (ISRM), que establece seis grados de meteorización, numerados del I al VI con números romanos.

La descripción de esta escala coincide con la de la tabla 13 de esta norma, pero en dicha tabla los grados se numeran de 0 a 5 en números arábigos, por lo que un mismo número cardinal romano y árabe hacen referencia a grados de meteorización diferentes.

Se llama la atención a este respecto y a los posibles problemas de confusión a que pueda dar lugar, máxime teniendo en cuenta que diferentes prescripciones y reglamentaciones nacionales están referidas a la escala de meteorización ISRM con grados del I al VI.

En la tabla siguiente se reproduce la escala de meteorización de la norma con la equivalencia entre las dos numeraciones.

Término	Descripción	Grados EN ISO 14689-1	Grados ISRM
Sana	Ningún signo visible de material rocoso meteorizado; quizá ligera decoloración en las discontinuidades de mayor superficie	0	I
Ligeramente meteorizada	Las decoloraciones indican la meteorización del material rocoso y de las superficies de las discontinuidades	1	II
Moderadamente meteorizada	Menos de la mitad del material de la roca está descompuesto o desintegrado. Quedan restos de roca fresca o decolorada o también se aprecia una estructura discontinua o un núcleo de piedras	2	III
Altamente meteorizada	Más de la mitad del material de la roca está descompuesto o desintegrado. Quedan restos de roca fresca o decolorada o también se aprecia una estructura discontinua o un núcleo de piedras	3	IV
Completamente meteorizada	Todo el material de roca está descompuesto o desintegrado en suelo. La estructura original de la masa aún está bastante intacta	4	V
Suelo residual	Todo el material de la roca se ha convertido en suelo. La estructura de la masa y la fábrica del material se han destruido. Se ha producido un gran cambio de volumen, pero el material del suelo aún no se ha transportado de forma significativa	5	VI

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A UNIVERSIDAD POLITECNICA MADRID