



INACAL

Instituto Nacional
de Calidad

Guía para el examen petrográfico de agregados para concreto

Humberto Chirif

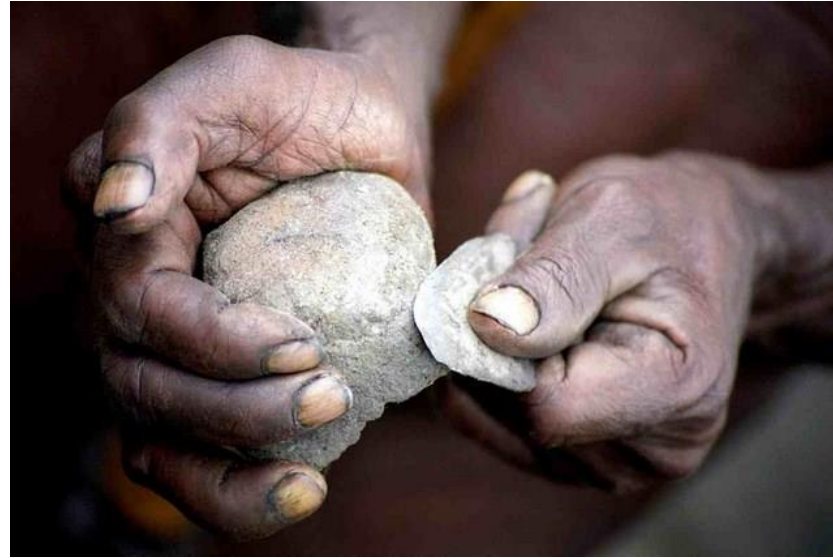
Dr. Ing. Geólogo
Consultor

INACAL



gob.pe/inacal/







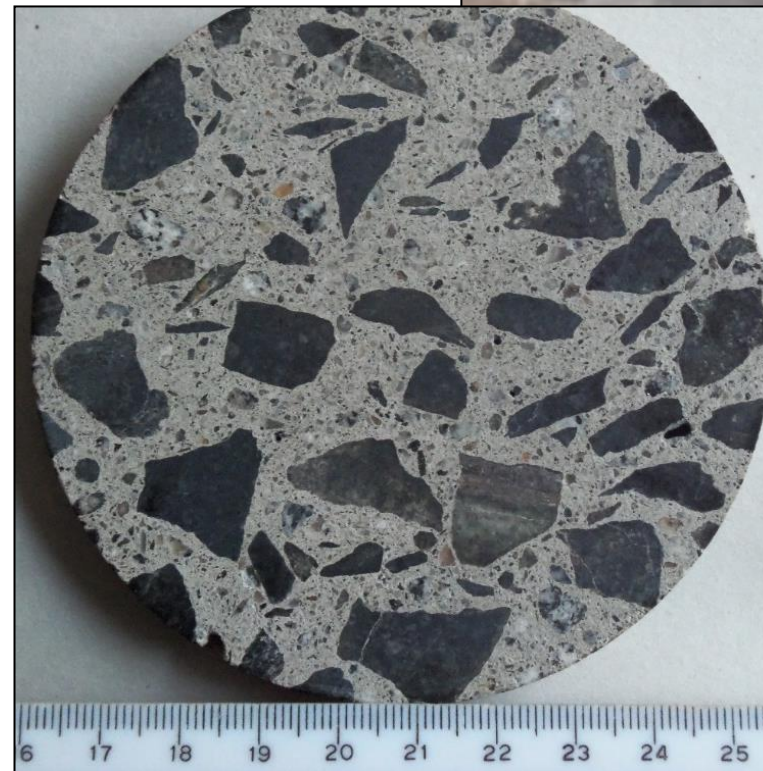
- A. Piedra de los Doce Ángulos, Cusco (Perú). Diorita.
- B. Antiguo altar y piso de mármol. Iglesia Alicún de Ortega, Granada, España.
- C. Lanzón monolítico de Chavín. Granito.
- D. Recubrimiento de pisos con adoquines de rocas.
- E. Defensa ribereña del río Reque, Lambayeque (Perú).



Pintura representando la fabricación de adobes y la construcción de un muro en la tumba de Rejmira (Egipto)

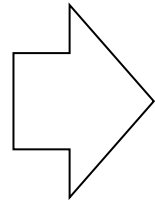


Agregado para concreto

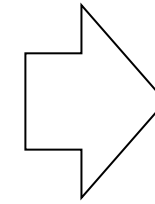


Petrografía

Diversos
tipos de rocas



Diferentes
propiedades y
calidades de
las rocas



Idoneidad
para
diferentes
aplicaciones



Mineralogía
Texturas
Estructuras

Grado de cohesión
Porosidad
Resistencia mecánica
Alterabilidad

Modelamiento geológico
Geotecnia
Geometalurgia
Insumo industrial
Rocas ornamentales
Agregado para concreto
Fabricación cemento

PETROLOGÍA

PETROGRAFÍA
APLICADA

Deducir las
condiciones de
formación de
las rocas.

Modelamiento geológico

**“Petrografía” de
concreto endurecido**

Petrografía
Estudio descriptivo de
las rocas, macroscópico
y microscópica

Prever el
comportamiento
de la roca en
diferentes usos.

Agregado para concreto



NORMA TÉCNICA PERUANA

NTP 239.708
2022

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 15046)

Lima, Perú

CONCRETO. Guía para el examen petrográfico de agregados para concreto

CONCRETE. Standard guide for petrographic examination of aggregates for concrete

Norma Técnica Peruana adoptado por el INACAL está basada en la Norma ASTM C295/C295M:2019
Standard Guide for Petrographic Examination of Aggregates for Concrete, Derecho de autor de ASTM
International, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización

NTP
239.708 2022

1	Objeto y campo de aplicación
2	Referencias normativas
3	Calificación del petrógrafo
4	Resumen del método
5	Significado y uso
6	Aparatos y suministros
7	Muestreo
	GRAVA Y ARENA NATURAL
8	Procedimiento
9	Procedimiento para examen de grava natural
10	Procedimiento para examen de arena natural
	TESTIGO DE TALADRO, ROCA DE AFLORAMIENTO, PIEDRA CHANCADA Y ARENA ARTIFICIAL
11	Procedimiento para examen de testigos de taladro
12	Procedimiento para examen de rocas de afloramiento
13	Procedimiento para examen de piedra chancada
14	Procedimiento para examen de arena artificial
	CÁLCULOS Y REPORTE
15	Cálculos
16	Reporte
17	Precisión y sesgo

**Aspectos
generales**

**Grava y arena
natural**

**Otros tipos
de muestras**

**Cálculos y
reportes**



Roca en
afloramiento

Sedimentos en
afloramiento

Testigos de
taladro

Grava o
arena natural



Piedra chancada /
arena artificial

NTP
239.708 2022

1	Objeto y campo de aplicación
2	Referencias normativas
3	Calificación del petrógrafo
4	Resumen del método
5	Significado y uso
6	Aparatos y suministros
7	Muestreo
	GRAVA Y ARENA NATURAL
8	Procedimiento
9	Procedimiento para examen de grava natural
10	Procedimiento para examen de arena natural
	TESTIGO DE TALADRO, ROCA DE AFLORAMIENTO, PIEDRA CHANCADA Y ARENA ARTIFICIAL
11	Procedimiento para examen de testigos de taladro
12	Procedimiento para examen de rocas de afloramiento
13	Procedimiento para examen de piedra chancada
14	Procedimiento para examen de arena artificial
	CÁLCULOS Y REPORTE
15	Cálculos
16	Reporte
17	Precisión y sesgo

**Aspectos
generales**

**Grava y arena
natural**

**Otros tipos
de muestras**

**Cálculos y
reportes**

1 Objeto y campo de aplicación

- 1.1 Esta guía describe los procedimientos para el examen petrográfico de **muestras representativas** de materiales propuestos para su uso como agregados en mezclas cementicias o como materia prima para su uso en la producción de agregados. Esta guía es basada en la referencia (1) de esta norma.
- 1.2 Esta guía describe hasta qué punto se deben utilizar técnicas petrográficas, la **selección de propiedades** que deben ser consideradas y la manera en que tales técnicas deben emplearse en el examen de muestras de agregados para concreto.
- 1.3 Los nombres de minerales y rocas que deben ser usados están dados en la norma ASTM C294 Standard Descriptive Nomenclature for Constituents of Concrete Aggregates, en la medida en que son apropiados, en reportes elaborados conforme a lo dispuesto en esta guía.

Representatividad

3 Calificación del petrógrafo

- 3.1 Los exámenes petrográficos de agregados para su uso en concreto descritos en esta norma, deben ser realizados por un petrógrafo con al menos 5 años de experiencia en examinación petrográfica de concreto o materiales de fabricación de concreto.

El petrógrafo deberá haber completado los cursos de nivel universitario correspondientes a geología básica, mineralogía, petrografía y mineralogía óptica o haber obtenido conocimientos equivalentes a través de la experiencia y la formación en el trabajo.

También es ventajoso haber llevado un curso en materiales de concreto.

El petrógrafo debe tener experiencia en la evaluación de los efectos de los agregados sobre las propiedades físicas y químicas del concreto endurecido, en la identificación de minerales individuales, fragmentos de rocas, clasificación de tipos de rocas y categorización de las propiedades físicas y químicas de las mismas. Asimismo, el petrógrafo debe tener experiencia en utilizar correctamente los equipos y aparatos descritos en la sección 6 de esta guía y proporcionar interpretaciones detalladas del examen petrográfico.

Los exámenes petrográficos también pueden ser realizados por un petrógrafo sin la experiencia indicada en el párrafo anterior, siempre que cuente con la dirección técnica de un petrógrafo supervisor de tiempo completo que cumpla con las calificaciones necesarias. El petrógrafo debe tener disponible un resumen de su formación y experiencia profesional.

- 3.1.1 Las certificaciones u otras acreditaciones oficiales de cualquier organización que indique que el petrógrafo es un geólogo profesional no debe, por sí mismo, constituir calificación suficiente para el examen de agregados para concreto.

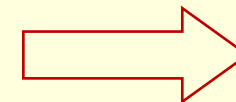
4 Resumen del método

- 4.1 Los procedimientos específicos empleados en el examen petrográfico de cualquier muestra dependerán, en gran medida, del propósito del examen y de la naturaleza de la muestra. En la mayoría de los casos el examen requerirá del uso de microscopía óptica. Exámenes petrográficos completos para investigar problemas específicos de los agregados pueden requerir procedimientos adicionales, tales como análisis de difracción de rayos X (XRD), análisis térmico diferencial (DTA), espectroscopia infrarroja, microscopía electrónica de barrido (SEM) o análisis microquímicos por dispersión de energía de rayos X (EDX). En algunos casos, tales procedimientos son más rápidos y definitivos que métodos microscópicos.
- 4.2 La identificación de los constituyentes de una muestra por lo general es un paso necesario para el reconocimiento de las propiedades que pueden esperarse que influyan en el comportamiento del material en su uso previsto, **pero la identificación no es un fin en sí mismo.** El valor de cualquier examen petrográfico dependerá, en gran medida, de la representatividad de las muestras examinadas, de la integridad y la exactitud de la información proporcionada al petrógrafo sobre la procedencia y uso propuesto para el material y de la capacidad del petrógrafo para correlacionar estos datos con los resultados del examen.

**Examen
macroscópico**



**Microscopía
óptica**



**XRD
DTA
IR
SEM
EDX**

4.3 Esta guía no intenta describir las técnicas del trabajo petrográfico, ya que se supone que la guía será utilizada por personas calificadas por formación y con la experiencia necesaria para emplear tales técnicas para el reconocimiento de las propiedades de rocas y minerales y para describir y clasificar a los constituyentes de una muestra de agregado.

En algunos casos, el petrógrafo debe haber tenido la experiencia adecuada para plantear interpretaciones detalladas de los resultados. En otros casos, la interpretación será realizada en parte por ingenieros u otras personas calificadas para relacionar las observaciones con las preguntas a responder.

5 Significado y uso

5.1 Los exámenes petrográficos se realizan para los siguientes propósitos:

- 5.1.1 Para determinar las características físicas y químicas del material que puede observarse por métodos petrográficos y que tienen que ver con el rendimiento del material en su uso previsto.
- 5.1.2 Para describir y clasificar a los constituyentes de la muestra,
- 5.1.3 Para determinar las cantidades relativas de los constituyentes de la muestra, que son esenciales para la evaluación adecuada de la muestra cuando los constituyentes difieren significativamente en las propiedades que influyen en el rendimiento del material en su uso previsto, y
- 5.1.4 Para comparar muestras de agregado de nuevas fuentes con muestras de agregados de una o más fuentes conocidas, para las cuales se cuenta con datos de pruebas o registros de rendimiento.

- 5.2 Esta guía puede ser utilizada por un petrógrafo empleado directamente por aquellos para quienes se realiza el examen. El empleador debe informar al petrógrafo, con el detalle necesario, sobre los propósitos y objetivos del examen, el tipo de información necesaria y el alcance deseado del examen. Deben estar disponibles los antecedentes pertinentes, como resultados de pruebas anteriores. Se debe buscar el asesoramiento y juicio del petrógrafo respecto al alcance de los resultados.
- 5.3 Esta guía puede constituir la base para establecer acuerdos entre un interesado a contratar los servicios de consultoría en petrografía y el consultor petrógrafo. En tal caso, el interesado y el consultor deben determinar conjuntamente el tipo, alcance y objetivos del examen y análisis que se realizará y deben registrar su acuerdo por escrito. El acuerdo puede estipular las determinaciones específicas que deben realizarse, las observaciones a informar, presupuesto o una combinación de estos u otras condiciones.

- 5.4 El examen petrográfico del agregado destinado al uso en concreto hidráulico es un aspecto de la evaluación, pero el examen petrográfico también se utiliza para muchos otros propósitos. Los exámenes petrográficos proporcionan la identificación de tipos y variedades de rocas constituyentes, sin embargo, como se señaló anteriormente, no será necesario identificar cada uno de los especímenes de la muestra.

Bastará identificar los grupos composicionales integrados por especímenes de características similares (como composición, granularidad, texturas, porosidad, permeabilidad inferida) que ofrezcan respuestas similares al ser utilizados como agregado para concreto.



A Andesita



B Pelitas



C Arenisca



D Cuarzo libre

- 5.5 El examen petrográfico debe establecer si el agregado contiene minerales químicamente inestables (como sulfatos solubles) o volumétricamente inestables como esmectitas (antes conocidas como grupo de montmorillonita-saponita o arcillas expansibles). El estudio debe determinar el contenido de cuarzo en los agregados, ya que el concreto que se elabore con ellos puede estar expuesto, intencional o accidentalmente, a altas temperaturas generando daños debido a la conversión a cuarzo beta a 573°C [1063°F], con el consiguiente aumento de volumen.

También determinar otras fases de la sílice en los agregados, debido a las diferentes respuestas de estos componentes como agregado de concreto o frente a eventos externos como incendios.



Fases de la sílice

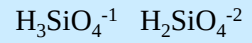
Cuarzo de alta cristalinidad (α , β)

Calcedonia

Ópalo

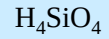
Vidrio

Sílice en solución



Disminuye solubilidad
pH baja a valores menores a 9

Partículas insolubles
de ácido orto silícico



Ópalo A

Sílice amorfa de
origen biogénico

Ópalo -A'

Sílice amorfo
secundaria

Ópalo CT

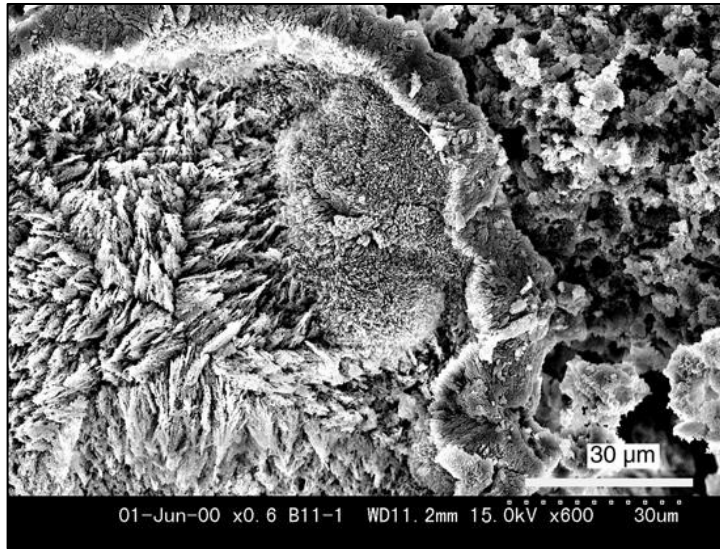
desordenado
Cristobalita y tridimita

Ópalo CT
ordenado

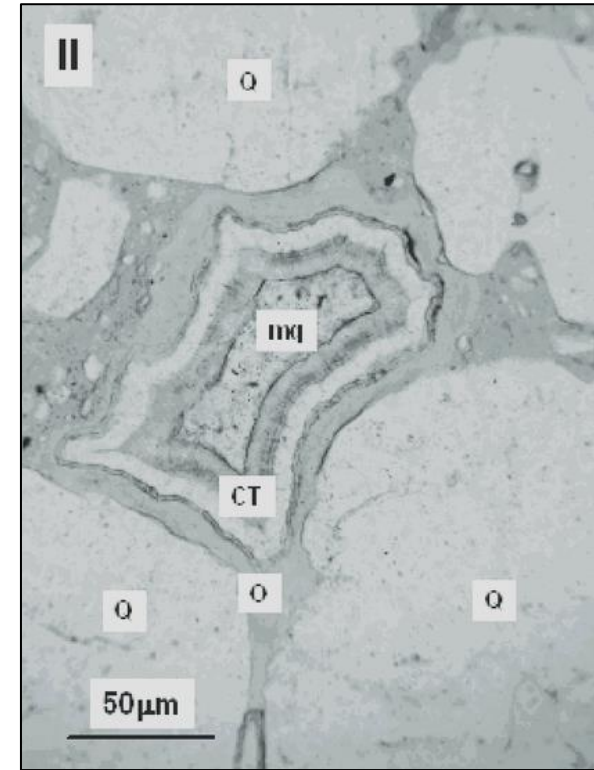
Cuarzo
criptocristalino

Megacuarzo
Cuarzo α

Diagénesis



Lepisferas de
ópalo-CT en
una estructura
de radiolario.
En el centro,
calcedonia.

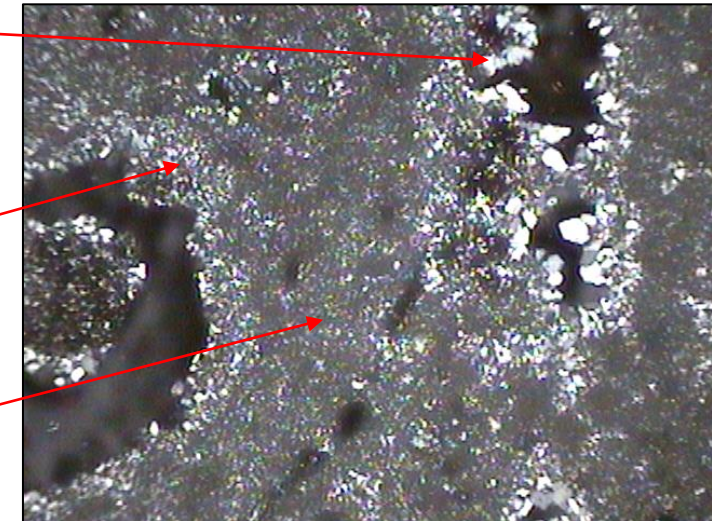


Fotomicrografía (nícoles //) de una fina sección de la cubierta siderolítica silicificada en la que se rellena un antiguo vacío con diferentes fases de sílice: Q, granos de cuarzo; O, ópalo isotrópico; CT, lepisfera de ópalo; mq, microcuarzo neoformado.

Megacuarzo

Sílice microgranular

Sílice
criptocristalina



Roca silicificada por alteración hidrotermal.

- 5.6 El examen petrográfico debe establecer si el agregado contiene minerales de sulfuro de hierro que pueden potencialmente oxidarse dentro del concreto. Si se encuentran cerca de la superficie del concreto, minerales como piritita, marcasita o pirrotita pueden causar eflorescencias y manchas de óxidos superficiales. La pirrotita dentro de algunos tipos de rocas, se oxida y expande en presencia de humedad, generando un agrietamiento significativo dentro del concreto. La oxidación de sulfuros de hierro dentro del concreto puede producir ataque de ácido sulfúrico o ataque de sulfatos o ambos.
- 5.7 El examen petrográfico debe identificar la proporción de cada tipo de agregado que se encuentre degradado o alterado y la intensidad de tal alteración, ya sea grave, moderada o leve y debe determinar la proporción de cada tipo de roca en cada condición.

Si el concreto en el que se utilizará el agregado será expuesto a congelamiento o descongelamiento en condiciones de un estado críticamente saturado, deben identificarse elementos finamente porosos, muy degradados y rocas alteradas porque serán especialmente susceptibles a daños de congelación y descongelación y hará que el agregado del concreto falle. Esto finalmente destruirá el concreto porque tales agregados no pueden protegerse adecuadamente con aire incorporado en el concreto. Agregados finos y con poros muy cerca de la superficie del concreto pueden generar descascaramientos superficiales indeseadas en pavimentos y muros.

- 5.8 Los exámenes petrográficos también se pueden utilizar para determinar las proporciones de partículas cúbicas, esféricas, elipsoidales, piramidales, tabulares, planas y alargadas en la muestra de agregado. Partículas planas, alargadas y delgadas en forma de astillas en agregado aumentan el requerimiento de agua en la mezcla y por lo tanto disminuye la resistencia del concreto.
- 5.9 El examen petrográfico debe identificar cuantitativamente los componentes que pueden generar las reacciones álcali-sílice o álcali-carbonato y recomendar exámenes adicionales para confirmar o refutar la presencia de cantidades significativas de estos. Ver la NTP 400.037. Componentes reactivos a la reacción álcali-sílice que se pueden encontrar en los agregados incluyen: ópalo, calcedonia, cristobalita, tridimita, cuarzo ondulante, cuarzo microcristalino, cuarzo criptocristalino, vidrio volcánico, vidrio de sílice sintético. Agregados que contienen estos materiales incluyen: rocas volcánicas ácidas a intermedias criptocristalinas a vítreas, algunas argilitas, filitas, grauwacas, gneises, esquistos, granitos gnéisicos, venas de cuarzo, cuarcitas, areniscas, cherts, rocas silicificadas, y rocas carbonatadas con componentes de sílice reactiva al álcali.

Los parámetros para identificar los minerales de la lista del párrafo anterior por propiedades ópticas o por XRD se explican en las referencias (2) y (3). Parámetros para identificar la composición mineral y textura de las rocas se explican en la referencia (4). Estudios de luz reflejada y transmitida serán necesarios para obtener datos para estas identificaciones. Microanálisis usando espectrometría de energía dispersiva en microscopio electrónico de barrido (SEM/EDX) o espectrómetro dispersivo de longitud de onda en microsonda electrónica (EMPA/WDX) puede proporcionar información útil de la composición química de las rocas y minerales. Las rocas potencialmente perjudiciales para la reacción álcali-carbonato son mayormente las dolomías calcáreas o calizas dolomíticas con residuos de arcillas insolubles. Algunas dolomías sin arcillas y algunas calizas de grano fino libres de arcillas y con poco residuo insoluble, mayormente cuarzo, son también capaces de generar reacciones álcali-carbonato, sin embargo, estas reacciones no son necesariamente perjudiciales.

5.10 Estudios petrográficos pueden especificar la posible presencia de contaminantes en agregados o cualquier sustancia que pueda resultar indeseable en el concreto, tales como vidrio sintético, ceniza, clinker o ceniza de carbón, óxido de magnesio, óxido de calcio, o ambos, yeso, suelo, hidrocarburos, excremento animal, plantas o desmonte, o cualquier otro contaminante químico que pueda resultar indeseado en el concreto.

5.11 Los objetivos para los cuales ha sido elaborada esta guía se habrán logrado si los involucrados en la evaluación de los agregados para uso en concreto tienen una seguridad razonable de que los resultados del examen petrográfico, donde sea y cuando sea que se obtengan, se pueden comparar con confianza.

6 Aparatos y suministros

6.1 Los aparatos y suministros enumerados a continuación comprenden una selección que permitirá la aplicación de los procedimientos descritos en esta guía.

Todos los elementos específicos enumerados han sido utilizados en exámenes petrográficos, aplicando los procedimientos descritos en este documento; sin embargo, no implica que puedan emplearse otros artículos que sirvan para funciones similares.

Siempre que sea posible se debe dejar la selección del equipo específico y accesorios al juicio del petrógrafo, de modo que los resultados obtenidos serán aquellos realizados con los instrumentos con los que el petrógrafo tenga mayor experiencia y familiaridad.

Los equipos mínimos considerados como esenciales para exámenes petrográficos de muestras de agregados son aquellos que presentan asteriscos en la lista siguiente.

6.1.1 Aparatos y suministros para preparación de especímenes

- 6.1.1.1 Cortadora de roca *, con disco adiamantado preferiblemente de 350 mm (14 pulg) de diámetro o más.
- 6.1.1.2 Platos de desbaste *, para elaboración de secciones delgadas, preferentemente de 400 mm de diámetro.
- 6.1.1.3 Pulidora, preferentemente de 200 a 300 mm de diámetro.
- 6.1.1.4 Abrasivos*, carburo de silicio N° 100 (122 μm), 220 (63 μm), 320 (31 μm), 600 (16 μm), y 800 (12 μm); alúmina M-305 (5 μm).
- 6.1.1.5 Martillo de geólogo.
- 6.1.1.6 Portaobjetos para microscopio *, limpios, anticorrosivos, de 25 mm por 45 mm, como mínimo, Portamuestras de 25 por 45 mm en promedio.
- 6.1.1.7 Medio de montaje en polvo *, Bálsamo de Canadá neutro, en xileno; resinas epoxi de baja viscosidad; o Lakeside 70.
- 6.1.1.8 Xileno *.
- 6.1.1.9 Medio de montaje para láminas portaobjetos para rocas de secciones delgadas.
- 6.1.1.10 Horno de laboratorio *.
- 6.1.1.11 Superficie plana de vidrio *, de como mínimo 300 mm por 300 mm, para el pulido y acabado de la sección delgada.
- 6.1.1.12 Separador o divisor de muestras *.
- 6.1.1.13 Cubreobjetos *, anticorrosivos, cuadrados, de 12 mm, 18 mm, 25 mm, etc.
- 6.1.1.14 Mortero Plattner.

PREPARACIÓN DE SECCIONES PARA ESTUDIOS MICROSCÓPICOS ES UN TRABAJO BASTANTE ESPECIALIZADO QUE GENERALMENTE SE TERCERIZA (VER PUNTO 6.2).

- 6.2 Los equipos y suministros indicados incluyen los necesarios para la elaboración de secciones delgadas. Las máquinas semiautomáticas para elaboración de secciones delgadas están disponibles en el mercado, además hay preparadores que ofrecen sus servicios por diferentes medios.
- Los laboratorios de petrografía pueden escoger entre equiparse para la elaboración de secciones o recurrir a un preparador. Los laboratorios ubicados en zonas alejadas y poco accesibles tienen más necesidad de implementar su propia unidad de preparación de secciones.
- 6.3 Es necesario que el petrógrafo cuente con líquidos de inmersión para determinación de los índices de refracción. Si se va a intentar una identificación precisa de minerales, como por ejemplo la diferenciación de cuarzo y calcedonia o la diferenciación de vidrios, el método básico e intermedio, los índices de refracción de los líquidos de inmersión deben conocerse con exactitud.
- Los líquidos de inmersión no son estables durante periodos de tiempo muy prolongados y están sujetos a variaciones considerables en función a la temperatura.
- En laboratorios no provistos de equipos de regulación de temperatura, es necesario recalibrar los índices de refracción de los líquidos de inmersión varias veces durante un día cuando se requieran identificaciones precisas.
- El equipo necesario para el control de líquidos de inmersión es el refractómetro de Abbé.
- El refractómetro debe estar equipado con prismas de compensación para distinguir la luz de sodio de una lámpara de arco de sodio de la luz blanca.

6.1.2 Aparatos y suministros para examen de muestras:

- 6.1.2.1 Microscopio petrográfico *, con platina mecánica circular; con lentes oculares y objetivos que permitan aumentos de 500 X, dispositivo de centrado del objetivo, compensadores de onda total o de cuarto de onda, cuña de cuarzo, lente ocular micrométrico, lente de Bertrand.
- 6.1.2.2 Lámparas para microscopio *.
- 6.1.2.3 Microscopio estereoscópico *, con objetivos y oculares que permitan amplificación final entre 6X y 150X.
- 6.1.2.4 Imán *, preferentemente alnico o un electroimán.
- 6.1.2.5 Porta-aguja y agujas de disección.
- 6.1.2.6 Piseta, de 60 ml de capacidad.
- 6.1.2.7 Placa de Petri.
- 6.1.2.8 Pinza de punta recta

ESTO CONSTITUYE LO ESENCIAL DE UN GABINETE DE PETROGRAFÍA.



- 6.4 Un laboratorio en el que se realiza una cantidad considerable de estudios petrográficos debe contar con instalaciones para realizar registros fotomicrográficos de las características que no puedan ser descritas en palabras. Para ilustraciones de equipos fotográficos, se puede recurrir a la referencia (1) y a los fabricantes de microscopios equipados con cámaras fotomacrográficas. Orientación muy útil sobre fotomicrografía, especialmente de la luz reflejada, se encuentra en la Guide E 883.

7 Muestreo

7.1 La toma de muestras para exámenes petrográficos a agregados para concreto debe ser realizada por o bajo la supervisión directa de un geólogo familiarizado con los requisitos para muestreo aleatorio y, en general, siguiendo los requisitos de la guía NTP 400.010.

La muestra debe ser presentada acompañada de información sobre la ubicación exacta de procedencia, geología de la zona y otros datos pertinentes. La cantidad de material realmente a estudiar en el examen petrográfico se determinará por la naturaleza del examen y la naturaleza del material a examinar, como se explica a continuación.

7.1.1 Las canteras no desarrolladas deben ser muestreadas por medio de núcleos de perforación en toda la profundidad que se espera explotar. La perforación de esos núcleos debe realizarse en una dirección que sea esencialmente perpendicular a la característica estructural dominante del depósito. El material masivo puede ser muestreado por núcleos de "NX" (50 mm (2 in) de diámetro). El material complejo o en capas finas debe estar representado por núcleos de no menos de 100 mm (4 in) de diámetro. Debe haber un número suficiente de núcleos para cubrir los límites del depósito propuesto para el proyecto. El registro de la muestra debe incluir la totalidad del metraje de la perforación y datos precisos de elevaciones, profundidades y pérdidas de núcleos.

- 7.1.2 Canteras y depósitos de arena y grava en operación, en los cuales se cuenta con pilas de material producido, debe ser muestreado con no menos de 45 kg (100 libras) o 300 piezas, lo que sea más grande, de cada tamaño de material que será examinado. Las muestras de las pilas de material deben estar compuestas por porciones representativas de muestras más grandes recogidas con la debida consideración dada a la segregación en las pilas.



- 7.1.3 Superficies expuestas de canteras no productivas donde no se cuente con pilas de material deben ser representadas por muestras de no menos de 2 kg (4 lb) de cada estrato distintivo del depósito sin que ninguna pieza tenga una masa inferior a 0,5 kg (1 lb), o por un núcleo de taladro de perforación, como se describió anteriormente.



- 7.1.4 Los depósitos de arena y grava no desarrollados como operaciones deben ser muestreados por medio de calicatas excavadas a la profundidad anticipada de la producción económica futura. Las muestras deben consistir en no menos de las cantidades de material indicadas en la tabla 1, seleccionado como representativo de estos tipos de depósitos.



TABLA 1 Tamaños mínimos para muestras de arena y grava de depósitos no desarrollados

Tamaño de tamiz	Cantidad		
	kg	[lb]	Piezas
Mayor que 150 mm (6 in) ^A			^B
75 a 150 mm (3 a 6 in) ^A			300 ^B
37.5 a 75 mm (1 1/2 a 3 in) ^A	180	[400]	
19.0 a 37.5 mm (3/4 a 1 1/2 in) ^A	90	[200]	
4.75 a 19.0 mm (N° 4 a 3/4 in) ^A	45	[100]	
Menor que 4.75 mm (N° 4) ^{A,C}	23	[50]	

^A El tamaño del tamiz se identifica por su designación estándar en la Especificación E11. La designación alternativa dada entre paréntesis es solo para información y no representa un tamaño de tamiz estándar diferente.

^B No menos de una pieza de cada tipo aparente de roca.

^C Agregado fino.

Norma
ASTM C-295

1	Objeto y campo de aplicación
2	Referencia normativa
3	Calificación del petrógrafo
4	Resumen del método
5	Significado y uso
6	Aparatos y suministros
7	Muestreo
	GRAVA Y ARENA NATURAL
8	Procedimiento
9	Procedimiento para examen de grava natural
10	Procedimiento para examen de arena natural
	TESTIGO DE TALADRO, ROCA DE AFLORAMIENTO, PIEDRA CHANCADA Y ARENA ARTIFICIAL
11	Procedimiento para examen de testigos de taladro
12	Procedimiento para examen de rocas de afloramiento
13	Procedimiento para examen de piedra chancada
14	Procedimiento para examen de arena artificial
	CÁLCULOS Y REPORTE
15	Cálculos
16	Reporte
17	Precisión y tendencia

**Aspectos
generales**

**Grava y arena
natural**

**Otros tipos
de muestras**

**Cálculos y
reportes**

GRAVA Y ARENA NATURAL

8 Procedimiento

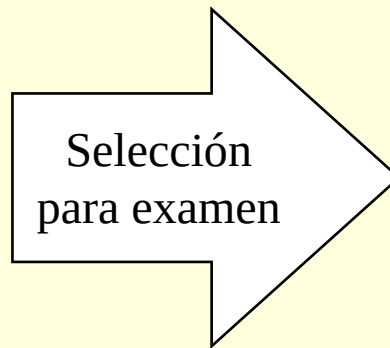
8.1 Selección de muestras para examen

Las muestras de grava y arena natural para el examen petrográfico deben ser tamizadas al seco conforme al método NTP 400.012 para obtener muestras de cada fracción granulométrica. En el caso de las arenas, una porción adicional debe ser tratada de acuerdo con el método de ensayo NTP 400.018, reservando el agua de lavado de la arena y dejándola secar para obtener un residuo de material fino pasante por la malla de 75 μm (N° 200) (ver NTP 350.001).

Los resultados de los análisis granulométricos de cada muestra, efectuados siguiendo el método de ensayo NTP 400.012, deben ser proporcionados al petrógrafo que realiza el examen y serán utilizados para calcular los resultados del examen petrográfico.



Muestra de pila
Muestreo por canales.
Aprox. 45 kg



Cuardeos sucesivos.
Análisis granulométr.
y envío a laboratorio.



A laboratorio de petrografía:
16 a 10 kg para huso 4 a 5
10 a 5 kg para huso 67
5 a 1 kg de agregado fino
Separado en fracciones granulométricas.

Cada fracción granulométrica debe ser examinada por separado, comenzando con el tamaño más grande disponible. Los fragmentos de rocas más grandes son más fácilmente reconocibles; la desintegración mecánica de rocas presentes en las fracciones granulométricas gruesas puede haber proporcionado partículas de varios tipos diferentes a las fracciones más finas.

Determinación de grupos litológicos composicionales.



A Andesita



B Pelitas



C Arenisca



D Cuarzo libre

Algunos tipos importantes y fácilmente confundibles pueden ser reconocidos con el microscopio estereoscópico si primero son reconocidos y separados en los tamaños más grandes, pero pueden requerir además examinación más detallada mediante el microscopio petrográfico si se encuentran en las fracciones más pequeñas.

Caracterización petrográfica de grupos composicionales con estudios a diferentes escalas sobre especímenes representativos.



Revisión de cada espécimen y catalogación en alguno de los grupos composicionales previamente definidos.

Especialmente para caracterización de grupos composicionales.

8.2 La cantidad de partículas de cada fracción granulométrica a examinar será dada por la precisión necesaria para determinar los componentes menos abundantes. Suponiendo que el muestreo de campo y los procedimientos de toma de muestras de laboratorio son precisos y fiables, el número de partículas examinadas, identificadas y contadas en cada fracción dependerá de la precisión requerida al estimar los componentes presentes en pequeñas cantidades. Los números dados en este método son mínimos. Se basan en la experiencia y en consideraciones estadísticas (5, 6). Se cree que por lo menos 150 partículas de cada fracción de tamiz deben ser identificadas y contadas con el fin de obtener resultados fiables. Determinaciones precisas de pequeñas cantidades de un componente importante requerirá conteo de mayor número de partículas. Si la muestra de una fracción de tamizado contiene muchas más partículas de las necesarias, la muestra se reducirá en conformidad con uno de los procedimientos en NTP 400.043, a fin de obtener un número adecuado de partículas para el examen.

9 Procedimiento para examen de grava natural

- 9.1 Pátinas: Las partículas deben ser examinadas para establecer si tienen revestimientos exteriores. En caso de ser así, debe determinarse si los revestimientos consisten en materiales que puedan ser perjudiciales para el concreto (ópalo, yeso, sales fácilmente solubles, materia orgánica). También debe determinarse cualitativamente cómo los recubrimientos están relacionados con las partículas.
- 9.2 Tipos de rocas: La fracción de tamiz debe clasificarse en tipos de roca mediante examen visual. Si todos o la mayoría de los grupos presentes son tipos fácilmente identificables macroscópicamente ya sea en superficie natural o en fractura fresca o a través de pruebas como reacción con ácido, no se necesitará identificación adicional. Rocas de grano fino que no pueden ser identificadas macroscópicamente o que pueden contener componentes conocidos por ser perjudiciales para el concreto deben examinarse mediante el microscopio estereoscópico. Si no pueden identificarse por ese medio, deben ser examinados por medio del microscopio petrográfico.

La cantidad de estudios microscópicos en rocas de grano fino debe adaptarse a la información necesaria acerca de la muestra en particular. En algunos casos, otros métodos de análisis como la difracción de rayos X, pueden servir para identificar más rápidamente a los constituyentes de las rocas de grano fino.

1. Examinación visual

Color, textura, tamaño de grano, composición

2. Estereomicroscopio

Para detalles más finos (submilimétricos)

3. Microscopía óptica

Para caract. petrográfica y presencia minerales nocivos.

4. DRX, SEM, otros

Excepcionalmente. Si se justifica.

9.3

Condiciones de meteorización o de alteración: Los grupos separados pertenecientes a cada tipo de roca deben ser examinados para determinar si es necesaria una separación más por la condición física. Si todas las partículas de un tipo de roca están en una condición similar, debe tenerse en cuenta ese hecho. Con más frecuencia, se encontrarán en un mismo grupo de partículas varios grados de meteorización. Ellos deben clasificarse en categorías basadas en la condición y en la expectativa de comportamiento en concreto. Los tipos de categorías destinados son: (1) fresco, masivo; (2) moderadamente alterado o degradado; (3) muy alterado o degradado; o (1) masivo; (2) poroso y/o friable. Por lo general no es práctico reconocer más de tres condiciones por cada tipo de roca, uno o dos pueden ser suficiente. Un componente importante que se presente en grandes cantidades puede requerir a veces separación en cuatro grupos según condición. El ejemplo conspicuo es la sílice cuando es el principal componente de una muestra de grava, puede estar presente como sílice masiva sin fracturas; como sílice porosa; y sílice masiva pero altamente fracturada. La determinación de cuál de estas cuatro condiciones caracteriza a las partículas es importante, ya que tienen una influencia importante en la predicción del comportamiento de la partícula en concreto.

Grupo A

**Granito y
granodiorita
(frescos a débilmente
alterados)**

Grupo B

**Andesita y
basalto
(frescos a débilmente
alterados)**

Grupo C

**Areniscas y
limolitas
(frescos a débilmente
alterados)**

Grupo X

**Roca moderada a
fuertemente oxidada**

Grupo Y

**Roca moderada a
fuertemente silicificada**

Separación de los especímenes de cada fracción granulométrica en los grupos litológicos composicionales previamente definidos.



9.4 Registro:

9.4.1 Notas que deben tomarse durante el examen. Se debe describir cada tipo de roca; las características pertinentes pueden incluir los siguientes aspectos:

- 9.4.1.1 Forma de las partículas,
- 9.4.1.2 Textura de la superficie de la partícula,
- 9.4.1.3 Tamaño de grano,
- 9.4.1.4 Estructura interna, incluyendo observaciones de espacio de los poros,
- 9.4.1.5 Color,
- 9.4.1.6 Composición mineral,
- 9.4.1.7 Heterogeneidades significativas,
- 9.4.1.8 Condición física general del tipo de roca en la muestra,
- 9.4.1.9 Recubrimientos o incrustaciones y
- 9.4.1.10 Presencia de los componentes que se sabe que causan reacciones químicas perjudiciales en el concreto,

**Información genérica para
cada grupo litológico**

9.4.2 Cantidad de partículas que deben registrarse. Cuando se haya completado el examen, las notas deben contener suficiente información para permitir la preparación de las tablas y descripciones. Las tablas deben prepararse mostrando la composición y condición de las muestras por fracciones de tamiz y la composición media ponderada, basada en la clasificación de la muestra, tal como se recibió y en la distribución de los componentes de fracciones de tamiz.

Las descripciones de grupos constituyentes deben contener las características pertinentes que se enumeran en la lista anterior.

10 Procedimiento para examen de arena natural

10.1 El procedimiento para el examen de la arena natural es similar al procedimiento para el examen de grava, con las modificaciones necesarias por las diferencias en el tamaño de las partículas.

10.1.1 Tamaños mayores de 600 μm (Nº 30): La cantidad de muestra de cada fracción granulométrica mayor de 600 μm deberá reducirse de conformidad con uno de los procedimientos de la NTP 400.043 hasta obtener grupos que contengan por lo menos 150 partículas.

Debe examinarse la muestra reducida de cada fracción granulométrica, sus componentes deben ser identificados y contados con ayuda de un microscopio estereoscópico. Es conveniente esparcir la muestra en un plato de fondo plano de vidrio como un plato de Petri y manipular los granos con pinzas planas o con una aguja. La identificación de granos en los tamaños de arenas gruesa a menudo es más fácil cuando los granos están sumergidos en el agua.

La inmersión disminuye la reflexión de las superficies exteriores y puede mostrar características de diagnóstico que no se pueden ver cuando los granos están secos; hay excepciones a esta generalización. Cuando la identificación es difícil, el examen deberá incluir examen de una superficie rota (“fractura fresca” seca y húmeda) y pruebas con ácido.

Sólo después de que todos estos pasos se hayan seguido y el grano no haya sido identificado deberá recurrirse al estudio con microscopio petrográfico. Los granos que no puedan identificarse mediante el microscopio estereoscópico y que se sospecha contienen sustancias perjudiciales para el concreto, deberán separarse para examinarse con el microscopio petrográfico.

Si la reacción con álcalis es importante en el examen de la muestra, se indican algunas adiciones al procedimiento. Si los tamaños de arenas gruesas presentan rocas ígneas de grano fino, que contengan posiblemente vidrio, deberán seleccionarse varias partículas típicas de esta variedad para un examen más exhaustivo.

El petrógrafo debe determinar la presencia o ausencia de vidrio u otros granos que requieran de una identificación más detallada usando líquidos de inmersión, utilizando el microscopio petrográfico. En casos difíciles o especialmente importantes, puede ser necesario romper los granos sospechosos para realizar 2 tipos de secciones delgadas, una con líquido de inmersión y otra con la superficie fresca.

Donde la arena contiene sílice y el potencial de reactividad de sílice es una consideración importante, un número de partículas de sílice de las fracciones retenidas en el tamiz de 600- μm (Nº 30) debería separarse para las determinaciones del índice de refracción.

La técnica de tinción de azul de metileno puede ser útil en la determinación de la presencia de esmectita (7).

10.1.2 Tamaños más finos que 600 μm (N° 30)

Las fracciones de tamiz más finas que el tamiz de 600- μm (N° 30) deben reducirse en un separador de muestra o por cuarteo a aproximadamente de 4 o 5 g (Nota 1). Esta reducción del tamaño de la muestra puede continuar con un separador en miniatura o por cuarteo con una espátula en una hoja limpia de papel. El procedimiento puede llevarse a cabo como se ha descrito anteriormente para las fracciones más gruesas. Según sea necesario, se debe utilizar el microscopio petrográfico. Para este propósito, se debe preparar una parte representativa de cada muestra cuarteada en aceite de inmersión sobre un portaobjetos y cubrirse con vidrio cubreobjetos. No hay ningún método totalmente satisfactorio para reducir la muestra a un número predeterminado de granos. La división reducida se puede muestrear extendiéndolo en una superficie de vidrio o papel limpio, para luego arrastrar los granos con una aguja humedecida en aceite de inmersión, los granos que se adhieren a la aguja podrán ser transferidos a una superficie limpia con una gota de aceite de inmersión. Si esto se hace con cuidado se obtiene una muestra bastante representativa. Si la aguja está hecha de acero magnetizado, puede provocar la concentración de minerales magnéticos. Normalmente es necesario repetir esta operación en las fracciones de tamiz de 300- μm (N° 50) y 150- μm (N° 100) para obtener al menos 150 granos de cada uno. Debe seleccionarse el aceite de inmersión que tenga un índice de refracción que facilite identificación de los componentes importantes. Se recomienda el uso de un aceite de inmersión con un índice menor al índice de cuarzo (1,544). La sección delgada debe ser montada en un microscopio petrográfico equipado con un sistema de mecánico de desplazamiento de la sección. se realizarán varios desplazamientos y debe contarse e identificarse cada grano que pase bajo la intersección de la cruz del ocular.

En el desplazamiento de la sección a través del sistema mecánico, debe tenerse cuidado en los ejes norte y sur de tal manera que no se cuente 2 veces un mismo grano. Cada fracción pasante por el tamiz de 600 μm (N° 30) y retenido en el tamiz de 75 μm (N° 200) debe ser examinada. Normalmente, se estima la composición por medio del microscopio petrográfico del material del tamiz 75 μm (N° 200) a través de una sección delgada, siguiendo el procedimiento descrito anteriormente, examinando por medio de microscopio petrográfico y estimando su composición. Para materiales más finos de 75 μm (N° 200), los componentes pueden ser complementariamente examinados por difracción de rayos X, especialmente para identificar los minerales de arcillas. Si inusualmente hay una gran cantidad de material de este tamaño, o si contiene componentes que puedan tener un efecto importante sobre la idoneidad del agregado para el uso previsto, debe contarse. En este caso, se sugiere que la fracción que pasa por la malla de 75 μm (N° 200) se lave sobre la malla de 45 μm (N° 325) antes de ser contado.

Nota 1—Aproximadamente 4 o 5 g suelen ser suficientes y el volumen usualmente suele ser inferior a una cucharadita rasa. En algunos casos, las fracciones retenidas en los tamices de 150 μm (No. 100) y 75- μm (No. 200) suelen ser tan pequeñas que no requieren de reducción.

10.1.3 Secciones delgadas de granos elaboradas usando epoxi como aditivo de montaje pueden ser útiles para clasificar partículas que pasen por la malla de 300 μm (No. 50).

**Problemas de segregación por pesos específicos al preparar las secciones delgadas.
Más recomendable es trabajar con estereomicroscopio.**

Norma
ASTM C-295

1	Objeto y campo de aplicación
2	Referencia normativa
3	Calificación del petrógrafo
4	Resumen del método
5	Significado y uso
6	Aparatos y suministros
7	Muestreo
	GRAVA Y ARENA NATURAL
8	Procedimiento
9	Procedimiento para examen de grava natural
10	Procedimiento para examen de arena natural
	TESTIGO DE TALADRO, ROCA DE AFLORAMIENTO, PIEDRA CHANCADA Y ARENA ARTIFICIAL
11	Procedimiento para examen de testigos de taladro
12	Procedimiento para examen de rocas de afloramiento
13	Procedimiento para examen de piedra chancada
14	Procedimiento para examen de arena artificial
	CÁLCULOS Y REPORTE
15	Cálculos
16	Reporte
17	Precisión y tendencia

**Aspectos
generales**

**Grava y arena
natural**

**Otros tipos
de muestras**

**Cálculos y
reportes**

TESTIGO DE TALADRO, ROCA DE AFLORAMIENTO, PIEDRA CHANCADA Y ARENA ARTIFICIAL

11 Procedimiento para examen de testigos de taladro

- 11.1 Para cada taladro de perforación examinado debe prepararse un registro, mostrando la ubicación, longitud de testigos recuperados y pérdida de núcleos, ubicación y espaciamiento de fracturas y planos de separación; tipo o tipos litológicos; secuencia de tipos; condición física y variaciones en la condición; tenacidad, dureza (8), coherencia; porosidad efectiva; tamaño de grano, textura, variaciones en el tamaño de grano y textura; tipo o tipos de rotura; y presencia de constituyentes capaces de generar reacciones perjudiciales en el concreto. Si el tamaño del núcleo lo permite, se debe considerar la probabilidad de que la roca forme un agregado del tamaño máximo requerido. Mojar la superficie del núcleo facilita el reconocimiento de las características y los cambios significativos en la litología.

**Personal de
la cantera**

**Consultor
petrógrafo**

La mayor parte de la información que normalmente se requiere se puede obtener mediante un examen visual cuidadoso, y con pruebas de raspado, ácido y golpeando el núcleo con un martillo. En el caso de rocas de grano fino, puede ser necesario examinar partes del núcleo, utilizando el microscopio estereoscópico o preparar secciones delgadas de porciones seleccionadas. Algunas consideraciones y procedimientos son más aplicables en unos tipos de rocas que en otros. Por lo general, las rocas estratificadas consideradas para agregados de concreto son caliza, y ocasionalmente rocas metamórficas, como filita, esquisto o gneiss, perlitas y areniscas.



En cantera



Envio a laboratorio de petrografía



En laboratorio petrografía

Una de las preguntas más importantes que surge en el examen de la caliza es el de la presencia, tipo y distribución de impurezas arcillosas. Las calizas que contienen capas delgadas intercaladas de limolitas pueden ser fuentes adecuadas de agregado si las capas limolíticas están distribuidas de tal modo que no impiden la obtención del tamaño máximo requerido descartándose los horizontes de sedimentos finos. En caso de presencia de impurezas arcillosas, debe determinarse si en realidad consisten en minerales arcillosos o en otros minerales en tamaños de grano similar al de las arcillas. Si se componen de minerales arcillosos, debe establecerse si los minerales arcillosos incluyen esmectitas (9). Los análisis de difracción de rayos X son especialmente valiosos en la identificación y determinación cuantitativa de minerales arcillosos.

Las técnicas de tinción con azul de metileno (7) son útiles en la identificación de esmectita. En el examen de rocas ígneas de grano fino, se debe prestar especial atención a la naturaleza de la matriz.

Este examen debe incluir determinación de la presencia o ausencia de ópalo, calcedonia, vidrio volcánico y arcillas expansibles; si se encuentra alguno de estos minerales o fases, debe estimarse la cantidad; si se encuentra vidrio volcánico, debe determinarse el tipo.

12 Procedimiento para examen de rocas de afloramiento

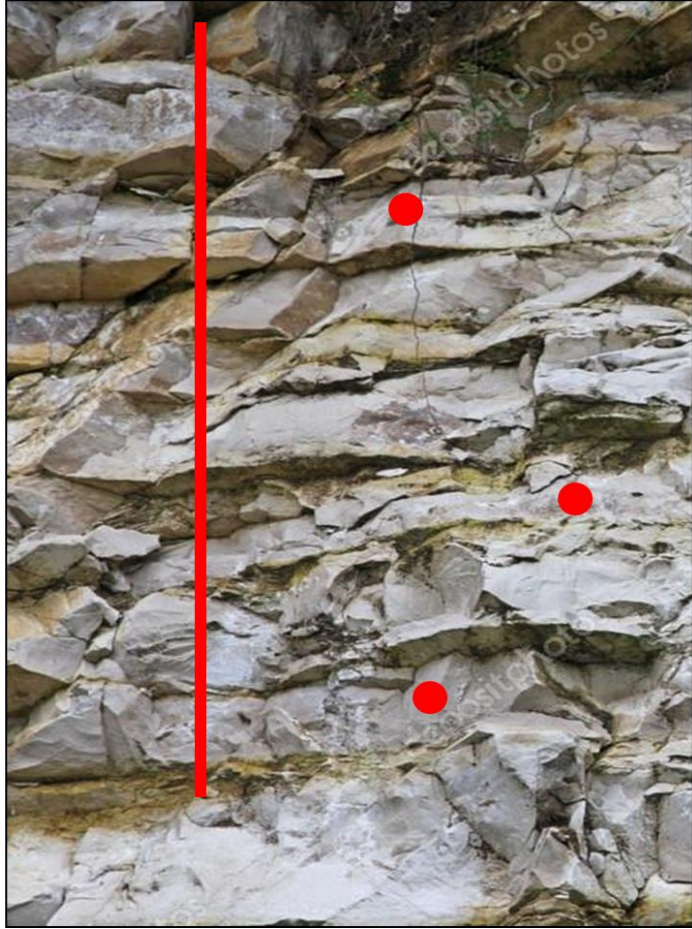
- 12.1 El procedimiento utilizado en el examen debe ser el mismo que se explicó para muestras de núcleos de perforación en la medida en que el espaciamiento de las muestras y el tamaño de las piezas individuales lo permitan. Si la muestra consta de una cantidad relativamente grande de fragmentos rotos producidos por voladura será conveniente inspeccionar toda la muestra, estimar la abundancia relativa de los tipos o variedades de rocas presentes, y muestrear cada tipo antes de continuar con el procedimiento, posteriormente debe ser el mismo que se indica a continuación para piedra triturada.

13 Procedimiento para examen de piedra chancada

- 13.1 El procedimiento para el examen de piedra triturada debe ser similar a la del núcleo, excepto que los datos cuantitativos deben obtenerse mediante conteo de partículas de las fracciones granulométricas consideradas, como se describe en la sección de grava y arena natural.

14 Procedimiento para examen de arena artificial

- 14.1 El procedimiento de examen debe ser similar al procedimiento para arena natural, con especial énfasis en la cantidad y extensión de la fractura y la cantidad y naturaleza del polvo de roca desarrollado por las operaciones de molienda. Información útil al respecto se puede obtener del estudio de una muestra de la roca a partir de la cual se obtuvo la arena artificial.



Norma ASTM C-295

1	Objeto y campo de aplicación
2	Referencia normativa
3	Calificación del petrógrafo
4	Resumen del método
5	Significado y uso
6	Aparatos y suministros
7	Muestreo
	GRAVA Y ARENA NATURAL
8	Procedimiento
9	Procedimiento para examen de grava natural
10	Procedimiento para examen de arena natural
	TESTIGO DE TALADRO, ROCA DE AFLORAMIENTO, PIEDRA CHANCADA Y ARENA ARTIFICIAL
11	Procedimiento para examen de testigos de taladro
12	Procedimiento para examen de rocas de afloramiento
13	Procedimiento para examen de piedra chancada
14	Procedimiento para examen de arena artificial
	CÁLCULOS Y REPORTE
15	Cálculos
16	Reporte
17	Precisión y tendencia

Aspectos generales

Grava y arena natural

Otros tipos de muestras

Cálculos y reportes

CÁLCULOS Y REPORTE

15 Cálculos

- 15.1 Calcular la composición de cada fracción granulométrica de la muestra heterogénea y la composición promedio ponderada de toda la muestra de la siguiente manera:
- 15.1.1 Expresar la composición de cada fracción granulométrica como el número total de partículas contadas de cada componente de la fracción, expresado en número de partículas y en porcentaje. Es conveniente calcular y registrar los porcentajes a décimas en esta etapa. Un ejemplo de estos cálculos se muestra en la mitad superior de la tabla 2.
- 15.1.2 Obtener el porcentaje en peso de cada fracción granulométrica en toda la muestra (porcentajes retenidos en tamices consecutivos) determinada por el método de la NTP 400.012.



A Andesita



B Pelitas



C Arenisca



D Cuarzo libre

15.1.3 Calcular el porcentaje de cada constituyente en el total de la muestra (porcentaje ponderado de constituyentes en la fracción de tamiz, ver tabla 2, multiplicando el porcentaje de ese constituyente en la fracción (determinado como se describió en el punto 15.1.1) por el porcentaje de la fracción en toda la muestra (obtenido como se describe en el punto 15.1.2). Es conveniente calcular y registrar los porcentajes en décimas.

15.1.4 Calcular el porcentaje ponderado de cada componente en el total de la muestra sumando los porcentajes ponderados de cada componente en cada fracción granulométrica (ver parte inferior del cuadro 2).



A Andesita

66 p.

11.2 %



B Pelitas

139

23.6%



C Arenisca

112

19.1%



D Cuarzo libre

271

46.1%

Total
588 p.

Total
100%.

15.1.5 Construir una tabla para mostrar la composición de cada fracción granulométrica y la composición ponderada de toda la muestra. Los valores deben redondearse al número entero más cercano. Los constituyentes que ocurran en concentraciones de 0.5% o menores en una fracción granulométrica o en toda la muestra, deben ser reportados como trazas. La tabla 3 es un ejemplo al respecto que se construye a partir de los datos obtenidos en la tabla 2. Como convención, el total en cada fracción de tamiz y de la muestra total deben ser recalculados al 100% sin considerar las trazas. Esta convención puede evitarse agrupando a los componentes menores de poca importancia en ingeniería. Es preferible tabular componentes que se sabe que reaccionan de forma perjudicial en el concreto de modo que su distribución será evidente a partir de la inspección de la tabla, aunque la cantidad en toda la muestra o en cualquier fracción sea muy pequeña.

TABLA 2 Cálculo de resultados de conteo de partículas

Porcentaje individual retenido en el tamiz	Composición de las fracciones retenidas en los tamices							
	19.0 mm (3/4 in) ^B		12.5 mm (1/2 in) ^B		9.5 mm (3/8 in) ^B		4.75 mm (N° 4) ^B	
	17.4%		32.6%		29.5%		20.5%	
Constituyentes	Número de partículas	%	Número de partículas	%	Número de partículas	%	Número de partículas	%
A1	250	50.0	200	40.0	150	30.0	50	10.0
A2	50	10.0	100	20.0	125	25.0	100	20.0
A3	10	2.0	50	10.0	75	15.0	100	20.0
B1	107	21.4	70	14.0	62	12.4	32	6.4
B2	76	15.2	53	10.6	19	3.8	87	17.4
B3		0.0	20	4.0	43	8.6	96	19.2
C1	5	1.0	5	1.0	20	4.0	20	4.0
C2	2	0.4	2	0.4	6	1.2	10	2.0
C3		0.0		0.0		0.0	5	1.0
TOTAL	500	100.0	500	100.0	500	100.0	500	100.0

	Porcentajes ponderados de constituyentes en cada fracción de tamiz				Composición ponderada de la muestra		
	19.0 mm (3/4 in) ^B	12.5 mm (1/2 in) ^B	9.5 mm (3/8 in) ^B	4.75 mm (N° 4) ^B			
A1	8.7	13.0	8.9	2.1	32.7	64.6	(Total A)
A2	1.7	6.5	7.4	4.1	19.7		
A3	0.4	3.3	4.4	4.1	12.2		
B1	3.7	4.6	3.7	1.3	13.3	31.8	(Total B)
B2	2.6	3.5	1.1	3.6	10.8		
B3		1.3	2.5	3.9	7.7		
C1	0.2	0.3	1.2	0.8	2.5	3.6	(Total C)
C2	0.1	0.1	0.3	0.4	0.9		
C3				0.2	0.2		
Total	17.4	32.6	29.5	20.5	100.0	100.0	
Total en muestra, condición 1					48.5		
Total en muestra, condición 2					31.4		
Total en muestra, condición 3					20.1		

Grupo litológico composicional		Calidad del grupo composicional como agregado	3/4"		1/2"		3/8"		# 4		# 8	
			Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso	%
A	Intrusivos ácidos	Bajo potencial de RAS	34.7	5.31	549.3	16.06	141.3	10.99	152.9	18.26	4.8	21.05
B	Volcánicos ácidos	Muy alto potencial de RAS	56.6	8.66	277.8	8.12	129.7	10.09	31.8	3.8	1.1	4.82
C	Volcánicos básicos	Muy bajo potencial de RAS	450.6	68.96	1488	43.51	752	58.48	419.7	50.12	12	52.63
D	Arenisca común y limolitas	Bajo potencial de RAS	58.1	8.89	410.9	12.01	59.2	4.6	24.1	2.88	1.7	7.46
E	Roca cuarzosa	Alto a medio potencial de RAS	33.2	5.08	323.3	9.45	127.1	9.88	52.9	6.32	1.8	7.89
F	Roca alterada (no silicificada)	Muy alto potencial de RAS	20.2	3.09	370.6	10.84	76.6	5.96	156	18.63	1.4	6.14
TOTAL			653.4	100	3419.9	100	1285.9	100	837.4	100	22.8	100

16 Reporte

- 16.1 El informe del examen petrográfico debe resumir los datos esenciales necesarios para la identificación de la muestra, como la fuente y el uso propuesto y la descripción dando los datos esenciales sobre la composición y propiedades de los materiales según lo revelado en el examen. El informe debe registrar los métodos de determinación empleados y dar una descripción de la naturaleza y las características de cada componente importante de la muestra, acompañada por tablas y fotografías, tantas como sean necesarias. Los resultados y conclusiones deben expresarse en términos legibles y entendibles por aquellos que deben tomar las decisiones para el uso del material en concreto.
- 16.2 Cuando se ha encontrado que la muestra posee propiedades o componentes que se sabe que tienen efectos desfavorables específicos en el concreto, se debe describir las propiedades cualitativamente y, en la medida que sea posible, cuantitativamente. Deben mencionarse los efectos desfavorables que pueden esperarse que se generen en el concreto.
- Si corresponde, debe indicarse que no se han encontrado componentes con características indeseables. En tal caso también puede ser apropiado (especialmente si el informe del examen petrográfico no está acompañado por informes de resultados de pruebas físicas y químicas para las que pueden aplicarse límites numéricos) agregar que el material puede ser considerado aceptable para uso, siempre que se realicen ciertas pruebas y que los resultados estén dentro de los límites apropiados. Sin embargo, el informe no debe contener conclusiones distintas de las basadas en la conclusión del examen, a menos que los datos adicionales para apoyar tales conclusiones estén incluidos en el informe petrográfico y el petrógrafo haya sido autorizado para analizar los otros datos pertinentes no petrográficos.

El informe petrográfico debe incluir recomendaciones con respecto a cualquier investigación geológica, pruebas físicas o químicos y estudios petrográficos adicionales que puedan ser necesarios para evaluar las propiedades adversas que se evidencien en el examen petrográfico que se ha realizado.

Las investigaciones petrográficas complementarias podrían incluir análisis cualitativos o cuantitativos de los agregados o de porciones seleccionadas de la muestra; podrían ser análisis de difracción de rayos X, métodos térmicos diferenciales u otros procedimientos dirigidos a la identificación y descripción de los componentes de los agregados.

16.3

El informe petrográfico debe incluir recomendaciones con respecto a otras investigaciones petrográficas, químicas, físicas o geológicas que puedan ser necesarias para evaluar propiedades adversas que hayan sido indicadas por el examen petrográfico realizado.

Las investigaciones petrográficas complementarias pueden incluir análisis cualitativos o cuantitativos del agregado o de porciones seleccionadas del mismo, tales como difracción de rayos X, métodos térmicos diferenciales u otros procedimientos que se dirigen a la identificación y descripción de los constituyentes del agregado.



A Andesita



B Riолitas



C Arenisca



D Cuarzo libre

