

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ANÁLISIS MINERALÓGICO Y EXAMEN PETROGRÁFICO  
DE AGREGADO FINO PARA CONCRETO DE TRES BANCOS  
DE LA REGIÓN CENTRAL DEL PAÍS**

Tesis presentada a la Junta Directiva  
de la Facultad de Ingeniería de la  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

**Sergio Gaitan Orozco**

Al conferírsele el título de

**INGENIERO CIVIL**

Guatemala, Junio de 1996

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

08  
T(3741)  
C.41

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR:**

Cumpliendo con los preceptos que establece la Ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de tesis titulado:

**ANÁLISIS MINERALÓGICO Y EXAMEN PETROGRÁFICO DE AGREGADO  
FINO PARA CONCRETO DE TRES BANCOS DE LA REGIÓN CENTRAL DEL  
PAÍS.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, el  
26 de Septiembre de 1994

SERGIO GAITAN OROZCO.

## **AGRADECIMIENTO:**

**A Dios Todo Poderoso.**

**Al Centro de Investigaciones de Ingeniería -USAC-.**

**Al Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas -USAC-.**

**A los ingenieros: Julio Roberto Luna Aroche y Carlos Leonel Pérez Arias por haber asesorado el presente trabajo de investigación.**

**A todas las personas que de manera desinteresada colaboraron en la elaboración de la presente tesis, en especial a la Srita. Jaqueline Estrada y al Lic. Jorge Mynor Bracamonte Orozco.**



### **MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA:**

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck.
VOCAL 1o	Ing. Miguel Ángel Sánchez Guerra.
VOCAL 2o	Ing. Jack Douglas Ibarra Solorzano.
VOCAL 3o	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez.
VOCAL 4o	Br. Fernando Waldemar De León Contreras.
VOCAL 5o	Br. Pedro Ignacio Escalante Pastor.
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López.

### **TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO:	Ing. Julio Ismael González Podszueck.
EXAMINADOR	Ing. Ricardo Augusto Ibarra Menéndez.
EXAMINADOR	Ing. Mario Roberto Ávila Valdés
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Gordillo García
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

**ACTO QUE DEDICO:**

A MIS PADRES:

**José Victor Gaitán Flores (+)**  
**Rosalina Orozco Mazariegos**

A TODOS MIS FAMILIARES, EN ESPECIAL:

**María Teresa Orozco Mazariegos**

**A TODOS MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS:**  
**DE LA FACULTAD DE INGENIERIA**

**A LA FACULTAD DE INGENIERIA**  
**DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

CESEM-111-96  
Guatemala,  
19 de abril de 1996

Ingeniero  
Carlos H. Hermosilla E.  
Director  
Centro de Estudios Superiores de  
Energía y Minas -CESEM-,  
Facultad de Ingeniería,  
Presente

Ingeniero Hermosilla:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de tesis del estudiante Sergio Gaitán Orozco, titulado: "Análisis mineralógico y examen petrográfico de agregado fino para concreto, de tres bancos de la región central de país".

Después de haber revisado y corregido dicho trabajo, considero que llena los requisitos exigidos para su aprobación final.

Sin otro particular, me suscribo de usted, atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio R. Luna A.

Asesor

Centro de Estudios Superiores de  
Energía y Minas

cc: archivo  
JRLA/id.





FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

CESEM 112-96  
Guatemala,  
29 de abril de 1996

Ingeniero  
Carlos Efraín Hermosilla E.  
Director  
Centro de Estudios Superiores  
de Energía y Minas -CESEM-  
Facultad de Ingeniería,  
Presente

Estimado Ingeniero Hermosilla:

Junto a un atento saludo, me permito informarle que he terminado de revisar la tesis del estudiante universitario Sergio Gaitán Orozco, titulada: "Análisis mineralógico y examen petrográfico de agregado fino para el concreto de tres bancos de la región central del país".

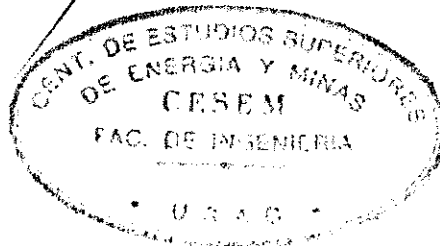
El trabajo ha cumplido con los objetivos planteados y representa un aporte al conocimiento de los materiales de construcción del país, por lo que recomiendo su aprobación.

Sin otro particular, me es grato suscribirme, atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Carlos Leonel Pérez Arias  
Asesor  
Centro de Estudios Superiores de  
Energía y Minas

cc: archivo  
CLPA/id.





FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

CESEM-116-96  
Guatemala,  
7 de mayo de 1996

Ingeniero  
Jack Douglas Ibarra  
Director  
Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería,  
Presente

Ingeniero Ibarra:

Por medio de la presente hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de tesis titulado: "Análisis mineralógico y examen petrográfico de agregado fino para concreto de tres bancos de la región central de país", del estudiante Sergio Gaitán Orozco.

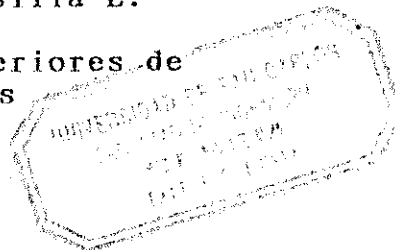
El trabajo fue asesorado y revisado por los ingenieros Julio Roberto Luna A. y Carlos Leonel Pérez A., docentes de este Centro, y considero que se ha cumplido con sus objetivos, por lo que recomiendo se continúen los trámites correspondientes para su autorización.

Atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Carlos E. Hecosilla E.  
Director  
Centro de Estudios Superiores de  
Energía y Minas

cc: archivo  
CEHE/id.





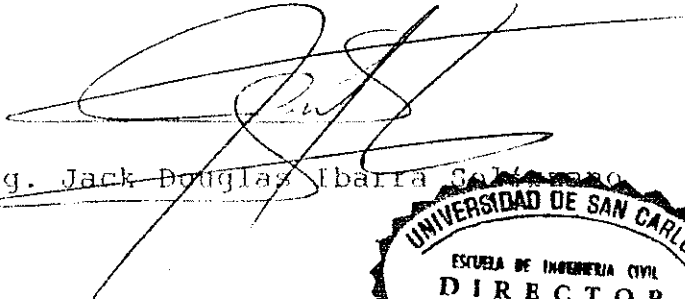


**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de los Asesores Ing. Carlos Leonel Pérez Arias e Ing. Julio R. Luna A. y del Director del Centro de Estudios de Energía y Minas Ing. Carlos E. Hermosilla E., sobre el trabajo de tesis del estudiante Sergio Gaitán Orozco, titulado ANALISIS MINERALOGICO Y EXAMEN PETROGRAFICO DE AGREGADO FINO PARA CONCRETO DE TRES BANCOS DE LA REGION CENTRAL DEL PAIS, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

  
Ing. Jack Douglas Ibarra



Guatemala, junio de 1, 1996.

JDIS/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

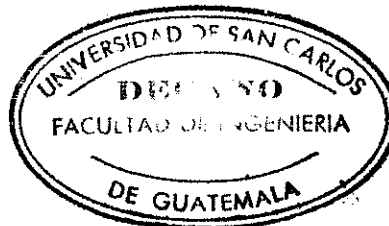
El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis ANALISIS MINERALOGICO Y EXAMEN PETROGRAFICO DE AGREGADO FINO PARA CONCRETO DE TRES BANCOS DE LA REGION CENTRAL DEL PAIS, del estudiante Sergio Gaitán Orozco, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck

DECANO

Guatemala, junio de 1, 1996



/bbdeb.

## ÍNDICE:

	Página
i GLOSARIO	
ii OBJETIVOS	1
iii INTRODUCCIÓN	2
iv JUSTIFICACIÓN	3
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>I MARCO TEÓRICO</b>	4
<b>1.1 Aspectos generales del examen petrográfico de agregados para el concreto.</b>	5
1.1.1 Planificación.	6
1.1.2 Significado y usos.	7
1.1.3 Aparatos y accesorios.	9
1.1.4 Muestreo.	12
1.1.5 Selección de muestras para exámenes.	14
1.1.6 Exámenes de arenas naturales	15
1.1.7 Examen de núcleos de Perforación.	17
1.1.8 Examen de arena Manufacturada.	18
1.1.9 Cálculos y reportes.	18
<b>1.2 Especificación de agregados de concreto</b>	22
1.2.1 Contenido de humedad.	22

1.2.2	Análisis granulométrico.	23
1.2.3	Contenido de Materia Orgánica.	26

## **CAPÍTULO 2**

<b>2.1</b>	<b>Localización y descripción de los Bancos.</b>	<b>29</b>
2.1.1	Localización	29
<b>2.2</b>	<b>Tipo de Banco.</b>	<b>37</b>
<b>2.3</b>	<b>Ensayos de laboratorio.</b>	<b>39</b>
<b>2.4</b>	<b>Análisis y tabulación de Resultados.</b>	<b>40</b>
2.4.1	Análisis de resultados norma ASTM C-33.	40
2.4.2	Análisis de resultados norma ASTM C-295	42
<b>2.5</b>	<b>Interpretación de resultados</b>	<b>59</b>
v	CONCLUSIONES	61
vi	RECOMENDACIONES	63
vii	BIBLIOGRAFÍA	64
viii	ANEXOS	65

## **i GLOSARIO:**

**AGREGADO FINO:** Es el componente de la mezcla de concreto que se encarga de llenar los vacíos existentes, los cuales están entre el agregado grueso, además contribuye a reafirmar el criterio técnico al calcular la mezcla de concreto.

**AMIGDALA:** Agujero o poro en la roca que ha sido rellenado por un mineral secundario.

**ANDESITA:** Roca Ígnea de grano fino sin cuarzo ó sin ortoclasa, compuesta de alrededor de 75 por ciento de feldespato plagioclasa y el resto de silicatos ferromagnésicos. Es una de las lavas más importantes en forma de lavas, posiblemente derivado de un magma basáltico por cristalización fraccionada. Es muy característico de los procesos que dan lugar a la formación de montañas alrededor de los bordes del océano Pacífico, queda restringido a los sectores continentales.

**ANDESITA AMIGDALOIDE:** Roca andesítica en la cual se presentan amigdalas.

**ANDESITA ESCORIACEA:** Roca andesítica que presenta vesículas ó vacíos en gran cantidad . Estos vacíos fueron ocupados posiblemente de gas magmático

**ANDESITA SILICIFICADA:** Roca andesítica en la cual el sílice sustituye a algún otro mineral básico primario.

**ASTM:** Siglas que corresponden a la entidad AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. (SOCIEDAD AMERICANA PARA PRUEBAS Y MATERIALES).

**BASALTO:** Roca ígnea de grano fino en la que predominan los minerales de color oscuro, que consisten de mas de 50 por ciento de feldespatos plagioclasa y el resto de silicatos ferromagnésicos. Los basaltos y las andesitas representan aproximadamente el 98 por ciento de todas las rocas extrusivas.

**BRECHA VOLCÁNICA:** El producto de la unión de los fragmentos de roca más gruesos que pueden originarse por una explosión o por flujo de material volcánico.

**BANCO DE MATERIALES:** Concentración de volumen de material donde se obtiene el agregado de manera económica, en caso de agregado fino puede obtenerse por trituración de roca o en la corriente de ríos.

**CALIZA:** La más común de las rocas sedimentarias no clásticas, en su mayoría han sido formadas por acumulación de conchas, esqueletos de organismos y principalmente por carbonato de calcio.

**CUARZO:** Mineral, del grupo de los silicatos, cuya fórmula química es  $\text{SiO}_2$ , compuesto exclusivamente de tetraedros de silicio-oxígeno; con todos los oxígenos unidos en un arreglo tridimensional. Su forma cristalina es la de un prisma hexagonal de extremos piramidales, con las caras del prisma estriados transversalmente. Es un importante mineral formador de roca.

**DEPÓSITOS EÓLICOS:** Acumulación de fragmentos finos que fueron acarreados por el viento.

**DEPÓSITOS LACUSTRES:** Material acumulado en los lagos debido a las corrientes fluviales.

**FRAGMENTO LÍTICO DELEZNABLE:** Fragmento de roca con poca consistencia.

**GRANITO:** Roca Ignea formada principalmente por feldespato de potasio y cuarzo.

**MAGMA:** Roca fundida que se presenta en forma natural, puede tener cristales de silicatos en suspensión y gases disueltos, o ambos. Estas condiciones se pueden encontrar en general en una mezcla que contenga hasta 15 por ciento de cristales, pero no más de 11 por ciento de gases disueltos.

**MICAS:** Grupo de silicatos minerales que se caracterizan por tener laminillas u hojuelas de clivaje resultantes de su ordenamiento atómico; de acuerdo con este ordenamiento, los tetraedros de silicio-oxígeno están enlazados en hojas, la biotita es la mica ferromagnesiana, negra; la muscovita es la mica potásica, blanca.

**OLIVINO:** Silicato ferromagnesiano que cristaliza primero a partir de un magma, y que se intemperiza rápidamente en la superficie de la tierra. Su estructura cristalina se basa en iones aislados de  $\text{SiO}_4$  y en iones positivos de hierro o magnesio, o ambos, fórmula general  $(\text{Mg Fe})_2 \text{SiO}_4$ .

**PETROGRAFÍA:** Estudio y descripción de las rocas desde el punto de vista de la textura, mineralogía y composición química

**PIROXENO:** Grupo de minerales perteneciente a los silicatos, resultan principalmente del enfriamiento del magma, su composición química incluye aluminio, hierro, magnesio, calcio, sodio y otros elementos en menor cantidad.

**PÓMEZ:** Roca piroclástica llena de cavidades formadas por burbujas de gas, siendo de textura vesicular, con muchos espacios abiertos no interconectados. Resulta un material ligero que flota en el agua.

### **iii OBJETIVOS:**

#### **a. Objetivo General:**

Evaluar las propiedades físico-mineralógicas de los agregados finos comúnmente usados en la industria de la construcción en la ciudad de Guatemala.

#### **b. Objetivos Específicos:**

- Clasificar y comparar las muestras de acuerdo a los procedimientos descritos por las normas ASTM C-33 (especificación de agregados de concreto) y ASTM C- 295 (práctica para examen petrográfico para agregado fino de concreto).
- Identificar la naturaleza geológica de las partículas que componen el agregado fino.
- Determinar la cantidad relativa de cada uno de los componentes petrográficos y mineralógicos de la muestra.



## ii INTRODUCCIÓN:

En el presente trabajo se efectúa un estudio de los componentes minerales de tres bancos de agregado fino que alimentan a la ciudad de Guatemala, en base a lo dictaminado por las normas ASTM C-33 (Especificación de agregados de concreto) Y ASTM C-295 (Examen petrográfico de agregados para concreto); para lo cual se obtuvieron muestras de los bancos, los cuales fueron escogidos por su situación geográfica así como por la forma de obtener el agregado, siendo estos tres bancos PROHINSA (cuya forma de obtener el agregado es por trituración de roca), Villalobos y Chinautla (los agregados se obtienen de los ríos del mismo nombre).

Las muestras se trasladaron al CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA (CII), donde se efectuó la primera parte de la investigación, es decir las muestras fueron sometidas al ensayo de la norma ASTM C-33, donde se obtuvieron las características físicas de la misma, peso específico, peso unitario, porcentaje de vacíos, porcentaje de absorción, contenido de materia orgánica, y porcentaje de lo retenido por cada tamiz. Este último ensayo fue clacificado y trasladado al CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ENERGÍA Y MINAS (CESEM), donde se procedió a la realización del ensayo dictado en la norma ASTM C-295, es decir, por cada parte de agregado retenido por cada tamiz se cuarteo la muestra hasta obtener un mínimo de 150 partículas por tamiz para después observarlas por medio de un microscopio estereoscópico y así poder clasificar los componentes geológicos de cada muestra y poder presentar un reporte final de los dos ensayos realizados por cada muestra.

De los resultados obtenidos en los ensayos efectuados se obtienen conclusiones que se presentan al final del trabajo.

#### **iv JUSTIFICACIÓN**

Debido a la importancia de la industria de la construcción en la ciudad de Guatemala, se hace necesario el mantener un buen control de calidad en la mezcla de concreto, elemento básico para el desarrollo de trabajos de construcción; esto conlleva a estudiar la calidad de los componentes, por el riesgo que representaría el ejecutar obras civiles con materiales de baja calidad.

En algunos casos para compensar las deficiencias del comportamiento mecánico en la mezcla del concreto se recurre a la alteración de la mezcla con el enriquecimiento de agregados, esto se ha estado llevando a cabo sin ningún tipo de supervisión, lo cual viene a presentar riesgos en la resistencia del diseño, así como en la confiabilidad del profesional ejecutante, el aumento en los costos de la obra y las reacciones químicas que pueda presentar dicho incremento, debido a los componentes minerales del agregado.

Por lo anterior se puede observar la importancia en que se lleven a cabo estudios de la calidad de los elementos que componen el concreto utilizados en nuestro medio, de los cuales no se han efectuado estudios que reflejen la calidad que éstos poseen. Elementos de baja calidad pueden afectar de muchas maneras la mezcla, manifestándose en una reducción de la resistencia abajo de los valores de diseño.

El presente trabajo es un ejemplo del estudio que se debería efectuar en cada uno de los bancos que se explotan actualmente en el país para así determinar la calidad del material con que se cuenta en nuestro medio, y obtener conclusiones sobre la posibilidad de mejorarlos desde el punto de vista de la construcción.

**CAPÍTULO 1**  
**MARCO TEÓRICO**

## CAPÍTULO I

En este capítulo se describen los procedimientos normalizados que se emplean para efectuar el estudio de los componentes de los materiales que son utilizados como agregados del concreto. El texto es una traducción de la norma de la sociedad Americana para el ensayo de materiales ASTM, cuyo título es: Practica normalizada para el examen petrográfico de agregados y el concreto (ASTM C-295-79).

### **1.1 Aspectos generales del examen petrográfico de agregados fino para concreto**

A continuación se explican los procedimientos para el examen petrográfico de muestras de materiales propuestos para ser utilizados como agregados de concreto. El procedimiento a utilizar depende del propósito para el cual se va a efectuar el examen y del origen y naturaleza de las muestras. En algunos casos para realizar la descripción, puede necesitarse el uso de microscopios especiales. Un examen petrográfico completo, para propósitos particulares y con componentes seleccionados, puede requerir procedimientos adicionales como: análisis de difracción de rayos X, análisis térmico diferencial, espectroscopía infrarroja u otros análisis, los cuales pueden ser más rápidos y definitivos que un examen microscópico.

Los exámenes petrográficos son hechos para los siguientes propósitos:

1. Para determinar las características físicas y químicas de los materiales.
2. Describir y clasificar los componentes.
3. Determinar la cantidad relativa de los componentes petrográficos y/o mineralógicos de la muestra
4. Comparar muestras de agregados de diferentes fuentes.

La identificación de los componentes de una muestra de agregados es el primer paso para formarse una idea de las propiedades que influyen en el comportamiento del material, pero no es una conclusión por si misma. El valor del examen petrográfico depende de la representatividad de la muestra, de lo completa y exacta que esté la información proporcionada por el petrógrafo, así como la experiencia para correlacionar los datos obtenidos de este examen.

Se pretende hacer un bosquejo, para que quienes hagan uso de la norma, seleccionen adecuadamente los aspectos que se requieran y la forma en que dichas técnicas puedan ser apropiadamente empleadas en el examen de muestras para agregados de concreto.

Los nombres de rocas que figuran en la norma C-294 (nomenclatura descriptiva de los componentes de agregados minerales naturales) podrían ser usados cuando sean apropiados para reportes preparados para esta práctica (norma C-295).

La norma C-295 puede involucrar materiales, equipo y operaciones peligrosas, no se pretende escribir una guía de seguridad de problemas relacionados con su uso. Esto es responsabilidad de quien las quiera utilizar.

### **1.1.1 PLANIFICACIÓN:**

a. Se asume que el examen será realizado por personal calificado en el manejo del equipo e interpretar los resultados obtenidos; puede hacerse también por ingenieros, científicos u otro personal calificado para relacionar los resultados con determinadas necesidades.

Los resultados finales serán analizados por el petrógrafo quien advertirá y juzgará, debiendo realizar sus observaciones de acuerdo a la extensión del examen.

b. Al petrógrafo se le indicará el grado de detalle que tendrá el examen, los propósitos y objetivos del mismo, la clase de información y la amplitud requerida.

Se debe disponer de la información de ensayos previos, los cuales deberán ser evaluados y juzgados por el petrógrafo, el que los considerará pertinentes o no, según la extensión del examen a efectuar.

### **1.1.2 SIGNIFICADO Y USOS:**

a. El examen petrográfico de agregados usados para concreto hidráulico es uno de los aspectos de la evaluación. Tiene otros usos como se mencionará más adelante, sin embargo no pueden ser empleados para todos los casos ni para todo el tiempo, el examen petrográfico proporciona información de tipos y variedades de rocas en agregados potenciales, pero no es necesaria la identificación detallada de todas las rocas y minerales presentes en un banco.

b. El examen debe establecer si el agregado posee minerales químicamente inestables, como sulfatos solubles y/o sulfuros inestables (que formen ácido sulfúrico o creen esfuerzos en el concreto expuesto a altas temperaturas) y materiales volumétricamente inestables como las esmecitas (minerales de arcillas expansivas montmorillonitas-saponitas). Las especificaciones pueden limitar las cantidades de cuarzo, en los agregados para uso en concreto que pueda estar sujeto a altas temperaturas, por la conversión del cuarzo sometido a temperaturas elevadas (573 grados centígrados o 1063 grados Fahrenheit).

c. El examen petrográfico podría identificar la proporción de cada componente de agregado (estado de partículas meteorizadas o alteradas de otra manera); el grado de la meteorización o alteración, si es severa, moderada o leve, debería determinar la proporción de cada tipo de roca en cada condición.

d. Los exámenes petrográficos pueden también ser usados para determinar las proporciones por forma de las partículas (cúbicas, esféricas, elipsoidales, piramidales, tubulares, planas y alargadas) en una muestra o muestras de agregado. Partículas planas, alargadas, y super delgadas, semejantes a astillas, en agregados incrementan el agua de mezcla requerida y disminuye la resistencia del concreto.

e. El examen petrográfico debería identificar y llamar la atención sobre componentes reactivos potencialmente de álcali-carbonato, determinados cuantitativamente y recomendar ensayos adicionales para confirmar o refutar su presencia en cantidades significativas de componentes de agregados capaces de generar una reacción con los álcalis del cemento. Estas prácticas están referidas en el apéndice de especificaciones C-33. Los componentes de la reacción álcali-sílice incluyen: ópalo, cristobalita, tridimita, cristal volcánico, cristal silíceo y volcánicos intermedios, jaspe, rocas volcánicas ácidas (vidriosas a criptocristalinas), cristales silíceos sintéticos, algunas pizarras y filitas, grawaca metamórfica, rocas conteniendo cuarzo con alto metamorfismo semejante a grawaca, esquistos, gneis, granito gnéisico, vetas de cuarzo, cuarzita y arenisca.

Existen criterios disponibles en la literatura mineralógica para la identificación de los minerales listados anteriormente por medio de sus propiedades ópticas por difracción de rayos X, o ambos, y en literatura petrológica y petrográfica por medio de su composición mineral y textura en secciones delgadas ( algunas veces también asistido por difracción de rayos X para compuestos minerales), las rocas potencialmente

dañinas ( por reacción de álcali-carbonato) son generalmente dolomitas calcáreas o calizas dolomíticas con residuos insolubles, principalmente cuarzo.

f. El examen petrográfico puede ser especialmente dirigido a la posible presencia de contaminantes en los agregados tales como cristales sintéticos, cenizas escorias de carbón o ceniza de carbón, óxido de magnesio, óxido de calcio ( o ambos), suelo, hidrocarburos, químicos que pueden afectar el comportamiento del concreto colocado o las propiedades de los agregados, excremento animal, plantas o raíces de vegetación y algunos otros contaminantes que pueden resultar indeseables en el concreto.

### **1.1.3 APARATOS Y ACCESORIOS:**

Los aparatos y accesorios abajo listados son una selección que permitirá efectuar todos los procedimientos descritos en estas prácticas. Todos los incisos que se mencionan, han sido empleados en exámenes petrográficos de concretos, con esto no se quiere decir que otros aparatos no puedan sustituirlos para servir en funciones similares. La selección de aparatos y accesorios queda a criterio de petrógrafo que hace el trabajo.

#### **a) ANÁLISIS Y ACCESORIOS PARA LA PREPARACIÓN DE MUESTRAS:**

- 1) Sierra para cortar roca, preferentemente hoja de diamante de 350 mm (o más grande) alimentada automáticamente.
- 2) Rueda de abrasión horizontal, preferentemente de 400 mm de diámetro.
- 3) Rueda de pulimento, preferentemente de 200 a 300 mm. de diámetro.
- 4) Abrasivos, arena de silicón para desgaste No 100 (122  $\mu\text{m}$ ), 220 ( 63  $\mu\text{m}$ .), 300 (31  $\mu\text{m}$ ), 600 (16  $\mu\text{m}$ .) y 800 (12  $\mu\text{m}$ .); alumina M-305 (5  $\mu\text{m}$ ).



- 5) Piqueta o martillo de geólogo.
- 6) Laminillas para microscopio de claros, no corrosivos de 25 por 45 mm de tamaño.
- 7) Bálsamo de Canadá neutral, en xileno o disponer de epóxicos de baja viscosidad (lake side).
- 8) Xileno
- 9) Medio de montaje, apropiado para montaje de secciones delgadas.
- 10) Hornos de laboratorio.
- 11) Láminas de vidrio cuadrado apropiadamente de 300 mm de lado, para corte de la secciones delgadas.
- 12) Cuarteadora con recipiente.
- 13) Vidrios cobertores no corrosivos, cuadrados de 12 a 13 mm y 25 mm.,
- 14) Mortero.

**b) APARATOS Y ACCESORIOS PARA EL EXAMEN DE ESPECÍMENES:**

- 1) Microscopio polarizante de platinas mecánicas con objetivos de alcance de alto medio y bajo potencial y dispositivos para centrar el objetivo, oculares de varios alcances y compensadores de cuarto de onda y onda completa y cuña de cuarzo.
- 2) Lámpara de microscopio (preferiblemente incluyendo una lámpara de arco de sodio).
- 3) Microscopio estereoscópico, con objetivos y oculares que den una amplificación final de 6 a 150 veces.
- 4) Imán (preferiblemente un electroimán).
- 5) Agujeros de aguja y puntos.
- 6) Gotero con capacidad de 60 ml.

- 7) Disco de petri.
- 8) Pinzas, punta recta y curva.
- 9) Lentes o discos de panel.
- 10) Inmersión media,  $n = 1.410$  a  $n = 1.785$  en pasos de 0.005.
- 11) Contador.
- 12) Cámara microfotográfica y accesorios.

Es necesario que el petrógrafo disponga de facilidades para chequear el Índice de refracción de la inmersión media. Si se intenta una exacta identificación de los materiales (como por ejemplo la diferencia entre el cuarzo y calcedonia) o de la diferencia entre el vidrio volcánico básico a intermedio, los Índices de refracción media necesitan ser conocidos con exactitud; la media no es estable por periodos muy largos de tiempo y están sujetos a considerables variaciones debido a cambios de la temperatura. En laboratorios no acondicionados con suficiente aproximación en el control de la temperatura, por lo general es necesario calibrar la inmersión media varias veces en el transcurso de un día, cuando una identificación exacta es requerida. Los equipos necesarios para chequear la inmersión media consiste de un refractómetro Abbé. Los refractómetros deberían estar equipados con prismas compensatorios para leer índices para la luz de sodio claro, de un blanco claro, o éste debería de usarse con una lámpara de arco de sodio.

Un laboratorio que realice una cantidad considerable de trabajos petrográficos debería estar provisto con facilidades para hacer registros microfotográficos, para que las características del agregado puedan ser descritas adecuadamente con palabras y representadas en fotos. Las microfotografías pueden ser tomadas usando lámparas normalizadas para iluminación microscópica; no obstante se recomienda, siempre que

sea posible proveer para estos propósitos, una lámpara de arco de tricornio. Para ilustraciones de aparatos típicos pueden hacerse referencias a los escritos por Mather y Mather o bien se puede consultar a los fabricantes de equipos microscópicos equipados con cámaras y equipo microfotográfico. Una guía muy útil respecto a microfotografía usando especialmente luz reflejante, se encuentra en la práctica E-883.

#### **1.1.4 MUESTREO:**

Las muestras para examen petrográfico deben tomarse bajo la supervisión directa de un geólogo experimentado, siguiendo la práctica D-75 (métodos para muestrear agregados). Se deberán tener datos como la exacta localización del sitio de la muestra y la geología del banco. La cantidad del material realmente estudiado será determinada por la naturaleza del examen petrográficos a realizar y la naturaleza del material a examinarse.

Canteras no desarrolladas deben ser muestreadas por perforaciones cuya profundidad deberá ser igual a la profundidad que se espera explotar. Dicha perforación será en una dirección perpendicular a las característica estructural dominante de la roca.

El material masivo puede ser muestreado con perforaciones con recuperación de núcleos tipo NX (53 mm. 2 1/8 " de diámetro); en bancos de estratificación delgada o materiales complejos deberán representarse por núcleos no menores de 100 mm. ( 4 " ) de diámetro. El número de núcleos deberá ser suficiente para cubrir los límites de los depósitos propuestos para el proyecto. La profundidad de todos los núcleos obtenidos será incluida en la muestra así como datos exactos de elevaciones, profundidades y pérdidas de núcleos.

En operación de canteras y depósitos de gravas y arenas, cuando el apilamiento del material producido esté disponible, se tomarán por no menos de 45 kg. (100 lbs), o 300 piezas de las más grandes de cada tamaño de material. Las muestras de apilamiento deberán ser lo más representativas posible

Afloramiento de canteras no productoras, donde los apilamientos regulares del material procesado no están disponibles, deberán ser representados por no menos de 2 kg (4.4 libras) de cada estrato, con piezas que no pesen menos de 0.5 kg. (1.1 libra) o con el procedimiento indicado anteriormente.

Los depósitos de grava y arena no explotada, deben ser muestreadas por medio de trincheras excavadas a mano con el fin de una futura producción económica. Las muestras consistirán de cantidades no menores a las indicadas que el cuadro 1. Los depósitos serán seleccionados tanto como sea posible.

**CANTIDAD**

tamaño de tamiz	kilogramos	libras	No de partículas
mayor de 150 mm. (6 ")	----	----	*
75 a 150 mm. (3 a 6 ")	----	----	300
37.5 a 75 mm. (1 1/2 a 3 ")	180	400	----
19.0 a 37.5 mm (3/4 a 1 1/2 ")	90	200	----
4.75 a 19.0 mm. (4 a 3/4")	45	100	----
menor de 4.75 mm (No 4)**	23	50	----

**CUADRO No 1**

Tamaños mínimos para muestras de agregados de depósitos de arena y grava que van a ser estudiados para utilizarse como agregado para concreto

\* No menor de una pieza de cada tipo aparente de roca

\*\* Agregado fino.

### 1.1.5 SELECCIÓN DE MUESTRAS PARA EXÁMENES:

1) Las muestras de gravas y arenas naturales deberán ser tamizadas en seco de acuerdo a la norma ASTM C-136, para proporcionar muestras de cada tamaño de tamiz. En el caso de las arenas, una proporción deberá ser ensayada de acuerdo a la norma C-117 con lavado de agua, para que sea tamizada y removida en seco, y suministrar un muestreo del material que pasa el tamiz 74  $\mu\text{m}$ . (No 200). Las muestras tamizadas de acuerdo a la norma C-136. deberán proporcionarse al petrógrafo, quien las usará para los cálculos del examen petrográfico. Cada fracción tamizada deberá ser examinada por separado empezando por el tamaño más grande porque las rocas se reconocen fácilmente si están en piezas grandes. El examen de un material heterogéneo puede crear confusión, porque proporciona partículas grandes que aparentemente son distintas de las pequeñas. Partículas fáciles de confundir pueden ser fácilmente reconocidas usando el microscopio estereoscópico.

2) Asumiendo que los procedimientos de muestreo son exactos, el número de partículas examinadas, identificadas y contadas por cada fracción tamizada depende de la exactitud requerida, así como de los componentes que se encuentran presentes en pequeñas cantidades. Los números de partículas proporcionados por estos métodos son mínimos y se basan sobre la experiencia y consideraciones estadísticas. Las cantidades de partículas indicadas aquí son mínimas. Es aceptable de un número de 150 partículas de cada fracción retenida en tamiz las cuales, serán identificadas y contadas para obtener resultados confiables, una cantidad pequeña (de algún componente importante) requerirá de conteo de un mayor número de partículas. Si la muestra de una fracción tamizada contiene mucho más partículas que las necesarias para identificar la muestra, deberá reducirse de conformidad con la norma C-702.

### 1.1.6 EXAMEN DE ARENAS NATURALES:

1) Cada fracción retenida, que sea mayor que el tamiz No 30, deberá ser reducida de acuerdo con el procedimiento C-702, hasta obtener una porción no menor de 150 partículas. Las muestras de cada tamiz deben ser examinadas y sus componentes identificados por medio de un microscopio estereoscópico.

Conviene extender la muestra sobre un disco de vidrio de fondo plano y manipular los granos con aguja de disección y unas pinzas. La identificación de los granos más gruesos es a menudo más fácil si están sumergidos en agua, este procedimiento disminuye la reflexión y puede presentar características que no se detectan si el grano está seco (esto puede tener sus excepciones).

Si la identificación es muy difícil puede incluirse un examen de la superficie natural (húmeda y seca), pruebas de rayado y ensayos con ácido clorhídrico. Si se realiza todos estos ensayos y todavía hay granos no identificados, solo entonces se podrá acudir al uso de microscopio petrográfico.

Los granos que no se puedan identificar utilizando el microscopio estereoscópico, pero que se sospecha que contienen sustancias que reaccionan afectando al concreto, deberán ser apartadas para ser examinadas con el microscopio petrográfico. Si la reacción con el álcali (sodio y potasio) de la pasta de cemento Portland es importante, ciertas adiciones al procedimiento son indicadas

Si las arenas gruesas contienen granos finos de rocas ígneas, vítreas o varias partículas típicas de cada variedad, deben seleccionarse algunas de ellas para un examen más completo. El petrógrafo debe evaluar la presencia de vidrio por la trituración de granos típicos y examinarlos en un medio de inmersión utilizando el

microscopio petrográfico; en casos especiales puede ser necesario romper granos dudosos y hacer monturas de inmersión de una parte del grano y una sección delgada de la otra parte; donde la arena contiene pedernal y la reactividad de la misma es una consideración importante, un número de partículas de pedernal de la fracción retenida en el tamiz No 30 deberá ser apartado para una determinación del Índice de refracción.

2) Las fracciones de tamaños menores que pasen el tamiz No 30 se deben reducir en un cuarteador a aproximadamente 4 ó 5 gramos (el volumen será menor que el de una cucharita rasa). Para algunas granulometrías, la porción retenida en el tamiz No 100 y No 200, puede estar presente pero en cantidades tan pequeñas que no es necesaria su reducción, si no es así, debería ser reducida en un cuarteador más pequeño o haciendo volcancitos y cuarteándolos con una espátula en una hoja de papel limpia.

El examen puede seguir el mismo procedimiento que el indicado en el inciso 1 de esta sección, como requerimiento se debe utilizar el microscopio petrográfico. Para esto se deberá montar una porción de la muestra reducida en un aceite de inmersión sobre un vidrio cubierto con otro vidrio limpio.

No es enteramente satisfactorio el método de reducción de la muestra por división a un número determinado de granos, la reducción por división se debe efectuar extendiendo una capa delgada sobre un vidrio o papel limpio, pasando la punta de una aguja de disección empapada en aceite de inmersión a través de la muestra y transfiriendo los granos adheridos a la punta de la aguja a una gota de aceite de inmersión sobre una placa de vidrio limpia, si se hace esto con cuidado se tendrá una muestra representativa.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

Si la aguja de disección está magnetizada puede resultar una concentración de minerales magnéticos. Hay que hacer varios grupos de la fracción retenida en los tamices No 50, No 100, para obtener por lo menos 150 gramos de cada una. La cantidad de aceite de inmersión debe ser seleccionada para hacer la identificación de los componentes importantes lo más fácil posible.

### **1.1.7 EXAMEN DE NÚCLEOS DE PERFORACIÓN**

1) Cada núcleo deberá ser examinado y tendrá un registro que muestre: la longitud del núcleo recuperado, las pérdidas del mismo, espaciamiento de fracturas y diaclasas, tipos litológicos, alteración de los tipos, condiciones rígidas y variantes en la condición tenacidad-dureza, coherencia, porosidad obvia, tamaño y textura del grano, variaciones en los mismos o tipos de roturas y presencia de elementos capaces de reaccionar en deterioro del concreto. Si el tamaño del testigo lo permite, debe considerarse la probabilidad de que la roca sea hecha agregado del tamaño del máximo requerido. Si la superficie del testigo examinado está húmeda, es más fácil reconocer características y cambios en la litología. La mayoría de la información requerida puede obtenerse por medio de un examen visual, pruebas de rayado, ácido o golpeando el núcleo con un martillo.

En caso de rocas con granulometría fina, es necesario examinar partes del núcleo empleando el microscopio estereoscópico o para preparar secciones delgadas de porciones seleccionadas. Algunas consideraciones y procedimientos son más idóneas para rocas con un cierto tipo de partículas.



### **1.1.8 EXAMEN DE ARENA MANUFACTURADA:**

1) El procedimiento es similar al examen de arena natural, haciendo énfasis en la cantidad y extensión de fractura y la cantidad y naturaleza del polvo de roca desarrollado por las operaciones de trituración. Si una muestra de roca de la cual la arena fue producida esta disponible, el examen de ésta proporcionará información útil.

### **1.1.9 CÁLCULOS Y REPORTES:**

1) El cálculo se realiza para una muestra como sigue

a) Expresar la composición de cada porción retenida de los tamices en función del número total de las partículas de la fracción contada y expresándola como un porcentaje de la cantidad total. Conviene calcular y registrar los porcentajes por decenas en esta presentación (ver la mitad del cuadro No 2).

porcentaje individual por edad retenido en tamiz.	19 mm. (3/4 ")		12.5 mm.(1/2 ")		9.5 mm. (3/8 ")		4.75 mm. (No 4)	
	17.4		32.6		29.5		20.5	
<b>COMPONENTES **</b>	N.P *	%	N.P.	%	N.P	%	N.P	%
A1	250	50	200	40	150	30	50	10
A2	50	10	100	20	125	25	100	10
A3	10	2	50	10	75	15	100	20
B1	107	21.4	70	14	62	12.4	32	6.4
B2	76	15.2	53	10.6	19	3.8	87	17.4
B3	---	---	20	4.	43	8.6	96	19.2
C1	5	10	5	1	20	4	20	4
C2	2	0.4	2	0.4	6	1.2	10	2
C3	---	---	---	---	---	---	5	10
<b>TOTALES</b>	500 ***	100	500***	100	500***	100	500***	100

### Cuadro 2 Parte I

#### EJEMPLO DEL CUADRO PARA PRESENTAR RESULTADO DEL CONTEO DE PARTÍCULAS \* DE AGREGADO GRUESO

\* Este cuadro indica un método conveniente de registrar en una hoja una tabulación de resultados y cálculos. El resultado mostrado aquí está en base a l cuadro 3 ; dicha tabla se indica en el reporte petrográfico, el cuadro 2 no.

\*\* Las letras A, B, C se refieren a varios componentes básicos, los números 1, 2, 3 se refieren a distintas condiciones en cada componente básico, semejantes, con un degradación relativa o en mal estado.

\*\*\* La recomendación concerniente al número de partículas a ser contadas viene de la experiencia. La selección de 500 partículas por fracción en el ejemplo es para ilustrar el cálculo, no intenta sugerir un predeterminado número de partículas por fracción a ser seleccionada.

**COMPOSICIÓN POR FRACCIONES RETENIDAS EN LOS  
TAMICES MOSTRADOS ABAJO**

COMPONENTES	19.0 mm. (3/4 " )	12.5 mm. (1/2 " ) 1	9.5 mm. (3/8 " )	4.75 mm. (No 4)	Composición pesada de muestra
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	0.80	2.5 3.6 (TOTAL C)
C2	0.1	0.1	0.3	0.4	0.9
C3	---	---	---	0.2	0.2
TOTALES EN FRACCIÓN POR TAMIZ	17.4				
TOTAL POR PARTÍCULA, CONDICIÓN 1					48.5
TOTAL POR PARTÍCULA CONDICIÓN 2					31.4
TOTAL POR PARTÍCULA, CONDICIÓN 3					20.1

**Cuadro 2 Parte II**  
**PORCENTAJES POR PESO DE LOS COMPONENTES EN CADA FRACCIÓN.**  
**CANTIDAD DE No DE PARTÍCULAS EN PORCENTAJE**

componentes	19.00 mm. (3/4")	12.5 mm. (1/2 ")	9.5 mm. (3/8 ")	4.75 mm. (No 4)	condición 1	condición 2	condición 3	totales
A	62	70	70	50	33	20	12	65
B	37	29	25	43	13	11	8	32
C	1	1	5	7	2	1	tr.	3
TOTALES	100	100	100	100	---	---	---	100
PESO	condición 1				48	---	---	---
PESO	condición 2				---	32	---	---
PESO	condición 3				---	---	20	---

### Cuadro No 3

#### COMPOSICIÓN Y CONDICIONES PARA CADA MUESTRA DE AGREGADO

(Cuadro elaborado en base a los cálculos mostrados en la cuadro No 2)

\* Basado en 500 partículas en cada tamaño de tamiz (el número de partículas por tamiz fue usado para mostrarse en el reporte y fue conveniente poner esta nota al pie de la tabla).

\*\*\* Basada en el grado de la muestra y en la distribución de los componentes por fracción de tamiz (si el reporte petrográfico forma parte de una investigación completa de la muestra. Incluyendo el reporte de la graduación, no necesita ser mostrada si el reporte petrográfico es presentado solo. El grado de la muestra puede ser incluido en el).

b) De cada muestra se debe obtener el porcentaje en peso de la fracción retenida en cada tamiz según método C-136.

## 1.2 ESPECIFICACIÓN DE AGREGADOS DE CONCRETO

### 1.2.1 CONTENIDO DE HUMEDAD:

La humedad de un agregado está compuesta por humedad de saturación (o absorción) y humedad libre o superficial. Para corregir pesos de materiales, al hacer mezclas de concreto, es necesario el porcentaje de humedad contenida además del porcentaje de absorción del agregado.

#### PROCEDIMIENTO:

1. Se toma una muestra representativa del material por cuarteo, tomando el peso necesario de acuerdo con el cuadro No 3:

tamaño del agregado:	del	peso de muestra:
menor de 4.76		200 gramos
4.76 a 19.0		500 gramos
19.0 a 38.1		1000 gramos
mayor de 38.1		1000 gramos

**Cuadro No 3**

Peso necesario por cuarto para el ensayo de contenido de humedad.

### **Procedimiento de ensayo:**

- 1) Se cuartea la muestra total de arena seca hasta obtener 500 gramos con aproximación de 0.1 gramos.
- 2) Se coloca la serie de tamices superpuestos de mayor a menor, quedando éste colocado al fondo.
- 3) Se vierte la arena en el tamiz superior (el No 4 según norma) y se hace el tamizado, sujetando la serie de tamices con los dedos de ambas manos e inclinándolos de un lado a otro, a la vez que se golpea contra los costados con las palmas de las manos.
- 4) Una vez que se haya comprobado que cada tamiz ha dado paso a todo el material menor que su abertura, para lo cual se habrá observado que durante un minuto no pasa más que el 1 % del retenido, las porciones retenidas se colocan en recipientes por separado.
- 5) Los tamices deberán quedar limpios después de vaciar su contenido y para esto se utilizará el cepillo de alambre (tamices mayores del No 30) o el brochuelo o cepillo de cerda tamices menores del No 30).
- 6) Se pesa cada porción obtenida del tamizado con aproximación de 0.1 gramos en el orden de tamaños y se hace su registro; la suma de pesos debe coincidir con el peso total de la muestra con aproximación de 1 gramo, por esta razón se conservan por separado las distintas porciones después de pesadas, para, en caso necesario, comprobar los pesos obtenidos.

<b>TIPO DE ARENA</b>	<b>MODULO DE FINURA</b>
<b>GRUESA</b>	2.9-3.2 gramos
<b>MEDIA</b>	2.2-2.9 gramos
<b>FINA</b>	1.5-2.2 gramos
<b>MUY FINA</b>	1.5 gramos

**CUADRO No 5**

**Clasificación de la arena por su módulo de finura**

### 1.2.3 CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA:

#### IMPUREZAS ORGÁNICAS:

1) El agregado fino deberá estar libre de impurezas orgánicas excepto lo permisible en la norma C-33; los agregados que se sometan a ensayos de impurezas orgánicas que produzcan un color más oscuro que el standard serán desechados.

La cantidad de impurezas orgánicas en los agregados finos no deberá exceder los valores de el cuadro No 6:

MATERIALES	Máximo en porcentajes del peso total de la muestra.
A) Gramos de arcilla (Material que pase la malla No 200)	1.0
Concreto sujeto a abrasión	3.0
Cualquier otro caso	5.0
B) Carbón y Lignito	
Cuando es importante la apariencia de la superficie del concreto.	0.5
cualquier otro caso	1.0

**Cuadro No 6**

Cantidad de impureza orgánica permisible en un agregado fino.

2) Puede usarse un agregado fino que no cumpla el ensayo siempre que la decoloración que presente dicho agregado se deba a la presencia de pequeñas partículas de carbón (lignito) o partículas similares.



3) Puede usarse un agregado fino que no haya cumplido el ensayo, si cuando se ensaye, posee propiedades adecuadas para la fabricación de morteros y éstos presenten una resistencia a la compresión a los 7 y 28 días no menores del 95 % de la desarrollada por un mortero similar, con la misma muestra que haya sido lavada en una solución al 3% de hidróxido de sodio y lavada después adecuadamente con agua. Se debe cuidar que no ocurran pérdidas de material fino.

El agregado fino que se usa en la fabricación de concreto que vaya a estar expuesto durante mucho tiempo a una atmósfera húmeda y que estará en contacto permanente con suelo húmedo, no deberá contener materiales que produzcan reacciones perjudiciales con los álcalis del cemento en una cantidad tal que sea capaz de causar expansión excesiva del mortero del concreto; si tales materiales están presentes en cantidades dañinas, el agregado fino puede usarse con cemento que contenga menos del 0.6 % de álcalis.

**CAPÍTULO 2**  
**DESCRIPCIÓN DE LOS BANCOS**

## **CAPÍTULO 2**

### **2.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS BANCOS:**

Los tres bancos en los cuales se llevó a cabo el estudio fueron escogidos debido a la situación geográfica en que están ubicados, la cual les permite satisfacer la demanda en la ciudad capital.

El banco de Prohinsa, además de lo anterior, se tomó en cuenta por la forma en que se obtiene el agregado fino (por trituración de roca) lo cual permitió establecer las diferencias que puedan encontrarse con los otros dos bancos, Villalobos y Chinautla, los cuales obtienen su agregado de los ríos del mismo nombre respectivamente.

La ubicación de los bancos en forma general se puede observar en la figura no 1

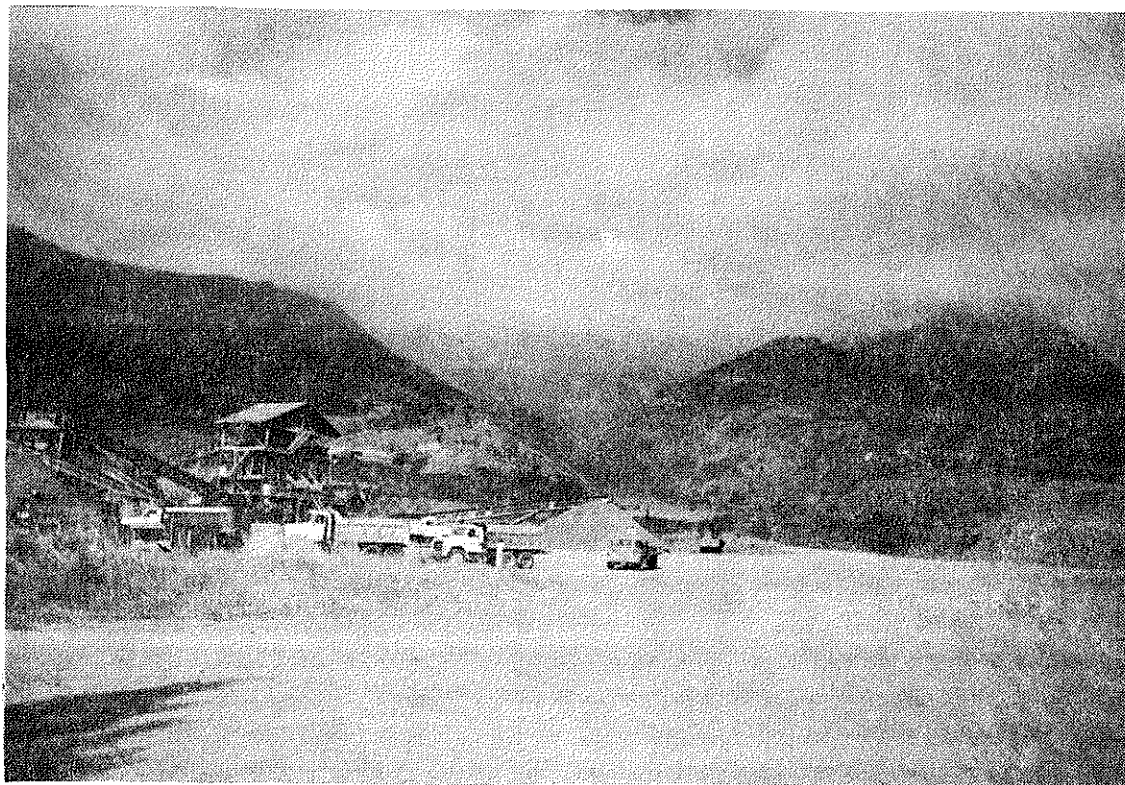
#### **2.1.1 LOCALIZACIÓN:**

##### **PROHINSA:**

Se localiza en el kilómetro 25.5 de la carretera CA-9 sur que comunica la ciudad de Guatemala con la población de Escuintla hacia el pacífico. La explotación se ubica cercana a la población de Amatitlan, del departamento de Guatemala.

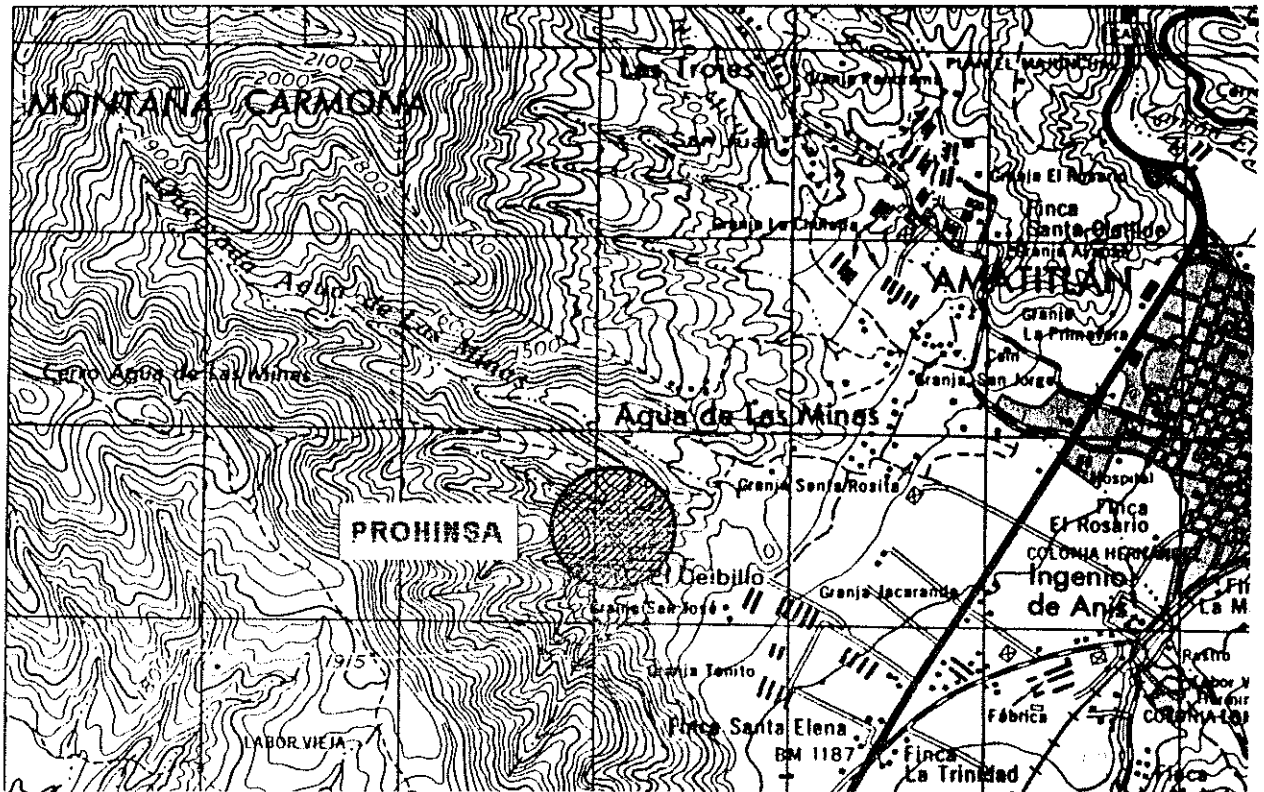
El banco de materiales se muestra en las figuras No 2 y 3; la explotación se realiza en el área de la montaña Carmona.





**figura No 2**

La fotografía muestra una vista panorámica de la planta de PROHINSA, al fondo se puede observar la montaña Carmona donde se efectúa la explotación



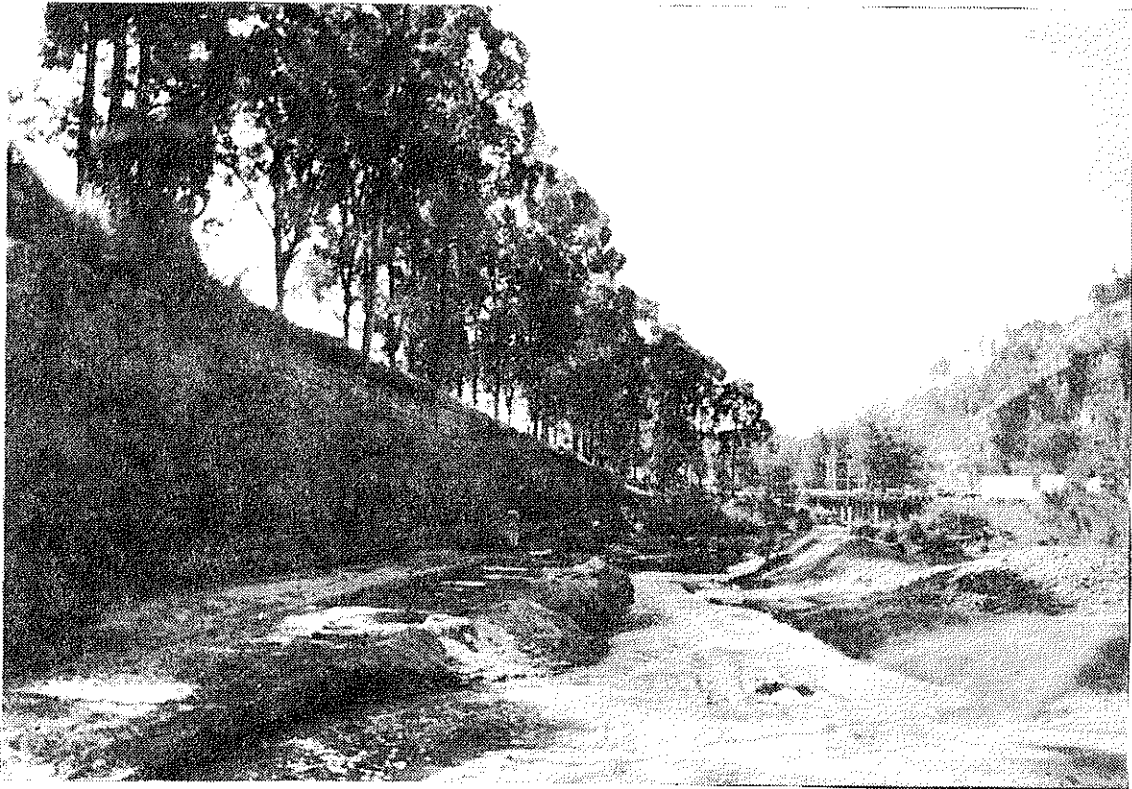
**Figura No 3**

Mapa de localización del banco de materiales de PROHINSA

## VILLALOBOS:

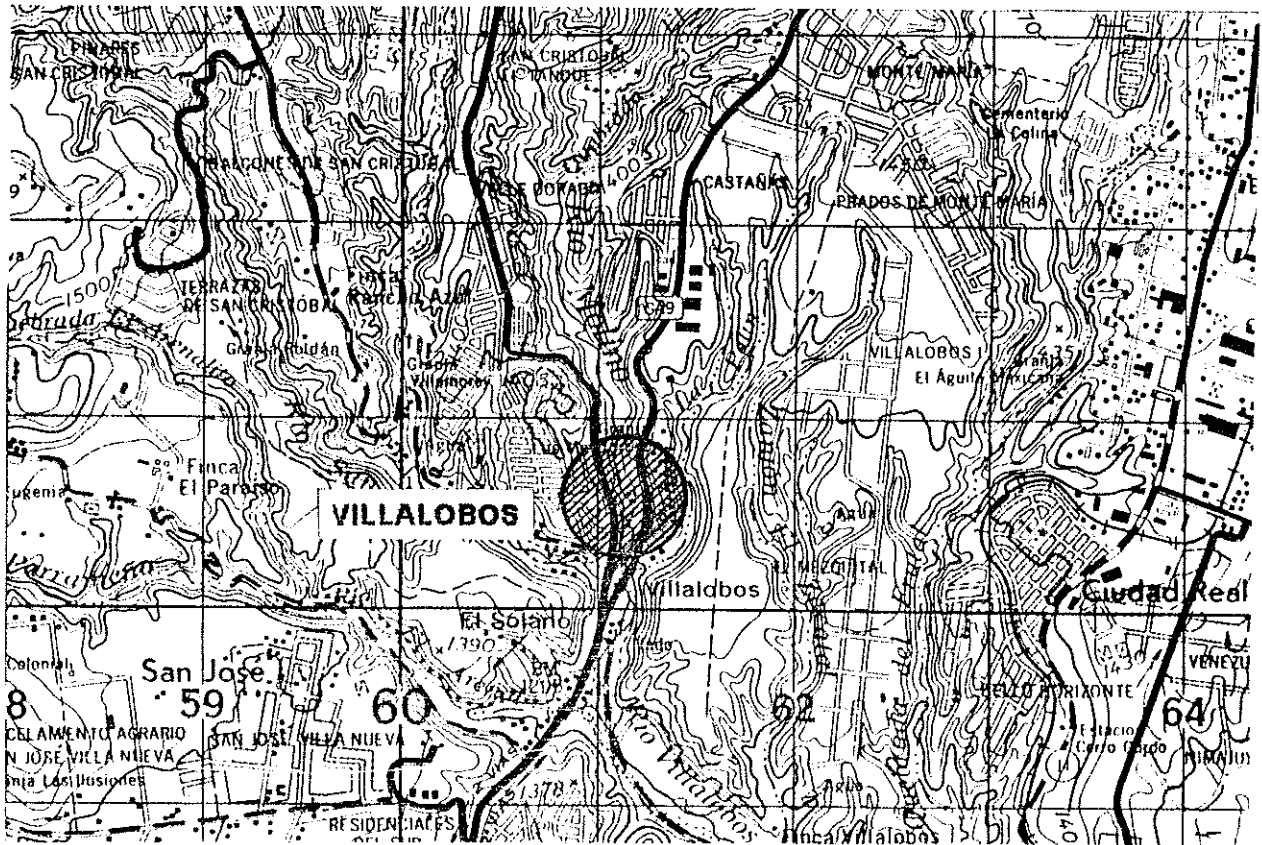
La explotación se localiza en el río del mismo nombre, en el cruce del río Villalobos con la carretera CA-9 sur, que comunica la ciudad de Guatemala con la ciudad de Escuintla, y la bifurcación hacia ciudad San Cristóbal, ciudad de Guatemala

Las figuras No 4 y 5 muestran detalles del banco de explotación de Villalobos



**Figura No 4**

La fotografía muestra un aspecto del cruce de la carretera CA-9 sur y el río VILLALOBOS donde se efectúa la explotación del banco del mismo nombre



**Figura No 5**

Mapa de localización del banco de materiales de VILLALOBOS



## CHINAUTLA:

El banco de agregados se localiza cerca de la población de Chinautla y la explotación se realiza en el río del mismo nombre; El material se extrae principalmente en el cruce de la carretera de acceso a la población y el río Chinautla.

En las figuras No 5 y 6 se pueden observar detalles de la localización de dicho banco



**Figura No 6**

La fotografía muestra el puente que une la carretera que viene de la ciudad de Guatemala hacia el municipio de CHINAUTLA, sitio en el cual se realiza la explotación del banco.



## **2.2 TIPO DE BANCO:**

Se describirán a continuación las características geológicas de los sitios donde se efectúa la explotación de los distintos bancos, haciendo énfasis en su génesis y la forma de extracción.

### **2.2.1 BANCO DE PROHINSA:**

La montaña Carmona es el lugar de donde se extrae la materia prima para fabricar los agregados por el método de trituración. El material consiste principalmente de bloques de andesitas y basaltos, estas rocas están clasificadas como rocas volcánicas de composición intermedia a básicas, respectivamente.

El origen de las rocas volcánicas se relaciona con erupciones del complejo del volcán de Agua; el magma sale a la superficie convertido en lava que luego se enfría, dando lugar a depósitos de material que conforman el cono volcánico.

El material extraído en forma de bloques es trasladado a la planta, donde posteriormente es triturado, hasta logran la granulometría requerida

### **2.2.2 BANCO VILLALOBOS**

El banco se ubica geológicamente, en una unidad litológica compuesta por flujos piroclásticos, sedimentos fluviales y depósitos lacustres. Este material es de origen volcánico, los flujos piroclásticos se forman en las erupciones volcánicas muy explosivas, están compuestos básicamente por material ácido (con mucho sílice), aproximadamente en un 80 %.

El material erosionado es transportado por el río Molino y sus afluentes y se acumula en las márgenes y en el fondo, de donde es extraído por medios manuales.

### **2.2.3 BANCO CHINAUTLA:**

Geológicamente, la unidad litológica en la que se ubica el banco, es similar a la del banco Villalobos.

Los flujos Piroclásticos son originados por erupciones plinianas caracterizadas por su extrema violencia y, en ellas se produce la efusión continua de materiales félsicos (silícicos) y poco material básico.

La extracción de los agregados finos se realiza en forma manual, directamente del río Chinautla o de las acumulaciones que se presentan en los márgenes.

Las explotaciones se realizan principalmente, en la época de invierno, ya que se aprovecha la energía que poseen los ríos en ese período del año.

### 2.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestra de la arena proveniente de el banco de Prohinsa se obtuvo en el lugar donde se realiza la explotacion, (kilometro 25.5 de la carretera CA-9 sur) . La muestra se obtuvo del producto ya terminado que se encontraba almacenado en dicho lugar.

Las muestras de arena de los bancos de Villalobos y Chinautla se obtuvieron en los rios del mismo nombre donde se realiza la explotacion.

Para los tres bancos se obtuvo una cantidad de aproximadamente 25 libras por muestra, las cuales fueron enviadas al CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA (CII), lugar donde fueron sometidas al análisis físico (norma ASTM C- 33), asimismo se obtuvo la clacificacion de la arena por el número de tamiz, la cual fue utilizada para el ensayo Petrográfico (norma ASTM C- 295). Los ensayos necesarios para el presente trabajo se efectuaron en dos fases las cuales se describen a continuación:

La determinación de las propiedades físicas del agregado fino (ASTM C -33) se llevó a cabo en el CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, las pruebas realizadas en esta fase son: determinación de peso específico, peso unitario, porcentaje de vacíos, porcentaje de absorción, contenido de materia orgánica y granulometría; cuyos resultados se presentan en forma gráfica (ver anexo).

Los ensayos correspondientes al análisis petrográfico se efectuaron en el CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ENERGÍA Y MINAS (CESEM), y el equipo utilizado fue un microscopio estereoscópico, el cual posee una escala de aumento que va desde 6.5 x hasta 40 x, unas pinzas para poder manipular las muestras y un

recipiente con agua para poder humedecer las muestras. Para el análisis de la arena se utilizaron todas las escalas del microscopio dependiendo de la granulometría de la muestra bajo estudio.

## 2.4 ANÁLISIS Y TABULACIÓN DE RESULTADOS:

### 2.4.1 Análisis de resultados de la norma ASTM C-33

Las tres muestras fueron obtenidas en el mes de febrero de 1995, y como se puede observar en las gráficas del informe final del CII (ver anexo), la muestra del agregado fino obtenido en PROHINSA es la única de las tres que está dentro del rango de tamaño de los tamices, mientras que las correspondientes a los bancos de Villalobos y Chinautla están ubicadas muy cerca del rango permitido de tolerancia establecida por la norma C-33, e inclusive la arena proveniente del banco de Chinautla no cumple con el material retenido en las mallas 50 y 100 según la gráfica (ver anexo) y los contenidos de materia orgánica están situados al límite aceptable en lo referente a estas dos muestras (Ver Anexo).

MUESTRA	PROHINSA	VILLALOBOS	CHINAUTLA
Peso específico	2.50	2.18	2.47
Peso unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	1520	1399	1461.80
Porcentaje de Vacíos	39.2	35.82	40.81
Porcentaje de Absorción	4.93	5.93	2.38
Contenido de materia orgánica	2	3	3

### CUADRO No 7

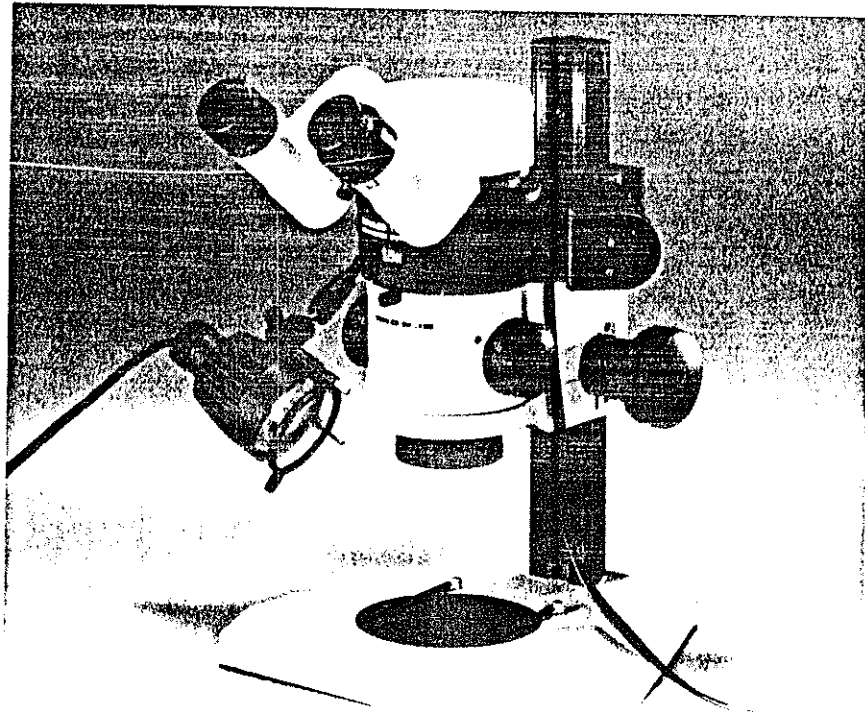
CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS OBTENIDOS AL ENSAYAR LA NORMA ASTM C-33

Según lo observado en el cuadro anterior, el peso específico y el porcentaje de absorción observados en la arena de Villalobos puede indicar que la misma puede tener un alto contenido de fragmentos de pomez ó fragmentos líticos deleznable.

Las gráficas del informe del CII se pueden observar en el anexo.

#### 2.4.2 resultados de la norma ASTM C-295

Se efectuó el análisis petrográfico del agregado fino (ASTM C-295) a cada una de las muestras. A continuación se describe el procedimiento para preparar las muestras. Las muestras fueron sometidas a un análisis granulométrico y lo retenido en cada tamiz fue clasificado para someterlo después al estudio con microscopio estereoscópico. El material retenido en cada tamiz se cuartea hasta obtener una cantidad no menor de 150 partículas, para después ser clasificadas geológicamente por medio del microscopio. El microscopio utilizado se muestra en la figura No 8



**FIGURA No 8**

Microscopio Estereoscópico  
utilizado en el ensayo



El registro de los resultados obtenidos así como el informe se presentan a continuación:

#### **2.4.2.1 RESULTADOS DEL ANÁLISIS PETROGRÁFICO PARA CLASIFICACIÓN DE PARTÍCULAS DE AGREGADO FINO.**

##### **Identificación de Muestras:**

Muestra No 1	Arena de PROHINSA.
Muestra No 2	Arena de VILLALOBOS.
Muestra No 3	Arena de CHINAUTLA.

La nomenclatura utilizada para identificar los componentes líticos y mineralógicos que se identificaron en cada muestra es la siguiente

<b>A</b>	Andesita
<b>B</b>	Basalto
<b>AE</b>	Andesita Escoriacea
<b>AA</b>	Andesita Amigdaloides
<b>As</b>	Andesita Silicificada
<b>O</b>	Olivino
<b>P</b>	Piroxeno
<b>C</b>	Cuarzo
<b>D</b>	Fragmento Lítico Deleznable
<b>Po</b>	Pómez
<b>G</b>	Granito
<b>Ca</b>	Calizas
<b>Bv</b>	Brechas Volcánica

**CUADRO No.8 RESULTADO DEL ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE LAS TRES MUESTRAS DE AGREGADOS.  
LOS DATOS PRESENTAN EL PESO Y PORCENTAJE DE LO RETENIDO EN LOS TAMICES.**

**MUESTRA No 1 : PROHINSA**

ABERTURA EN CADA TAMIZ		CANTIDAD	
Denominación	Abertura	PESO (gramos)	PORCEN- TAJE (%)
RETENIDO EN No 4	4.76 m.m	12	2.531646
No 8	2.38 m.m	70.5	14.87342
No 16	1.19 m.m	81.5	17.19409
No 30	0.59 m.m	121.5	25.63291
No 50	0.29 m.m	123	25.94937
No 100	0.15 m.m	65.5	13.81857
<b>SUB TOTALES</b>		<b>474</b>	<b>100</b>
PASA No 100	< 0.15 m.m	26	5.485232
<b>totales</b>		<b>500</b>	

**MUESTRA 2: CHINAUTLA**

ABERTURA EN CADA TAMIZ		CANTIDAD	
Denominación	Abertura	PESO (gramos)	PORCEN- TAJE (%)
RETENIDO EN No 4	4.76 m.m	6.5	1.604938
No 8	2.38 m.m	18	4.444444
No 16	1.19 m.m	36.5	9.012346
No 30	0.59 m.m	102.5	25.30864
No 50	0.29 m.m	124	30.61728
No 100	0.15 m.m	117.5	29.01235
<b>SUB TOTALES</b>		<b>405</b>	<b>100</b>
PASA No 100	< 0.15 m.m	95	19
<b>totales</b>		<b>500</b>	

**MUESTRA 3: VILLALOBOS**

ABERTURA EN CADA TAMIZ		CANTIDAD	
Denominación	Abertura	PESO (gramos)	PORCEN- TAJE (%)
RETENIDO EN No 4	4.76 m.m	14	2.985075
No 8	2.38 m.m	33.5	7.142857
No 16	1.19 m.m	44.5	9.488273
No 30	0.59 m.m	94.5	20.14925
No 50	0.29 m.m	167.5	35.71429
No 100	0.15 m.m	115	24.52026
<b>SUB TOTALES</b>		<b>469</b>	<b>100</b>
PASA No 100	< 0.15 m.m	31	6.2
<b>totales</b>		<b>500</b>	

**CUADRO No.9**  
**IDENTIFICACION DE COMPONENTES Y NUMERO DE PARTICULAS RETENIDAS**  
 En este cuadro se presenta el número de partículas y el porcentaje de cada uno de los tipos de roca que componen la muestra tomada de cada tamiz

Muestra: **PROHINSA**

Tamiz Identificación	4	%	8	%	16	%	30	%	50	%	100	%
A1	61	67.78	126	69.23	131	64.85	125	58.69	54	29.67	14	6.48
A2	20	22.22	16	8.79	21	10.40	9	4.23	19	10.44	14	6.48
AA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	7	3.29	0	0.00	0	0.00
As	0	0.00	8	4.40	15	7.43	16	7.51	44	24.18	56	25.93
AE	0	0.00	3	1.65	3	1.49	1	0.47	3	1.65	0	0.00
Bv	3	3.33	13	7.14	16	7.92	19	8.92	6	3.30	9	4.17
C	3	3.33	0	0.00	0	0.00	30	14.08	56	30.77	123	56.94
Po	3	3.33	16.00	8.79	16	7.92	6	2.82	0	0	0	0
<b>Totales</b>	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>182</b>	<b>100</b>	<b>202</b>	<b>100</b>	<b>213</b>	<b>100</b>	<b>182</b>	<b>100</b>	<b>216</b>	<b>100</b>

\*El cuadro muestra el tipo de partículas encontradas en cada tamiz y el porcentaje que esta cantidad representa por cada uno de los mismos.

**NOMENCLATURA**

- A ANDESITA
- AS ANDESITA SILICIFICADA
- AE ANDESITA ESCORIACEA
- AA ANDESITA AMIGDALOIDE
- Bv BRECHA VOLCANICA
- Po PÓMEZ
- C VIDRIO VOLCÁNICO SILÍCICO

**NOTA:**

Los términos A1 y A2 indican el grado de alteración de la muestra  
 A1: Andesita de condición sana  
 A2: Andesita con grado de alteración media

**CUADRO No 10**  
**PORCENTAJE POR TIPO DE COMPONENTE DE LO RETENIDO EN CADA TAMIZ**

EN ESTE CUADRO SE PRESENTAN LOS VALORES DE PORCENTAJE DE LOS  
 DIFERENTES TIPOS DE ROCA, EN RELACIÓN A LA CANTIDAD RETENIDA  
 EN CADA TAMIZ

Muestra **PROHINSA**

	No 4	No 8	No 16	No 30	No 50	No 100	PORCENTAJE	
							de muestra	TOTAL
A1	1.72	10.30	11.15	15.04	7.70	0.90	46.80	
A2	0.56	1.31	1.79	1.08	2.71	0.90	8.35	
AA	0.00	0.00	0.00	0.84	0.00	0.00	0.84	
As	0.00	0.65	1.28	1.93	6.27	3.58	13.71	
AE	0.00	0.25	0.26	0.12	0.43	0.00	1.05	70.7
Bv	0.08	1.06	1.36	2.29	0.86	0.58	6.23	6.2
C	0.08	0.00	0.00	3.61	7.98	7.37	19.55	19.55
Po	0.08	1.31	1.36	0.73	0.00	0.00	3.48	3.48
							<b>total</b>	<b>100.01</b>

\* El cuadro muestra el porcentaje de cada componente por tamiz y el porcentaje total por muestra.

**NOMENCLATURA**

- A ANDESITA
- AS ANDESITA SILICIFICADA
- AE ANDESITA ESCORRICEA
- AA ANDESITA AMIGDALOIDE
- Bv BRECHA VOLCÁNICA
- Po PÓMEZ
- C VIDRIO VOLCÁNICO SILÍCICO

**NOTA:**

Los términos A1 y A2 indican el grado de alteración de la muestra  
 A1: Andesita de condición sana  
 A2: Andesita con grado de alteración media

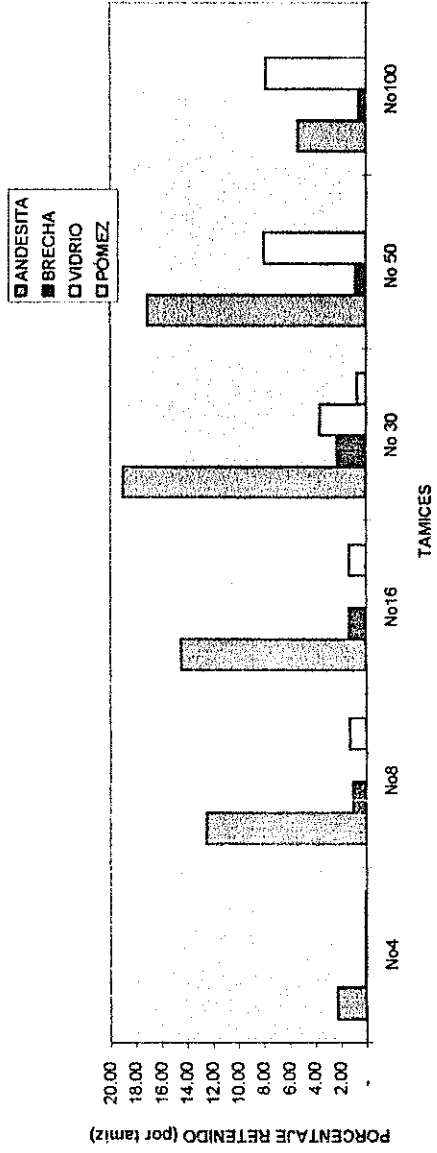
**CUADRO No 11**  
**RESUMEN DE LOS TIPOS DE PARTICULAS OBTENIDOS DEL BANCO DE PROHINSA PARA**  
**SER UTILIZADOS EN LA GRAFICA**

COMPONENTES	PORCENTAJE TOTAL DE LO RETENIDO EN CADA TAMIZ					
	Nº4	Nº8	Nº16	Nº30	Nº50	Nº100
ANDESITA	2.28	12.50	14.47	19.01	17.11	5.37
BRECHA	0.08	1.06	1.36	2.29	0.86	0.58
VIDRIO	0.08	-	-	3.61	7.98	7.87
PÓMEZ	0.08	1.31	1.36	0.73	-	-

\*El cuadro presenta el resumen del cuadro anterior para la elaboración de la gráfica de la muestra de Prohinsa.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 Biblioteca Central

GRAFICA MUESTRA PROHINSA



**CUADRO No 12**

**IDENTIFICACION DE COMPONENTES Y NUMERO DE PARTICULAS RETENIDAS**

En este cuadro se presenta el número de partículas y el porcentaje de cada uno de los tipos de roca que componen la muestra tomada de cada tamiz

**MUESTRA VILLALOBOS**

TAMIZ Identificación	4	%	8	%	16	%	30	%	50	%	100	%
A1	35	41.67	56	30.27	58	22.48	12	5.58	27	8.52	11	5.00
A2	9	10.71	8	4.32	12	4.65	11	5.12	15	4.73	3	1.36
G	1	1.19	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
As	4	4.76	10	5.41	13	5.04	10	4.65	37	11.67	15	6.82
AE	0	0.00	0	0.00	4	1.55	2	0.93	2	0.63	0	0.00
B	3	3.57	6	3.24	12	4.65	10	4.65	4	1.26	11	5.00
Bv	10	11.90	16	8.65	26	10.08	39	18.14	14	4.42	7	3.18
C	7	8.33	13	7.03	19	7.36	72	33.49	177	55.84	171	77.73
Po	15	17.86	76	41.08	114	44.19	54	25.12	35	11.04	1	0.45
MICAS	0	0	0	0	0	0	5	2.325581	6	1.892744	1	0.454545
<b>totales</b>	<b>84</b>	<b>100</b>	<b>185</b>	<b>100</b>	<b>258</b>	<b>100</b>	<b>215</b>	<b>100</b>	<b>317</b>	<b>100</b>	<b>220</b>	<b>100</b>

\*El cuadro muestra el tipo de partículas encontradas en cada tamiz y el porcentaje que esta cantidad representa por cada uno de los mismos.

**NOMENCLATURA**

- A ANDESITA
- AS ANDESITA SILICIFICADA
- AE ANDESITA ESCORIOACEA
- B BASALTO
- Bv BRECHA VOLCÁNICA
- Po PÓMEZ
- C VIDRIO VOLCÁNICO SILÍCICO
- G GRANITO

**NOTA:**

Los términos A1 y A2 indican el grado de alteración de la muestra

A1: Andesita de condición sana

A2: Andesita con grado de alteración media

**CUADRO No. 13**  
**PORCENTAJE POR TIPO DE COMPONENTE DE LO RETENIDO EN CADA TAMIZ**

EN ESTE CUADRO SE PRESENTAN LOS VALORES DE PORCENTAJE DE LOS  
 DIFERENTES TIPOS DE ROCA, EN RELACION A LA CANTIDAD RETENIDA  
 EN CADA TAMIZ

**Muestra: VILLALOBOS**

	No 4	No 8	No 16	No 30	No 50	No 100	PORCENTAJE	
							de muestra	TOTAL
A1	1.24	2.16	2.13	1.12	3.04	1.23	10.93	
A2	0.32	0.31	0.44	1.03	1.69	0.33	4.13	
As	0.14	0.39	0.48	0.94	4.17	1.67	7.78	
AE	-	-	0.15	0.19	0.23	-	0.56	23.40
B	0.11	0.23	0.44	0.94	0.45	1.23	3.39	3.39
Bv	0.36	0.62	0.96	3.65	1.58	0.78	7.94	7.94
C	0.25	0.50	0.70	6.75	19.94	19.06	47.20	47.20
G	0.04	-	-	-	-	-	0.04	0.04
Po	0.53	2.93	4.19	5.06	3.94	0.11	16.78	16.78
MICAS	-	-	-	0.47	0.68	0.11	1.25	1.26
							total	100

\* El cuadro muestra el porcentaje de cada componente por tamiz y el porcentaje total por muestra.

**NOMENCLATURA**

- A ANDESITA
- AS ANDESITA SILICIFICADA
- AE ANDESITA ESCORIACEA
- B BASALTO
- Bv BRECHA VOLCÁNICA
- Po PÓMEZ
- C VIDRIO VOLCÁNICO SILÍCICO
- G GRANITO

**NOTA:**

Los términos A1 y A2 indican el grado de alteración de la muestra  
 A1: Andesita de condición sana  
 A2: Andesita con grado de alteración media

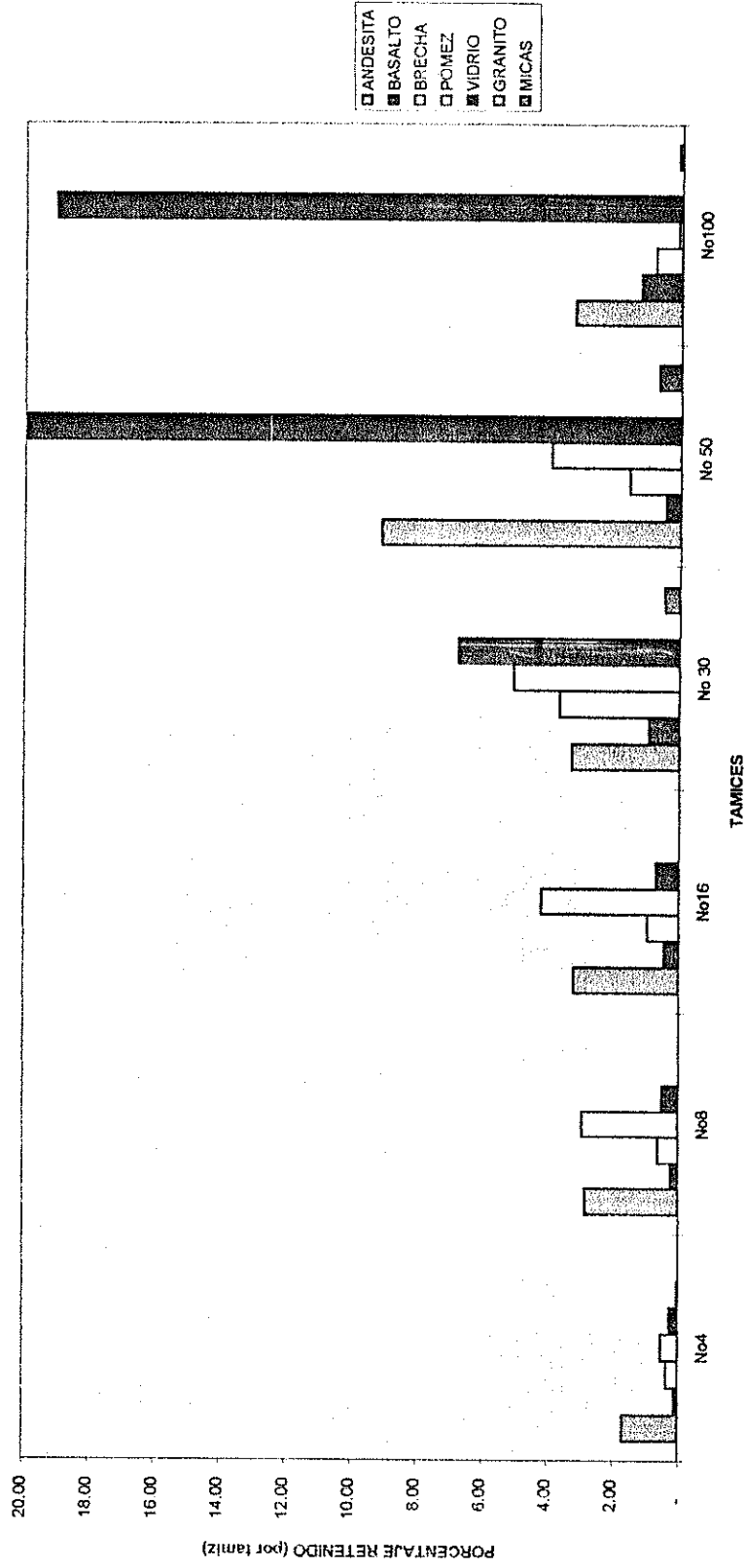


**CUADRO No 14  
RESUMEN DE VALORES OBTENIDOS DEL BANCO DE VILLALOBOS PARA  
SER UTILIZADOS EN LA GRAFICA**

COMPO- NENTES	PORCENTAJE TOTAL DE LO RETENIDO EN CADA TAMIZ					
	No4	No8	No16	No 30	No 50	No100
ANDESITA	1.71	2.86	3.20	3.28	9.13	3.23
BASALTO	0.11	0.23	0.44	0.94	0.45	1.23
BRECHA	0.36	0.62	0.96	3.65	1.58	0.78
PÓMEZ	0.53	2.93	4.19	5.06	3.94	0.11
VIDRIO	0.25	0.50	0.70	6.75	19.94	19.06
GRANITO	0.04	-	-	-	-	-
ARCAS	-	-	-	0.47	0.58	0.11

\*El cuadro presenta el resumen del cuadro anterior para la elaboración de la gráfica de la muestra de Villalobos

GRAFICA MUESTRA: VILLALOBOS



**CUADRO No 15**  
**IDENTIFICACION DE COMPONENTES, NUMERO Y PORCENTAJE DE PARTICULAS RETENIDAS**

En este cuadro se presenta el número de partículas y el porcentaje de cada uno de los tipos de roca que componen la muestra tomada de cada tamiz

Muestra: **CHINAUTLA**

TAMIZ	4	8	16	30	50	100	200	%
Identificación								
A1	13	12	24	25	16	9.20	3	1.50
A2	0	15	10	15	8	4.60	3	1.50
As	4	6	14	4	3	1.72	3	1.50
Ae	0	2	0	0	0	0.00	0	0.00
B	0	0	7	4	5	2.87	1	0.50
Bv	0	26	24	3	2	1.15	1	0.50
C	1	29	37	96	115	66.09	170	85.00
D	0	0	16	26	21	12.07	15	7.50
MICAS	0	0	0	1	4	2.298851	4	2
totales	18	90	132	174	174	100	100	100

\*El cuadro muestra el tipo de partículas encontradas en cada tamiz y el porcentaje que esta cantidad representa por cada uno de los mismos.

**NOMENCLATURA**

- A ANDESITA
- AS ANDESITA SILICIFICADA
- AE ANDESITA ESCORIACEA
- B BASALTO
- Bv BRECHA VOLCÁNICA
- D FRAGMENTO LÍTICO DELEZNABLE
- Po PÓMEZ
- C VIDRIO VOLCÁNICO SILÍCICO

**NOTA:**

Los términos A1 y A2 indican el grado de alteración de la muestra  
A1: Andesita de condición sana  
A2: Andesita con grado de alteración media

**CUADRO No. 16**  
**PORCENTAJE POR TIPO DE COMPONENTE DE LO RETENIDO EN CADA TAMIZ**

EN ESTE CUADRO SE PRESENTAN LOS VALORES DE PORCENTAJE DE LOS  
 DIFERENTES TIPOS DE ROCA, EN RELACION A LA CANTIDAD RETENIDA  
 EN CADA TAMIZ

Muestra: CHINAUTLA

	No4	No8	No16	No30	No50	No100	PORCENTAJE	
							de muestra	TOTAL
A1	1.16	0.59	1.64	3.64	2.82	0.44	10.28	18.98
A2	-	0.74	0.68	2.18	1.41	0.44	5.45	
As	0.36	0.30	0.96	0.58	0.53	0.44	3.15	
Ae	-	0.10	-	-	-	-	0.10	
B	-	-	0.48	0.58	0.88	0.15	2.08	2.08
Bv	-	1.28	1.64	0.44	0.35	0.15	3.86	3.86
C	0.09	1.43	2.53	13.96	20.24	24.66	62.91	62.91
D	-	-	1.09	3.78	3.70	2.18	10.75	10.75
MICAS	-	-	-	0.15	0.70	0.58	1.43	1.43
							total	100.00

\* El cuadro muestra el porcentaje de cada componente por tamiz y el porcentaje total por muestra.

**NOMENCLATURA**

- A
- AS
- AE
- B
- Bv
- D
- Po
- C

ANDESITA

ANDESITA SILICIFICADA

ANDESITA ESCORIACEA

BASALTO

BRECHA VOLCÁNICA

FRAGMENTO LÍTICO DELEZNABLE

PÓMEZ

VIDRIO VOLCÁNICO SILÍCICO

**NOTA:**

Los términos A1 y A2 indican el grado de alteración de la muestra

A1: Andesita de condición sana

A2: Andesita con grado de alteración media

**CUADRO No 17**  
**RESUMEN DE VALORES OBTENIDOS DEL BANCO DE CHINAUTLA PARA**  
**SER UTILIZADOS EN LA GRAFICA**

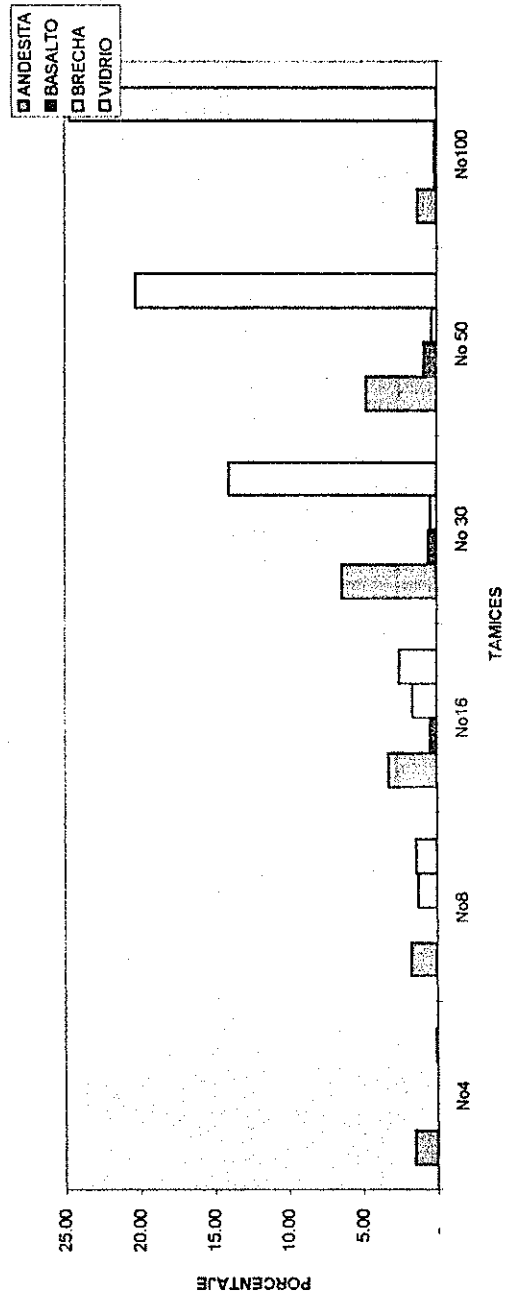
COMPO- NENTES	PORCENTAJE TOTAL DE LO RETENIDO EN CADA TAMIZ					
	No4	No8	No16	No 30	No 50	No100
ANDESITA	1.52	1.73	3.28	6.40	4.75	1.31
BASALTO	-	-	0.48	0.58	0.88	0.15
SRECHA	-	1.28	1.64	0.44	0.35	0.15
VIDRIO	0.09	1.43	2.53	13.96	20.24	24.66
D*	-	-	1.09	3.78	3.70	2.18
MICAS	-	-	-	0.15	0.70	0.58

\*El cuadro presenta el resumen del cuadro anterior para la elaboración de la gráfica de la muestra de Chinautla.

**NOTA:**

D: Siglas para indicar FRAGMENTO LÍTICO DELEZNABLE.

GRAFICA MUESTRA: CHINAUTLA



**CUADRO No 18**

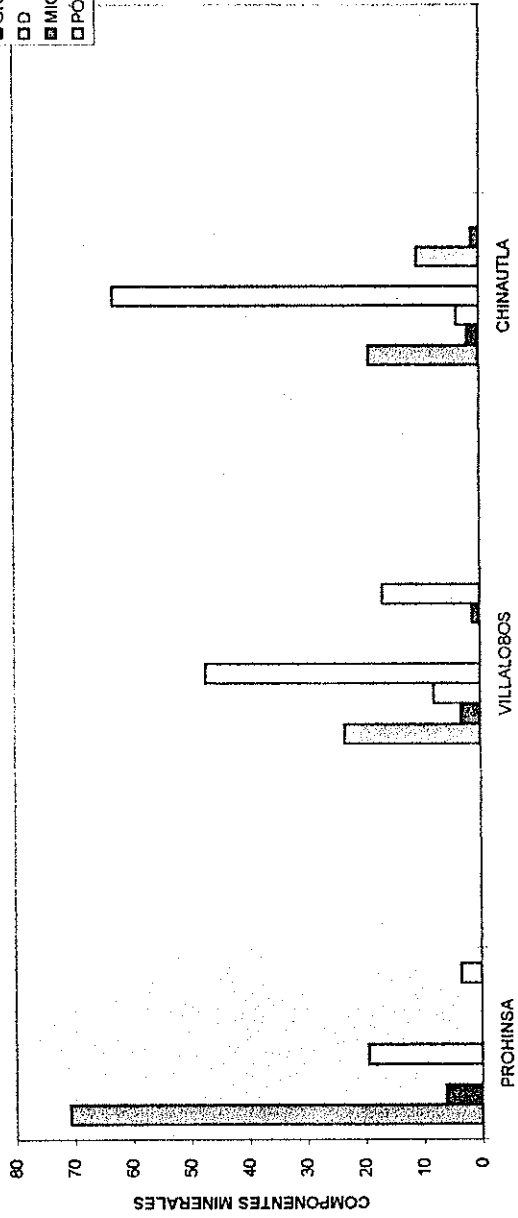
**RESUMEN DE LOS COMPONENTES MINERALES DE QUE ESTA  
COMPUESTA CADA MUESTRA**

	PROHINSA	VILLALOBOS	CHINAUTLA
ANDESITA	70.74968	23.40049	18.97779
BASALTO	6.226435	3.393426	2.084604
BRECHA		7.941767	3.855899
VIDRIO	19.54798	47.19743	62.90689
GRANITO		0.035537	
D			10.74527
MICAS		1.256023	1.429544
POMEZ	3.484818	16.77532	
<b>TOTALES</b>	<b>100.009</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**NOTA:** D: Siglas para indicar FRAGMENTO LÍTICO DELEZNABLE.

GRAFICA DEL RESUMEN DE COMPONENTES

- ANDESITA
- BASALTO
- BRECHA
- VIDRIO
- GRANITO
- D
- MICAS
- PÓMEZ





## 2.5 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

### **Muestra: PROHINSA**

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (para la norma C-33), se observa que esta arena físicamente está dentro de los límites de tolerancia. Observando los resultados del examen Petrográfico (norma C-295) vale la pena notar que la muestra se compone de una gran cantidad de andesitas inclusive en los tamices mas finos, además de cuarzo lo cual puede afectar medianamente una mezcla de concreto debido a su reacción álcali-sílice. La cantidad de pómez es mínima (0.33 % del promedio).

### **Muestra: VILLALOBOS**

Basado en los resultados del Centro de Investigaciones (norma ASTM C-33), este agregado está fuera de los límites de aceptación en los tamices intermedios, lo cual implica que, aunque afecta un concreto, no es determinante para lograr buenos resultados constructivos. En la parte del examen Petrográfico (norma ASTM C-295) se detectó que en los tamices intermedios existe una buena cantidad de pómez, lo cual afecta significativamente, la calidad de una mezcla de concreto, la pómez es una roca con gran cantidad de poros no conectados entre si lo cual puede crear muchos espacios de vacíos en un concreto y una mezcla no homogénea.

**Muestra: CHINAUTLA**

Según lo obtenido en el centro de investigaciones (norma ASTM C- 33), el agregado de Chinautla no es aceptable para ser utilizado en mezcla de concreto. De acuerdo a la norma C-295, se tienen fragmentos de andesita, basalto, brecha volcánica, cuarzo, fragmento lítico deleznable y micas, estas dos últimas podrían ser muy perjudiciales en alto porcentaje ya que no poseen consistencia y las micas, por su forma aplanada, impiden la libre circulación de fluidos

## CONCLUSIONES:

- La importancia de un examen petrográfico estriba en que: aunque un agregado fino puede ser aceptable según lo establecido en el ensayo de la norma ASTM C-33, la misma no toma en cuenta la composición geológica de este agregado de allí la necesidad de combinar este tipo de ensayos (normas ASTM C-33 y ASTM C-295)) para lograr un estricto control de los materiales de construcción.
  
- El agregado fino obtenido por trituración (caso de Prohinsa) es el más recomendable para una mezcla de concreto, ya que se tiene un mayor control de calidad y se evita la contaminación con materia orgánica, adicionalmente la cantidad de pómez es mínima.
  
- Un agregado fino compuesto por un alto porcentaje de material que pase el tamiz No 100 y que tenga minerales y rocas muy livianas, no es recomendable para fines constructivos, a menos que se le aplique algún tipo de material selecto para mejorar sus condiciones.
  
- Los agregados obtenidos en los bancos de los ríos Villalobos y Chinautla son extraídos de forma manual, la calidad puede variar de acuerdo a la época del año ya que en época seca podría tenerse mayor cantidad de materia orgánica debido al grado de contaminación de los ríos.

- De acuerdo a la norma ASTM C-295 una gran cantidad de pómez que se encuentren en un banco de materiales, como en el caso de Villalobos, es perjudicial para una mezcla de concreto, ya que el contenido de pómez en el agregado fino hace que baje la densidad del concreto y se produce un concreto con un peso específico menor de los 2400 Kg/m<sup>3</sup>. lo que provoca también una mezcla de menor resistencia; adicionalmente las micas y los fragmentos líticos deleznales son indeseables, como en el caso del banco de Chinautla.

## RECOMENDACIONES:

- La primera recomendación es recalcar la importancia de someter los bancos de agregados que se pretendan explotar o que se estén explotando, para ser utilizados con fines de construcción, a los ensayos propuestos en este trabajo (normas ASTM C-33 y C-295).
- Es conveniente establecer una ley que exija ensayos bajo las normas ASTM C-33 y C-295, para lograr así un buen control en los bancos de agregados para concreto.
- Es conveniente efectuar ensayos más extensos sobre materiales que existan en la naturaleza y que puedan afectar un mortero o mezcla cualquiera, ya sea de manera conveniente o inconveniente para el mismo .
- Los estudios previos para bancos de materiales, que se pretendan utilizar para la fabricación de concreto, deberían incluir información geológica detallada de los mismos
- Es recomendable realizar un estudio del comportamiento de estos agregados en el concreto endurecido.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

**ASTM**

**American society for testing and materials.**

Volúmenes 0.4 y 0.2

Norma C-33 (Especificación de agregados de concreto)

Norma C-295 (Practica para examen petrografico de agregado fino)

Norma EEUU. volumen 0.4.0.2 450 pp.

**CRUZ BARILLAS,  
SERGIO AUGUSTO**

**"Aplicación del método de análisis petrografico para  
concreto endurecido**

Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala

Marzo 1995.

páginas 41 - 50

**PEARL M. RICHARD**

**"GEOLOGÍA"**

Cía. Continental S.A. de México.

Onceava edición, 1981

316 pp.

**VILLEGAS CANCINOS  
DIONISIO**

**"Normas para la descripción y examen Petrográfico de  
los componentes minerales de los agregados para el  
concreto.**

Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala.  
1992

42 pp.

**LEET & JUDSDON**

**"FUNDAMENTOS DE GEOLOGÍA FÍSICA"**

Noriega editores

Décima reimpresión, 1990

páginas 417-450

## X ANEXOS

A continuación se presentan los resultados del ensayo de la norma ASTM C-33 realizada en el CII, representado gráficamente, así como los resultados obtenidos de la prueba de resistencia a compresión realizada con los tres bancos bajo estudio. La mezcla fue hecha con una proporción de 1:2 (cemento y arena, respectivamente) para las tres muestras.

Las pruebas fueron realizadas a los 14 y a los 28 días de hecha la mezcla.

El objetivo principal de la ejecución de dicha prueba fue para confirmar hasta que punto el examen petrográfico es importante para designar bancos de agregados de buena calidad, comprobando la resistencia para la misma proporción de mezcla de arena-cemento y observando si se obtiene la misma resistencia según el tipo de banco de arena utilizado.

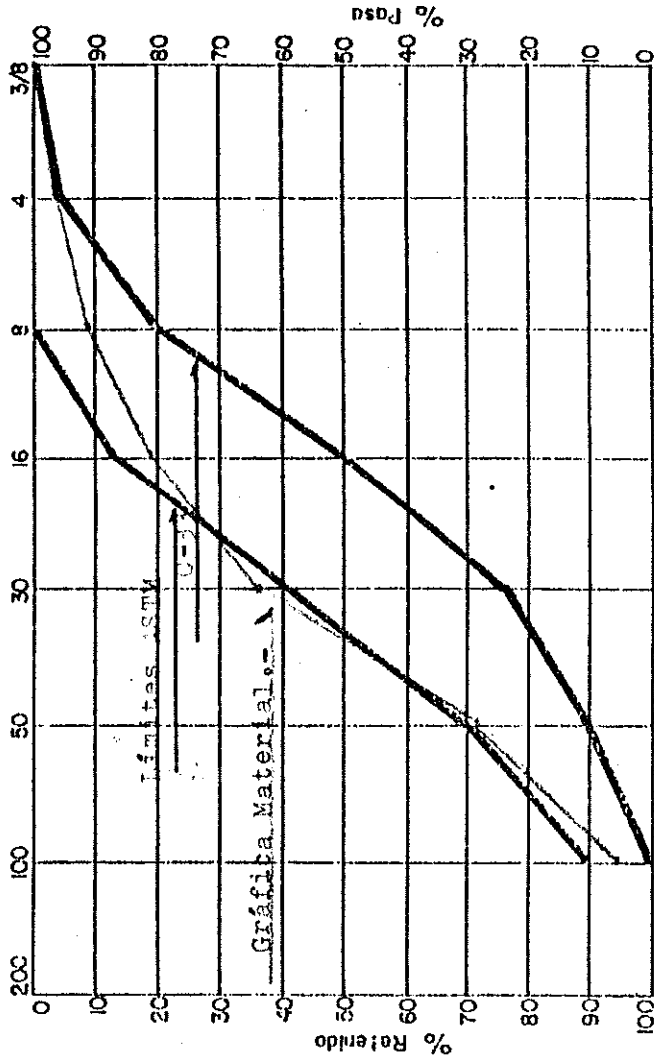


# AGREGADO FINO PARA CONCRETO

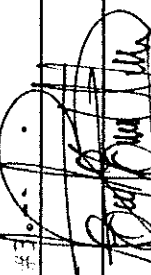
INTERESADO: SERGIO GAITAN.-	INFORME No. 00074.SC.-	PROYECTO: TESIS.-
Muestra: ARENA VILLALOBOS.-	Fecha: 30-3-95.-	O.T. No. 006227.-
		Lab. CONCRETO.-

## CARACTERISTICAS FISICAS:

Peso Especifico	2.18
Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	1399.0
Porcentaje de Vacíos	35.82
Porcentaje de Absorción	5.93
Contenido de Materia Orgánica	#3
% de Retenido en Tamiz 6.35 mm	-----
Porcentaje que Pasa Tamiz 200	-----
Porcentaje de Material Liviano	-----
Porcentaje de Desgaste por Sulfato de Sodio	-----
% de Material Friable	-----



Observaciones: Límite permisible materia

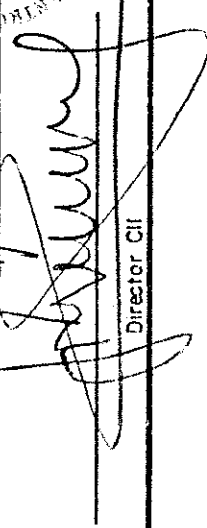
orgánica #1.0. .  
  
 Jefe de Laboratorio

Tamaño en Milímetros

Tamiz No.	9.4	4.76	2.38	1.19	0.59	0.29	0.15
% Que Pasa	100	97.2	90.5	81.6	62.7	29.2	6.2

DIRECCION DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

Vo. Bo. X

  
 Director CII

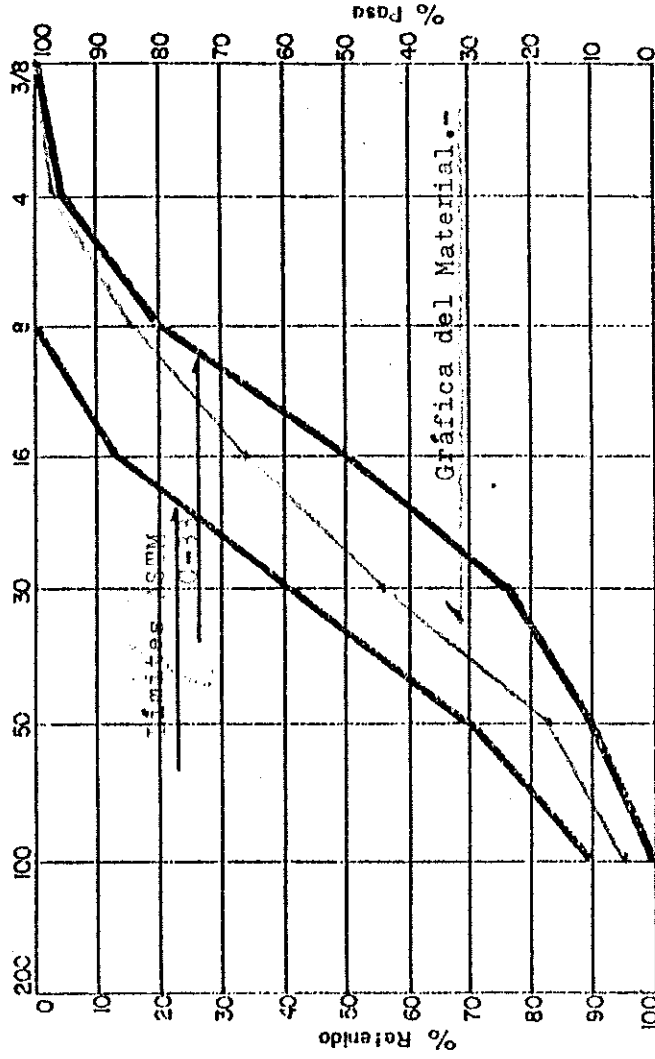
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
 CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 ... GUATEMALA, C. A.

# AGREGADO FINO PARA CONCRETO

INTERESADO:  SERGIO GAITAN.-	INFORME No. 00075.SC.-	PROYECTO: TESIS.-	
Muestra: ARINA PRCHINSA.-	Fecha: 30-3-95.-	O. T. No. 006227.-	Lab. CONCRETO.-

**CARACTERISTICAS FISICAS:**

Peso Especifico	2.50
Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	1520.0
Porcentaje de Vacios	39.2
Porcentaje de Absorción	4.93
Contenido de Materia Organica	#2
% de Retenido en Tamiz 6.35 mm	-----
Porcentaje que Pasa Tamiz 200	-----
Porcentaje de Material Liviano	-----
Porcentaje de Desgaste por Sulfato de Sodio	-----
% de Material Friable	-----



Observaciones: Límite Máximo Materia

Tamiz No.	9.4	4.76	2.38	1.19	0.59	0.29	0.15
% Que Pasa	100	97.6	83.5	67.2	42.9	18.3	5.2

Tamaño en Milímetros 4 8 16 30 50 100

Orgánica #3.-

JUNIO 12 PASE 3:00 PM 1995

Jefe de Laboratorio

DIRECCION

Director CIL

Vo. Bo.

**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA**  
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 ... GUATEMALA, C. A.

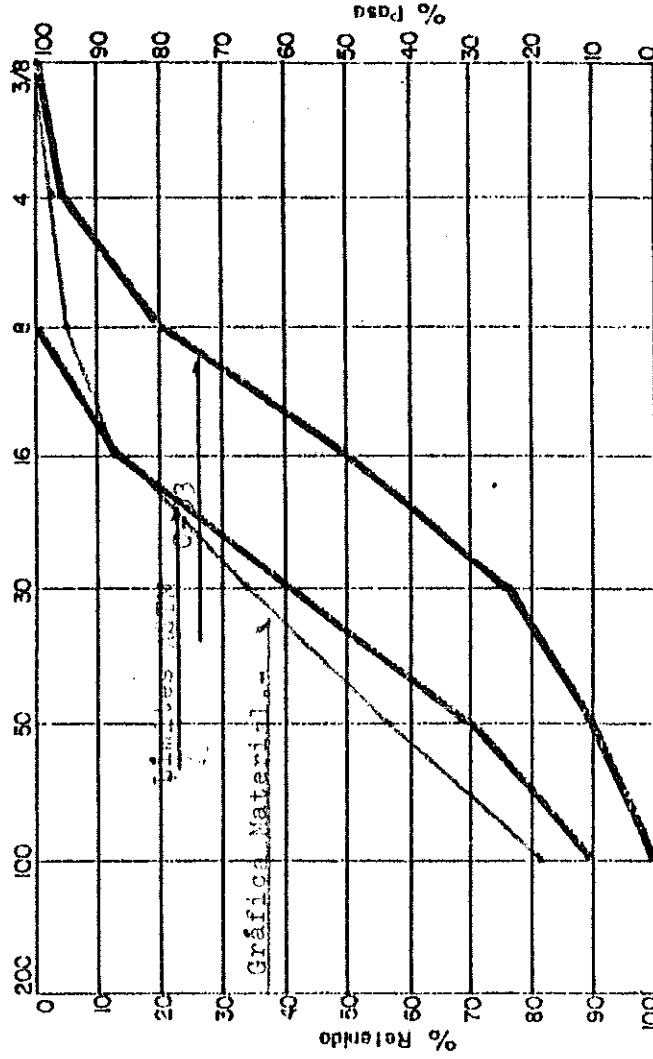


# AGREGADO FINO PARA CONCRETO

INTERESADO:	INFORME No.	PROYECTO:
SERGIO GAITAN.-	00077.SC.-	TESIS.-
Muestra:	Fecha:	C.T. No.
ARENA CHIN.UTLA.-	31-3-95.-	006227.-
		Lab.
		CONCRETO.-

## CARACTERISTICAS FISICAS:

Peso Especifico	2.47
Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	1461.8
Porcentaje de Vacíos	40.81
Porcentaje de Absorción	2.38
Contenido de Materia Orgánica	#3
% de Retenido en Tamiz 6.35 mm	-----
Porcentaje que Pasa Tamiz 200	-----
Porcentaje de Material Liviano	-----
Porcentaje de Desgaste por Sulfato de Sodio	-----
% de Material Friable	-----

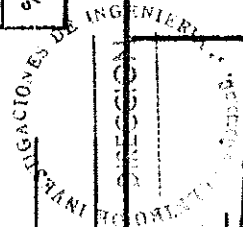


Observaciones: Límite máximo para materia orgánica #3.-

Tamaño en Milímetros

Tamiz No.	9.4	4.76	2.38	1.19	0.59	0.29	0.15
% Que Pasa	100	98.7	95.1	87.8	67.3	42.5	19.0

orgánica #3.-



Jefe de Laboratorio

Va. Bo.

*[Signature]*  
Director GI

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
CIUDAD UNIVERSTARIA ZONA 12 ... GUATEMALA, C. A.



O.T. No. 006943.

**INFORME No. 012-SA**

**INTERESADO:** Ing. Inf. Sergio Gaytán  
**PROYECTO:** Estudio de Tesis  
**MUESTRA:** Tres bolsas con agregado fino y una con cemento Portland  
**TRABAJO A EFECTUAR:** Tres morteros para determinar su resistencia a compresión.  
**FECHA:** 23 de noviembre de 1,995

**I. RESULTADOS**

Resultado Agregado	w/c	flow %	Esfuerzo kg/cm <sup>2</sup>	
			Edad (días)	
			14	28
Chinautla	0.51	110	256	321
PROHINSA	0.58	100	229	339
Villa Lobos	0.52	112	158	211

**II. OBSERVACIONES**

- Proporción en peso 1:2.
- Agregados se pasaron por tamiz No. 8.
- Muestras proporcionadas por el interesado.

Atentamente,

*[Handwritten signature of César Alfonso García Guerra]*

*[Handwritten signature of Jorge Mario Morales G.]*  
 Ing. Jorge Mario Morales G.  
 Jefe Sección Aglomerantes

Vo.Bo.

Ing. César Alfonso García Guerra  
 DIRECTOR CII/USAC

