



*Profesor Titular:* Ing. Maximiliano Segerer  
*Jefe de Trabajos Prácticos:* Ing. Carlos Aluz

## ASIGNATURA: TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN

### TRABAJO PRÁCTICO N° 2

## **MUESTREO DE AGREGADOS PARA HORMIGONES**

### **I. OBJETIVOS**

Introducir al alumno en el manejo de Normas. Conocimiento de procedimientos para la obtención de agregados y sus características. Desarrollar el criterio para la elección de materiales. En base a una visita de yacimiento crear criterio visual para la determinación de características físicas de los materiales.

### **II. DESARROLLO**

El trabajo se desarrollará en gabinete donde se interpretarán las normas que intervienen en el tema, además se efectuará una visita a un yacimiento de agregados como complemento teórico-práctico. Las técnicas de ensayo y muestreo de agregados serán desarrolladas por los alumnos en laboratorio en el Trabajo Práctico N° 6.

### **III. NORMAS, REGLAMENTOS Y BILIOGRAFÍA A CONSULTAR**

- **Norma IRAM 1501** – Tamices de ensayos
- **Norma IRAM 1509** – Agregados para hormigones. Muestreo
- **Norma IRAM 1569** – Morteros y Hormigones y sus componentes. Definiciones
- **Artículos “Paso a Paso” Ensayos de Agregados.** Esta documentación donde figuran las metodologías y fotografías de ensayos debe ser utilizado y puede ser evaluado.

### **IV. INTRODUCCIÓN TEÓRICA**

#### **A. DEFINICIONES (IRAM 1569)**

- **Tamiz:** Es el conjunto formado por el tejido fijado a un marco, este de ser sólido y estar construido de manera tal que impida la pérdida del material durante el ensayo.
- **Tejido:** Es la formación plana de alambres de sección circular, que entrelazados perpendicularmente dejan entre sí aberturas cuadradas.
- **Malla:** Cada uno de los cuadrados determinados por los ejes de los alambres que constituyen el tejido.
- **Abertura de malla:** es la distancia libre comprendida entre los lados de la malla.
- **Designación del tamiz:**

|                      |   |
|----------------------|---|
| Aberturas $\geq$ 1mm | IRAM “a” mm (designación ASTM)<br>Ejemplo: IRAM 76mm (3”)                 |
| Aberturas < 1mm      | IRAM “b” $\mu$ m (designación ASTM)<br>Ejemplo: IRAM 149 $\mu$ m (N° 100) |

- **Designación y características de los tamices según la Norma IRAM 1501:**

| DESIGNACIÓN |                |                 | Abertura Nominal [mm] | Diámetro del alambre [mm] | Tolerancia en de la abertura Promedio [%] |
|-------------|----------------|-----------------|-----------------------|---------------------------|---|
| IRAM        | 106 mm         | (4,24")         | 107,6                 | 5,6 a 9,7                 | ± 2                                       |
| IRAM        | 102 mm         | (4")            | 101,6                 | 5,6 a 9,7                 | ± 2                                       |
| IRAM        | 89 mm          | (3 ½")          | 88,9                  | 5,3 a 9,3                 | ± 2                                       |
| <b>IRAM</b> | <b>76 mm</b>   | <b>(3")</b>     | <b>76,2</b>           | <b>4,8 a 9,1</b>          | <b>± 2</b>                                |
| <b>IRAM</b> | <b>63 mm</b>   | <b>(2 ½")</b>   | <b>63,5</b>           | <b>4,4 a 7,1</b>          | <b>± 2</b>                                |
| IRAM        | 54 mm          | (2,12")         | 53,8                  | 4,1 a 6,2                 | ± 2                                       |
| <b>IRAM</b> | <b>51 mm</b>   | <b>(2")</b>     | <b>50,8</b>           | <b>4,1 a 6,2</b>          | <b>± 2</b>                                |
| IRAM        | 44 mm          | (1 ¾")          | 44,4                  | 3,8 a 5,7                 | ± 2                                       |
| <b>IRAM</b> | <b>38 mm</b>   | <b>(1 ½")</b>   | <b>38,1</b>           | <b>3,7 a 5,3</b>          | <b>± 2</b>                                |
| IRAM        | 32 mm          | (1 ¼")          | 31,7                  | 3,5 a 4,8                 | ± 2                                       |
| IRAM        | 27 mm          | (1,06")         | 26,9                  | 3,4 a 4,5                 | ± 3                                       |
| <b>IRAM</b> | <b>25 mm</b>   | <b>(1")</b>     | <b>25,4</b>           | <b>3,4 a 4,5</b>          | <b>± 3</b>                                |
| IRAM        | 22 mm          | (7/8")          | 22,2                  | 3,2 a 4,2                 | ± 3                                       |
| <b>IRAM</b> | <b>19 mm</b>   | <b>(¾")</b>     | <b>19,1</b>           | <b>3,1 a 3,9</b>          | <b>± 3</b>                                |
| IRAM        | 16 mm          | (5/8")          | 15,9                  | 2,7 a 3,4                 | ± 3                                       |
| IRAM        | 13 mm          | (0,53")         | 13,4                  | 2,4 a 3,1                 | ± 3                                       |
| <b>IRAM</b> | <b>12,7 mm</b> | <b>(½")</b>     | <b>12,7</b>           | <b>2,4 a 3,1</b>          | <b>± 3</b>                                |
| IRAM        | 11 mm          | (7 / 16")       | 11,1                  | 2,2 a 2,8                 | ± 3                                       |
| <b>IRAM</b> | <b>9,5 mm</b>  | <b>(¾")</b>     | <b>9,52</b>           | <b>2,1 a 2,8</b>          | <b>± 3</b>                                |
| IRAM        | 7,9 mm         | (5/16")         | 7,93                  | 1,8 a 2,4                 | ± 3                                       |
| IRAM        | 6,7 mm         | (0,265")        | 6,73                  | 1,6 a 2,1                 | ± 3                                       |
| IRAM        | 6,3 mm         | (N° 3)          | 6,35                  | 1,3 a 1,9                 | ± 3                                       |
| IRAM        | 5,7 mm         | (N° 3 ½)        | 5,66                  | 1,1 a 1,7                 | ± 3                                       |
| <b>IRAM</b> | <b>4,8 mm</b>  | <b>(N° 4)</b>   | <b>4,76</b>           | <b>1,0 a 1,5</b>          | <b>± 3</b>                                |
| IRAM        | 4 mm           | (N° 5)          | 4,00                  | 0,9 a 1,3                 | ± 3                                       |
| IRAM        | 3,4 mm         | (N° 6)          | 3,36                  | 0,8 a 1,2                 | ± 3                                       |
| IRAM        | 2,8 mm         | (N° 7)          | 2,83                  | 0,7 a 1,1                 | ± 3                                       |
| <b>IRAM</b> | <b>2,4 mm</b>  | <b>(N° 8)</b>   | <b>2,38</b>           | <b>0,7 a 1,1</b>          | <b>± 3</b>                                |
| IRAM        | 2 mm           | (N° 10)         | 2,00                  | 0,6 a 0,9                 | ± 3                                       |
| IRAM        | 1,7 mm         | (N° 12)         | 1,68                  | 0,6 a 0,8                 | ± 3                                       |
| IRAM        | 1,4 mm         | (N° 14)         | 1,41                  | 0,5 a 0,7                 | ± 3                                       |
| <b>IRAM</b> | <b>1,2 mm</b>  | <b>(N° 16)</b>  | <b>1,19</b>           | <b>0,4 a 0,7</b>          | <b>± 3</b>                                |
| IRAM        | 1 mm           | (N° 18)         | 1,00                  | 0,4 a 0,6                 | ± 5                                       |
| IRAM        | 840 μ          | (N° 20)         | 0,84                  | 0,4 a 0,5                 | ± 5                                       |
| IRAM        | 710 μ          | (N° 25)         | 0,71                  | 0,3 a 0,5                 | ± 5                                       |
| <b>IRAM</b> | <b>590 μ</b>   | <b>(N° 30)</b>  | <b>0,59</b>           | <b>0,3 a 0,4</b>          | <b>± 5</b>                                |
| IRAM        | 500 μ          | (N° 35)         | 0,50                  | 0,3 a 0,4                 | ± 5                                       |
| IRAM        | 420 μ          | (N° 40)         | 0,42                  | 0,2 a 0,3                 | ± 5                                       |
| IRAM        | 350 μ          | (N° 45)         | 0,35                  | 0,2 a 0,3                 | ± 5                                       |
| <b>IRAM</b> | <b>297 μ</b>   | <b>(N° 50)</b>  | <b>0,297</b>          | <b>0,2 a 0,3</b>          | <b>± 5</b>                                |
| IRAM        | 250 μ          | (N° 60)         | 0,250                 | 0,1 a 0,2                 | ± 5                                       |
| IRAM        | 210 μ          | (N° 70)         | 0,210                 | 0,1 a 0,2                 | ± 5                                       |
| IRAM        | 177 μ          | (N° 80)         | 0,177                 | 0,1 a 0,15                | ± 6                                       |
| <b>IRAM</b> | <b>149 μ</b>   | <b>(N° 100)</b> | <b>0,149</b>          | <b>0,09 a 0,12</b>        | <b>± 6</b>                                |
| IRAM        | 125 μ          | (N° 120)        | 0,125                 | 0,06 a 0,1                | ± 6                                       |
| IRAM        | 105 μ          | (N° 140)        | 0,105                 | 0,06 a 0,09               | ± 6                                       |
| IRAM        | 88 μ           | (N° 170)        | 0,088                 | 0,05 a 0,07               | ± 6                                       |
| <b>IRAM</b> | <b>74 μ</b>    | <b>(N° 200)</b> | <b>0,074</b>          | <b>0,05 a 0,06</b>        | <b>± 7</b>                                |
| IRAM        | 62 μ           | (N° 230)        | 0,062                 | 0,04 a 0,05               | ± 7                                       |
| IRAM        | 53 μ           | (N° 270)        | 0,053                 | 0,04 a 0,05               | ± 7                                       |
| IRAM        | 44 μ           | (N° 325)        | 0,044                 | 0,03 a 0,04               | ± 7                                       |
| IRAM        | 37 μ           | (N° 400)        | 0,037                 | 0,02 a 0,03               | ± 7                                       |

No todos los tamices son empleados para el análisis granulométrico de agregados para hormigones, empleándose en general los resaltados.

- **Agregado:** Es el material granular resultante de la desintegración natural y desgaste de las rocas, o que se obtiene mediante la trituración de ellas, de escorias siderúrgicas o de otros materiales suficientemente duros, que permitan obtener partículas de forma y tamaño estable.
- **Granulometría:** Distribución por tamaños de las partículas que constituyen un agregado.
- **Módulo de finura:** Número que se obtiene dividiendo por cien la suma de los porcentajes totales de una muestra de agregados retenidos acumulados sobre cada uno de los tamices de la siguiente serie, denominada serie de Tyler, donde la relación de aberturas lineales de dos tamices consecutivos es de 1:2

|      |     |    |         |
|------|-----|----|---------|
| IRAM | 76  | mm | (3")    |
| IRAM | 38  | mm | (1 ½")  |
| IRAM | 19  | mm | (¾")    |
| IRAM | 9,5 | mm | (⅜")    |
| IRAM | 4,8 | mm | (# 4)   |
| IRAM | 2,4 | mm | (# 8)   |
| IRAM | 1,2 | mm | (# 16)  |
| IRAM | 590 | µm | (# 30)  |
| IRAM | 297 | µm | (# 50)  |
| IRAM | 149 | µm | (# 100) |

- **Tamaño Nominal:** Designación de un agregado, expresada por los tamices límites necesarios para su análisis granulométrico.
- **Tamaño máximo nominal:** Número del tamiz IRAM de malla menor, a través del cual puede pasar el 95% del agregado o más.
- **Agregado fino:** Agregado cuyos trozos pasan el tamiz IRAM 4,8 mm (N° 4)
- **Agregado grueso:** Agregado retenido por el tamiz IRAM 4,8 mm (N° 4)
- **Agregado liviano:** Agregado constituido por partículas de materiales naturales o artificiales, cuyo peso unitario es menor de 885 kg/m<sup>3</sup> para el agregado grueso y de 1125 kg/m<sup>3</sup> para el agregado fino.
- **Arena Natural:** Agregado fino, resultante de la desintegración natural de la roca.
- **Arena Normal:** Arena silíceo de granos redondeados, cuya granulometría y características están determinadas en la norma IRAM 1633.
- **Arena de trituración:** Agregado fino de partículas angulosas resultantes de la trituración de las rocas.
- **Gravas:** Agregado grueso proveniente de la desintegración natural de las rocas.
- **Grava partida:** Agregado grueso proveniente de trituración artificial de rocas o de gravas y cuyas partículas tienen prácticamente la totalidad de sus caras obtenidas por fractura.

## **B. PROCEDIMIENTO PARA EL MUESTREO DE AGREGADOS (IRAM 1509)**

- **Muestras parciales:** Son las muestras que se obtienen de una sola vez, de cada lugar de extracción. Las muestras obtenidas en el mismo lugar pero a diferentes profundidades se consideran como muestras parciales distintas.
- **Muestras compuestas:** Son las que se obtienen mezclando las muestras parciales.

- **Muestras de ensayo:** Muestras sobre las cuales se realizan los ensayos físicos y químicos.

**Las muestras serán representativas** de la naturaleza, características y condiciones de los materiales que se encuentran en los yacimientos naturales, en los depósitos comerciales o en obra, según corresponda.

Siempre que sea posible, las muestras de agregado fino o de mezclas de agregado fino y grueso se tomarán estando dichos materiales en estado húmedo, a los efectos de evitar la segregación que se produce cuando aquellos tienen la superficie seca.

Cuando se desee determinar las variaciones granulométricas o de características del material depositado, los ensayos se realizarán sobre cada muestra parcial, convenientemente identificada en lo referente al lugar, profundidad de extracción, momento de extracción, etc.

Las muestras de agregados de distinto tipo, tamaño o procedencia, constituyen muestras distintas y no serán mezcladas.

### **C. PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN (IRAM 1509)**

- **Yacimiento con una cara al descubierto (yacimiento a cielo abierto):** Si la extensión del yacimiento es grande con respecto a la cantidad de material necesaria para ejecutar la obra, se demarcan los límites de la zona de la cual se hará la provisión. Dicha demarcación puede hacerse una vez que se ha apreciado las características del material en superficie y profundidad, mediante la información obtenida con los calicatas de prueba. Además debe tenerse en cuenta el volumen total necesario más un excedente que, como mínimo será del veinticinco por ciento (25%). Si se trata de un yacimiento pequeño se determina su extensión y profundidad mediante exploraciones de prueba. Es conveniente realizar las calicatas en los nudos de una cuadrícula de al menos 50 x 50 metros, y estudiar los materiales presentes a diferentes profundidades.
- **Yacimientos que no tienen una cara al descubierto:** Las muestras se extraerán mediante perforaciones de prueba que lleguen hasta el yacimiento, desechándose el material superficial que no sea aprovechable o que esté alterado por la acción del tiempo o de otras circunstancias. El procedimiento es análogo al caso descrito para cuando el yacimiento posee una cara al descubierto.
- **Depósitos comerciales o de obras:** El material podrá encontrarse formando pilas, en silos, sobre vehículos de transporte o sobre cintas transportadoras. Siempre que sea posible, la extracción, la extracción se realizará en el lugar de procedencia del material, durante la carga de los vehículos de transporte. Si esto no fuera posible, las muestras se tomarán en el lugar de destino, preferentemente antes de descargar los vehículos.

Si el material se encuentra en pilas, se tomarán muestras parciales de varios puntos de la pila distanciados entre sí. Dichas muestras parciales se obtienen de la base, de la cima y en puntos intermedios; si la pila es grande, la operación se repite en dirección perpendicular a la primera. Cuando el agregado se encuentre almacenado en silos, las muestras parciales se toman de la sección transversal íntegra de la vena de material que fluye durante la descarga, antes de tomar la muestra se dejan salir por lo menos 5000 kg de material, a los efectos de asegurar una uniformidad normal de la vena de descarga.

En caso de que el material se encuentre almacenado en silos, las muestras parciales de pueden tomarse durante la descarga del mismo, sea esta manual o mecánica, separando una palada cada tantas en forma regular.

Para el material transportado en cinta, las muestras parciales se toman a intervalos iguales de tiempo y estarán constituidas por la sección transversal íntegra de la vena, la extracción se realiza deteniendo el movimiento de la cinta.

### **D. CANTIDADES MÍNIMAS DE MUESTRAS (IRAM 1509)**

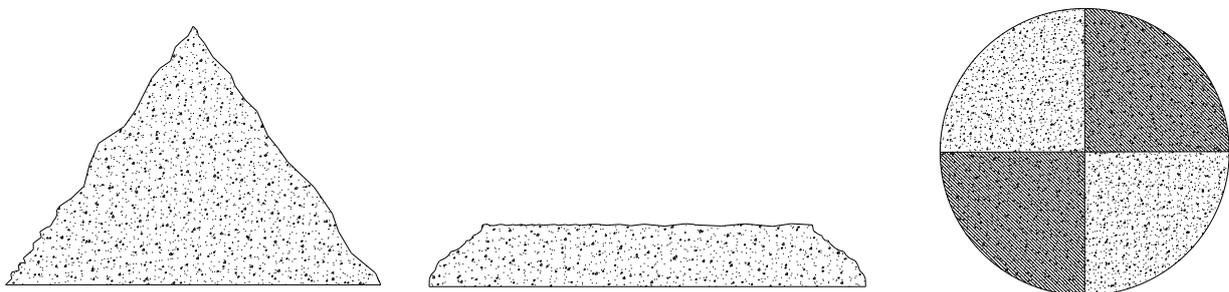
Con excepción de los yacimientos o depósitos naturales, las cantidades mínimas de material necesario para constituir una muestra de ensayo de cada tipo o tamaño nominal del agregado fino o grueso, hasta un tamaño máximo de 51 mm, por cada 75 m<sup>3</sup> (máximo volumen del que es representativa la muestra), las siguientes:

- Para ensayos físicos y químicos:
  - Agregado fino . . . . . 50 kg
  - Agregado grueso . . . . . 100 kg
- Para estudio de dosificación de hormigones, con comprobación de su resistencia:
  - Agregado fino
    - Empleando un solo agregado fino . . . . . 200 kg
    - Empleando dos o más agregados finos . . . . . 150 kg de c/u
  - Agregado grueso
    - Empleando un solo tipo y graduación . . . . . 300 kg
    - Empleando dos o graduaciones . . . . . 200 kg de c/u

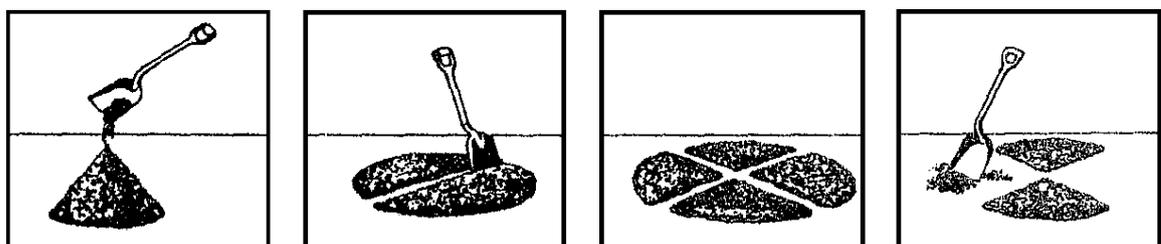
### **E. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO (IRAM 1509)**

- **Método manual:** La operación se inicia colocando la muestra sobre una superficie dura, preferentemente metálica, lisa y limpia, donde no sea posible la pérdida de material, ni la adición de materias extrañas. Los agregados finos y las mezclas de agregados finos y gruesos serán cuarteados en estado húmedo. Si no estuviesen así, deberán humedecerse con agua limpia para que no modifique las características del material.

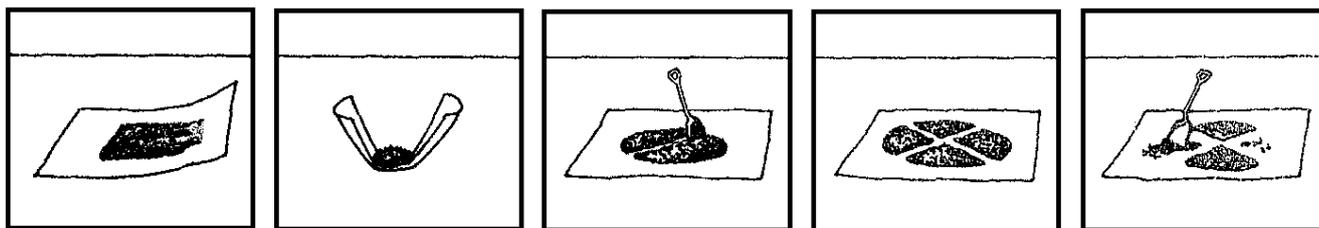
Con el total de material se forma una pila cónica y con la pala se quita el material de la misma y se forma otra pila, este proceso se repite tres veces. Luego se aplana cuidadosamente con el reverso de la pala hasta que su espesor sea uniforme. Se trazan dos diámetros perpendiculares quedando la muestra dividida en cuartos, de las cuatro partes, se desechan dos opuestas y se seleccionan las restantes, las cuales deben ser nuevamente mezcladas y reducidas de la forma explicada hasta obtener la muestra de ensayo. En las Figuras 1, 2 y 3 se muestra el procedimiento manual.



**Figura 1 – Obtención de muestras con el procedimiento manual (1)**

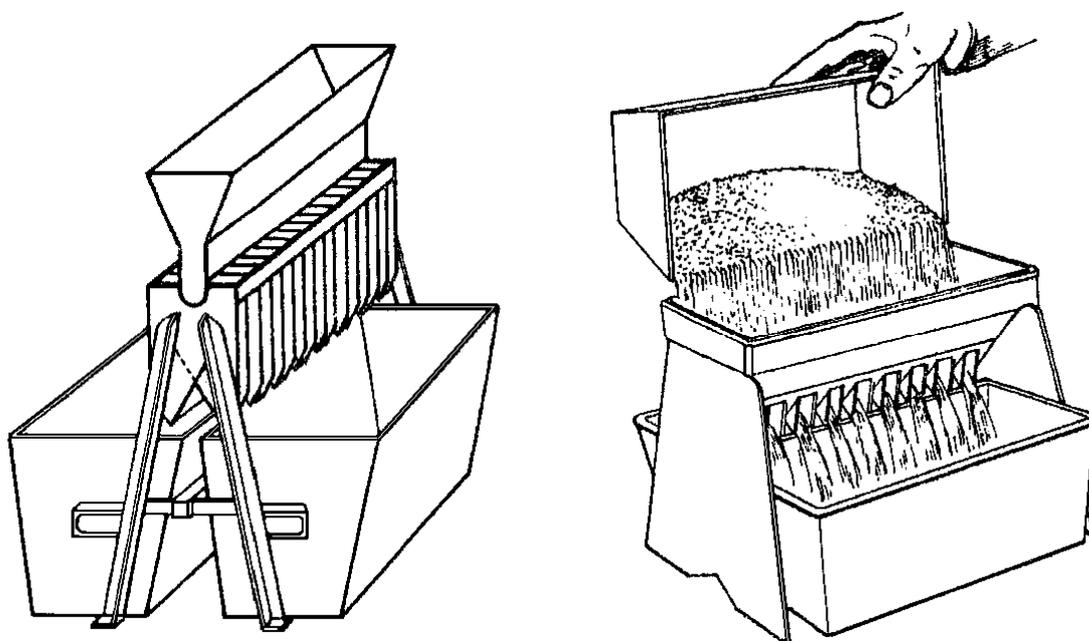


**Figura 2 – Obtención de muestras con el procedimiento manual (2)**



**Figura 3 – Obtención de muestras con el procedimiento manual (3)**

- **Partidor de Jones:** El material fino de la muestra deberá tener su superficie seca. El partidor de Jones consiste en un número par (doce o más) de canaletas rectangulares inclinadas, metálicas y de ancho adecuado al tamaño máximo del agregado, que descargan alternadamente hacia los lados opuestos del partidor. La muestra a dividir debe ser uniformemente depositada en la parte superior de las canaletas y el dispositivo permitirá dividir las en dos partes iguales, representativas, que se recogerán en dos recipientes colocados a ambos lados del partidor, debajo de cada uno de los grupos de canaletas. En la Figura 4 se muestra un esquema y el empleo del Partidor de muestras.



**Figura 4 – Obtención de muestras con el procedimiento del Partidor de Jones**

## **V. CUESTIONARIO**

1. Defina tamiz, tejido, malla y abertura de malla.
2. Indique cómo se designa un tamiz.
3. Defina los distintos tipos de muestras que se indican en la norma IRAM 1509.
4. Explique cómo se puede determinar la aptitud de un yacimiento a cielo abierto para utilizar su material como agregados para hormigones.
5. Indique las distintas formas de acopio de los agregados. Explique la forma de retirar las muestras en al menos un caso.
6. Esquematice gráficamente la definición de abertura de tamiz.
7. Transcribir las definiciones de la norma IRAM 1569 de: granulometría, tamaño nominal, tamaño máximo nominal, agregado fino y agregado grueso