UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS PARA CONCRETO EN LAS CANTERAS MAS IMPORTANTES DE EL SALVADOR

PRESENTADO POR

JULIO CESAR ARGUETA ALVARADO
JOSE INES PORTILLO VASQUEZ
ARISTIDES SORTO GOMEZ

PARA OPTAR AL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL DE 1998

DEDICATORIA

Agradezco:

A **Dios** todo poderoso: por permitirnos estar en esta tierra y guiarnos por el buen camino en todo momento y en todo lugar.

A MIS PADRES: José Neftalí Portillo, Juana de Portillo. Por haberme traido a esta tierra y sembrar en mi una educación en el hogar y permitirme culminar uno de mis mayores sueños de mi vida.

A MI HERMANA: Ana Julia Chí, que es como una segunda madre para mi por tolerar mis pensamientos y ayudarme en todos los aspectos de una forma desinteresada y en todo momento.

A MIS HERMANOS: Sofia, Fredy, Orbelina, Salomon, Mauricio, Hector Eduardo, Neftalí, y Yeni.

A MIS ABUELOS Y TIOS: Por estar pendientes de los resultados de mis estudios.

A MI SOBRINA: Veronica Ibethe por ayudarme a distraerme en el momento en que lo necesitaba.

A MI NOVIA: Edith Gonzales por su comprensión y ayuda en todo momento para poder lograr terminar uno de mis sueños.

A MIS COMPAÑEROS: DE TESIS Aristides y Julio Cesar por compartir los esfuerzos para lograr culminar este trabajo

A mis demás familiares y amigos , compañeros y docentes que no menciono por su nombre, pero que los recuerdo siempre y los aprecio mucho .

José Inés

EN MEMORIA DE

Ingeniero ROLANDO AMAYA DE LEON, quien desde un principio se nos asigno como asesor de este trabajo de graduación, pero lamentablemente no nos acompaño en el desarrollo de nuestra investigación. Dios lo tenga en su gloria.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Trabajo de graduación previo a la opción al grado de:

INGENIERO CIVIL

Título :

ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS PARA CONCRETO EN LAS CANTERAS MAS IMPORTANTES DE EL SALVADOR

Presentado por :

JULIO CESAR ARGUETA ALVARADO

JOSE INES PORTILLO VASQUEZ

ARISTIDES SORTO GOMEZ

Trabajo de Graduación aprobado por :

Coordinador :

ING. JOSE MIGUEL LANDAVERDE QUIJADA

Asesor :

ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO

San Salvador , Abril de 1998

DEDICATORIA

Agradezco:

A **Dios** todo poderoso: porque de el viene la sabiduría, el conocimiento y la inteligencia, te agradezco señor por iluminar mi camino y aclarar mi mente, gracias por todas tus bendiciones que permitieron terminar mi carrera.

A MI PADRE: Luis Manuel Argueta, que por su ejemplo, empuje y coraje, es una persona admirable que siempre tratare de imitar, te quiero mucho papá, sé que desde el cielo estarás muy feliz por tener al fin a un ingeniero en la familia.

A MI MADRE: Blanca Alicia de Argueta, la autora de mis días, por darme su amor incondicional, por conllevar mis problemas y estar con migo en todas las situaciones difíciles, este triunfo es tuyo

A MI HERMANO: Oscar René Argueta Alvarado, por cumplir su promesa y por darme su apoyo que en ningún momento me falto.

A MI HERMANA: Blanca Alicia Argueta Alvarado, por su cariño y consejos que me han servido de mucho.

A MI CUÑADA: Ana Gloria Fuentes de Argueta, por su ayuda a realizar mis estudios en la ciudad capital.

A MI NOVIA: Milagro Rivera, por su amor, paciencia, y comprensión.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS: Aristides y José Inés ya que logramos finalizar la tesis

Julio César

Trabajo de Graduación aprobado por:

Coordinador :

ING. JOSÉ MIGUEL LANDAVERDE QUIJADA

Asesor :

ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

DR. JOSE BENJAMIN LOPEZ GUILLEN

SECRETARIO GENERAL :

LIC. ENNIO ARTURO LUNA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. JOAQUIN ALBERTO VANEGAS AGUILAR

SECRETARIO :

ING. JOSE RIGOBERTO MURILLO CAMPOS

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR :

ING. LUIS RODOLFO NOSIGLIA DURAN

DEDICATORIA

Agradezco:

A **Dios** todo poderoso por darme la sabiduría y comprensión necesaria para terminar mi carrera

A MIS PADRES: Aristides Sorto Gómez y Petronila Elisa de Sorto, por creer en mi y tener paciencia para verme culminar con éxito mis estudio

A MI HERMANA: Rosemary Patricia, por su constante apoyo y palabras de aliento a lo largo de mi carrera.

A MI HERMANO: Jorge Balmore, por su solidaridad que me alentó en todo momento para terminar mi trabajo.

A mis demás familiares que de una u otra forma me ayudaron a largo de mi carrera

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS: José Inés y Julio Cesar

Aristides

RECONOCIMIENTOS

A la UNIVERSIDAD DE El SALVADOR, por habernos formado profesionalmente y sembrar en nosotros una conciencia social para contribuir al desarrollo del pais.

- AL ING. JOSE MIGUEL LANDAVERDE QUIJADA.
  Coordinador de nuestro trabajo de graduación, por su colaboración y orientación durante el desarrollo del trabajo.

- AL ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO.
  Nuestro asesor que nos oriento en todo momento y nos dedico parte de su valioso tiempo para la culminación de la investigación.

- AL ING. IGNACIO FRANCES FADON
  Por sugerirnos el tema de investigación, por compartir sus conocimientos y facilitarnos el uso de su laboratorio para completar los ensayos de esta investigación, en fin por brindarnos su apoyo incondicional en todo momento ya que sin su ayuda, no habría sido posible la culminación de este trabajo.

- AL ING. PORFIRIO LAGOS VENTURA
  Por su ayuda desinteresada.

- A todos los propietarios de las canteras por permitirnos tomar las muestras necesarias para el desarrollo de la investigación

- A LUIS LIMA
  Por su colaboración en el desarrollo de los ensayos.

RESUMEN

Es notable el crecimiento que ha experimentado la industria de la construcción en el país, con la introducción de nueva tecnología, procesos constructivos y materiales, con lo que se reduce considerablemente tiempo y costos en la ejecución de cualquier obra civil.

Un material básico en toda construcción es el concreto; este consiste en una mezcla homogénea de arena, grava, pasta y/o aditivos, que dosificados adecuadamente permiten alcanzar una resistencia predeterminada. Dentro de estos elementos la investigación de los agregados tiene un valor significativo, por lo que es necesario contar con datos actualizados de las características de los pétreos, y revisar si estos cumplen con los requisitos solicitados en una obra especifica..

Este documento esta estructurado en dos grandes partes: la parte teórica, los primeros tres capítulos; y la parte experimental y de análisis, los últimos dos capítulos.

El primer capítulo contiene las generalidades la cual comprende, la descripción del tema, antecedentes, objetivos, justificaciones, metodología y el marco teórico.

El capítulo II contiene la descripción en detalle de todas las pruebas de laboratorio a realizar, esto de acuerdo a las normas ASTM.

En él capitulo III, se describe el método estadístico a utilizar para relacionar los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio con el tiempo.

El capitulo IV contiene la tabulación así como la representación gráfica de los resultados obtenidos en los ensayos, que muestra por si mismos las variaciones que sufren los agregados a medida transcurre el tiempo.

El capitulo V contiene las conclusiones que denotan la interpretación de los gráficos en base al análisis estadístico y las recomendaciones como resultado de la experiencia ganada en la investigación.

INDICE

CONTENIDO **PAG.**

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION

En cuanto al control de calidad de agregados pétreos (gravas y arenas), usados en el concreto hidráulico, existen documentos que basan su investigación en los resultados de muestras obtenidas y ensayadas en un período de tiempo muy corto.

En esta investigación se tomaron muestras de gravas y arenas, de pedreras y bancos de arena de mayor demanda en el país, cada quince días durante un período de seis meses, realizando a cada muestra de grava seis ensayos diferentes y siete ensayos a las arenas, con el propósito de determinar el comportamiento de la calidad de los agregados en el tiempo.

Las canteras que son objeto de investigación seleccionada por su importancia en la explotación son las siguientes: Pedrera de San Diego, Pedrera de Ateos, Pedrera de Panchimalco, Pedrera Mina de Aramuaca; arenara río Las Cañas en sus dos puntos de máxima explotación en Soyapango y Apopa, río Jiboa y arenera de Aramuaca.

Realizadas las pruebas de laboratorio a cada pedrera y arenera, se analizaran los resultados para determinar la calidad de las mismas en base al cumplimiento o no de las normas ASTM, aplicando la estadística para determinar el comportamiento de los resultados en el tiempo, para lo cual se presentan las conclusiones y recomendaciones para cada fuente explotación.

1.2 DESCRIPCION DEL TEMA

En la construcción de una estructura de concreto existe un procedimiento lógico y ordenado, desde la elección de los agregados que se utilizan en el mezclado, transporte, colocación, consolidación y curado del concreto.

De acuerdo al procedimiento antes mencionado, para realizar un diseño de concreto deberá efectuarse un estudio preliminar de los agregados a utilizar, para conocer sus características y propiedades en un momento dado y la variación de las mismas en el tiempo para hacer los ajustes en el diseño

Este estudio está basado, en el monitoreo de la calidad de los agregados (gravas y arenas), realizando ensayos cada 15 días durante un periodo de 6 meses, mostrando al final mediante gráficos y un análisis estadístico, la variación en el tiempo de la calidad de los pétreos.

El número de lugares de explotación de pétreos a estudiar se limitan a cuatro bancos de arena y cuatro pedreras abastecedoras de grava

1.3 ANTECEDENTES

En la actualidad existen muchos documentos que tratan sobre el control de la calidad en los agregados para concreto hidráulico. En el país se han realizado las siguientes investigaciones:

- En: "Tecnificación y Aplicación de la Producción de Agregados Pétreos Locales en Concreto", trabajo de graduación presentado en el año de 1968, se realizaron evaluaciones de las características de agregados de peso ligero , a través de pruebas de laboratorio.

- En el documento titulado: "Estudio de las Fuentes de Arena en San Salvador y sus Alrededores", trabajo de graduación presentado en el año de 1970, se estudiaron las cuencas del río Las Cañas, Urbina, Acelhuateque entre otros. A los cuales se le realizo ensayos para determinar: módulos de finura, porcentajes que pasa la malla 200, contenido de materia orgánica, etc. Aquí se resalta la importancia de conocer las variaciones de la calidad de los agregados en el tiempo, por que sus propiedades son muy sensibles a cambios, aun dentro de la misma fuente

- En 1972 la Misión Geológica Alemana, en su estudio "Agregados para Hormigón en El Salvador", determinaron volúmenes de explotación, calidad y sus posibles usos a 128 canteras, muchas de ellas no están en operación. De acuerdo a los resultados obtenidos en las investigaciones, las canteras fueron clasificadas como sigue:

1) De buena calidad y grandes reservas > 300,000 m^3.
2) De buena calidad y reservas medias y pequeñas < 300,000 m^3.
3) De calidad inferior.

- Entre las primeras se encuentran las canteras ubicadas al este de Guazapa, el río Tihuapa al este de La Libertad, al norte de Suchitoto y cráter de Aramuaca en San Miguel

En la segunda clasificación se tienen: Río Quezada, al este de Suchitoto, canteras localizadas en la zona noreste de Santa Ana, zona noreste de Metapán, zona noreste de San Salvador.

Canteras de calidad inferior: desembocadura del Río Lempa, río Comalapa en San Luis Talpa, en canteras al este de Zacatecoluca, río Acelhuate entre otros.

- En el año de 1990 se desarrollo el trabajo de graduación : "Calidad Pétrea de las Canteras que Abastecen el Area Metropolitana de San Salvador", donde se estudiaron tres de las principales canteras que abastecen la capital y su periferia:
  - Cantera San Rafael, en Ateos.
  - Terrapav, en Colonia Escalón
  - Prograva, en Panchimalco.

En cada una se determinaron volúmenes de explotación, calidad de pétreos (Grava #1 y #2), eficiencia de la tecnología utilizada en la explotación y procesamiento de agregados, efectos en el medio ambiente ocasionada por la extracción de pétreos.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Estudiar la calidad y comportamiento de los agregados, tanto gruesos como finos, considerando sus posibles variaciones en el tiempo.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Muestrear los lugares de explotación de materiales pétreos de mayor demanda en el país
2. Realizar ensayos siguiendo los lineamientos de las normas ASTM C-33 cada 15 días durante 6 meses, para conocer la variación de las propiedades físicas y mecánicas de agregados.
3. Analizar estadísticamente los resultados de las pruebas para conocer cambios en la calidad de los agregados durante el período de estudio.

1.5 ALCANCES

Para el presente estudio se consideraron los lugares de explotación de mayor demanda en el país, y son los siguientes:

1.5.1 Canteras de grava

A) Mina de Aramuaca (Departamento de San Miguel).
B) Pedrera de Panchimalco (Departamento de San Salvador)
C) Pedrera San Diego (Departamento de La Libertad)
D) Pedrera Protersa (Ateos, Departamento de La Libertad).

1.5.2 Bancos de arena

A) Mina de Aramuaca (Departamento de San Miguel)
B) Río Jiboa (Departamento de La Paz).
C) Río Las Cañas (Soyapango, Departamento de San Salvador).
D) Río Las Cañas (Apopa, Departamento de San Salvador).

Los agregados a estudiar son arenas y gravas de peso normal, respecto a las gravas se trabajara con las N° 1 y N° 2. A la grava N° 2 se le determinara únicamente la granulometría, ya que las propiedades físicas y mecánicas serán similares a las de la grava N° 1, debido a que provienen de la misma roca.

Se utilizara las normas ASTM para realizar estos ensayos.

1.5.3 Ensayos a Realizarse en la Arena

- ASTM C – 128 Método de ensayo para la determinación de la gravedad específica y absorción

- ASTM C – 40 Método de ensayo para impurezas orgánicas en agregado fino para concreto.
- ASTM C – 117 Método de ensayo para materiales más finos que la malla N° 200 (75 μm) en agregados minerales por medio de lavado.
- ASTM C – 88 Método de ensayo para la sanidad de los agregados usando sulfato de sodio o sulfato de magnesio.
- ASTM C – 142 Método de ensayo para los grumos de arcilla y partículas desmenuzables en arenas.
- ASTM C – 136 Método de ensayo para el análisis de malla de agregado fino
- ASTM C – 123 Método de ensayo para partículas de peso ligero en agregado fino.

1.5.4 Ensayos a Realizarse en las Gravas

- ASTM C – 127 Método de ensayo para la determinación de l a gravedad especifica y absorción
- ASTM C – 88 Método de ensayo para la determinación de la sanidad de los agregados usando sulfato de sodio o sulfato de magnesio.
- ASTM C – 142 Método de ensaye para los grumos de arcilla y partículas desmenuzables en gravas.
- ASTM C – 136 Método de ensayo para el análisis de malla.
- ASTM C – 131 Método de ensayo para la resistencia a la degradación del agregado grueso de tamaño pequeño usando la máquina de los Angeles.
- ASTM D – 4791 Método de ensayo para la determinación de las partículas planas y alargadas.

El ensayo de sanidad se realizará únicamente a las muestras N° 2, 5, 9 y 12 en el caso de las gravas y para las arenas se ensayaran las muestras N° 3, 5, 9, 12. Esto se debe al tiempo que se requiere para ensayar una muestra. Sín embargo se considera que los

resultados obtenidos de estas muestras serán representativos, dado que las primeras muestras fueron tomadas en la época de invierno y las siguientes en verano.

Respecto al ensayo de partículas de peso ligero se ensayaran únicamente las muestras pares de los bancos de arena, debido al elevado costo del químico utilizado en la prueba. Estas partículas constituyen un porcentaje bastante bajo en las gravas, por lo que no seria representativo el estudio de esta característica en ellas.

Para la realización de las pruebas se utilizará el laboratorio de la escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador y eventualmente en el laboratorio de la empresa Francés y Cia.

1.6 LIMITACIONES

Los ensayos a que se someterán los agregado, se realizarán tomando muestras durante los últimos 6 meses de esta investigación.

La norma ASTM C-33 propone un número de 25 ensayos para determinar la calidad de los agregados finos y gruesos, para ser usados en concreto. Sin embargo en este trabajo se harán las pruebas más representativas de la calidad de los agregados.

1.7 JUSTIFICACIONES

Refiriéndonos a los materiales que forman parte del concreto hidráulico, los agregados pétreos tienen gran importancia, ya que forman entre un 75 a 80% de su volumen. Debido a esto resulta necesario estudiarlos en términos de sus propiedades y de su relación e influencia con las del concreto.

Se han estudiado los agregados llegando a la conclusión, que aquellos que sean susceptibles a resquebrajamientos, tengan un valor alto de absorción, que su relación largo ancho sea grande, etc. no son aptos para utilizarlos en la elaboración de concreto, por lo tanto es indispensable determinar su calidad.

Los agregados para uso ingenieril deben consistir en partículas durables, limpias resistentes, libre de productos químicos, recubrimientos de arcilla y de otros materiales finos que pudieran afectar la resistencia del concreto.

Considerando la demanda, los volúmenes de explotación y las pocas canteras en operación se pretende, al finalizar este estudio crear conciencia acerca de la importancia de controlar las variaciones que sufren los agregados en el tiempo.

1.8 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION A DESARROLLAR

Este estudio tiene como unidades de análisis las siguientes canteras:

- Yacimiento del Río Las Cañas, al noreste de Soyapango.
- Yacimiento del Río Las Cañas al noreste de Apopa.
- Río Jiboa aproximadamente a 5 Km. al sur de la zona franca El Pedregal.
- Cantera Protersa, ubicada a 2.5 Km. del desvío de Ateos, por la carretera que conduce a Tepecoyo.
- Rocas S.A. Km. 16½ Carretera a Rosario de Mora, Rosario de Mora, San Salvador.
- La Cantera S.A. de C.V., división de Concretera Salvadoreña, Km. 57½ Carretera a Comalapa, Puerto de La Libertad.
- Mina de Aramuaca ubicada en el Km. 149 de la Carretera Panamericana, San Miguel.

Entre las técnicas de obtención de información se utilizarán:

- Investigación bibliográfica
- Consultas a ingenieros idóneos en el tema.
- Entrevistas con propietarios de canteras.
- Visitas a cada lugar de explotación y evaluación preliminar.
- Se utilizará la norma ASTM C-33, actualizadas al período de estudio.
- Se utilizará una modificación a las cartas de control, como modelo estadístico para la interpretación de los resultados.

1.9 MARCO TEORICO

El Salvador está formado en más del 90% por rocas volcánicas, el resto la forman las sedimentarias, y estas se encuentran localizadas en el norte de Santa Ana.

La Litología del país puede clasificarse como sigue:

- **Rocas Volcánicas**
  Por su composición química y mineralógica comprende rocas efusivas, riolíticas y dacíticas en mayor proporción, andecíticas y basálticas así como también materiales piroclásticos, en una mayor escala.

- **Rocas Sedimentarias Marinas**
  Estas comprenden en su mayoría calizas, conglomerados de cuarzo y areniscas.

- **Rocas Sedimentarias de Origen Orgánico**
  Formado generalmente por pequeños depósitos de diatómita y lignitos.

- **Rocas de Carácter Intrusivo**
  Clasificadas petrográficamente como granitos, granodioritas, monzonitas y dioritas.

Las rocas ígneas están compuestas por silicatos en forma cristalina y son debidas a las masas pastosas provenientes del interior de la tierra, no se presentan nunca en estratos, son masisas y generalmente atraviesan otras rocas.

Las rocas sedimentarias proceden de rocas eruptivas transformadas o disueltas (mecánicamente o por influencias químicas), se aglomeran de nuevo en su propio lecho, o fueron acarreadas a otras partes donde quedaron en forma suelta o coherente.

Las rocas metamórficas generalmente se presentan estratificadas, provienen de rocas eruptivas y sedimentarias que han sufrido transformaciones posteriores, por reacciones superficiales o por la acción de elevadas temperaturas.

Dentro de las rocas ígneas se encuentran granitos, basaltos y andesítas las cuales son de color blanco, negro y gris respectivamente. De las tres rocas el granito es el que raramente se puede encontrar en el país, así que por un examen visual se puede afirmar que las gravas de Panchimalco, Aramuaca y Ateos son andesítas, dado que poseen granos gruesos y son de color gris; las grava de San Diego se clasificarían como basaltos, por su color oscuro y grano fino. La diferencia de color entre la andesíta y el basalto se deben, a que las primeras contienen sílice y aluminio, en cambio los basaltos contienen partículas de hierro y manganeso, lo que le da ese color oscuro característico. Sin embargo podemos encontrar rocas con la combinación de estos colores o bien encontrar basaltos de grano grueso o andesítas de grano fino. Se tendría que realizar un análisis petrográfico para determinar el contenido de aluminio, hierro o manganeso y así poder clasificarla con mucha más exactitud.

Desde el punto de vista petrológico, el agregado puede clasificarse en varios grupo de rocas de características comunes: [1]

- Grupo basáltico: Andesita, basalto, Porfiritas básicas, doleritas de todas clases,epidorita cuarzo-dolerita.
- Grupo Pedernalino: Horsteno, pedernal.
- Grupo Gábrico: Diorita básica, gabro, hornoblenda-roca, norita, peridotita, picrítica.
- Grupo Granítico: Granito, granodiorita, granulita, pegmatita, cuarzo-diorita, sionita.
- Grupo Arenisco: Aglomerado, Arcosa, brecha, arenilla, arenisca, tufa.

---

[1] "Tecnología del Concreto", Tomo 1, IMCYC 1ra Edición año 1977, pag. 122

- Grupo Hornofélsico: Rocas que se alteran al contacto, de todas clases, excepto mármol.
- Grupo Calizo: Dolomita, caliza, mármol.
- Grupo Porfirítico: Aplita, dacita, felsita, microgranito, pórfido, cuarzo, porfirita, riolita, troquita.
- Grupo Cuarzoso: Arcilla refractária, areniscas cuarzosas, cuarzita recristalizada.
- Grupo Esquistoso: Filita, esquisto, pizarra, todas las rocas severamente agrietadas.

Esta clasificación de grupos no acarrea ninguna aplicación sobre la adecuación del agregado para hacer concreto, en cualquier grupo se puede encontrar materiales inadecuados.

De acuerdo a su mineralogía los agregados se clasifican en: [2]

- Minerales de sílice (cuarzo, ópalo, calcedonia, tridimita).
- Feldespatos
- Minerales de Mica
- Minerales de Carbonato
- Minerales de Sulfato
- Minerales de Sulfuro de Hierro
- Minerales de Ferromagnesio
- Zeolitas
- Oxidos de hierro
- Minerales de arcilla

[2] "Tecnología del Concreto", Tomo 1, IMCYC 1ra Edición año 1977, pag 121

Esta clasificación ayuda a determinar las propiedades de un agregado, pero no ofrece ninguna base para predecir la actuación del concreto, pues no hay minerales universalmente deseables.

Por otra parte los agregados se clasifican como ligeros, de peso normal y pesados.

- Agregados de peso ligero como los esquistos, lutita, arcilla expandida, pizarras, escorias esponjosas, piedra pómez volcánica, entre otras, son utilizadas para producir concretos ligeros con peso volumétrico de 1.44 a 1.92 ton/m^3.

- Los agregados más comúnmente empleados como arena, grava, piedra triturada y escorias de altos hornos, producen concreto de peso normal de 2.16 a 2.56 ton/m^3.

- Materiales como la magnetita, barita, limonita, hierro, partículas de acero que son usados para escudos de concretos contra radiación, producen concretos pesados con un peso volumétrico de 6.4 ton/m^3

El concreto de peso ligero es catalogado como concreto especial, el cual se produce por técnicas poco usuales logrando propiedades extraordinarias como la de ser un gran aislante térmico, lo que es de gran uso practico cuando se utiliza en cubiertas, paredes refractarias, rellenos y en líneas térmicas subterráneas. Si este tipo de concreto posee un contenido de aire relativamente alto, serán resistentes al congelamiento y deshielo, pero si existe una concentración de agregado ligero y poco aire incluido su resistencia bajara notablemente.

Las contracciones en concretos ligeros no son usualmente críticas, pero si estas son excesivas pueden ocasionar ondulaciones por lo que para su uso estructural debe considerarse estas contracciones.

Entre las propiedades más importantes del concreto ligero se pueden mencionar:

- Mecánicas
- Acústicas
- Impermeabilidad
- Durabilidad
- Aislamiento Térmico

Por lo general este tipo de concreto esta formado por un agregado ligero natural llamado piedra pómez, la cual presenta vacíos en su interior que la hacen livianas.

La pómez es un material de origen volcánico que es producto del descenso de presión y del rápido enfriamiento de las masas de fusión ácidas con una gran cantidad de gases que adquirió durante la erupción. Se le clasifica como una roca ígnea extrusiva cuya naturaleza es piroclástica .

El agregado de pómez ha sido empleado en países desarrollados {E.E.U.U., Gran Bretaña, Alemania entre otros} para elaborar concreto ligero, utilizándolo en la fabricación de piezas ligeras, resistentes y de fácil manejo; lo que ha hecho posible la construcción de piezas prefabricadas de mayores dimensiones que las del concreto normal. Además con una adecuada granulometría y dosificación se pueden obtener concretos ligeros que sobrepasen la resistencia a la compresión de 145 kg/cm^2

El agregado de peso normal es el que se utiliza generalmente por ser práctico dada la facilidad con que se obtienen estos agregados, y por que se pueden alcanzar resistencias satisfactorias sín un tratamiento especial.

El concreto pesado actúa como material cobertor para proteger a los hombre y equipo de los efectos peligrosos de las radiaciones de los rayos X, gamma, y de neutrones. La selección del concreto para la protección de radiaciones se basa en las

necesidades de espacio y el tipo de radiación. Cuando las necesidades de espacio no son importantes, el concreto de peso normal produce la protección más económica, sin embargo los concretos pesados permiten una reducción en su espesor sin sacrificar la efectividad de la protección.

Excepto por el peso unitario, las propiedades físicas del concreto pesado son generalmente similares a las del concreto de peso normal. Para cualquier grupo particular de materiales, la resistencia es una función de la relación agua – cemento; se pueden obtener resistencias comparables a aquellas de los concretos de peso normal.

De acuerdo a su tamaño, los agregados se clasifican en agregados finos y gruesos.

Los primeros comúnmente consisten de arena natural, el ASTM los define como el material que pasa la malla #4 (4.76mm) y se retiene en la malla #200 (0.074mm), las partículas entre 0.074mm y 0.002mm se clasifican como limos, y los más pequeños se denominan arcillas.

Agregados gruesos son una combinación de gravas naturales o rocas trituradas y de acuerdo al ASTM son el material que se retiene en la malla #4.

Los agregados deben cumplir con ciertas características antes de ser utilizados, sus partículas deben ser durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos, recubrimientos de arcilla y de otros materiales finos que puedan afectar la adherencia con la pasta, las partículas desmenuzables o que tiendan a resquebrajarse, deben evitarse.

La descripción de los principales características a observar en los agregados para concreto son las siguientes:

1.9.1 Gravedad específica

Se refiere al volumen del material sólido que excluye todos los poros y puede por lo tanto definirse como la relación del peso del cuerpo sólido referido al vacío, al peso de un volumen igual de agua destilada libre de gas, ambas tomadas a una temperatura determinada.

En los cálculos referentes al concreto generalmente se basan en un agregado sujeto a la condición saturado superficialmente seco (SSS), porque el agua contenida en todos los poros, no toma parte en las reacciones químicas del cemento y puede por lo tanto, considerarse como una parte del agregado. Esta gravedad específica aparente se utiliza para determinar el rendimiento del concreto, o la cantidad requerida de agregado para un volumen dado de concreto.

El valor de la gravedad específica no mide la calidad del agregado a menos que se esté experimentando con un material de características petrológicas conocidas, en que una variación en la gravedad sea el reflejo de la porosidad de la partículas.

1.9.2 Porosidad y Absorción del Agregado

La porosidad, permeabilidad y absorción del agregado tiene influencia en las propiedades del concreto, como la resistencia al congelamiento y al deshielo, la estabilidad química y la resistencia a la abrasión. Como se dijo anteriormente la gravedad aparente del agregado depende de su porosidad y, en consecuencia, afecta el rendimiento del concreto para un agregado determinado. Algunos poros están totalmente dentro de las partículas, otros se abren a su superficie. La pasta, por su viscosidad, no puede penetrar muy profundamente más que en los poros más grandes, de modo que el volumen bruto de la partícula se considera sólido a fin de calcular el contenido de agregado en un concreto.

Sín embargo, el agua puede entrar en los poros y la cantidad de agua y su proporción de penetración, dependen del tamaño de los poros, de su continuidad y de su volumen total. [3]

Puesto que el agregado representa unas ¾ partes del volumen del concreto, resulta que la porosidad del agregado contribuye a la porosidad del concreto.

La absorción de agua del agregado se determina midiendo el incremento en peso de una muestra secada al horno después de sumergirla en agua durante 24 horas. La relación del incremento en peso, el peso de la muestra seca, se expresa como porcentaje, se llama absorción.

Los poros en las partículas de agregado afectan la adherencia entre el agregado y la pasta del cemento, pudiendo afectar la resistencia del concreto.

Normalmente, se supone que al fraguar el concreto, el agregado está en su condición saturada superficialmente seca. Si el agregado se utiliza estando seco, absorberá suficiente agua de la mezcla para saturarlo, y esta agua no está incluida en la neta o efectiva calculada para la mezcla. Es posible sín embargo, que cuando se usa agregado seco las partículas se cubran rápidamente de cemento, lo cual impide que el agua necesaria para la saturación siga entrando. Esto sucede en particular con agregado grueso cuando el agua tiene que recorrer más distancia en la superficie de las partículas. Como resultado, la relación A/C efectiva es mayor que la correspondiente a una absorción total de agua en el agregado. Este efecto tiene mayor importancia, sobre todo en mezclas ricas donde puede haber un rápido recubrimiento del agregado.

En mezclas pobres y húmedas, la saturación del agregado progresa sin perturbación en casos prácticos el comportamiento de la mezcla se ve afectado también por el orden en que se ponen los ingredientes en la mezcladora.

---

[3] "Tecnología del Concreto", Tomo 1, IMCYC 1ra Edición año 1977, pag. 144

1.9.3 Forma y Textura de las Partículas

La forma y textura superficial de un agregado influye más en las propiedades del concreto fresco, que en las propiedades del concreto endurecido.

Para producir un concreto trabajable, las partículas elongadas, angulares y de textura rugosa necesitan más agua que los agregados compactos, redondeados y lisos. En consecuencia, las partículas de agregado que son angulares, necesitan un mayor contenido de cemento para mantener la misma relación A/C. Sin embargo, con una granulometría satisfactoria, los agregados triturados y no triturados, si provienen del mismo tipo de roca, generalmente dan al misma resistencia para la misma relación de A/C. [4]

Los agregados pobremente graduados o angulares pueden ser también difíciles de bombear.

La adherencia entre la pasta de cemento y un agregado generalmente aumenta a medida que las partículas cambian de lisas y redondas a rugosas y angulares.

La demanda de agua de mezclado y cemento aumenta a medida que aumenta el contenido de vacíos del agregado. Los vacíos se incrementan con la angularidad del agregado.

El agregado que es producto de la trituración de rocas, contiene a menudo partículas planas y alargadas. Tales partículas requieren de más agua de mezclado, afectando la relación A/C, ocasionando disminución en la resistencia del concreto, particularmente a la flexión. Estas partículas poseen planos débiles que fácilmente pueden fallar poniendo en peligro la estructura de concreto.

---

[4] "Diseño y Control de Mezclas de Concreto" IMCYC año 1980, pag. 37

1.9.4 Granulometria

La granulometría de partículas se determina por medio de un análisis por cribado, dividiendo una muestra de agregado en fracciones compuestas de partículas del mismo tamaño.

La granulometría es un factor importante ya que afecta la trabajabilidad de una mezcla de concreto, la necesidad de agua y cemento, capacidad de bombeo, controla la segregación tiene algunos efectos sobre el sangrado y el acabado del concreto fresco y afectan también sus propiedades en estado endurecido; resistencia, contracción y durabilidad.

Una granulometría con deficiencias en partículas finas conduce a un exceso de partículas medianas provocando con esto aspereza. Se dice que una mezcla es áspera cuando hay una fracción de tamaño demasiado abundante este efecto se ve representado como un paso muy inclinado en la curva granulometríca. Estas son mezclas muy rígidas no trabajables.

En el caso de las arenas, cuando se tiene exceso de partículas que pasen las mallas N° 50 y la N° 100, se espera que el modulo de finura sea bajo, lo que indica que el área especifica del agregado es grande afectando de esta manera la trabajabilidad, textura superficial y el sangrado del concreto.

La relación A/C suele fijarse generalmente de acuerdo a las consideraciones de resistencia y si tiene un exceso de finos la cantidad de pasta debe ser suficiente para cubrir la superficie de todas la partículas, lo que resultaría antieconómico al tener que aumentar la relación A/C para mantener los requerimientos de resistencia.

A medida que la partícula del agregado es más grande, se reduce el área especifica que es preciso cubrir con pasta. Por tanto si extendemos la granulometría a un tamaño

máximo se reducen las necesidades de agua de la mezcla, de manera que para una trabajabilidad y riqueza especificada, se puede reducir la relación A/C con el aumento en la resistencia.

A pesar de todo se pueden producir concretos de resistencias satisfactorias aún cuando la granulometria se encuentre fuera de los límites establecidos

1.9.5 Modulo de Finura (M.F.)

Este se determina sumando los porcentajes acumulables retenidos en una serie de tamices. Este valor es mayor a medida que el agregado es más grueso.

El módulo de finura puede considerarse como un tamaño promedio ponderado de un tamiz en el cual se retiene el material, contando los tamices desde el más fino.

El M.F. presenta una dificultad ya que su valor no es representativo de una distribución, el mismo puede representar un número infinito de distribuciones, de tamaños diferentes, o curvas granulométricas totalmente distintas. Por lo tanto no se puede usar el valor del M.F. como una descripción de la granulometría de un agregado, pero resulta valioso para medir variaciones ligeras en una agregado procedentes de una misma fuente, es decir como verificación cotidiana. [5]

1.9.6 Sanidad del Agregado

La sanidad de los agregados se define como la capacidad del agregado para resistir cambios grandes o permanentes de volumen cuando se somete a congelamiento y deshielo , calentamiento y enfriamiento o secado y humedecimiento, esta condición esta relacionada con la porosidad, la absorción y la estructura de poros. Esta falta de

---

[5] "Tecnología del Concreto", Tomo 1, IMCYC 1ra Edición año 1977, pag. 175

estabilidad en el volumen, es distinta de la expansión causada por las reacciones químicas entre el agregado y el álcalis del cemento.

Las causas físicas de cambios de volumen grandes o permanentes del agregado son el congelamiento y deshielo, los cambios térmicos a temperaturas sobre el punto de congelamiento y los estados mojados y secos sucesivos.

Se dice que el agregado es inestable en este sentido cuando las causas anteriores inducen cambios de volumen que resultan en el deterioro del concreto. Estos daños pueden variar de descascaramientos locales hasta agrietamientos extendidos superficial y desintegración a una profundidad considerable, es decir, los efectos van de tan solo un aspecto deficiente hasta situación peligrosa desde el punto de vista estructural. Para que se produzcan estos daños es preciso que se den condiciones críticas de contenido de agua y falta de drenaje. En su conjunto estos factores se rigen por el tamaño, forma y continuidad de los puros, absorción así como también la rapidez con que el agua puede escapar de las partículas del agregado. [6]

El intemperismo originado por el humedecimiento y secado (que son las condiciones que podrían esperase en una zona tropical) puede afectar la durabilidad del agregado. Los coeficientes de expansión y de contracción de las rocas varían con la temperatura y el contenido de humedad.

En algunos agregados se producen deformaciones severas si ocurren humedecimientos y secados alternos y con ciertos tipos de roca se producen incrementos permanentes en el volumen del concreto con su eventual falla.

---

[6] "Tecnología del Concreto", Tomo 1, IMCYC 1ra Edición año 1977, pag. 159

1.9.7 Impurezas Orgánicas

Los agregados naturales pueden poseer suficiente resistencia y dureza para soportar el desgaste, pero no darán resultados satisfactorios para producir concreto si contienen impurezas orgánicas que interfieren en las reacciones químicas de hidratación pueden causar deterioro. Es más probable encontrar estas sustancias en las arenas que en el agregado grueso.

Estas sustancias orgánicas se manifiestan en forma de humus o margas orgánicas, con la presencia de estas impurezas pueden aparecer erupciones en la superficie del concreto, estas son desprendimientos de pequeños fragmentos lo que podría ocasionar la perdida de recubrimiento del acero de refuerzo, otros efectos adversos son el retraso en el fraguado y reduce considerablemente la resistencia del concreto.

No todas las materias orgánicas son perjudiciales y lo mejor es verificar sus efectos en el concierto mediante cubos de prueba.

1.9.8 Partículas de Peso Ligero

La baja densidad de estas partículas comparada con la pasta de cemento, provoca su flotación; ejemplo claro de esto lo tenemos en el concreto fresco donde fácilmente se puede observar la gran cantidad de estas partículas que se acomodan en la superficie después de consolidarlo, una alta concentración de estas partículas crearan una zona de baja resistencia y alta permeabilidad, siendo perjudicial en elementos que estarán sometidos a desgaste como en pisos y pavimentos.

1.9.9 Partículas Desmenuzables

Estas partículas pueden presentarse en la forma de recubrimientos superficiales , esto interfiere con la adherencia entre el agregado y la pasta de cemento. Como una

buena adherencia resulta indispensable para obtener una resistencia y durabilidad satisfactoria, el estudio de estas partículas es importante.

Materias como arcilla y limos, así como polvos provenientes de la trituración de la roca, pueden encontrarse sueltas o adheridas al agregado, su finura hace que el área superficial aumente, lo que eleva la cantidad de agua necesaria para humedecer todas las partículas de la mezcla, variando así la relación A/C.

Las partículas desmenuzables afectan la resistencia y sobre todo la resistencia a la flexión; estas pueden causar erupciones en el concreto endurecido y afectar al durabilidad y la resistencia a la abrasión

1.9.10 Adherencia del Agregado

La adherencia entre el agregado y la pasta de cemento es un factor importante en la resistencia del concreto, especialmente en la resistencia a la flexión.

La adherencia se debe en parte, a la trabazón entre el agregado y la pasta por la aspereza en la superficie de primero .

La determinación de la calidad de adherencia de un agregado es bastante difícil, y no existen pruebas aceptadas. Generalmente, cuando la adherencia es buena, una muestra de concreto triturado mostrara algunas partículas de agregados fracturadas dentro de la masa, además de la proporción más numerosa de aquéllas arrancadas enteramente de sus lugares.

1.9.11 Reacción Agregado – Alcalis

Existen reacciones químicas nocivas entre el agregado y la pasta de cemento a su alrededor, la reacción más común se produce entre los constituyentes activos de sílice del agregado y los álcalis del cemento (oxido de sodio y oxido de potasio).

La reacción empieza por el ataque sobre los minerales silicosos del agregado procedente de los hidróxidos alcalinos, derivados de los álcalis del cemento, en consecuencia se forma un gel que incorpora agua con una consecuente tendencia a aumentar su volumen. Como el gel esta confinado por la pasta de cemento, aparecen presiones internas que finalmente pueden producir expansión agrietamiento y ruptura de la pasta de cemento. Así, la expansión se debe a la presión hidráulica generada por osmosis, posteriormente una parte del gel relativamente blando es arrastrado por el agua, que la deposita en las grietas que ya ha formado el agregado en expansión.

El contenido mínimo de álcalis de cemento con el cual puede haber una reacción expansiva es de cero punto seis por ciento expresado en oxido de sodio .Este porcentaje se calcula por estequiometría como el contenido real de dióxido de sodio más 0.658 por el contenido de dióxido de potasio del clinker.

La tendencia a reaccionar con los álcalis se puede reducir de manera significativa si se mantiene lo más seco posible al concreto; la reactividad se puede detener virtualmente si la humedad relativa interna del concreto se mantiene por debajo del 80 % No obstante, en la mayoría de los casos, esta condición es difícil de lograr y conservar.

Existen ensayos ASTM para identificar agregados potencialmente reactiívos.

El ensayo de Barras de Morteros ASTM C – 227, generalmente deben transcurrir de tres a seis meses antes de poder obtener resultados.

La prueba Química Rápida ASTM C – 289, la cual se completa al cabo de dos o tres días, este ensayo no es del todo confiable.

1.9.12 Abultamiento de la Arena

La presencia de humedad en el agregado plantea la necesidad de corregir las proporciones de la mezcla; el peso de agua añadida a esta, tiene que reducirse en la proporción del peso de la humedad libre del agregado y el peso del mismo deberá ser aumentado en la misma forma. En el caso de la arena, hay un segundo efecto de la presencia de humedad; el abultamiento se trata del aumento en volumen de un peso dado de arena, causado por la presión de la película de agua, que separa las partículas de arena. Aun cuando el abultamiento por si solo no afecta la proporción de materiales por peso, en el caso de mezclas por volumen, el abultamiento reduce el peso de la arena que ocupa el volumen fijo de la caja de medición. Por esta razón, la mezcla resulta deficiente en arena y adquiere un aspecto "pedregoso", y el concreto se predispone a la segregación o formación de cavidades. Se reduce también el rendimiento del concreto. El remedio, por su puesto, es aumentar el volumen aparente de la arena, para tomar en cuenta el abultamiento. [7]

---

[7] "Tecnología del Concreto", Tomo 1, IMCYC 1ra Edición año 1977, pag. 150

CAPITULO II

DESCRIPCION DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO

2.1 INTRODUCCION

En este capitulo se describen los procedimientos citados por la norma ASTM C-33, para determinar en una forma preliminar la calidad de las gravas y las arenas. Los procedimientos son descritos de acuerdo a las necesidades que se presentan en el laboratorio. En este capitulo se describen la preparación de la muestra, procedimientos y cálculos; el complemento de cada una de las normas se encuentran detallados más adelante en los anexos.

2.2 ESPECIFICACIONES ESTANDAR DEL AGREGADO PARA CONCRETO

- ASTM C – 40 Método de ensayo para impurezas orgánicas en agregados finos para concreto.
- ASTM C – 88 Método de ensayo para la sanidad de los agregados por el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.
- ASTM C – 117 Método de ensayo para materiales más finos que la malla de 75 μm (No. 200) en agregados minerales por lavado.
- ASTM C – 123 Método de ensayo para partículas de peso ligero en agregados.
- ASTM C – 127 Método de ensayo para gravedad específica y absorción de agregado grueso.

- ASTM C – 128 Método de ensayo para gravedad específica y absorción de agregados finos.
- ASTM C – 131 Método de ensayo para la resistencia a la degradación del agregado grueso de tamaño pequeño, por abrasión e impacto en la maquina de los ángeles.
- ASTM C – 136 Método de ensayo para el análisis de malla de agregado fino y grueso.
- ASTM C – 142 Método de ensayo para grumos de arcilla y partículas desmenuzables en agregados.
- ASTM D – 4791 Método de ensayo para la determinación de partículas planas y alargadas en agregado grueso.

2.2.1 IMPUREZAS ORGANICAS EN AGREGADOS FINOS PARA CONCRETO ASTM C - 40

2.2.1.1 Preparación de la muestra

La porción a ensayar deberá ser reducida de acuerdo al procedimiento citado por la norma ASTM C – 702. Dicha muestra deberá tener un peso aproximado de 450 gr.

2.2.1.2 Preparación de la solución química

Se usara una solución de hidróxido de sodio grado reactivo al 3%. Se disolverá tres partes de hidróxido (en peso), en 97 partes de agua. Después de ser preparada la muestra puede ser utilizada inmediatamente.

2.2.1.3 Procedimiento

- Colóquese el agregado fino a ser ensayado en un depósito de vidrio, hasta la marca de 4.5 onzas.
- Añádase la solución de hidróxido de sodio (soda cáustica), hasta que el volumen del agregado fino y el líquido sea de 7 onzas después de agitar el depósito.
- Tápese el depósito, agítese vigorosamente y déjese reposar durante 24 horas.
- Para determinar la prueba según la norma ASTM se utilizo el procedimiento alternativo, para definir con mayor precisión el color del líquido de la muestra de ensayo, pueden usarse 5 vidrios de colores estándar. Un instrumento con frecuencia utilizado consiste de unos vidrios de color montado en una placa plástica; el instrumento está provisto con los colores correspondientes al número de la placa orgánica. La carta de colores a utilizar será la N° 815 Hellige tester – Hellige color plate , la carta presenta los siguientes colores:

1	amarillo claro
2	amarillo oscuro
3	anaranjado (ambar)
4	rojo claro (rojo naranja)
5	rojo oscuro

El número tres representa el color estándar de comparación.

2.2.1.4 Interpretación de los resultados

Si el color del líquido de la muestra de ensayo es más oscuro que el color de referencia (No. 3) debe considerarse que el agregado fino ensayado puede contener

impurezas orgánicas, por lo que deberá ser sometido a ensayos adicionales, antes de ser aceptado para su uso en la fabricación de concreto.

El limite que establece la norma como el tolerable para utilizar este material en la elaboración de concreto es el color N°3.

2.2.2 SANIDAD DE LOS AGREGADOS USANDO SULFATO DE SODIO ASTM C-88

2.2.2.1 Preparación de la solución

- Dilúyase 350 gr. de sulfato de sodio (se utilizo tipo industrial) por litro de agua.
- Por prueba y error llevar la solución a una gravedad especifica que oscile entre 1.15 y 1.17
- Mantener la solución a una temperatura de 21 ± 1° C . déjese reposar durante 72 horas antes de ser utilizada; no olvidar agitar la mezcla y chequear la gravedad específica antes de someter a prueba los agregados.

2.2.2.2 Preparación de la muestra

2.2.2.2.1 Agregado fino.

- Reducida la muestra al tamaño de ensayo de acuerdo a la ASTM C-702 se hará pasar por la malla 3/8", aproximadamente 800 gr. ; lo que pase será considerado como la muestra fina original.
- La muestra fina será tamizada de acuerdo a la ASTM C-136. Las porciones para el ensayo de sanidad se obtendrán lavando y secando durante 24 horas a una

temperatura de 110° C y tamizando la muestra original anterior por la malla No. 50.

- La muestra anterior será tamizada en una sola acción con las mallas que se indican a continuación.

Pasando la malla	Retenido en la malla
600 µm (No. 30)	300 µm (No 50)
1.18 mm (No. 16)	600 µm (No. 30)
2.36 mm (No. 8)	1.18 mm (No 16)
4.75 mm (No 4)	2.36 mm (No. 8)
0.5 mm (3/8")	4.75 mm (No. 4)

- De lo retenido en cada una de las mallas anteriores se obtendrán 100 gr. de material a menos que el porcentaje de material retenido en las correspondientes mallas sea menor del 5%.

2.2.2.2.2 Agregado Grueso.

- El agregado grueso a considerar será el retenido sobre la malla No. 4, y se tomara como la muestra gruesa original.
- La muestra gruesa original será tamizada de acuerdo a la ASTM C-136.
- Las porciones para el ensayo de sanidad se obtendrán lavando y secando la muestra al horno durante 24 horas.
- La muestra anterior será tamizada en una sola acción, con las mallas que se indican a continuación.

Tamaños (mallas aberturas cuadradas)	Peso en gr.
4.75 mm (No. 4) a 9.5 mm (3/8")	300± 5
9.5 mm (3/8") a 19 mm(3/4")	1000±10

Distribuidas de la siguiente manera

9.5 mm (3/8") a 12.5 mm (1/2")	330 ± 5
12.5 mm (1/2") a 19 mm (3/4")	670 ± 10
19 mm (3/4") a 37.5 mm (1 ½")	1500 ± 50

- Cuando el agregado que será ensayado contiene cantidades apreciables de material fino y grueso serán ensayarlos por separado.

2.2.2.3 Procedimiento general

- **Almacenamiento de la muestra en la solución.**

  Las muestras se sumergen en la solución durante un período no menor de 16 horas ni mayor de 18 horas, procurando que todas las partículas de la muestra queden cubiertas por un tirante libre de 2.0 cm sobre su parte superior.

  Cúbrase el depósito para reducir la evaporación y prevenir, la adición accidental de partículas extrañas.

- **Secado posterior de la muestra.**

  Después de extraer la muestra de la solución, ésta se deberá drenar durante 15 min. antes de introducir en el horno a una temperatura de 110° C durante 24 horas. Retirar las muestras del horno y dejar enfriar a temperatura ambiente durante tres horas aproximadamente, antes de repetir todo el proceso.

- **Número de ciclos.**

Repítase el proceso de inmersión y secado de la muestra, hasta alcanzar el número de ciclos requeridos . Generalmente se requiere de cinco ciclos para concluir el ensayo. Después del último ciclo requerido y que la muestra logre la temperatura ambiente, lávese la misma inmediatamente con agua fresca a fin de remover la solución; la remoción completa de la solución en la muestra se verificará cepillándola y observando el agua del lavado que esté completamente cristalina.

2.2.2.4 Cálculo

- **Para agregado fino**

Séquese la muestra al horno según se específica. Las muestras se tamizaran usando las mallas que se utilizaron para dividir la muestra original al inicio del ensayo

Tabla 2.1 Forma sugerida para registrar datos de prueba

TAMAÑO DE LA MUESTRA	GRANULOMETRIA DE LA MUESTRA ORIGINAL EN %	PESO DE LA FRACCION ANTES DEL ENSAYO	% QUE PASA LAS MALLAS DESIGNADAS DESPUES DEL ENSAYO	% PESADO DE PERDIDA
< que la N° 100	5.00			
N° 50 a N° 100	11.40			
N° 30 a N° 50	26.00	100	4.20	1.09
N° 16 a N° 30	25.20	100	4.80	1.21
N° 8 a N° 16	17.00	100	8.00	1.36
N° 4 a N° 8	10.80	100	11.20	1.21
3/8" a N° 4	4.60		11.2 [8]	0.52
TOTALES	100			5.39

[8] Tomada del ANUAL BOOK of ASTM ESTANDAR Sección 4, 1984. Pag. 56

[8] Si existe presencia de este tamaño de partículas en la muestra original de granulometria, esta debe ser representada en el ensayo de sanidad (aunque su % con respecto al total sea inferior al 5%) para tal efecto el % que pasa la malla después del ensayo, será el que le corresponde al rango inmediato superior

Calculo del porcentaje de pérdida

$$W = G * M / 100$$

W : Porcentaje de pérdida

G : Granulometría de la muestra original

M : Porcentaje que pasa las mallas designadas, después de la prueba

La sumatoria de todos los porcentajes de perdida individuales representa la perdida total después del ensayo

- **Para Agregado Grueso.**

Séquese la muestra al horno según se específica. Las muestras se tamizaran por las mallas que se indican a continuación.

Tamaño del Agregado	Tamiz usado para determinar la pérdida
1 ½" a 2 ½"	1 ¼"
¾" a 1 ½"	5/8"
3/8" a ¾"	5/16"
No. 4 a 3/8"	No. 5

El porcentaje de perdida se calcula de igual forma que en los agregados finos. El porcentaje de perdida que permite la norma es del **6%** al

El porcentaje máximo de perdida permitido por la norma es de 12%.

2.2.3 MATERIALES MAS FINOS QUE LA MALLA No 200 EN AGREGADOS MINERALES POR MEDIO DE LAVADO (ASTM C-117)

2.2.3.1 Preparación de la muestra

- La muestra deberá secarse en el horno antes de reducirse de acuerdo a la norma ASTM C – 702, hasta obtener un peso aproximado de 500 gr.

2.2.3.2 Procedimiento

- Se coloca sobre la malla 200 el material a ensayar en porciones lo suficientemente grande como para cubrir el área del tamiz, luego se incorpora agua y se agita vigorosamente hasta asegurarse que el agua pase completamente limpia; repítase este proceso con las demás porciones hasta terminarse la muestra.
- Incorpórese por lavado de la malla todo el material retenido en ella a la muestra final, seque el agregado en el horno durante 24 horas a una temperatura de 110°C.
- Retirar la muestra del horno y dejar enfriar a temperatura ambiente
- Pesar la muestra aproximando el valor al 0.1% más cercano

2.2.3.3 CALCULO.

- Calcúlese la cantidad de material que pase la malla No. 200 por lavado, como se indica a continuación.

$$A = [(B-C) / B] * 100$$

Donde :

A	=	Porcentaje de material más fino que la malla No. 200.
B	=	Peso seco de la muestra original en gr.
C	=	Peso seco de la muestra después de lavado.

- El porcentaje de partículas más finas que la malla 200 que permite la norma es del 5%

2.2.4 PARTICULAS DE PESO LIGERO EN AGREGADOS (ASTM C-123).

2.2.4.1 Preparación de la solución

- El líquido pesado consiste en una solución de cloruro de cinc en agua, dicha solución llevarla mediante prueba y error hasta una gravedad específica de 2.0.
- La gravedad especifica se determina mediante una cristalería graduada aplicando formulas elementales de gravedad especifica = Peso / Volumen, luego que se logre el valor especificado puede usarse para determinar la cantidad de partículas de peso ligero de la muestra de ensayo.

2.2.4.2 Preparación de la muestra

- De la muestra tomada en campo de acuerdo a la norma D-75 reducirla a un tamaño apropiado mediante la norma C-702.
- Secar la porción a una temperatura de 110° C durante 24 horas.
- El tamaño de la muestra será de 200 gr.

2.2.4.3 Procedimiento

- Después de secado al horno dejar enfriar el material y luego cribarlo por la malla No. 50 hasta que menos del 1% del material retenido pase la malla en un minuto de continúo cribado.

- Pesar el material más grueso que la malla No. 50 y llevarlo a la condición SSS, de acuerdo al método especificado en la norma C-128; luego introducir el material en el líquido pesado en un contenedor conveniente y agitar vigorosamente. El volumen del líquido deberá ser al menos 3 veces el volumen absoluto del agregado.
- Pasar el líquido incluyendo las partículas flotantes a un segundo contenedor a través de un desnatador, teniendo cuidado de no decantar las partículas más pesadas .
- Regresar al primer contenedor el líquido decantado y agitar las partículas remanentes.
- Repetir el proceso anterior cuantas veces sea necesario hasta que no se observe piezas flotantes
- Lavar las piezas decantadas contenidas en el desnatador con abundante agua hasta remover todo el líquido pesado.
- Teniendo las piezas lavadas secar en el horno a una temperatura de 110° C.
- Pesar las muestras redondeando al más aproximo 1.0 gr.

2.2.4.4 Cálculo

$$L = W_1 / W_2 * 100$$

Donde:

L	=	Porcentaje de piezas ligeras.
W_1	=	Peso seco de piezas que flotan.
W_2	=	Peso seco de la porción retenida en la malla No. 50.

El porcentaje máximo de partículas de peso ligero que permite la norma es el 1%.

2.2.5 GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS GRUESOS (ASTM C-127)

2.2.5.1 Preparación de la muestra

- Extraer de la muestra de campo de acuerdo a la C-702, una muestra de 4000 gr. rechazando el material que pasa la malla N° 4
- Lavar la muestra y secarla para que luego saturarla durante 24 horas.

2.2.5.2 Procedimiento

- Sacar el material de saturación y se extiende en una superficie plana para que pierda humedad a fin de llevarlo a condición SSS, para obtener el peso saturado superficialmente seco W_{SSS}. Este peso y todos los pesos subsecuentes se registraran redondeando al más próximo 0.5 gr.
- Inmediatamente después de obtener el W_{SSS} se coloca la muestra en la canastilla y se pesa dentro del agua para obtener le peso sumergido ($W_{SUM.}$).
- Luego se decanta el material para colocarlo en el horno durante 24 horas a una temperatura de 110° C y así obtener el peso seco W_{SECO}.

2.2.5.3 Cálculo

G.E. bulk = **Peso seco / (W_{SSS}-W_{SUM})**

G.E. bulk (SSD) = **W_{SSS} / (W_{SSS} - W_{SUM}).**

G.E. aparente = **W_{SECO} / (W_{SECO} - W_{SUM}).**

- La gravedad especifica aparente es la que se utiliza en los diseños de concreto y es la que se estudia en este trabajo.

- **% Absorción = (WSSS - W_{SECO})/ W_{SECO}.**

2.2.6 GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS FINOS (ASTM C-128)

2.2.6.1 Preparación de la muestra

- Tomar de la muestra de campo de acuerdo a la norma ASTM C – 702, una porción que deberá tener un peso de 500 gr. en la condición SSS
- Secar la muestra hasta obtener peso constante a una temperatura de 110° C, y luego dejarse enfriar hasta la temperatura ambiente, para sumergirla en agua durante 24 horas.
- El exceso de agua se decanta evitando la pérdida de material muy fino. Extender la muestra en una superficie plana no absorbente y exponerla a una corriente ligera de aire, debe agitarse constantemente para obtener un secado homogéneo
- Colocar una porción de agregado en el molde tronco cónico, el cual descansará en una superficie no absorbente con el diámetro mayor abajo. Después de compactar ligeramente la superficie 25 veces, se levanta el molde; si todavía hay humedad superficial el agregado conservará la forma del molde. Continuar secando la muestra, hasta que el agregado compactado baje ligeramente al retirar el molde, lográndose la condición SSS.

2.2.6.2 Procedimiento

- Se colocan los 500 gr. de arena, en el picnómetro y llenarlo con agua hasta el 90% de su capacidad.
- Eliminar las burbujas atrapadas en el agregado agitando el picnómetro y llevarlo hasta la capacidad calibrada manteniendo el agua a una temperatura de 23° C.
- Obtener el peso total del picnómetro, agua y agregado. Retirar la muestra del picnómetro y secarlo al horno hasta obtener un peso constante, luego se deja enfriar para obtener el peso del picnómetro lleno de agua hasta su capacidad calibrada.

2.2.6.3 Cálculo

G.E. bulk = A / (B + S - C)

G.E. bulk (SSD) = C / (B + S - C)

G.E. aparente = A / (B + A - C)

ABSORCION % = (S - A) / A * 100

Donde:

A	=	Peso de la muestra secado al horno.
B	=	Peso del picnómetro lleno con agua.
C	=	Peso del picnómetro, arena y agua.
S	=	Peso saturado superficialmente seco.

2.2.7 RESISTENCIA A LA DEGRADACION DEL AGREGADO GRUESO DE TAMAÑO PEQUEÑO POR MEDIO DE LA ABRASION E IMPACTO EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES (ASTM C-131)

2.2.7.1 Carga abrasiva

- El número de esferas de acero que se requiere para el ensayo dependerá de la granulometria de la muestra, en los ensayos de esta investigación se utilizaron 11 esferas.

2.2.7.2 Preparación de la muestra

- Los datos obtenidos en el ensayo de granulometria serán comparados con los datos de la tabla 2.2 , con el objeto de determinar los tamaños y pesos de la muestra a ensayar
- Una vez tomada la muestra, esta se lavara y secara hasta obtener peso constante
- El peso de la muestra antes del ensayo, se registraran redondeando al 1.0 gr. más cercano.

2.2.7.3 Procedimiento

- Se coloca la muestra a ensayar y las esferas de acero en la máquina de los ángeles y se hace girar a una velocidad de 33 revoluciones por minuto (rpm) hasta completar 500 revoluciones.
- Completado el número de revoluciones, el material se descarga de la máquina y se pasa por el tamiz N° 12.
- El material más grueso que la malla No. 12 se lavará y se secará en el horno a una temperatura de 110° C, hasta lograr un peso constante.

- Se saca el material del horno y se toma su peso, con una aproximación de 1 gr.

2.2.7.4 Cálculo

$$D = (W_1 - W_2) / W_1 * 100$$

Donde:

D = Porcentaje de desgaste

W_1 = Peso inicial de la muestra

W_2 = Peso final de la muestra

- El porcentaje de desgaste que permite la norma para concreto hidráulico es del 50% y para concreto asfáltico es del 18%

Tabla 2.2 Granulometria de la muestra de ensayo

TAMIZ		PESO DE LOS TAMAÑOS INDICADOS			
ABERTURAS CUADRADAS		GRANULOMETRIA			
QUE PASA EN	RETENIDO EN	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250 +/- 25			
1"	3/4"	1250 +/- 25			
3/4"	1/2"	1250 +/- 10	2500 +/- 10		
1/2"	3/8"	1250 +/- 10	2500 +/- 10		
3/8"	1/4"			2500 +/- 10	
1/4"	N° 4			2500 +/- 10	
N° 4	N° 8				5000 +/- 10
TOTAL		5000 +/- 10	5000 +/- 10	5000 +/- 10	5000 +/- 10

Tomada del ANNUAL BOOK of ASTM ESTÁNDAR, Sección 4, pag. 132

2.2.8 ANALISIS DE MALLA (ASTM C-136)

2.2.8.1 AGREGADO FINO

2.2.8.1.1 Preparación de la muestra

- Se tomara una pequeña porción de arena y si de esta pasa como mínimo el 95% por el tamiz N° 8, se tomara una muestra de 100 gr. para el ensayo
- Si pasa como mínimo un 85% a través del tamiz N° 4, y se retiene más del 5% en el tamiz N° 8; se tomara una muestra de 500 gr.

2.2.8.1.2 Procedimiento

- Se acoplan los tamices en orden descendente de tamaño desde la malla de 3/8" hasta la N° 100
- Agítese las mallas utilizando el rotat durante 15 min; después de terminado el tamizado déjese que el material se asiente durante 3 min. para poderlo pesar.
- Si el peso del agregado más fino que la malla No. 200 ha sido obtenido previamente por lavado según C-117, adicionar tal peso al determinado, por este método.

2.2.8.1.3 Calculo

- Los cálculos para este ensayo se harán de acuerdo a la siguiente tabla

Tabla 2.3

MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL	% PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA	% QUE DEBE PASAR
3/8"	W1	W1/WR*100(P1)	P1	100*P1	100
N° 4	W2	W2/WR*100(P2)	PI+P2	100*(PI+P2)	95 - 100
N° 8	W3	W3/WR*100(P3)	P1+P2+P3	100*(P1+P2+P3)	80 - 100
N° 16	W4	W4/WR*100(P4)	P1+P2+.....+P4	100*(P1+P2+.....+P4)	50 - 85
N° 30	W5	W5/WR*100(P5)	P1+P2+.....+P5	100*(P1+P2+.....+P5)	25 - 60
N° 50	W6	W6/WR*100(P6)	P1+P2+.....+P6	100*(P1+P2+.....+P6)	10 - 30.
N° 100	W7	W7/WR*100(P7)	P1+P2+.....+P7	100*(P1+P2+.....+P7)	2 - 10.
FONDO	W8	W8/WR*100(P8)	P1+P2+.....+P8	100*(P1+P2+.....+P8)	
TOTALES	WR		100		

2.2.8.2 AGREGADO GRUESO

2.2.8.2.1 Preparación de la muestra

- Reducir el tamaño de la muestra de ensayo de acuerdo al C-702 a una cantidad aproximada de 10 kg. para grava N° 1 y 20 Kg. para grava N° 2, lavar y secar la muestra hasta obtener un peso constante. Esta se separa en tamaño progresivamente más pequeña por medio de malla o tamices con el objeto de determinar la distribución del tamaño de las partículas.
- La muestra de agregado grueso deberá de pesar después de secada 20 Kg. para la grava de 2" y 10 Kg. para grava de 1".

2.2.8.2.2 Procedimiento

- Seleccionar el tamaño de las diferentes mallas para determinar la información requerida del material a ensayar.
- Puede emplearse más mallas para obtener información adicional.
- La muestra se tamiza en porciones dado su tamaño, estas se pasan a través de la malla de mayor tamaño hasta la de menor diámetro, esta operación se realiza a

mano de tal manera que una vez terminado, no más del 1% en peso, del residuo en cualquier malla individual, pase por ella durante 1 minuto de cribado continuo.

- Alternativamente, la parte de la muestra más fina que la malla No. 4 puede ser reducida de tamaño empleando un separador mecánico; si se sigue este procedimiento determínese el peso retenido en cada malla en base a la muestra original con la expresión:

$$A = (W_1 / W_2) * B$$

Donde:

A	=	Peso retenido en cada malla en base a la muestra original.
W_1	=	Peso de la porción más fina que la malla No. 100 en base a la muestra original.
W_2	=	Peso de la porción reducida en tamaño de material más fino que la malla No. 4.
B	=	Peso retenido en cada malla de la porción tamizada.

- Determinar el peso seco total de la muestra, el peso de cada porción retenida. El peso total del material después de tamizado deberá ser similar al peso original; si la diferencia entre ambos pesos es mayor del 0.3% del peso seco original el resultado no podrá ser empleado para efectos de aceptación.

2.2.8.2.3 Cálculo

- Calcular los porcentajes que pasan, los porcentajes retenidos en las diferentes mallas en base al peso inicial seco redondeando cada uno de los resultados al primer decimal, siguiendo el formato de la **tabla 2.3**.

2.2.9 GRUMOS DE ARCILLAS Y PARTICULAS DESMENUZABLES EN LOS AGREGADOS (ASTM C-142)

2.2.9.1 AGREGADO FINO

2.2.9.1.1 Preparación de la muestra

- Tomar de la muestra de campo, de acuerdo a la norma ASTM C – 702 una porción de aproximadamente 130 gr. lavarla y secarla.
- La muestra constara de partículas mayores que la malla N° 16 y pesara como mínimo 100 gr.
- Saturar la muestra durante 24 horas

2.2.9.1.2 Procedimiento

- Se extiende la muestra en una capa delgada en el fondo de un recipiente adecuado, y se examina para saber si tiene partículas desmenuzables; se clasifica como desmenuzables aquellas partículas que pueden romperse con los dedos en fracciones muy finas, después de que se hayan desecho todas las partículas desmenuzables se separa la parte desmenuzable usando la malla N° 20.

2.2.9.1.3 Cálculo

- El porcentaje de partículas desmenuzables en el agregado fino se calcula como sigue:

$$P = C / W * 100$$

Donde:

P = Porcentaje de partículas desmenuzables.

W = Peso de la muestra de prueba (mayor que la malla No. 16)

C = Peso de las partículas desmenuzables separadas por cribado.

2.2.9.2 AGREGADO GRUESO

2.2.9.2.1 Preparación de la muestra

- El agregado grueso se separa en diferentes tamaños usando las siguientes mallas: No. 4, 3/8, ¾, 1 ½; los pesos de las muestras serán los siguientes

Tamaño de las partículas	Peso de la muestra
N° 4 a 3/8"	1000 grs
3/8" a 3/4	2000 grs
3/4 a 1½"	3000 grs

2.2.9.2.1 Procedimiento

- Este es similar al desarrollado en los finos. Con la excepción que después de que se hayan desecho todas las partículas desmenuzables se separa la porción desmenuzable usando las mallas que se indican a continuación:

Tamaño de las partículas	Tamaño de la malla
N° 4 a 3/8"	N° 8
3/8" a 3/4	N° 4
3/4 a 1 ½"	N° 4

2.2.9.2.3 Cálculo

- Además del mismo que se utiliza en agregado fino el porcentaje desmenuzable, será un promedio pesado, calculado de los porcentajes de partículas desmenuzables que se hayan encontrado en cada fracción, y basado en la granulometría de la muestra recibida para su examen; este procedimiento es similar al que se realiza en el ensayo de sanidad
- El porcentaje de partículas desmenuzables que permite la norma es del 10% tanto para gravas como para arenas

- El limite de tolerancia establecido por la norma es del 10% para el agregado grueso y 5% para el agregado fino.

2.2.10 DETERMINACION DE LAS PARTICULAS PLANAS Y ALARGADAS EN AGREGADO GRUESO (ASTM D-4791)

2.2.10.1 Preparación de la muestra

- De la muestra obtenida en campo se tomara una porción de 10 Kg. De acuerdo a la norma ASTM C-702.
- La muestra para el ensayo deberá poseer el peso seco deseado.
- No se permitirá reducir el tamaño de la muestra para obtener una cantidad exacta de material.

2.2.10.2 Procedimiento

- Si los resultados se requieren por peso, la muestra deberá secarse a una temperatura de 110° C durante 24 horas.
- Si la determinación se hará por conteo de las partículas, el secado no será necesario.
- Tamizar la muestra de agregado grueso a ser ensayada de acuerdo a la C-136.
- Las porciones que pasen la de 3/8" y menores, no serán consideradas para el ensayo de partículas planas y alargadas.
- Se verificará que la cantidad retenida en cada malla a partir de la de 3/8", sea como mínimo el 10 % del peso de la muestra original., de lo contrario ese tamaño de partículas no será ensayado.
- Las porciones retenidas mayores del 10 % de la muestra original, serán reducidas de tamaño de acuerdo a la C-702, hasta obtener aproximadamente 100 partículas para cada una de ellas.
- De cada una de las porciones, se medirá cada partícula y se clasificará como: 1) Plana, 2) alargada y 3) ninguna de las anteriores.
- Para medir las partículas se usara un Pie de rey
- Para el ensayo de partículas planas, se medirá el largo y ancho de la partícula, si la relación entre estos datos es mayor del 3%, se tendrá una partícula plana
- Para el ensayo de partículas alargadas, se medirá el ancho y espesor y si la relación entre estas es mayor que 3, se tendrá una partícula alargada o plana.
- Después que las partículas han sido clasificadas como planas, alargadas o ninguna de las dos, determínese por peso, el porcentaje de cada tipo en cada malla.

2.2.10.3 Calculo

- Calcular el porcentaje de partículas planas y alargadas aproximando el resultado al 1% para cada uno de los tipos retenidos a partir de la malla de 3/8".

$$L = W_1 / W_T * 100$$

Donde

L	=	Porcentaje de partículas planas o alargadas
$\mathbf{W_1}$	=	Peso de las Partículas planas o alargadas
$\mathbf{W_T}$	=	Peso de las 100 partículas (correspondiente a cada malla)

- Para el calculo del promedio, asumir que el porcentaje que corresponde al tamaño de la malla no ensayada (menor del 10% de la muestra total), es igual al porcentaje de las partículas planas o alargadas de la malla próxima superior o inferior o el promedio de ambas.
- El porcentaje de partículas plana y alargadas que permite la norma es del **3%.**

CAPITULO III

ANALISIS ESTADISTICO DE LOS RESULTADOS

3.1 INTRODUCCION

El propósito de este trabajo es conocer la variación de la calidad de los agregados en el tiempo, comparando los resultados de las pruebas con los límites establecidos por la norma ASTM C – 33.

Tomando en cuenta los factores tiempo, calidad y límites; el método estadístico que más se adapta para el análisis de los resultados son las Cartas de Control. Pero este presenta un inconveniente y es el hecho de que requiere un mínimo de veinticinco muestras para poder ser utilizado, tamaño que supera al número de muestras que se obtendrán en esta investigación. Debido a esto se realizara una modificación a las Cartas de Control, manteniendo en la medida de lo posible los objetivos del método. Estas modificaciones serán detalladas más adelante, pero antes se describirá en que consisten las Cartas de Control.

3.2 CARTAS DE CONTROL [9]

Las Cartas de Control son una herramienta estadística que se utiliza para el control de calidad en procesos repetitivos.

En todo proceso ocurren variaciones en las características de la calidad, dichas variaciones son atribuidas en parte por el azar, acerca de las cuales muy poco se puede hacer. Dichas variaciones debidas al azar, al ordenarlas con respecto al tiempo se encontrara que sigue las leyes estadísticas y en consecuencia la forma en que se

[9] "Tratado de Control de Calidad", Manuel Mayorga G., pag. 22

presentara se aproximara a una distribución de probabilidad ya conocida. En este caso se podrá afirmar que las condiciones existentes para un determinado proceso esta bajo control.

Cuando la situación es contraria a la mencionada anteriormente, se dice que las condiciones están fuera de control y que las variaciones más significativas son ocasionadas por "causas asignables" las cuales generalmente se deben (en este caso en particular) a las siguientes causas:

- Diferencia en la calidad de los agregados aun provenientes de la misma cantera.
- Variación en los agregados por características cambiantes del medio ambiente.
- Variaciones en sus procesos de manufactura (desajuste o desgaste de las máquinas).

3.2.1 Construcción de las Cartas de Control [10]

La construcción de una carta se lleva acabo tomando muestras de un tamaño prefijado en un determinado lugar del proceso. De dichas muestras se calcula el valor del estadístico " **y** " que interesa. Las variaciones de dicho estadístico se distribuirán de acuerdo a cierto modelo probabilístico, lo cual permitirá calcular el promedio y otros parámetros del proceso como es la dispersión del estadístico.

Para presentar gráficamente las Cartas de Control, se utiliza un cuadrante donde el eje vertical representara los valores del estadístico y en el eje horizontal el tiempo o el orden cronológico en que las muestras fueron tomadas.

Se trazan tres líneas horizontales, una en el centro de la distribución y las otras dos en los valores extremos de la distribución, representando el promedio y los límites superior e inferior de las cartas.

---

[10] * " Tratado de Control de Calidad", Manuel Mayorga G., pag. 23

Construida la gráfica, el siguiente paso es plotear los distintos valores de " y " correspondiente a producciones pasadas y si todos los datos caen dentro de los límites de control y no demuestran ciclos o flujos de puntos arriba o abajo del promedio que demuestren inestabilidad, podrá decirse que el proceso esta bajo control estadístico a un nivel igual al promedio de la Carta de Control.

Si la distribución de los datos no presentan las características mencionadas anteriormente; entonces los puntos que caen fuera de los límites deben ser investigados descubriendo las causas asignables correspondientes; mientras sucede esta búsqueda puede decirse que el proceso esta fuera de control .

3.2.2 Límites de Control

En una Carta de Control es normal utilizar los límites a 3σ hacia arriba y hacia abajo del valor central, ya que si la distribución se comporta similar a la normal , se espero obtener en el rango de 6σ el 99.73 % de los valores con variaciones debidas al azar de tal manera que solo se corre un riesgo de 0.27 % de buscar en vano causas asignables para datos fuera de 6σ.

3.2.3 Criterios Para Estimar Situaciones Fuera de Control

Se dice que un proceso esta bajo control cuando no muestra ninguna tendencia y además, ningún punto sale fuera del límite. De acuerdo con la teoría relacionada con la distribución normal se debe esperar que 1 de cada 370 mediciones individuales cayeran fuera de la zona de aceptación, para que un proceso se encuentre fuera de control.

Los distintos tipos de tendencias se describirán a continuación

3.2.3.1 Corrida

Se llama corrida a la forma que adquieren los puntos cuando estos se mueven bien hacia arriba o abajo de la línea central.

Se llama longitud de la corrida al número consecutivos de puntos que están arriba o abajo de la línea central. Si la línea de la corrida es de siete o más se juzga al proceso como anormal.

3.2.3.2 Tendencia

Se dice que se da una tendencia, cuando los puntos van en secuencia ascendente descendente.

No existe un criterio para decidir si la tendencia es normal o no; pero si dicha tendencia continua, los puntos caerán fuera de los límites de control o asumirán la forma de una corrida.

3.2.3.3 Adhesión de los Puntos a los Límites de Control

Para identificar este tipo de tendencia es necesario primero dividir el espacio comprendido entre la línea central y las límites de control en tres partes iguales. Si dos de tres puntos consecutivos caen dentro del tercio cercano a las líneas límites se considera que el proceso es anormal.

3.2.3.4 Periocidad

Se dice que el proceso muestra periocidad si los puntos se mueven más o menos en intervalos iguales hacia arriba y hacia abajo.

Existen varias cartas de control entre las que están:

- Cartas de control para la fracción defectiva – carta **p**
- Curva característica de operación para una carta **p**
- Carta de control **c**
- Carta de control por variable (medias y rangos)

De las cartas antes mencionadas la más utilizadas es la de Medias y de Rangos, dichas cartas se utilizan para controlar el promedio y la variabilidad de un determinado proceso de manufactura.

Para visualizar la construcción y operación de la carta de Medias se desarrollara un ejemplo relacionado con los datos obtenidos de una producción.

Los siguientes datos son promedios y rangos de 12 muestras de tamaño 5 , correspondiente a los diámetros exteriores de cierto tipo de pernos cuyo promedio de producción es de 350 a 400 por hora las medidas están dadas en pulgadas.

Tabla 5.1

muestra	medias	rangos
1	0.8372	0.01
2	0.8324	0.009
3	0.8318	0.008
4	0.8344	0.004
5	0.8346	0.005
6	0.8332	0.011
7	0.8340	0.009
8	0.8344	0.003
9	0.8308	0.002
10	0.8350	0.006
11	0.8350	0.006
12	0.8322	0.002

Tomada del "Tratado de Control de Calidad", Ing. Manuel Mayorga G., pag. 42

paso 1 : Se calcula el rango promedio utilizando la fórmula

$$\overline{R} = \frac{\textbf{sumatoria de todos los rangos}}{\textbf{número total de las muestras}}$$

$$\overline{R} = \frac{0.075}{12}$$

$$\overline{R} = 0.00625$$

paso 2 : Se calcula el valor central de la carta

$$\overline{\overline{X}} = \frac{\textbf{sumatoria de todos los promedios}}{\textbf{número total de las muestras}}$$

$$\overline{\overline{X}} = \frac{10.008}{12}$$

$$\overline{\overline{X}} = 0.834$$

paso 3 : Calculo de los límites de control

$$LCS = \overline{\overline{X}} + A_2 * \overline{R}$$

$$LCI = \overline{\overline{X}} - A_2 * \overline{R}$$

Donde A_2 es una constante obtenida de la tabla proporcionada por la ASTM Manual on Quality Control of Matarial, la cual presenta valores usuales en la construcción de Cartas de Control.

$$LCS = 0.834 + 0.577 * 0.00625$$
$$LCS = 0.8376$$

$$LCI = 0.834 - 0.577 * 0.00625$$
$$LCI = 0.8304$$

El valor de A_2 se encuentra en la tabla del anexo N°1 y es el que le corresponde para una muestra de tamaño cinco.

paso 4 : Gráficar los resultados

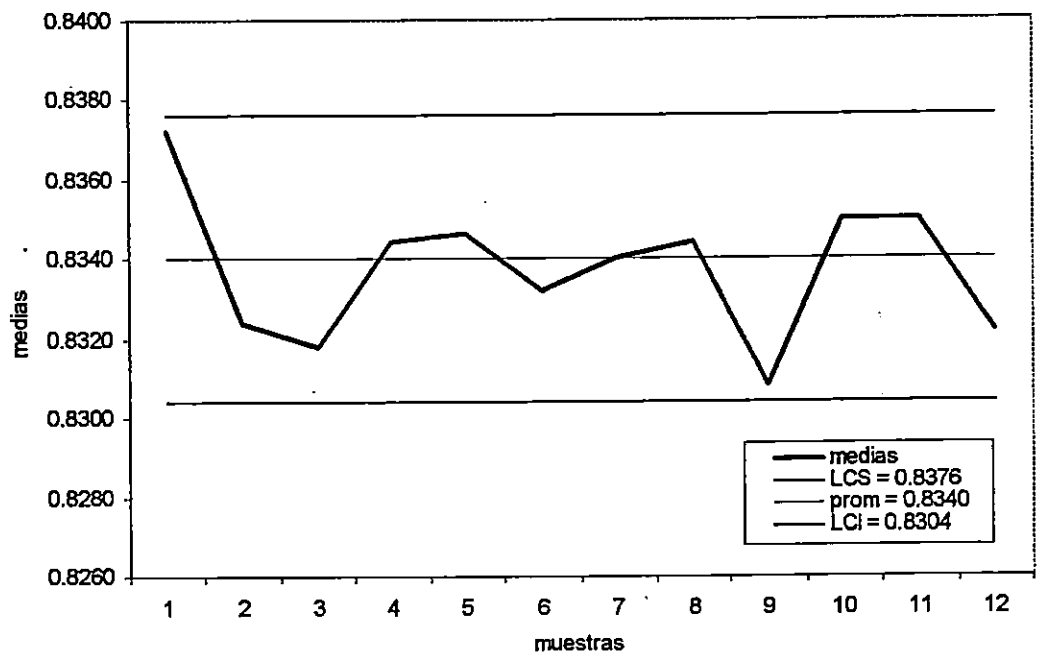


Figura 5.1

Ya que ninguno de los datos caen fuera de los límites y de acuerdo a la teoría de Cartas de Control se establece, que las condiciones existentes en este proceso de producción esta bajo control, y que las variaciones que se observan en ella son ocasionadas por el azar.

Ahora que se ha explicado el método Cartas de Control de Medias se describirán las modificaciones que se le realizaran a esta, con el objeto de adaptarla a los resultados que se obtendrán en esta investigación.

3.2.4 Modificación a las Cartas de Control

1) El número de muestras que se obtendrán en esta investigación, oscilaran en un rango de cuatro a doce muestras dependiendo del ensayo que se realice. Este número es inferior al requerido por las Cartas de Control para su utilización, a pesar de este inconveniente el formato de las cartas se mantendrá.
2) El resultado de los ensayos individuales tomará el lugar del valor que tiene la media en la tabla 5.1, descartando el hecho de que este es el resultado de la semisuma de cinco datos (para este caso en particular) que constituyen una muestra.
3) Para plotear los resultados se utilizara el procedimiento descrito en las cartas, en el eje de la absisas se colocaran los datos correspondientes al periodo y en las ordenadas los resultados obtenidos en las pruebas. [11]
4) En las Cartas de Control para calcular los límites se utilizan las datos de las medias, rangos y constantes pero en esta investigación, los límites serán los que establecen las normas y se utilizaran en las gráficas sin sufrir modificación alguna.

[11] Los periodos serán representados en el gráfico por el número de la muestra a ensayar

5) Las tendencias que nos indican que existen problemas en las condiciones de producción, serán tomadas en cuenta tal y como las menciona la teoría de las Cartas, pero solamente para los datos que se encuentren en la cercanía del límite superior ; ya que entre más alejados se encuentren los datos del límite superior, mejor comportamiento presenta el agregado en este ensayo en particular. En el caso de la granulometría se aplicara el análisis de las tendencias tal y como dicta la teoría, debido a que es el único ensayo en el que se establecen dos límites, en el resto de las pruebas se cuenta únicamente con el límite superior
6) En las Cartas de Control se utiliza un valor central, que es el promedio de los datos de la investigación, en este caso el valor medio corresponderá a la mitad del valor del límite superior de control.
7) El criterio para determinar situaciones fuera de control será el mismo que establece la teoría de las Cartas de Control; bastara que uno de los resultados se encuentre fuera de los límites para establecer que una de las canteras, para ese ensayo en particular, no es aceptable.

CAPITULO IV

TABLAS Y GRAFICOS DE RESULTADOS

4.1 INTRODUCCION

En este capítulo se presentan las tablas y gráficos de los resultados de cada una de los ensayos realizados a las cuatro pedreras y los cuatro bancos de arena propuestos en esta investigación, de acuerdo al siguiente orden:

Grava N° 1

- Pedrera de San Diego
- Pedrera de Ateos
- Mina de Aramuaca
- Pedrera de Panchimalco

Bancos de Arena

- Mina de Aramuaca
- Río Jiboa
- Río Las Cañas Soyapango
- Río Las Cañas Apopa

Grava N° 2

- Pedrera de San Diego
- Pedrera de Ateos
- Mina de Aramuaca
- Pedrera de Panchimalco

4.2 TABLAS Y GRAFICOS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LA GRAVA N° 1 DE LA PEDRERA DE SAN DIEGO

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
SANIDAD EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE SAN DIEGO

TABLA N° 4.1

PERIODO	MUESTRA	PARTICULAS ENTRE	% DE PESO RETENIDO PARC.°	PESO INICIAL (gr)	PERD. DESPUES DEL ENSAYO (gr)	% DE PERDIDA (%)	PERDIDA PONDERADA (%)	PERDIDA TOTAL (%)
15/07/97	2	1" - 3/4"	9.18	501.00	7.30	1.46	0.1338	1.54
		3/4" - 1/2"	53.54	670.60	6.50	0.97	0.5190	
		1/2" - 3/8"	36.63	331.40	8.00	2.41	0.8842	
		3/8" - 4	0.12	*		2.41	0.0029	
		PASA LA # 4	0.53 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
01/09/97	5	1" - 3/4"	23.00	505.80	7.00	1.38	0.3183	1.11
		3/4" - 1/2"	73.42	673.20	6.90	1.02	0.7525	
		1/2" - 3/8"	3.33	*		1.02	0.0340	
		3/8" - 4	0.06	*		1.02	0.0006	
		PASA LA # 4	0.19 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
01/11/97	9	1" - 3/4"	7.77	506.70	7.00	1.38	0.1073	1.20
		3/4" - 1/2"	79.53	670.50	7.20	1.07	0.8540	
		1/2" - 3/8"	12.31	330.40	6.20	1.88	0.2310	
		3/8" - 4	0.26	*		1.88	0.0049	
		PASA LA # 4	0.13 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
15/12/97	12	1" - 3/4"	7.67	486.40	6.50	1.34	0.1025	0.97
		3/4" - 1/2"	72.64	672.20	4.40	0.65	0.4755	
		1/2" - 3/8"	18.71	328.20	6.50	1.98	0.3706	
		3/8" - 4	0.87	*		1.98	0.0172	
		PASA LA # 4	0.11 [1]					
		TOTAL	100 [1]					

* La cantidad de estas particulas representa menos del 5% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
SANIDAD EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE SAN DIEGO

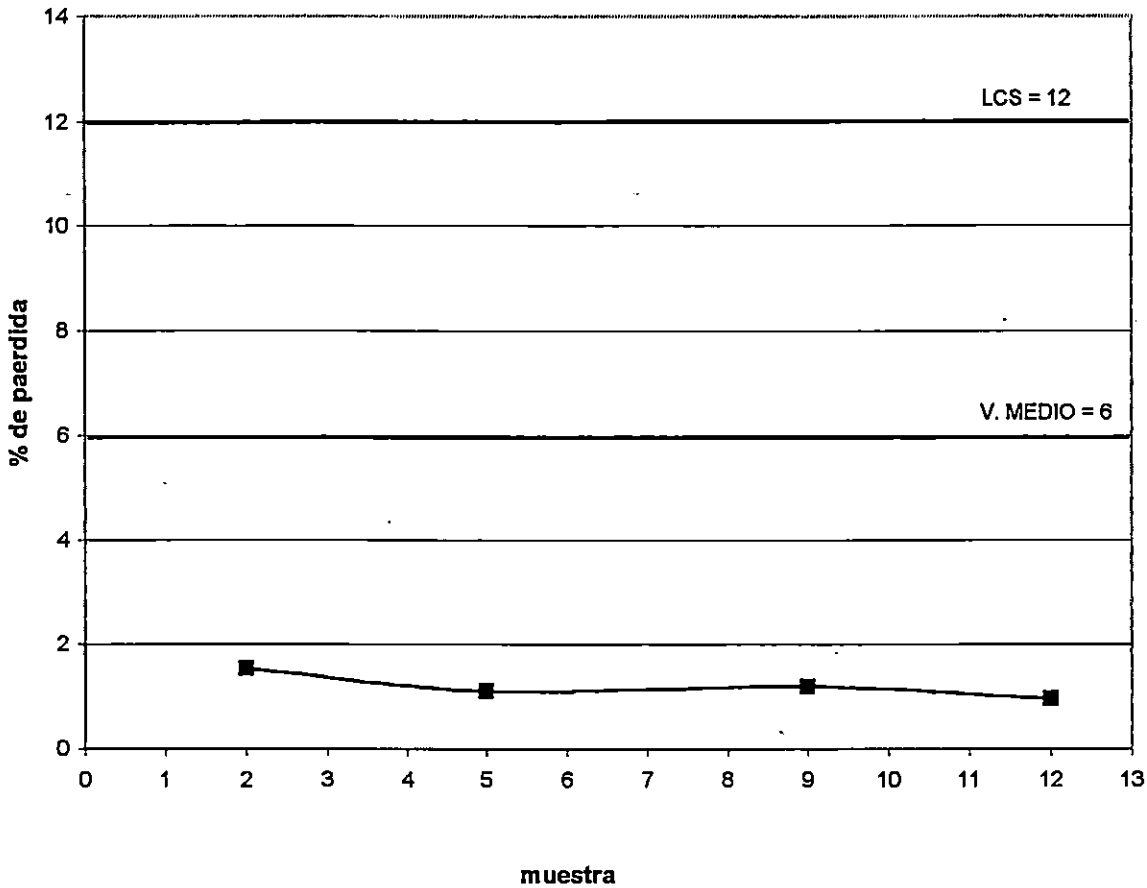


FIGURA N° 4.1

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRAVEDAD ESPECIFICA EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE SAN DIEGO.

TABLA N° 4.2

MES	MUESTRA	PESO SSS (gr)	PESO SUMERG. (gr)	PESO SECO (gr)	ABSORCION (%)	G.E. bulk (SSS)	G.E. APARENTE
JUL	1	4044.6	2454.3	4002.3	1.06	2.54	2.59
	2	4137	2530	4100.5	0.89	2.57	2.61
AGO	3	4427.8	2681	4375.8	1.19	2.53	2.58
	4	4155	2476	4095	1.47	2.47	2.53
SEP	5	4129	2538	4101.3	0.68	2.60	2.62
	6	4008.6	2485	3990.8	0.45	2.63	2.65
OCT	7	4728.9	2888	4685.9	0.92	2.57	2.61
	8	4469	2755	4430	0.88	2.61	2.64
NOV	9	4435.9	2740	4398.1	0.86	2.62	2.65
	10	4075.9	2480	4039	0.91	2.55	2.59
DIC	11	4155	2515.3	4116.1	0.95	2.53	2.57
	12	4075.1	2485.1	4038.7	0.90	2.56	2.60

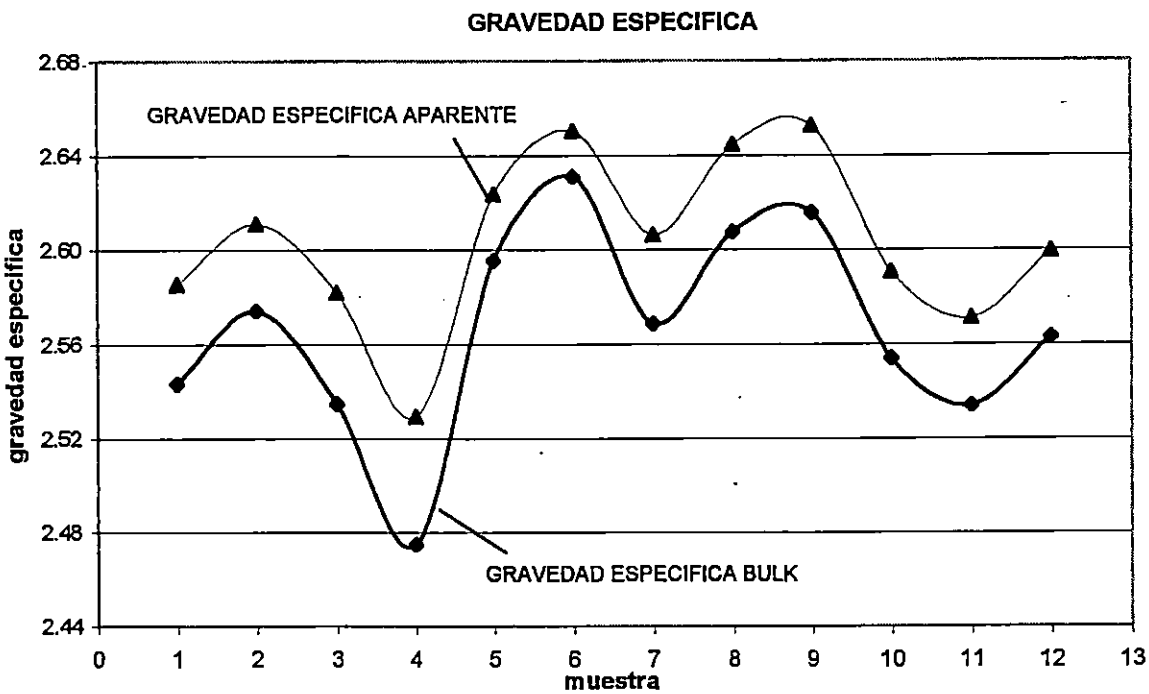


FIGURA N° 4.2

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRAVEDAD ESPECIFICA EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE SAN DIEGO

TABLA N° 4.3

MES	MUESTRA	PESO SSS (gr)	PESO SUMERG. (gr)	PESO SECO (gr)	ABSORCION (%)	G.E. bulk (SSS)	G.E. APARENTE
JUL	1	4044.6	2454.3	4002.3	1.06	2.54	2.59
	2	4137	2530	4100.5	0.89	2.57	2.61
AGO	3	4427.8	2681	4375.8	1.19	2.53	2.58
	4	4155	2476	4095	1.47	2.47	2.53
SEP	5	4129	2538	4101.3	0.68	2.60	2.62
	6	4008.6	2485	3990.8	0.45	2.63	2.65
OCT	7	4728.9	2888	4685.9	0.92	2.57	2.61
	8	4469	2755	4430	0.88	2.61	2.64
NOV	9	4435.9	2740	4398.1	0.86	2.62	2.65
	10	4075.9	2480	4039	0.91	2.55	2.59
DIC	11	4155	2515.3	4116.1	0.95	2.53	2.57
	12	4075.1	2485.1	4038.7	0.90	2.56	2.60

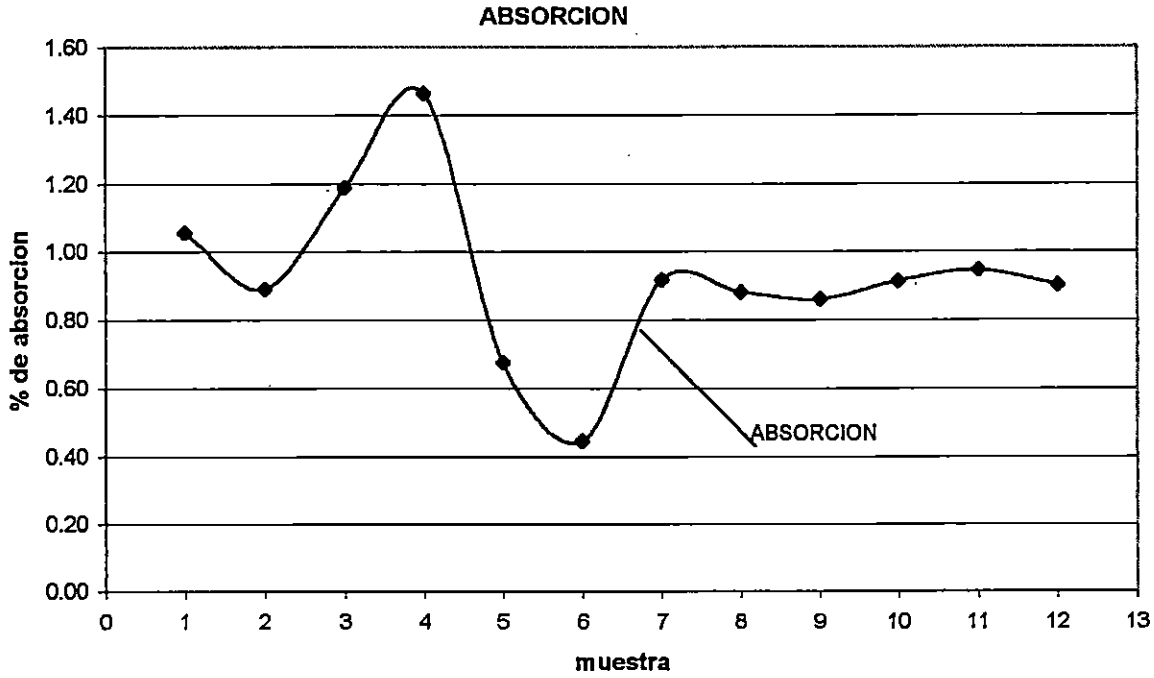


FIGURA N° 4.3

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
RESISTENCIA A LA DEGRADACION POR IMPACTO EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE SAN DIEGO

TABLA N° 4.4

MES	MUESTRA	PESO INICIAL 1/2" (gr)	PESO INICIAL 3/8" (gr)	PESO FINAL (gr)	% DE DESGASTE
JUL	1	2508	2510	4101.9	18.26
	2	2510	2507	3952.9	21.21
AGO	3	2502.6	2506.6	4115.7	17.84
	4	2506	2510	4108	18.10
SEP	5	2510	2504	3965.1	20.92
	6	2496.5	2493.5	4082.6	18.18
OCT	7	2501	2502	4042.4	19.20
	8	2504.8	2504.8	4083.6	18.48
NOV	9	2501.7	2503.1	4103.9	18.00
	10	2506.3	2492.3	4070.7	18.56
DIC	11	2501.1	2502.3	4065.3	18.75
	12	2500	2507.1	4075.8	18.60

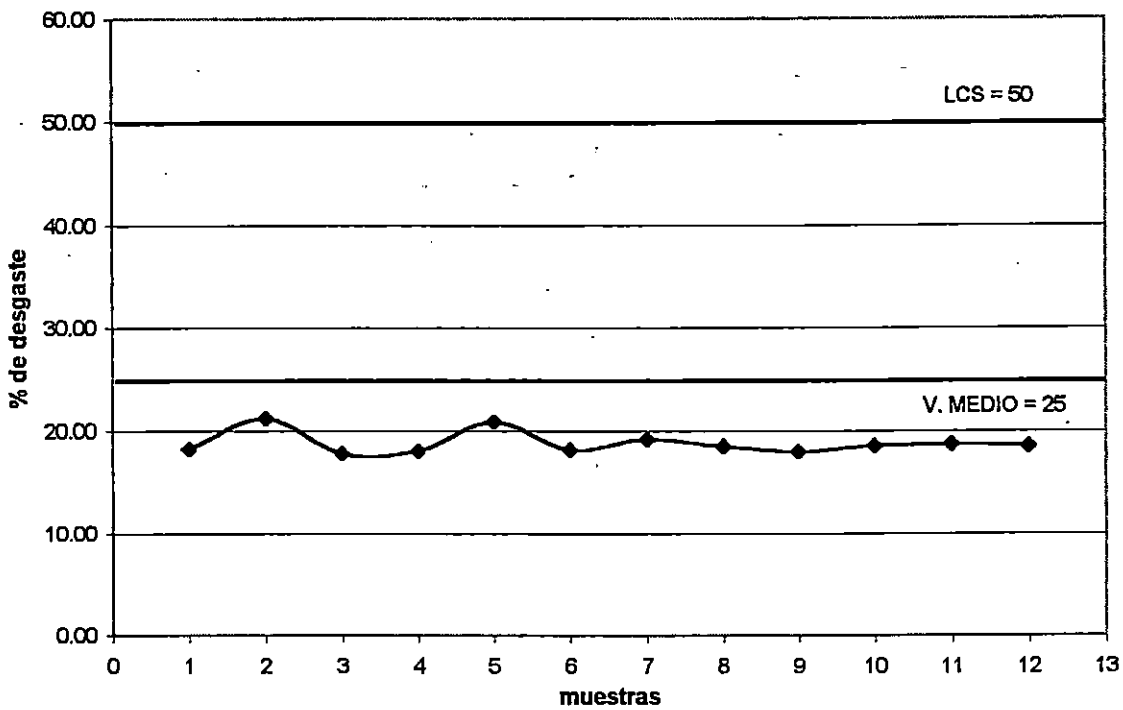


FIGURA N° 4.4

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 1

PESO DE MUESTRA: 10190.75 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/07/97

TABLA N° 4.5

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	1035.60	10.16	10.16	89.8
1/2"	12.500	5796.20	56.88	67.04	33.0
3/8"	9.500	1896.60	18.61	85.65	14.3
No. 4	4.750	1425.60	13.99	99.64	0.4
No. 8		5.25	0.05	99.69	0.3
FONDO		31.50	0.31	100.00	0.0
SUMAS		10190.75	100.0	462.2	

MF = 4.62

ANALISIS GRANULOMETRICO

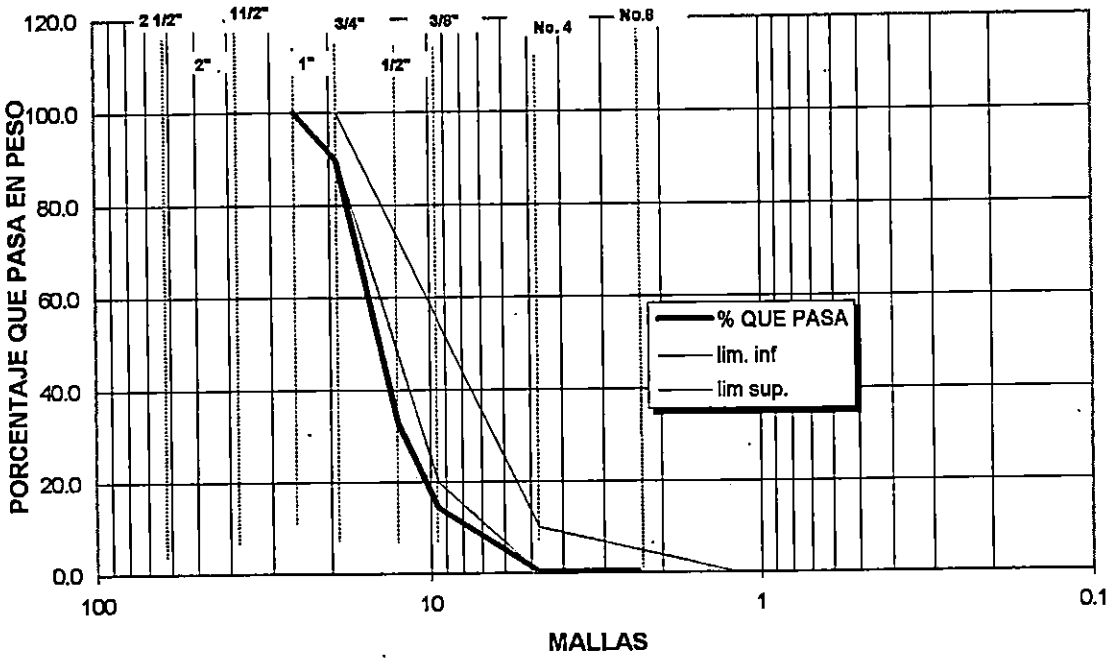


FIGURA N° 4.5

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 2

PESO DE MUESTRA: 9724.15 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/07/97

TABLA N° 4.6

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	893.00	9.18	9.18	90.8
1/2"	12.500	5206.00	53.54	62.72	37.3
3/8"	9.500	3562.00	36.63	99.35	0.6
No. 4	4.750	12.00	0.12	99.47	0.5
No. 8		30.00	0.31	99.78	0.2
FONDO		21.15	0.22	100.00	0.0
SUMAS		9724.15	100.0	470.5	

MF = 4.71

ANALISIS GRANULOMETRICO

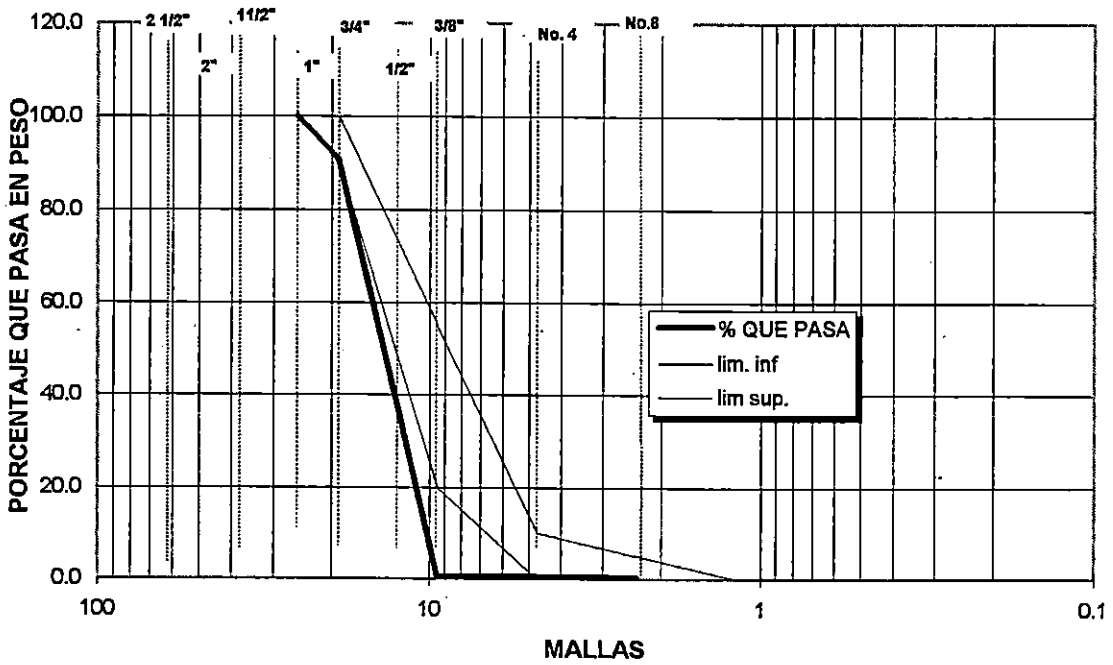


FIGURA N° 4.6

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 3

PESO DE MUESTRA: 10490.9 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/08/97

TABLA N° 4.7

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	2198.20	20.95	20.95	79.0
1/2"	12.500	7486.75	71.36	92.32	7.7
3/8"	9.500	737.30	7.03	99.35	0.7
No. 4	4.750	49.25	0.47	99.82	0.2
No. 8		0.50	0.00	99.82	0.2
FONDO		18.90	0.18	100.00	0.0
SUMAS		10490.90	100.0	512.3	

MF = 5.12

ANALISIS GRANULOMETRICO

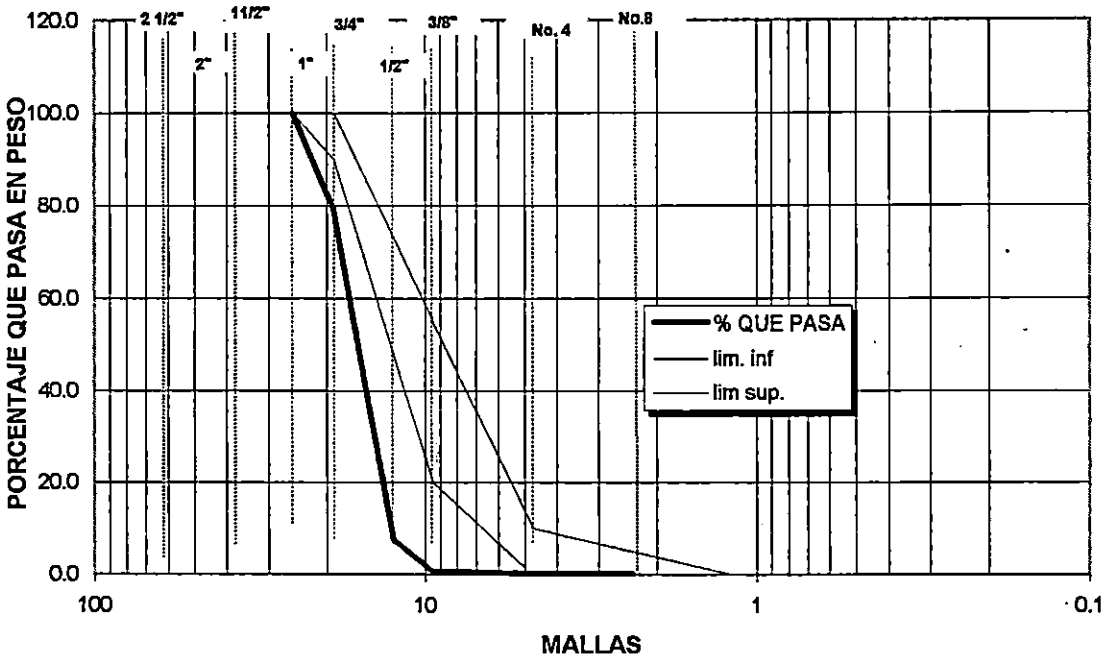


FIGURA N° 4.7

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 4

PESO DE MUESTRA: 10434.8 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/08/97

TABLA N° 4.8

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	1980.00	18.97	18.97	81.0
1/2"	12.500	7470.00	71.59	90.56	9.4
3/8"	9.500	920.00	8.82	99.38	0.6
No. 4	4.750	30.00	0.29	99.67	0.3
No. 8		9.70	0.09	99.76	0.2
FONDO		25.10	0.24	100.00	0.0
SUMAS		10434.80	100.0	508.3	

MF = 5.08

ANALISIS GRANULOMETRICO

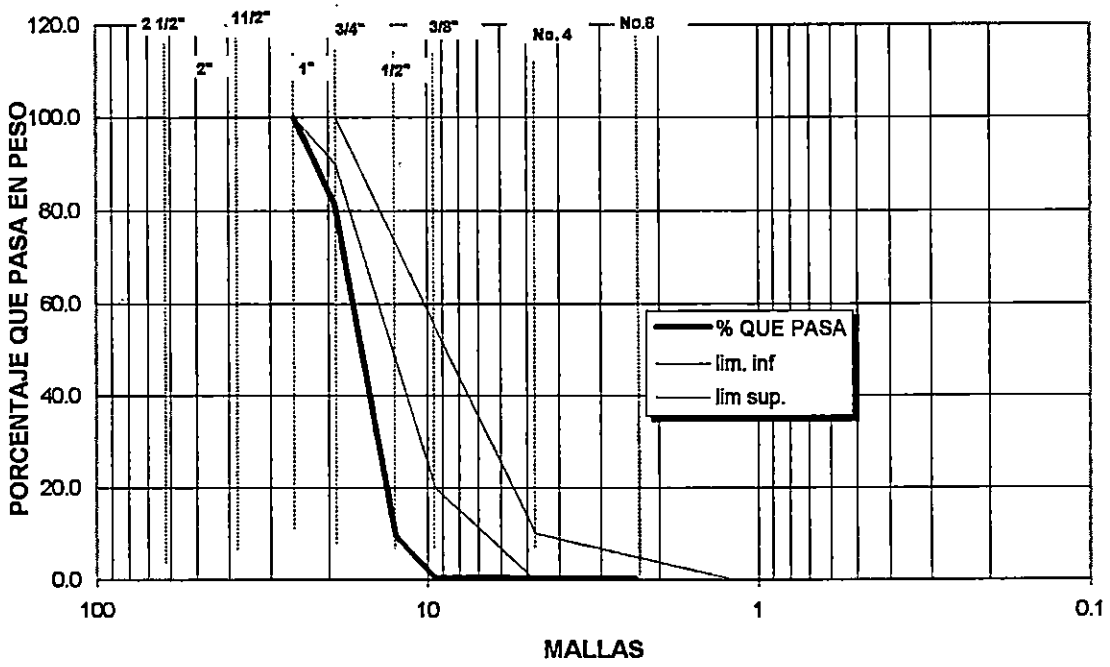


FIGURA N° 4.8

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 5

PESO DE MUESTRA: 9552.8 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/09/97

TABLA N° 4.9

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	2197.00	23.00	23.00	77.0
1/2"	12.500	7014.00	73.42	96.42	3.6
3/8"	9.500	318.40	3.33	99.76	0.2
No. 4	4.750	5.70	0.06	99.81	0.2
No. 8		1.80	0.02	99.83	0.2
FONDO		15.90	0.17	100.00	0.0
SUMAS		9552.80	100.0	518.8	

MF = 5.19

ANALISIS GRANULOMETRICO

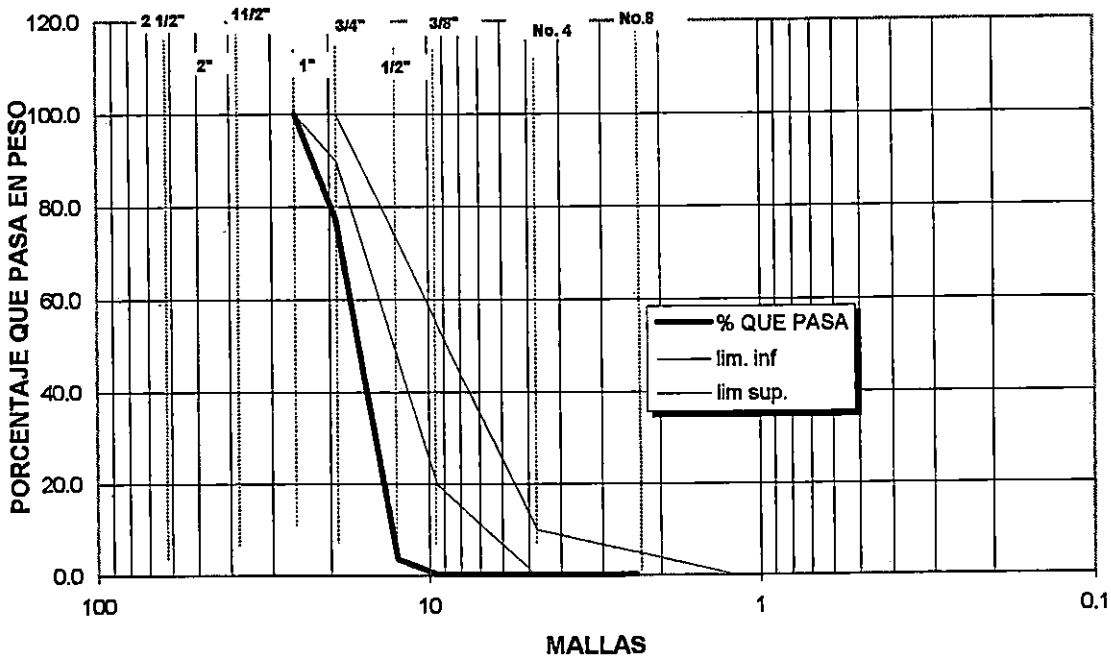


FIGURA N° 4.9

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 6

PESO DE MUESTRA: 10073.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/09/97

TABLA N° 4.10

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	1761.50	17.49	17.49	82.5
1/2"	12.500	6473.00	64.26	81.75	18.3
3/8"	9.500	1570.70	15.59	97.34	2.7
No. 4	4.750	246.60	2.45	99.79	0.2
No. 8		3.50	0.03	99.82	0.2
FONDO		17.70	0.18	100.00	0.0
SUMAS		10073.00	100.0	496.2	

MF = 4.96

ANALISIS GRANULOMETRICO

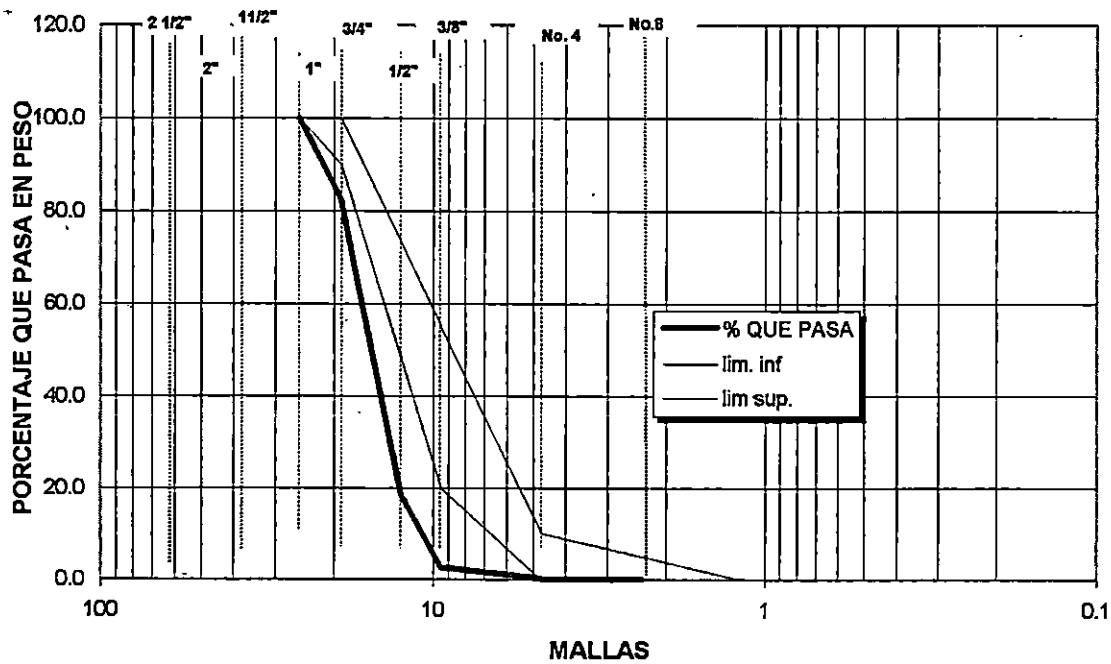


FIGURA N° 4.10

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 7

PESO DE MUESTRA: 9028.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/10/97

TABLA N° 4.11

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	821.70	9.10	9.10	90.9
1/2"	12.500	5725.00	63.41	72.52	27.5
3/8"	9.500	1839.00	20.37	92.89	7.1
No. 4	4.750	620.10	6.87	99.75	0.2
No. 8		3.90	0.04	99.80	0.2
FONDO		18.30	0.20	100.00	0.0
SUMAS		9028.00	100.0	474.1	

MF = 4.74

ANALISIS GRANULOMETRICO

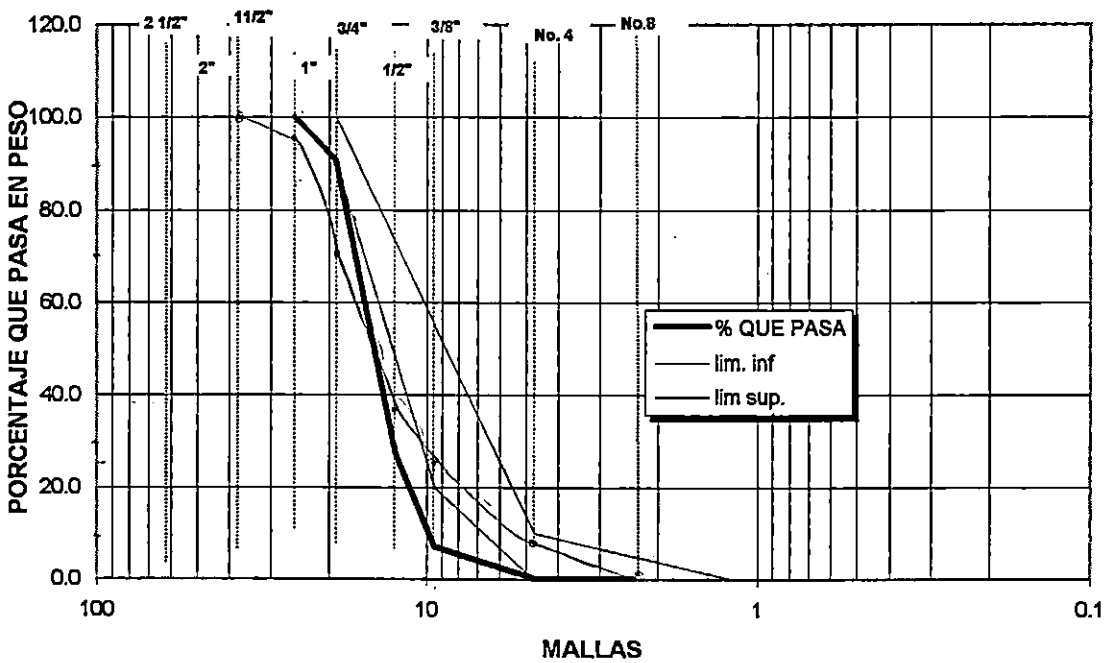


FIGURA N° 4.11

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 8

PESO DE MUESTRA: 9575.00 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/10/97

TABLA N° 4.12

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	388.70	4.06	4.06	95.9
1/2"	12.500	3891.80	40.65	44.70	55.3
3/8"	9.500	2311.80	24.14	68.85	31.2
No. 4	4.750	2935.80	30.66	99.51	0.5
No. 8		20.75	0.22	99.73	0.3
FONDO		26.15	0.27	100.00	0.0
SUMAS		9575.00	100.0	416.9	

MF = 4.17

ANALISIS GRANULOMETRICO

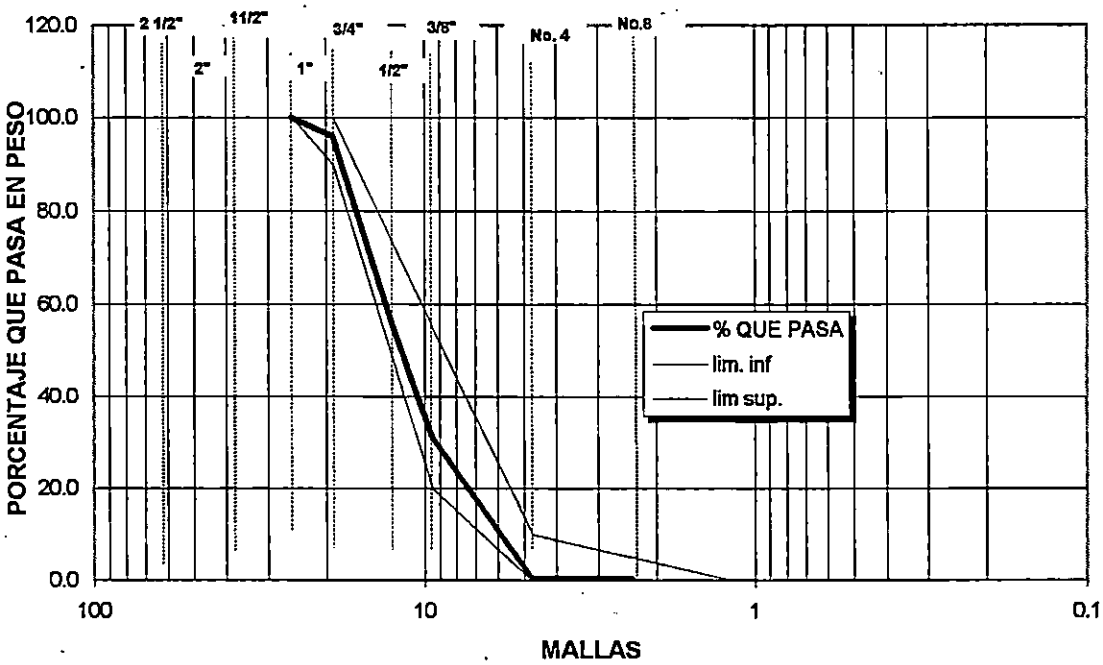


FIGURA N° 4.12

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 9

PESO DE MUESTRA: 10025.7 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/11/97

TABLA N° 4.13

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	778.90	7.77	7.77	92.2
1/2"	12.500	7973.80	79.53	87.30	12.7
3/8"	9.500	1234.60	12.31	99.62	0.4
No. 4	4.750	25.90	0.26	99.88	0.1
No. 8		0.00	0.00	99.88	0.1
FONDO		12.50	0.12	100.00	0.0
SUMAS		10025.70	100.0	494.4	

MF = 4.94

ANALISIS GRANULOMETRICO

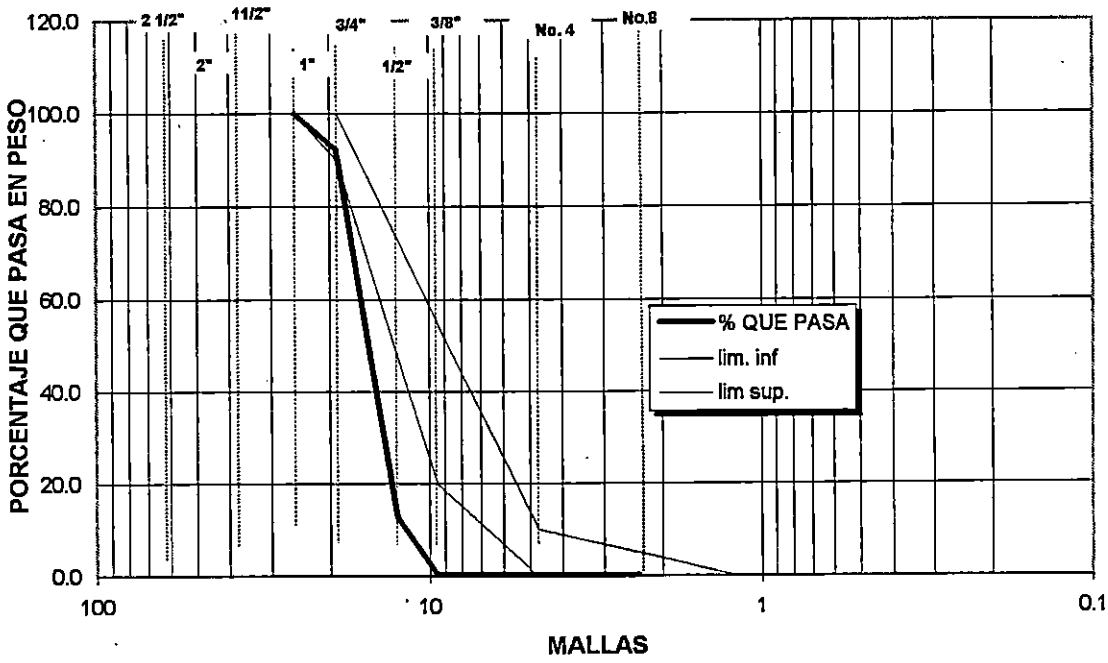


FIGURA N° 4.13

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 10

PESO DE MUESTRA: 11818.7 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/11/97

TABLA N° 4.14

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	1654.20	14.00	14.00	86.0
1/2"	12.500	8466.80	71.64	85.64	14.4
3/8"	9.500	1539.60	13.03	98.66	1.3
No. 4	4.750	127.40	1.08	99.74	0.3
No. 8		1.90	0.02	99.76	0.2
FONDO		28.80	0.24	100.00	0.0
SUMAS		11818.70	100.0	497.8	

MF = 4.98

ANALISIS GRANULOMETRICO

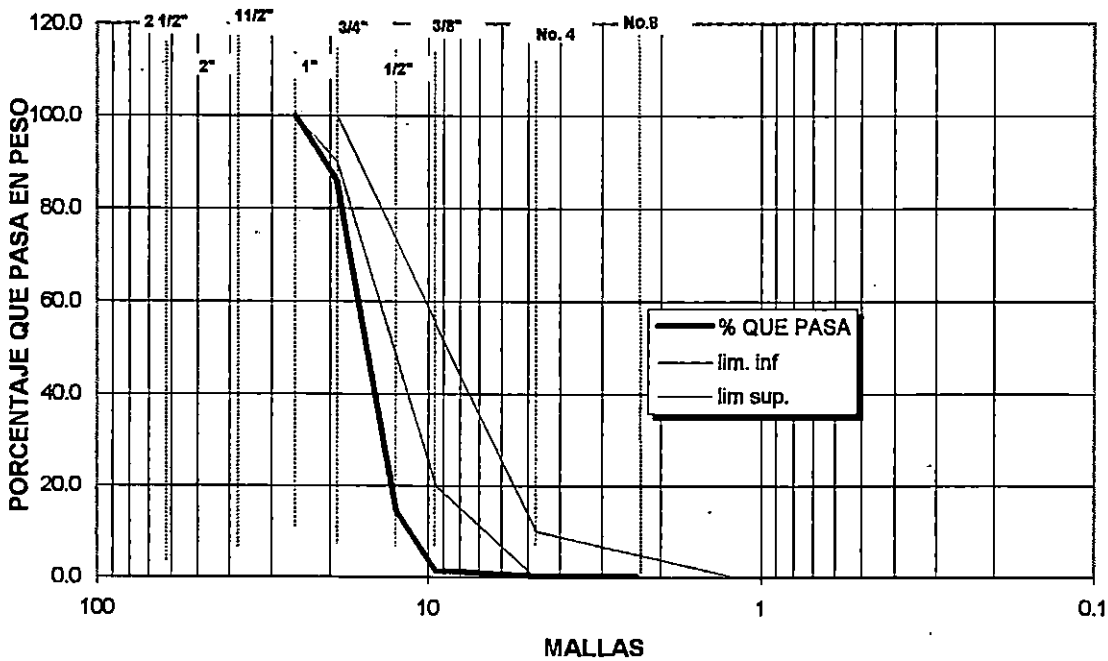


FIGURA N° 4.14

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 11

PESO DE MUESTRA: 10492.4 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/12/97

TABLA N° 4.15

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	682.35	6.50	6.50	93.5
1/2"	12.500	6168.60	58.79	65.29	34.7
3/8"	9.500	3103.00	29.57	94.87	5.1
No. 4	4.750	521.40	4.97	99.84	0.2
No. 8		4.70	0.04	99.88	0.1
FONDO		12.35	0.12	100.00	0.0
SUMAS		10492.40	100.0	466.4	

MF = 4.66

ANALISIS GRANULOMETRICO

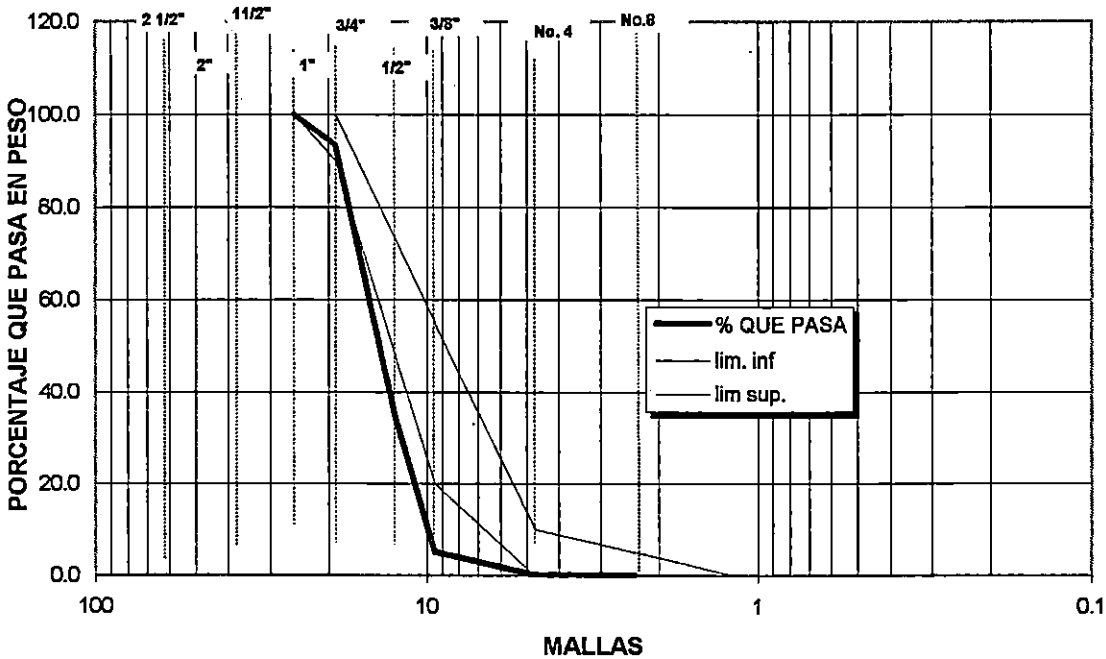


FIGURA N° 4.15

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 12

PESO DE MUESTRA: 9807.6 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/12/97

TABLA N° 4.16

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	752.30	7.67	7.67	92.3
1/2"	12.500	7124.30	72.64	80.31	19.7
3/8"	9.500	1835.20	18.71	99.02	1.0
No. 4	4.750	85.10	0.87	99.89	0.1
No. 8		3.20	0.03	99.92	0.1
FONDO		7.50	0.08	100.00	0.0
SUMAS		9807.60	100.0	486.8	

MF = 4.87

ANALISIS GRANULOMETRICO

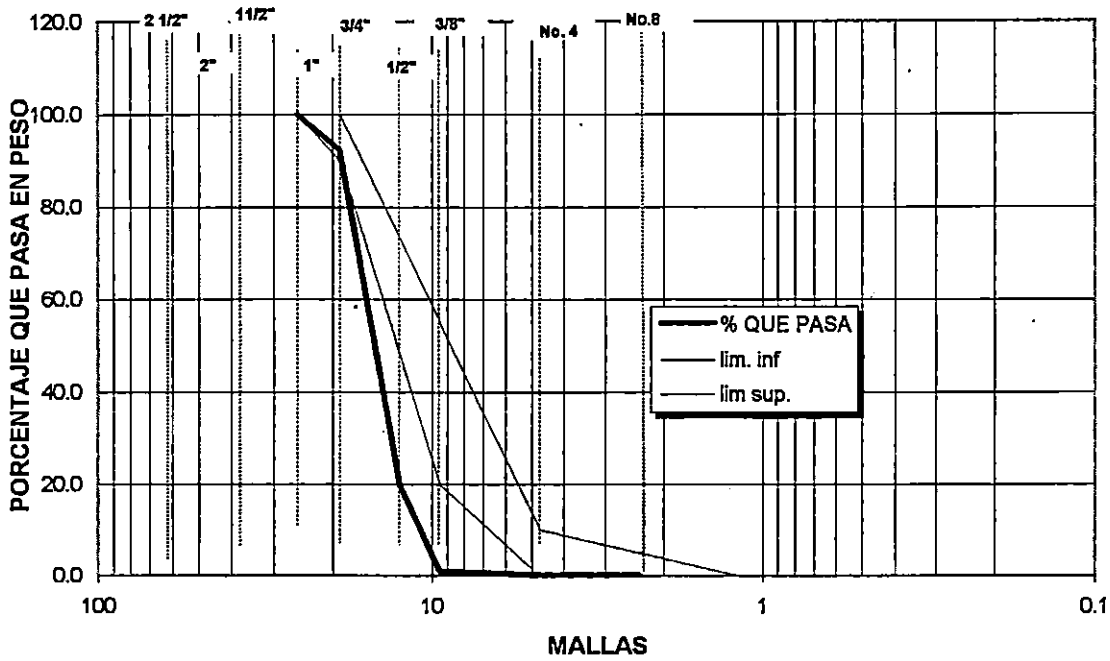


FIGURA N° 4.16

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS DESMENUZABLES EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE SAN DIEGO

TABLA N° 4.17 - a

MES	MUESTRA	PARTICULAS ENTRE	% DE PESO RET. PARC.°	PESO DE LA MUESTRA (gr)	PESO PART. DESM. (gr)	% DESM. POR PART.	DESMEN. PONDER. (%)	% TOTAL DESMEN
JULIO	1	11/2"-3/4"	10.16	3085.1	28.4	0.92	0.0935	1.34
		3/4"-3/8"	75.49	2135.3	32.2	1.51	1.1384	
		3/8"-4	13.99	1007.1	7.6	0.75	0.1056	
		PASA LA # 4	0.36 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
	2	11/2"-3/4"	9.18	3015.1	55.8	1.85	0.1699	1.95
		3/4"-3/8"	90.17	2127.1	42	1.97	1.7804	
		3/8"-4	0.12	*		1.97	0.0024	
		PASA LA # 4	0.53 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
AGOSTO	3	11/2"-3/4"	20.95	3061.1	4.9	0.16	0.0335	0.05
		3/4"-3/8"	78.39	2206.1	0.4	0.02	0.0142	
		3/8"-4	0.47	*		0.02	0.0001	
		PASA LA # 4	0.19 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
	4	11/2"-3/4"	18.97	3101.1	7.1	0.23	0.0434	0.15
		3/4"-3/8"	80.41	2087.2	2.7	0.13	0.1040	
		3/8"-4	0.29	*		0.13	0.0004	
		PASA LA # 4	0.33 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
SEPTIEMBRE	5	11/2"-3/4"	23	3024	11.6	0.38	0.0882	0.37
		3/4"-3/8"	76.75	2016	7.3	0.36	0.2779	
		3/8"-4	0.06	*		0.36	0.0002	
		PASA LA # 4	0.19 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
	6	11/2"-3/4"	17.49	3101.2	6.2	0.20	0.0350	0.22
		3/4"-3/8"	79.85	2000.7	4.6	0.23	0.1836	
		3/8"-4	2.45	*		0.23	0.0056	
		PASA LA # 4	0.21 [1]					
		TOTAL	100 [1]					

* La cantidad de estas particulas representa menos del 5% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

TABLA N° 4.17 - b

MES	MUESTRA	PARTICULAS ENTRE	% DE PESO RET. PARC.°	PESO DE LA MUESTRA (gr)	PESO PART. DESM. (gr)	% DESM. POR PART.	DESMEN. PONDER. (%)	% TOTAL DESMEN
OCTUBRE	7	11/2"-3/4"	9.1	3107.1	14	0.45	0.0410	0.59
		3/4"-3/8"	83.78	2005.3	12	0.60	0.5014	
		3/8"-4	6.87	1175.4	8.3	0.71	0.0485	
		PASA LA # 4	0.25 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
	8	11/2"-3/4"	4.06	*		0.88	0.0357	0.92
		3/4"-3/8"	64.79	2070.3	18.2	0.88	0.5696	
		3/8"-4	30.66	999.3	10.2	1.02	0.3130	
		PASA LA # 4	0.49 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
NOVIEMBRE	9	11/2"-3/4"	7.77	3019	23.8	0.79	0.0613	0.57
		3/4"-3/8"	91.84	2000	11.1	0.56	0.5097	
		3/8"-4	0.26	*		0.56	0.0015	
		PASA LA # 4	0.13 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
	10	11/2"-3/4"	14	3007.1	13.8	0.46	0.0642	0.36
		3/4"-3/8"	84.67	2010	6.1	0.30	0.2570	
		3/8"-4	1.08	*		3.98	0.0430	
		PASA LA # 4	0.25 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
DICIEMBRE	11	11/2"-3/4"	6.5	3016.8	15.7	0.52	0.0338	0.41
		3/4"-3/8"	88.36	2020	8.1	0.40	0.3543	
		3/8"-4	4.97	1002.1	5.1	0.51	0.0253	
		PASA LA # 4	0.17 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
	12	11/2"-3/4"	7.67	3010.2	17.2	0.57	0.0438	0.34
		3/4"-3/8"	91.35	2030.1	6.5	0.32	0.2925	
		3/8"-4	0.87	*		0.32	0.0028	
		PASA LA # 4	0.11 [1]					
		TOTAL	100 [1]					

* La cantidad de estas particulas representa menos del 5% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS DESMENUZABLES EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE SAN DIEGO

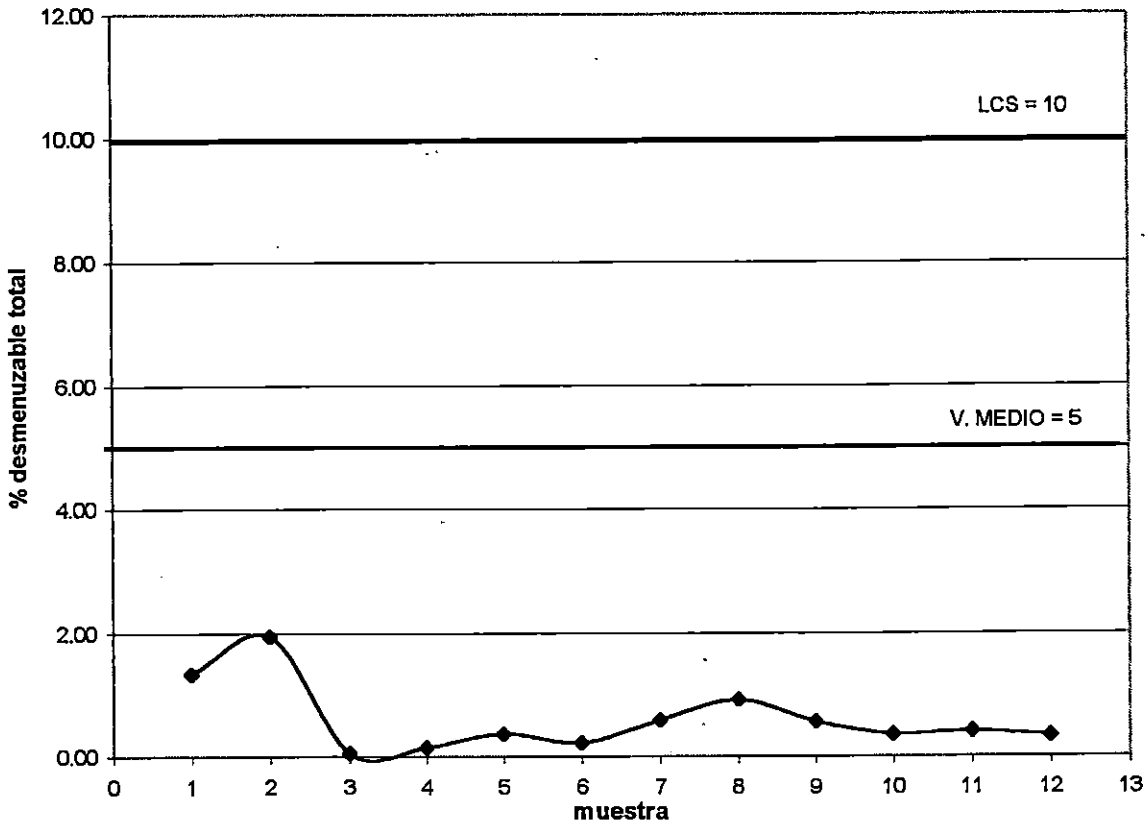


FIGURA N° 4.17

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS PLANAS Y ALARGADAS EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE SAN DIEGO

TABLA N° 4.18 - a

MES	MUESTRA	TAMAÑO DE PARTICULA	% DE PESO RETENI. PARCI.[1] (gr)	PESO DE 100 PART. (gr)	PESO PLANAS (gr)	% DE PLANAS	PESO ALARG. (gr)	% DE ALARG.	PLANAS PONDERA. (%)	% TOTAL PLANAS	ALARG. PONDERA. (%)	% TOTAL ALARG. (%)
JULIO	1	1"										
		3/4"	10.16	1035.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	1.41	0.0000	0.05
		1/2"	56.88	521.97	11.10	2.13	0.00	0.00	1.2096		0.0000	
		3/8"	18.61	354.70	3.87	1.09	0.94	0.27	0.2030		0.0493	
		PASA LA 3/8"	14.35[1]									
		TOTAL	100[1]									
	2	1"										
		3/4"	9.18	*		1.86		0.00	0.1707	1.66	0.0000	0.00
		1/2"	53.54	650.75	12.10	1.86	0.00	0.00	0.9955		0.0000	
		3/8"	36.63	304.10	4.11	1.35	0.00	0.00	0.4951		0.0000	
		PASA LA 3/8"	0.65[1]									
		TOTAL	100[1]									
AGOSTO	3	1"										
		3/4"	20.95	1020.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	1.63	0.0000	0.00
		1/2"	71.36	578.40	12.00	2.07	0.00	0.00	1.4805		0.0000	
		3/8"	7.03	*		2.07		0.00	0.1455		0.0000	
		PASA LA 3/8"	0.65[1]									
		TOTAL	100[1]									
	4	1"										
		3/4"	18.97	1240.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
		1/2"	71.59	615.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000		0.0000	
		3/8"	8.82	*		0.00		0.00	0.0000		0.0000	
		PASA LA 3/8"	0.62[1]									
		TOTAL	100[1]									
SEPTIEMBRE	5	1"										
		3/4"	23	1246.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.46
		1/2"	73.42	603.50	0.00	0.00	3.60	0.60	0.0000		0.4380	
		3/8"	3.33	*		0.00		0.60	0.0000		0.0200	
		PASA LA 3/8"	0.25[1]									
		TOTAL	100[1]									
	6	1"										
		3/4"	17.49	1139.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	1.92	0.0000	0.00
		1/2"	64.26	868.20	11.40	1.31	0.00	0.00	0.8438		0.0000	
		3/8"	15.59	229.50	15.80	6.88	0.00	0.00	1.0733		0.0000	
		PASA LA 3/8"	2.66[1]									
		TOTAL	100[1]									

* La cantidad de estas particulas representa menos del 10% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

TABLA N° 4.18 - b

MES	MUESTRA	TAMAÑO DE PARTICULA	% DE PESO RETENI. PARCI.[1] (gr)	PESO DE 100 PART. (gr)	PESO PLANAS (gr)	% DE PLANAS	PESO ALARG. (gr)	% DE ALARG.	PLANAS PONDERA. (%)	% TOTAL PLANAS	ALARG. PONDERA. (%)	% TOTAL ALARG. (%)
OCTUBRE	7	1"										
		3/4"	9.1	*		0.00		0.00	0.0000	0.84	0.0000	0.00
		1/2"	63.41	644.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000		0.0000	
		3/8"	20.37	412.10	17.00	4.13	0.00	0.00	0.8403		0.0000	
		PASA LA 3/8"	7.08 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
	8	1"										
		3/4"	4.06	*		2.83		0.00	0.1149	2.55	0.0000	0.00
		1/2"	40.65	854.30	24.20	2.83	0.00	0.00	1.1515		0.0000	
		3/8"	24.14	478.10	25.40	5.31	0.00	0.00	1.2825		0.0000	
		PASA LA 3/8"	31.15 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
NOVIEMBRE	9	1"										
		3/4"	7.77	*		1.82		0.00	0.1414	1.88	0.0000	0.00
		1/2"	79.53	724.10	13.20	1.82	0.00	0.00	1.4498		0.0000	
		3/8"	12.31	398.20	9.40	2.36	0.00	0.00	0.2906		0.0000	
		PASA LA 3/8"	0.38 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
	10	1"										
		3/4"	14	1225.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	1.11	0.0000	0.00
		1/2"	71.64	591.40	5.50	0.93	0.00	0.00	0.6662		0.0000	
		3/8"	13.03	209.70	7.10	3.39	0.00	0.00	0.4412		0.0000	
		PASA LA 3/8"	1.34 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
DICIEMBRE	11	1"										
		3/4"	6.5	*		0.96		0.00	0.0624	1.42	0.0000	0.00
		1/2"	58.79	601.20	5.80	0.96	0.00	0.00	0.5672		0.0000	
		3/8"	29.57	354.10	9.50	2.68	0.00	0.00	0.7933		0.0000	
		PASA LA 3/8"	5.13 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
	12	1"										
		3/4"	7.67	*		0.65		0.00	0.0499	0.78	0.0000	0.00
		1/2"	72.64	542.30	3.50	0.65	0.00	0.00	0.4688		0.0000	
		3/8"	18.71	305.60	4.20	1.37	0.00	0.00	0.2571		0.0000	
		PASA LA 3/8"	0.98 [1]									
		TOTAL	100 [1]									

* La cantidad de estas particulas representa menos del 10% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS PLANAS Y ALARGADAS EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE SAN DIEGO

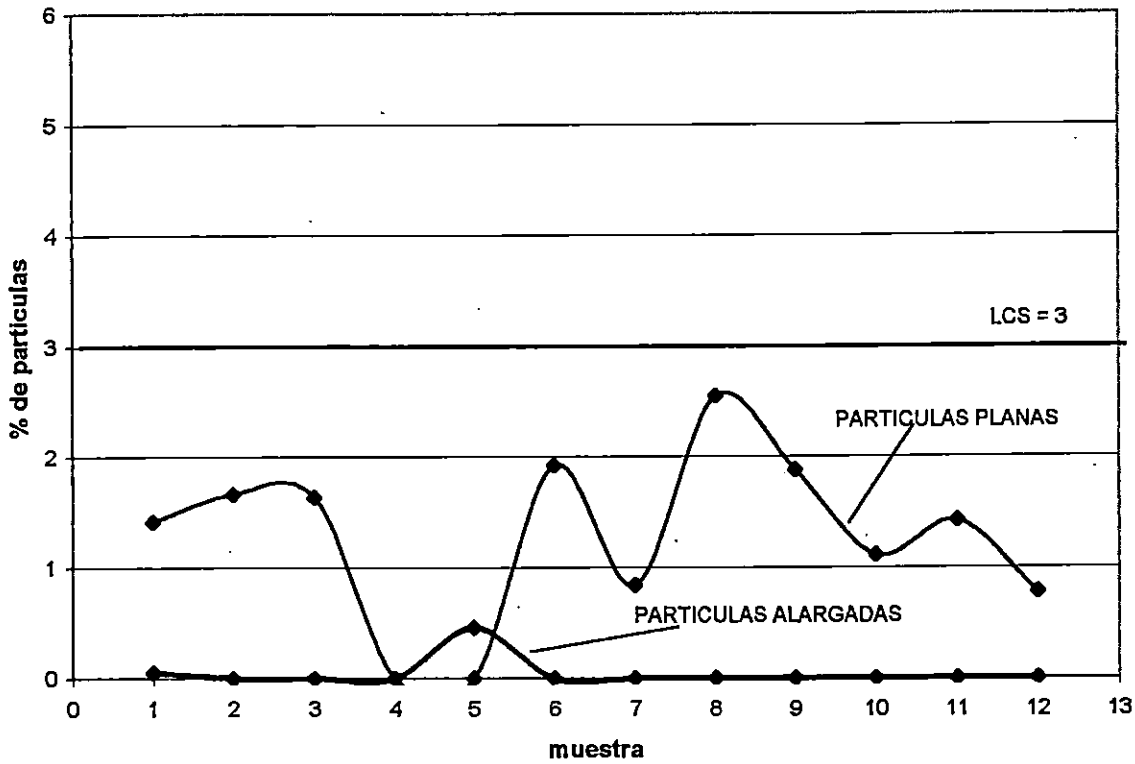


FIGURA N° 4.18

4.3 TABLAS Y GRAFICOS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LA GRAVA N° 1 DE LA PEDRERA DE ATEOS

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
SANIDAD EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE ATEOS

TABLA N° 4.19

PERIODO	MUESTRA	PARTICULAS ENTRE	% DE PESO RETENIDO PARC.°	PESO INICIAL (gr)	PERD. DESPUES DEL ENSAYO (gr)	% DE PERDIDA (%)	PERDIDA PONDERADA (%)	PERDIDA TOTAL (%)
15/07/97	2	1" - 3/4"	1.17	*		1.57	0.0184	2.44
		3/4" - 1/2"	61.55	669.40	10.50	1.57	0.9655	
		1/2" - 3/8"	21.03	330.10	11.30	3.42	0.7199	
		3/8" - 4	14.95	299.10	14.80	4.95	0.7398	
		PASA LA # 4	1.3 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
01/09/97	5	1" - 3/4"	6.47	517.80	31.50	6.08	0.3936	6.65
		3/4" - 1/2"	73.28	672.60	43.90	6.53	4.7829	
		1/2" - 3/8"	16.22	329.70	25.30	7.67	1.2447	
		3/8" - 4	3.02	*		7.67	0.2316	
		PASA LA # 4	1.01 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
01/11/97	9	1" - 3/4"	6.71	511.30	29.40	5.75	0.3858	5.44
		3/4" - 1/2"	85.68	676.40	36.74	5.43	4.6539	
		1/2" - 3/8"	6.68	330.80	18.20	5.50	0.3675	
		3/8" - 4	0.55	*		5.50	0.0303	
		PASA LA # 4	0.38 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
15/12/97	12	1" - 3/4"	3.4	*		5.82	0.1979	5.65
		3/4" - 1/2"	86.55	673.50	39.20	5.82	5.0375	
		1/2" - 3/8"	8.89	331.20	14.30	4.32	0.3838	
		3/8" - 4	0.66	*		4.32	0.0285	
		PASA LA # 4	0.5 [1]					
		TOTAL	100 [1]					

* La cantidad de estas particulas representa menos del 5% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
SANIDAD EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE ATEOS

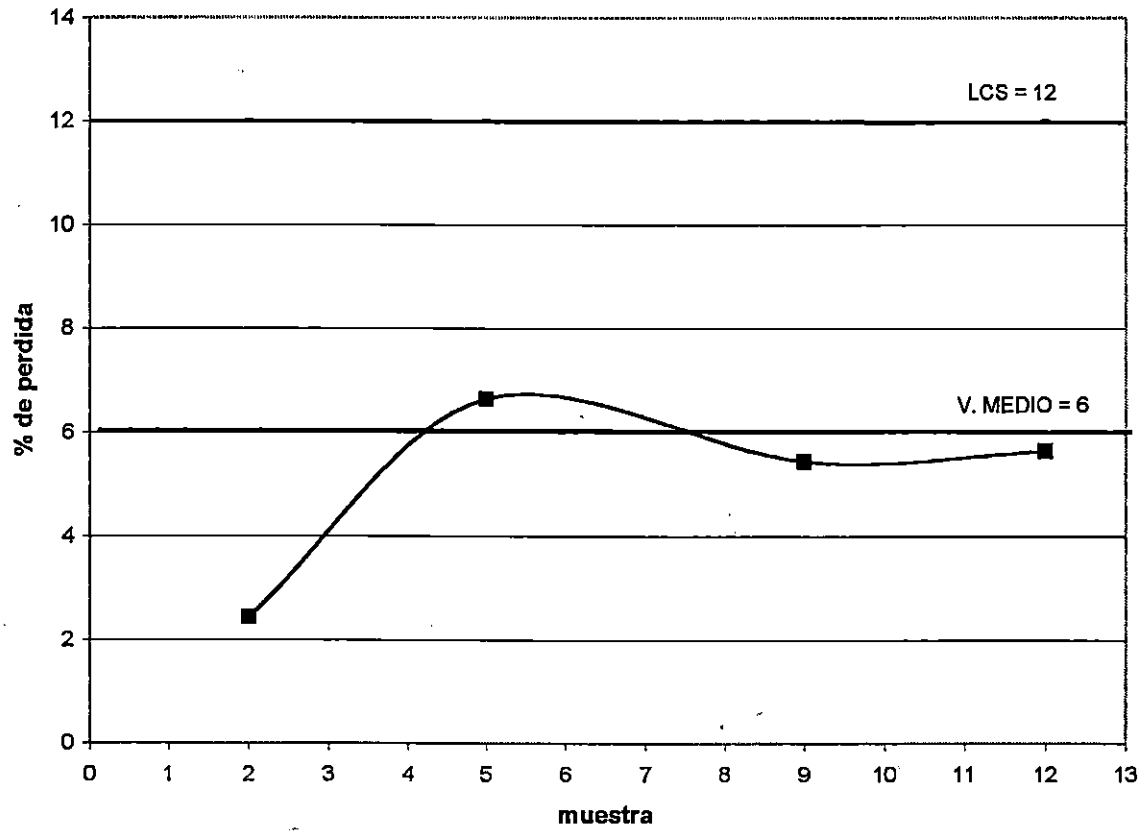


FIGURA N° 4.19

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRAVEDAD ESPECIFICA EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE ATEOS

TABLA N° 4.20

MES	MUESTRA	PESO SSS (gr)	PESO SUMERG. (gr)	PESO SECO (gr)	ABSORCION (%)	G.E. bulk (SSS)	G.E. APARENTE
JUL	1	3640.3	2245	3554.6	2.41	2.61	2.71
	2	5078.1	3146	4965.1	2.28	2.63	2.73
AGO	3	4154.1	2548	4017.1	3.41	2.59	2.73
	4	4235	2605	4126.1	2.64	2.60	2.71
SEP	5	4483.9	2748.5	4365.1	2.72	2.58	2.70
	6	4350	2700	4277.6	1.69	2.64	2.71
OCT	7	3754	2305	3652.9	2.77	2.59	2.71
	8	4431.3	2753	4360.8	1.62	2.64	2.71
NOV	9	4040.3	2488	3971	1.75	2.60	2.68
	10	3590.2	2212	3524.9	1.85	2.60	2.68
DIC	11	3877	2386	3797.9	2.08	2.60	2.69
	12	4018.1	2485.3	3940.2	1.98	2.62	2.71

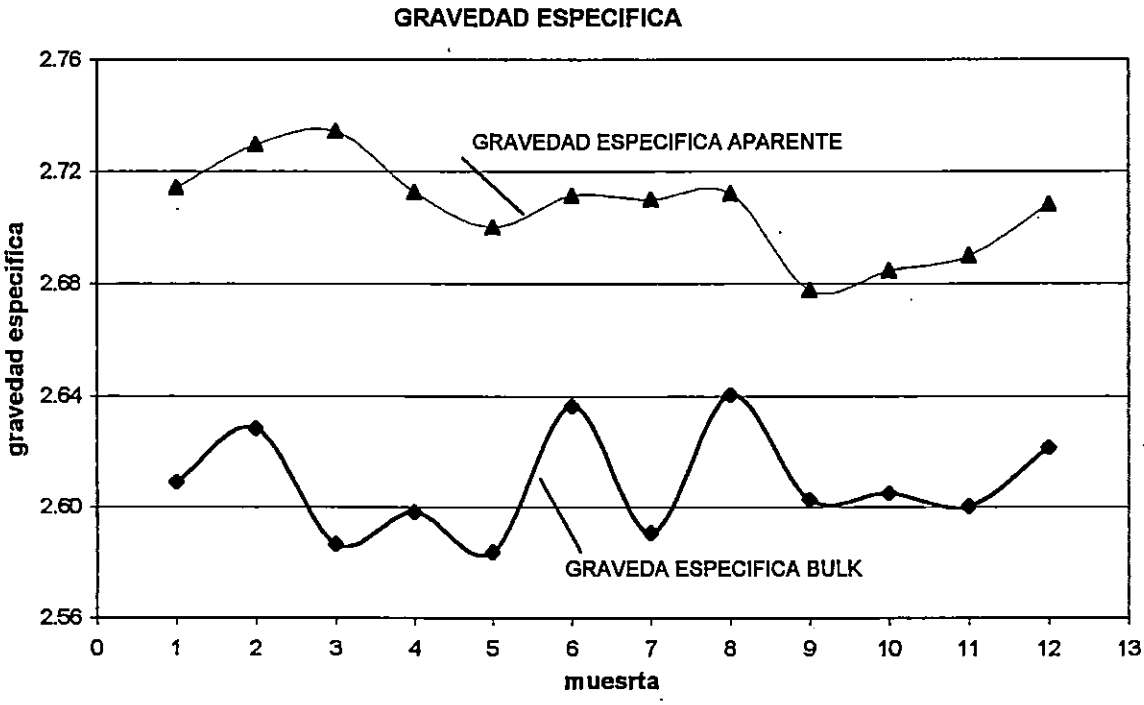


FIGURA N° 4.20

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRAVEDAD ESPECIFICA EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE ATEOS

TABLA N° 4.21

MES	MUESTRA	PESO SSS (gr)	PESO SUMERG. (gr)	PESO SECO (gr)	ABSORCION (%)	G.E. bulk (SSS)	G.E. APARENTE
JUL	1	3640.3	2245	3554.6	2.41	2.61	2.71
	2	5078.1	3146	4965.1	2.28	2.63	2.73
AGO	3	4154.1	2548	4017.1	3.41	2.59	2.73
	4	4235	2605	4126.1	2.64	2.60	2.71
SEP	5	4483.9	2748.5	4365.1	2.72	2.58	2.70
	6	4350	2700	4277.6	1.69	2.64	2.71
OCT	7	3754	2305	3652.9	2.77	2.59	2.71
	8	4431.3	2753	4360.8	1.62	2.64	2.71
NOV	9	4040.3	2488	3971	1.75	2.60	2.68
	10	3590.2	2212	3524.9	1.85	2.60	2.68
DIC	11	3877	2386	3797.9	2.08	2.60	2.69
	12	4018.1	2485.3	3940.2	1.98	2.62	2.71

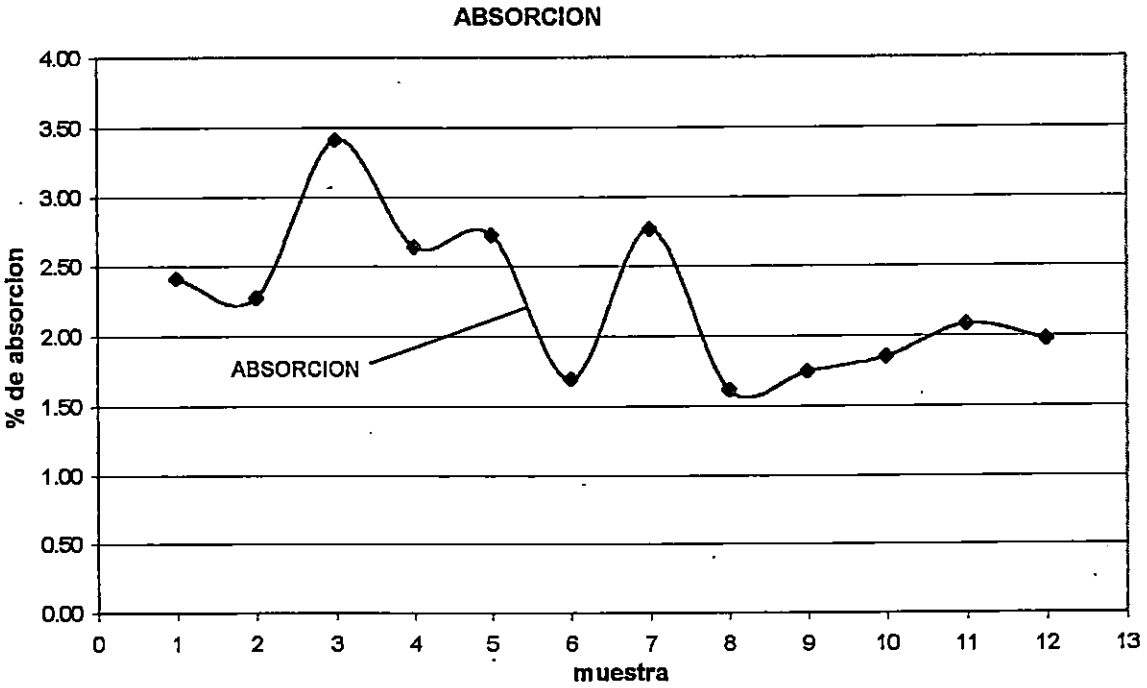


FIGURA N° 4.21

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
RESISTENCIA A LA DEGRADACION POR IMPACTO EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE ATEOS

TABLA N° 4.22

MES	MUESTRA	PESO INICIAL 1/2" (gr)	PESO INICIAL 3/8" (gr)	PESO FINAL (gr)	% DE DESGASTE
JUL	1	2502.4	2508	3928.1	21.60
	2	2507.5	2506	3986.9	20.48
AGO	3	2502	2506	3651.7	27.08
	4	2506.3	2507.3	3648.5	27.23
SEP	5	2504.8	2499.8	3754.1	24.99
	6	2506.4	2502.4	3888	22.38
OCT	7	2506.8	2503.8	3951.2	21.14
	8	2506.4	2504.4	3975.2	20.67
NOV	9	2509	2494	3673.2	26.58
	10	2508.2	2503.9	3841.2	23.36
DIC	11	2504	2500	3839.9	23.26
	12	2507.3	2501	3805.8	24.01

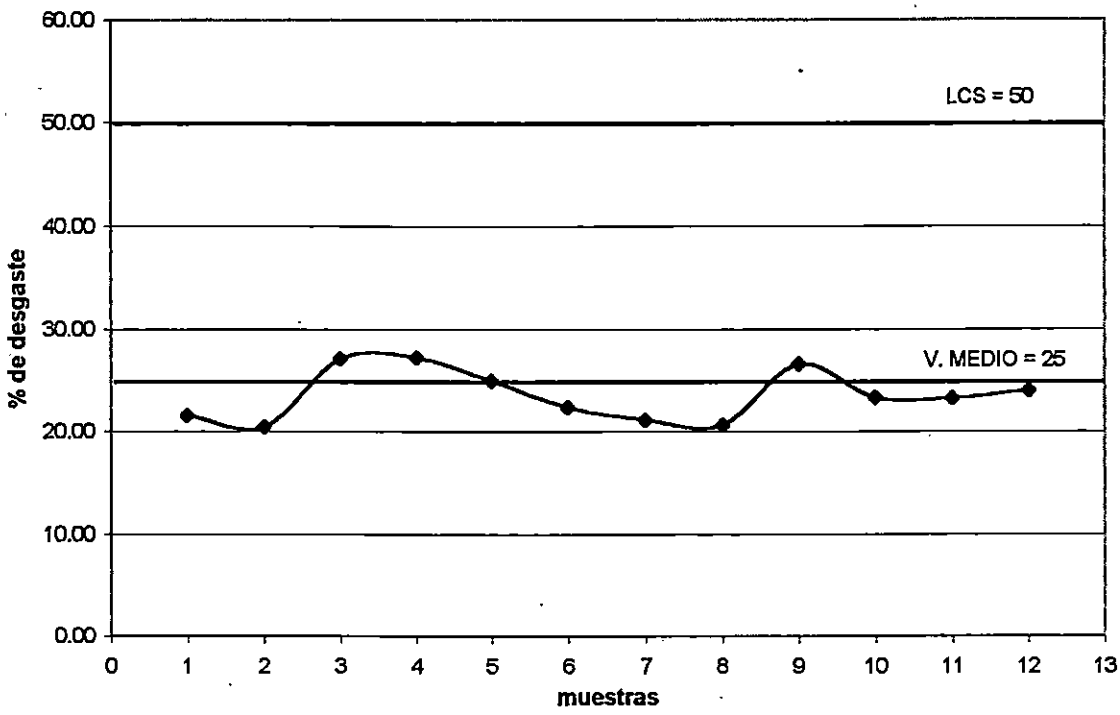


FIGURA N° 4.22

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 1

PESO DE MUESTRA: 10120.50 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/07/97

TABLA N° 4.23

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	330.00	3.26	3.26	96.7
1/2"	12.500	4935.10	48.76	52.02	48.0
3/8"	9.500	1890.10	18.68	70.70	29.3
No. 4	4.750	2645.10	26.14	96.84	3.2
No. 8		125.10	1.24	98.07	1.9
FONDO		195.10	1.93	100.00	0.0
SUMAS		10120.50	100.0	420.9	

MF = 4.21

ANALISIS GRANULOMETRICO

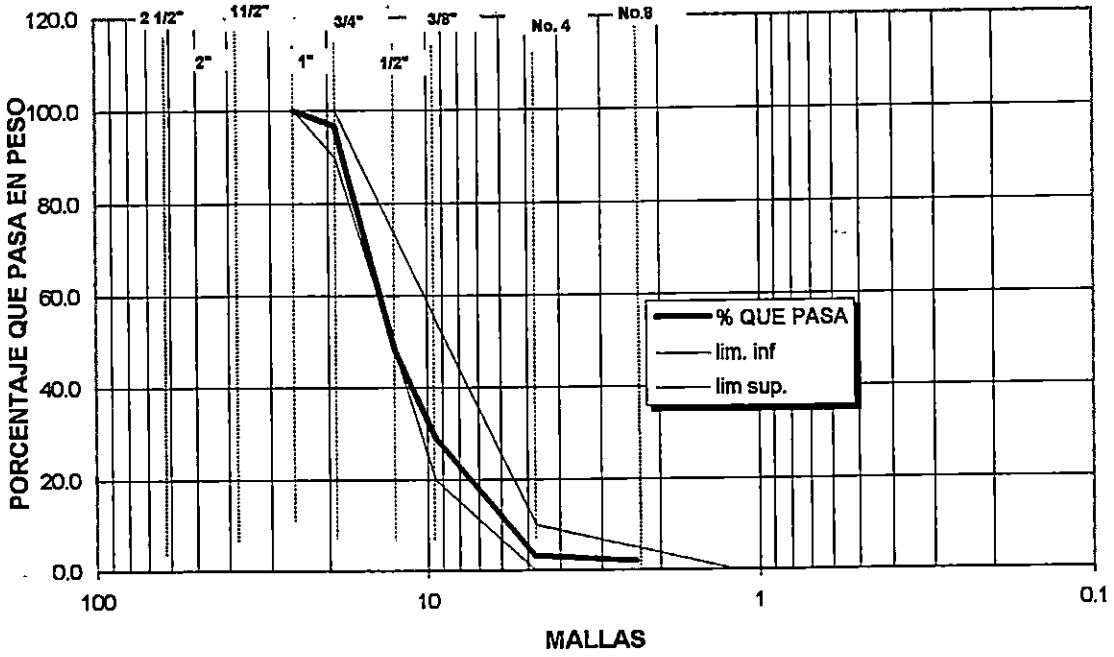


FIGURA N° 4.23

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 2

PESO DE MUESTRA: 11107.1gr
FECHA DE MUESTREO: 15/07/97

TABLA N° 4.24

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	130.40	1.17	1.17	98.8
1/2"	12.500	6836.00	61.55	62.72	37.3
3/8"	9.500	2335.50	21.03	83.75	16.3
No. 4	4.750	1660.50	14.95	98.70	1.3
No. 8		28.20	0.25	98.95	1.0
FONDO		116.50	1.05	100.00	0.0
SUMAS		11107.10	100.0	445.3	

MF = 4.45

ANALISIS GRANULOMETRICO

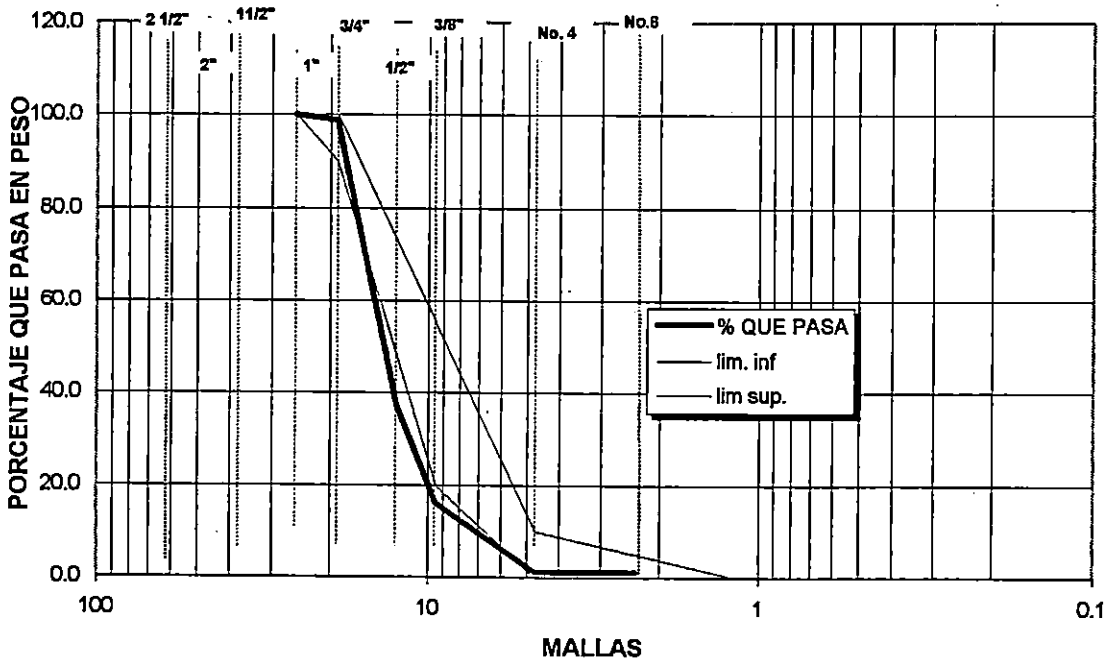


FIGURA N° 4.24

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 3

PESO DE MUESTRA: 10493.5gr
FECHA DE MUESTREO: 01/08/97

TABLA N° 4.25

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	1432.70	13.65	13.65	86.3
1/2"	12.500	5092.00	48.53	62.18	37.8
3/8"	9.500	1474.00	14.05	76.23	23.8
No. 4	4.750	2155.50	20.54	96.77	3.2
No. 8		151.40	1.44	98.21	1.8
FONDO		187.90	1.79	100.00	0.0
SUMAS		10493.50	100.0	447.0	

MF = 4.47

ANALISIS GRANULOMETRICO

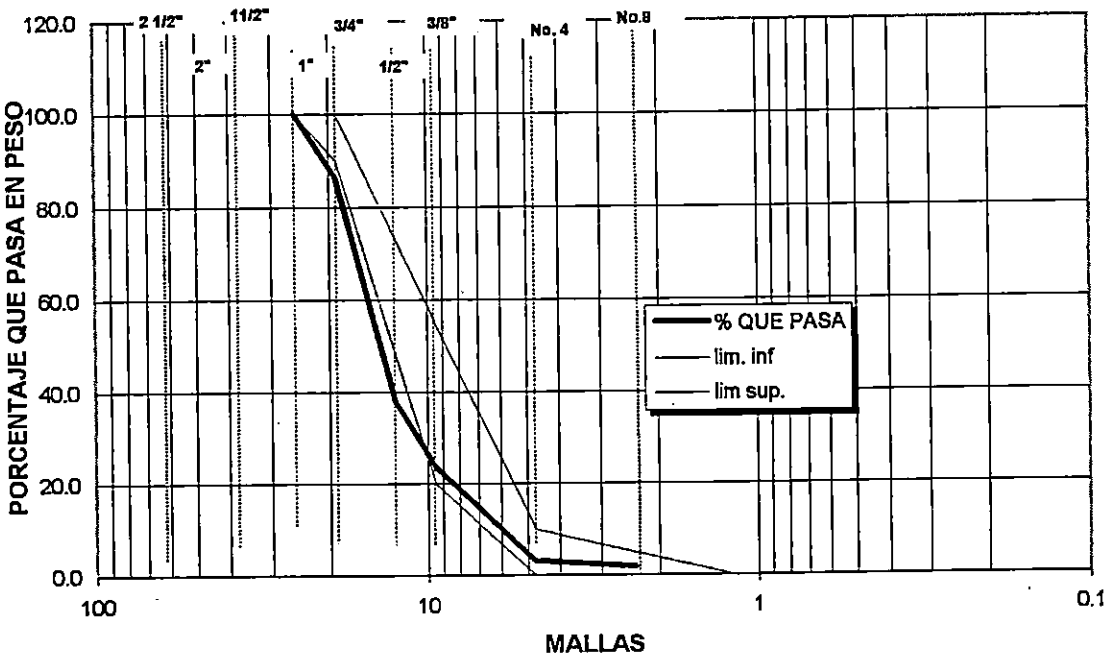


FIGURA N° 4.25

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 4

PESO DE MUESTRA: 10104.1gr
FECHA DE MUESTREO: 15/08/97

TABLA N° 4.26

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	2023.50	20.03	20.03	80.0
1/2"	12.500	6106.30	60.43	80.46	19.5
3/8"	9.500	1681.00	16.64	97.10	2.9
No. 4	4.750	101.30	1.00	98.10	1.9
No. 8		76.80	0.76	98.86	1.1
FONDO		115.20	1.14	100.00	0.0
SUMAS		10104.10	100.0	494.5	

MF = 4.95

ANALISIS GRANULOMETRICO

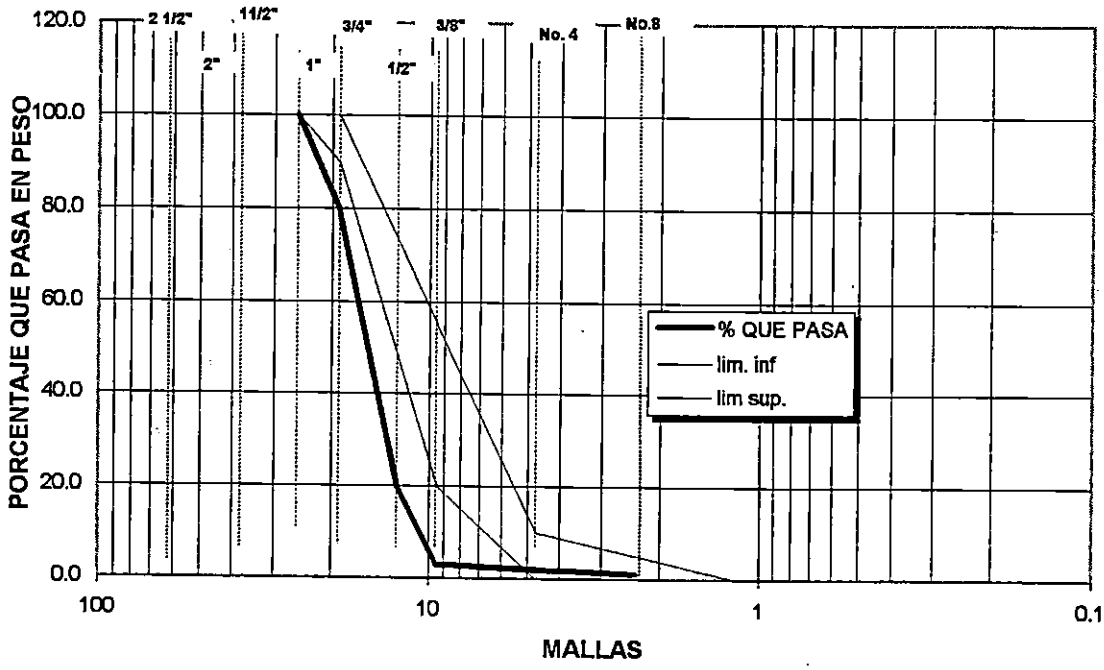


FIGURA N° 4.26

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 5

PESO DE MUESTRA: 10345.1gr
FECHA DE MUESTREO: 01/09/97

TABLA N° 4.27

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	669.80	6.47	6.47	93.5
1/2"	12.500	7580.60	73.28	79.75	20.2
3/8"	9.500	1678.40	16.22	95.98	4.0
No. 4	4.750	312.40	3.02	99.00	1.0
No. 8		13.20	0.13	99.12	0.9
FONDO		90.70	0.88	100.00	0.0
SUMAS		10345.10	100.0	480.3	

MF = 4.80

ANALISIS GRANULOMETRICO

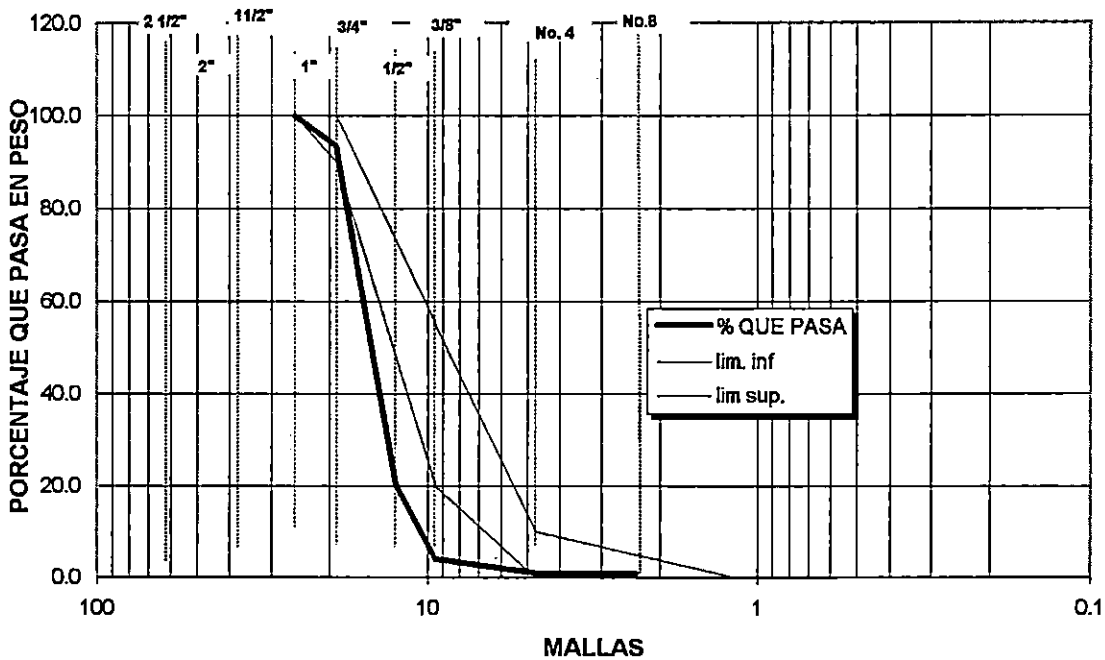


FIGURA N° 4.27

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 6

PESO DE MUESTRA: 10404.0gr
FECHA DE MUESTREO: 15/09/97

TABLA N° 4.28

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	342.30	3.29	3.29	96.7
1/2"	12.500	8190.80	78.73	82.02	18.0
3/8"	9.500	1535.95	14.76	96.78	3.2
No. 4	4.750	215.70	2.07	98.85	1.1
No. 8		25.00	0.24	99.09	0.9
FONDO		94.25	0.91	100.00	0.0
SUMAS		10404.00	100.0	480.0	

MF = 4.80

ANALISIS GRANULOMETRICO

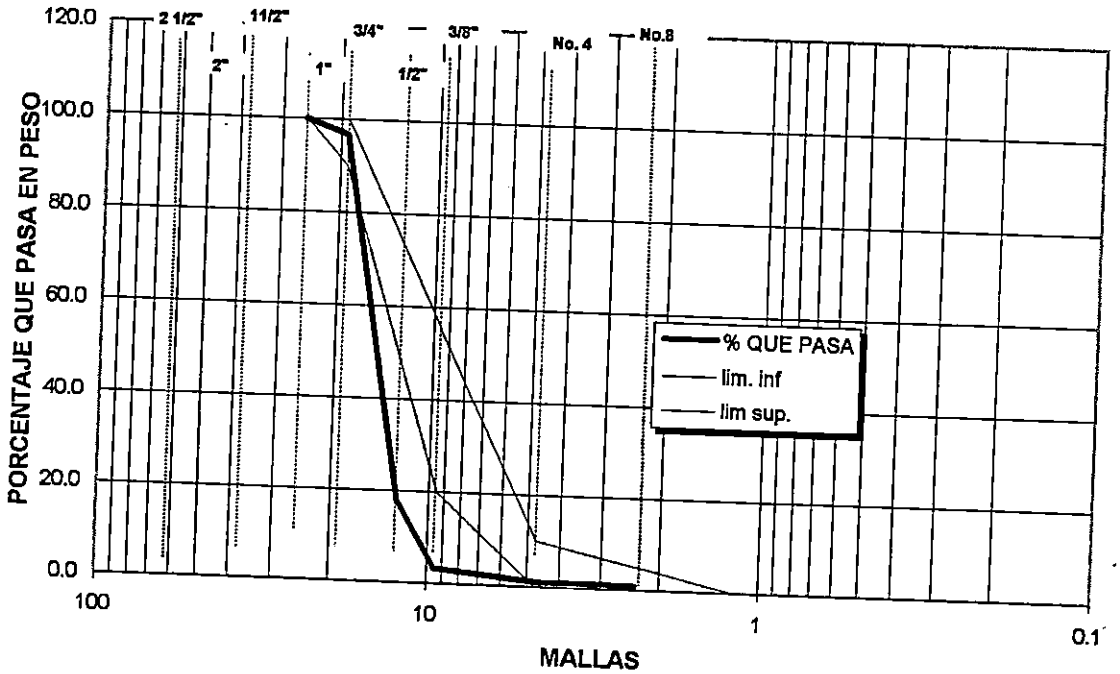


FIGURA N° 4.28

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 7

PESO DE MUESTRA: 11345.0gr
FECHA DE MUESTREO: 01/10/97

TABLA N° 4.29

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	318.50	2.81	2.81	97.2
1/2"	12.500	6871.00	60.56	63.37	36.6
3/8"	9.500	2574.80	22.70	86.07	13.9
No. 4	4.750	1468.40	12.94	99.01	1.0
No. 8		15.90	0.14	99.15	0.8
FONDO		96.40	0.85	100.00	0.0
SUMAS		11345.00	100.0	450.4	

MF = 4.50

ANALISIS GRANULOMETRICO

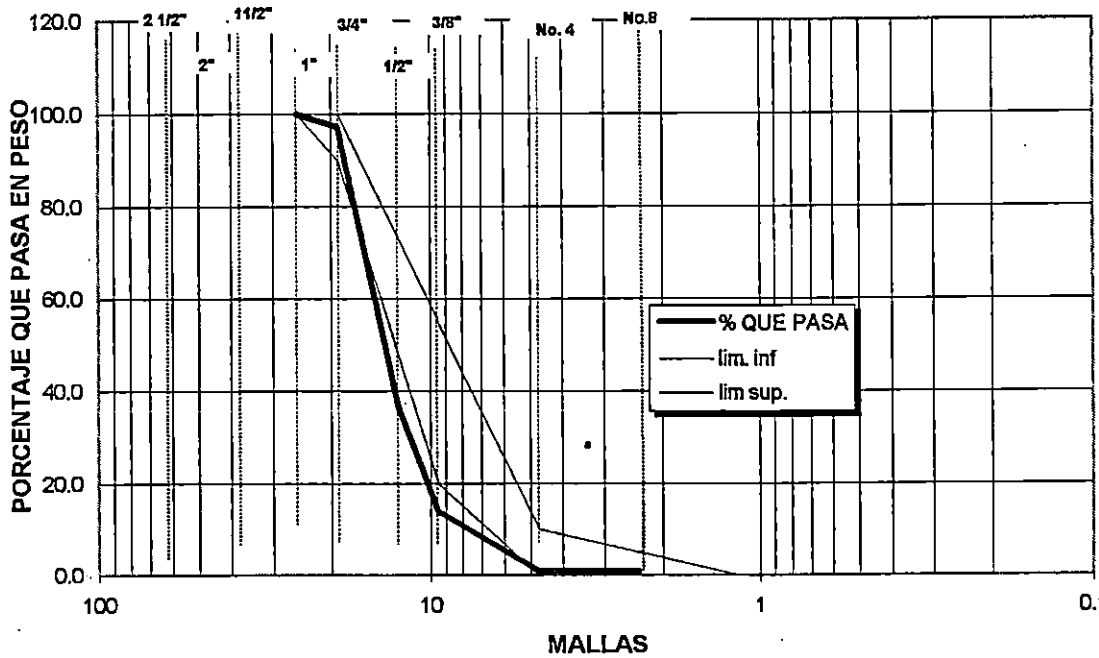


FIGURA N° 4.29

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 8

PESO DE MUESTRA: 10342.0gr
FECHA DE MUESTREO: 15/10/97

TABLA N° 4.30

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	113.20	1.09	1.09	98.9
1/2"	12.500	6288.00	60.80	61.90	38.1
3/8"	9.500	2582.90	24.97	86.87	13.1
No. 4	4.750	1289.90	12.47	99.34	0.7
No. 8		16.80	0.16	99.50	0.5
FONDO		51.20	0.50	100.00	0.0
SUMAS		10342.00	100.0	448.7	

MF = 4.49

ANALISIS GRANULOMETRICO

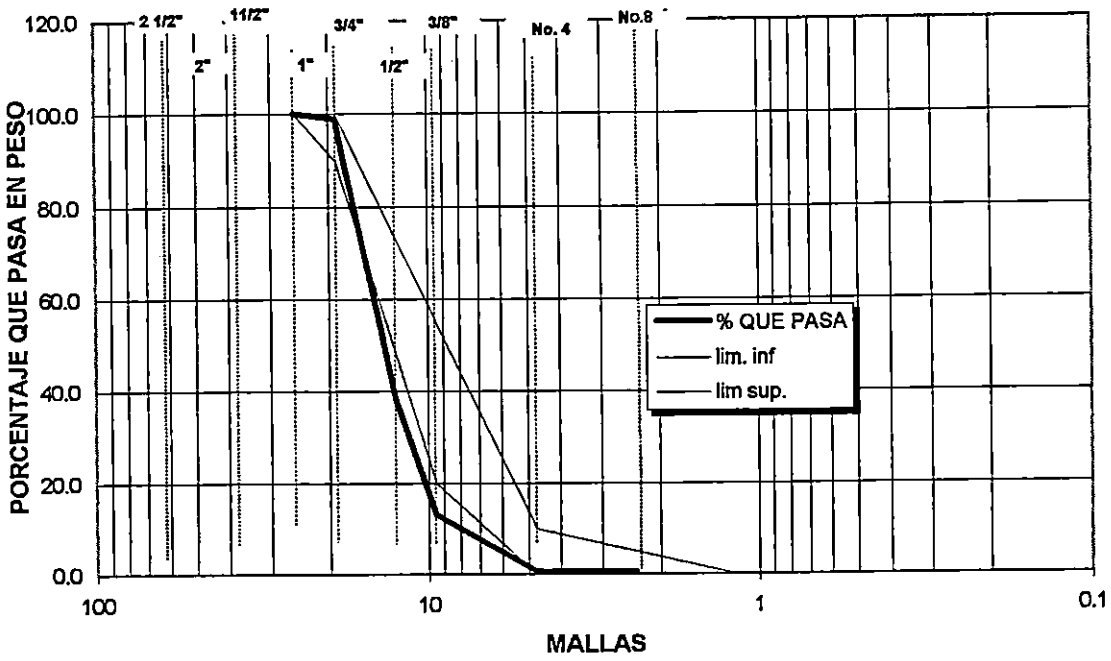


FIGURA N° 4.30

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 9

PESO DE MUESTRA: 10162.0gr
FECHA DE MUESTREO: 01/11/97

TABLA N° 4.31

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	682.20	6.71	6.71	93.3
1/2"	12.500	8707.00	85.68	92.40	7.6
3/8"	9.500	678.60	6.68	99.07	0.9
No. 4	4.750	55.40	0.55	99.62	0.4
No. 8		4.80	0.05	99.67	0.3
FONDO		34.00	0.33	100.00	0.0
SUMAS		10162.00	100.0	497.5	

MF = 4.97

ANALISIS GRANULOMETRICO

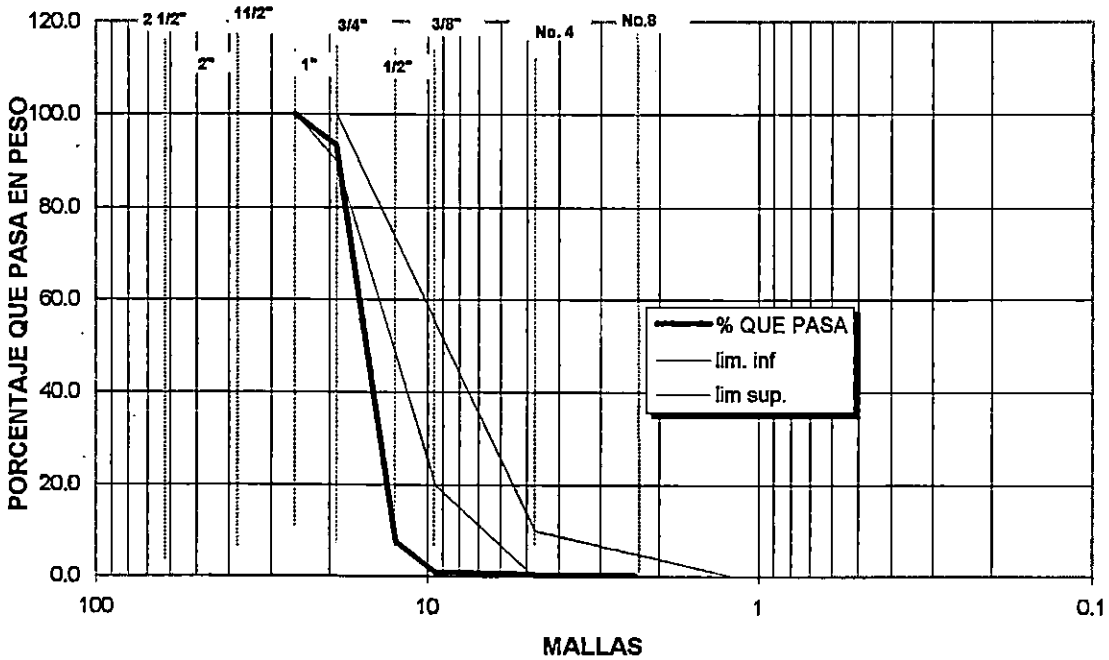


FIGURA N° 4.31

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 10

PESO DE MUESTRA: 9398.0gr
FECHA DE MUESTREO:15/11/97

TABLA N° 4.32

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	190.50	2.03	2.03	98.0
1/2"	12.500	4077.90	43.39	45.42	54.6
3/8"	9.500	3045.00	32.40	77.82	22.2
No. 4	4.750	2015.90	21.45	99.27	0.7
No. 8		35.10	0.37	99.64	0.4
FONDO		33.60	0.36	100.00	0.0
SUMAS		9398.00	100.0	424.2	

MF = 4.24

ANALISIS GRANULOMETRICO

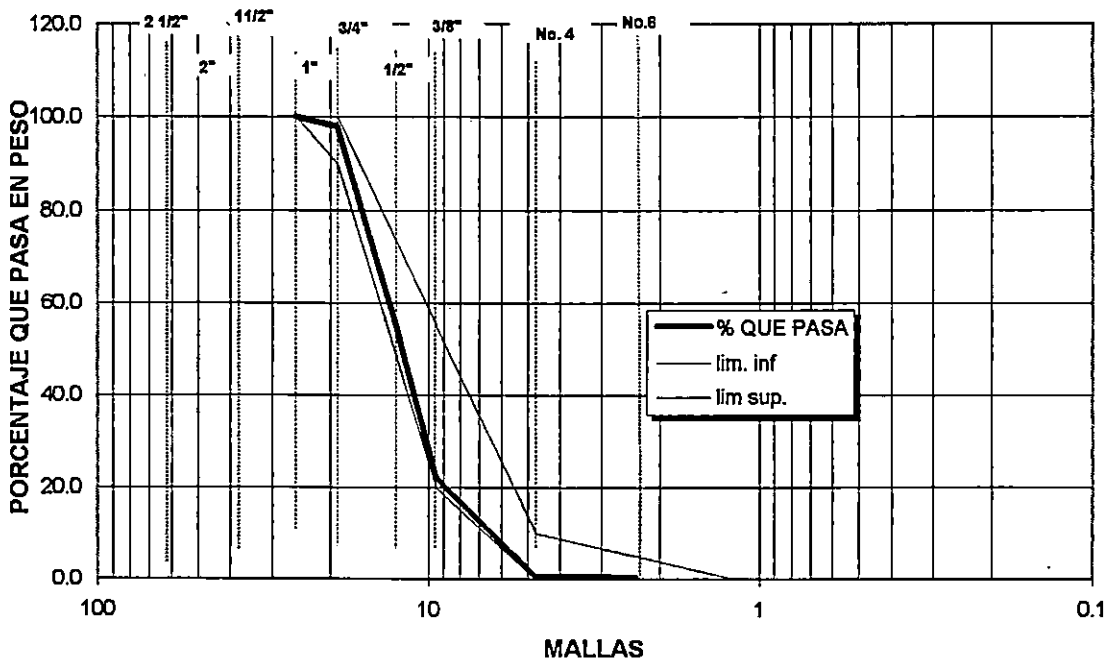


FIGURA N° 4.32

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 11

PESO DE MUESTRA: 9702.2gr
FECHA DE MUESTREO:01/12/97

TABLA N° 4.33

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	510.10	5.26	5.26	94.7
1/2"	12.500	8010.80	82.57	87.82	12.2
3/8"	9.500	1034.10	10.66	98.48	1.5
No. 4	4.750	77.00	0.79	99.28	0.7
No. 8		35.10	0.36	99.64	0.4
FONDO		35.10	0.36	100.00	0.0
SUMAS		9702.20	100.0	490.5	

MF = 4.90

ANALISIS GRANULOMETRICO

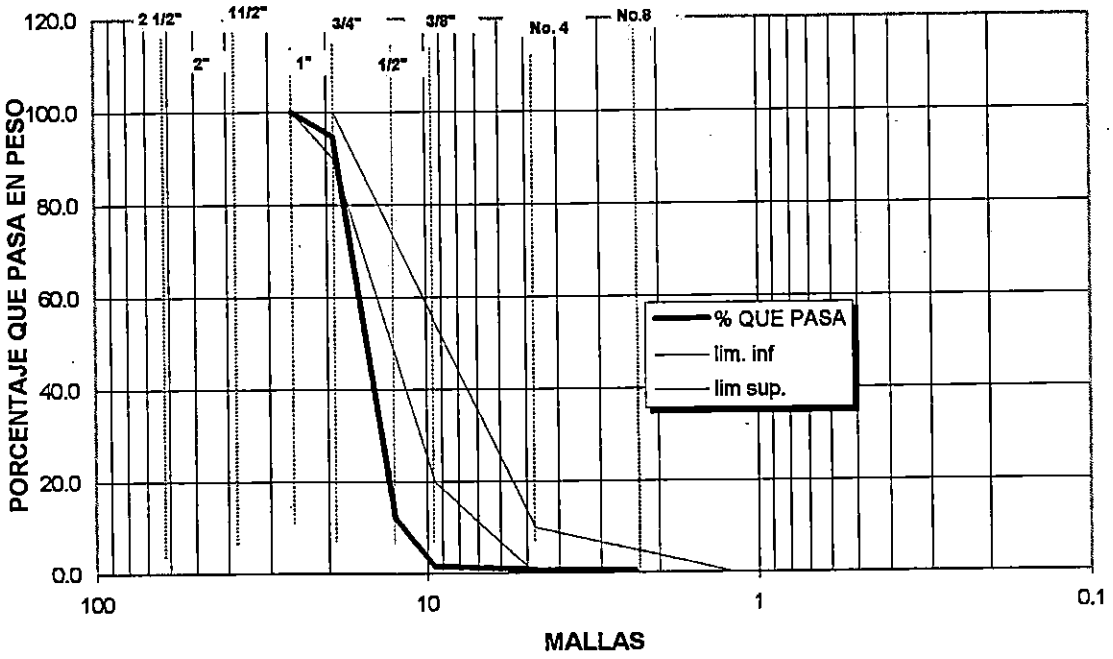


FIGURA N° 4.33

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 12

PESO DE MUESTRA: 9873.3gr
FECHA DE MUESTREO:15/12/97

TABLA N° 4.34

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	336.10	3.40	3.40	96.6
1/2"	12.500	8545.80	86.55	89.96	10.0
3/8"	9.500	878.00	8.89	98.85	1.1
No. 4	4.750	65.00	0.66	99.51	0.5
No. 8		8.40	0.09	99.59	0.4
FONDO		40.00	0.41	100.00	0.0
SUMAS		9873.30	100.0	491.3	

MF = 4.91

ANALISIS GRANULOMETRICO

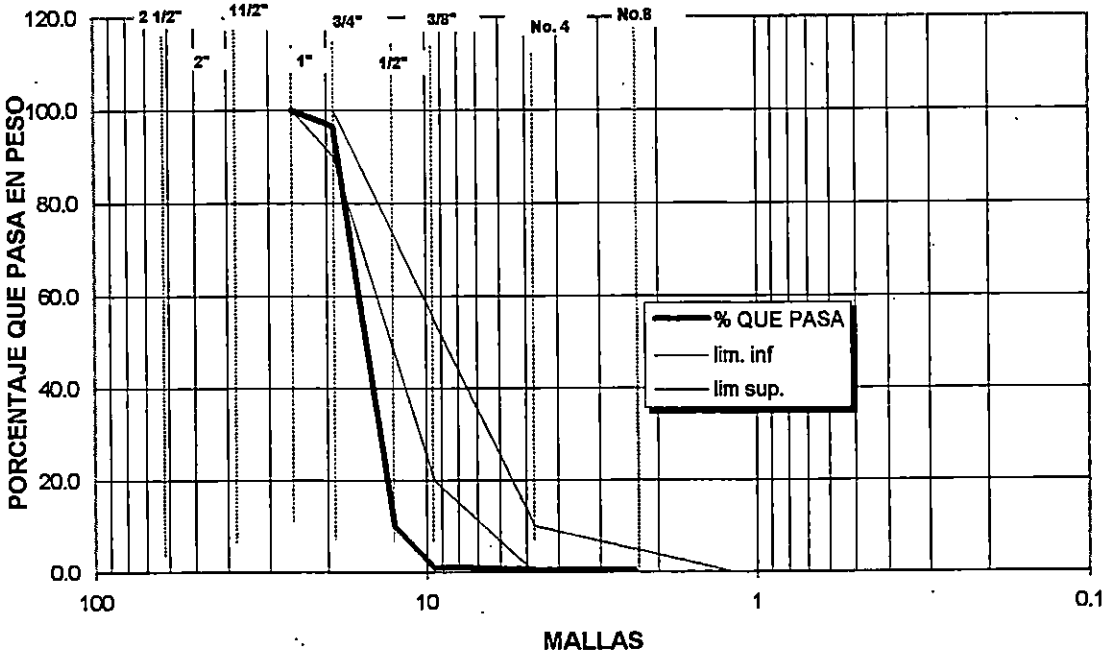


FIGURA N° 4.34

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS DESMENUZABLES EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE ATEOS

TABLA N° 4.35 - a

MES	MUESTRA	PARTICULAS ENTRE	% DE PESO RET. PARC.°	PESO DE LA MUESTRA (gr)	PESO PART. DESM. (gr)	% DESM. POR PART.	DESMEN. PONDER. (%)	% TOTAL DESMEN
JULIO	1	11/2"-3/4"	3.26	*		2.81	0.0916	2.36
		3/4"-3/8"	67.44	2021.1	56.8	2.81	1.8953	
		3/8"-4	26.14	1002.8	14.24	1.42	0.3712	
		PASA LA N°-4	3.16					
		TOTAL	100 [1]					
	2	11/2"-3/4"	1.17	*		1.54	0.0180	1.52
		3/4"-3/8"	82.58	2004	30.9	1.54	1.2733	
		3/8"-4	14.95	999.9	15.3	1.53	0.2288	
		PASA LA N°-4	1.3					
		TOTAL	100 [1]					
AGOSTO	3	11/2"-3/4"	13.65	3122	115.3	3.69	0.5041	5.74
		3/4"-3/8"	62.58	2092.6	104.5	4.99	3.1251	
		3/8"-4	20.54	1000.2	103	10.30	2.1152	
		PASA LA N°-4	3.23					
		TOTAL	100 [1]					
	4	11/2"-3/4"	20.03	3011.7	43.4	1.44	0.2886	3.09
		3/4"-3/8"	77.07	1993.2	71.6	3.59	2.7685	
		3/8"-4	1	*		3.59	0.0359	
		PASA LA N°-4	1.90					
		TOTAL	100 [1]					
SEPTIEMBRE	5	11/2"-3/4"	6.47	3169.8	42.6	1.34	0.0870	1.39
		3/4"-3/8"	89.5	2098.1	29.6	1.41	1.2627	
		3/8"-4	3.02	*		1.41	0.0426	
		PASA LA N°-4	1.01					
		TOTAL	100 [1]					
	6	11/2"-3/4"	3.29	*		1.55	0.0510	1.54
		3/4"-3/8"	93.49	2154.7	33.5	1.55	1.4535	
		3/8"-4	2.07	*		1.55	0.0321	
		PASA LA N°-4	1.15					
		TOTAL	100 [1]					

* La cantidad de estas particulas representa menos del 5% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

TABLA N° 4.35 - b

MES	MUESTRA	PARTICULAS ENTRE	% DE PESO RET. PARC.°	PESO DE LA MUESTRA (gr)	PESO PART. DESM. (gr)	% DESM. POR PART.	DESMEN. PONDER. (%)	% TOTAL DESMEN
OCTUBRE	7	11/2"-3/4"	2.81	*		0.59	0.0166	0.60
		3/4"-3/8"	83.26	2024.7	11.9	0.59	0.4894	
		3/8"-4	12.94	1004.1	7.2	0.72	0.0928	
		PASA LA N°4	0.99					
		TOTAL	100 [1]					
	8	11/2"-3/4"	1.09	*		0.90	0.0098	0.89
		3/4"-3/8"	85.77	2162.2	19.4	0.90	0.7696	
		3/8"-4	12.47	1003..9	12.6	0.90	0.1122	
		PASA LA N°4	0.67					
		TOTAL	100 [1]					
NOVIEMBRE	9	11/2"-3/4"	6.71	3082.1	26.7	0.87	0.0581	0.79
		3/4"-3/8"	92.36	2121	16.7	0.79	0.7272	
		3/8"-4	0.55	*		0.79	0.0043	
		PASA LA N°4	0.38					
		TOTAL	100 [1]					
	10	11/2"-3/4"	2.03	*		0.41	0.0083	0.40
		3/4"-3/8"	75.79	2013.2	8.3	0.41	0.3125	
		3/8"-4	21.45	1003.4	3.6	0.36	0.0770	
		PASA LA N°4	0.73					
		TOTAL	100 [1]					
DICIEMBRE	11	11/2"-3/4"	5.26	3125	12.8	0.41	0.0215	0.94
		3/4"-3/8"	93.23	2005.8	19.6	0.98	0.9110	
		3/8"-4	0.79	*		0.98	0.0077	
		PASA LA N°4	0.72					
		TOTAL	100 [1]					
	12	11/2"-3/4"	3.4	*		0.32	0.0109	0.32
		3/4"-3/8"	95.44	2030.1	6.5	0.32	0.3056	
		3/8"-4	0.66	*		0.32	0.0021	
		PASA LA N°4	0.5					
		TOTAL	100 [1]					

* La cantidad de estas particulas representa menos del 5% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS DESMENUZABLES EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE ATEOS

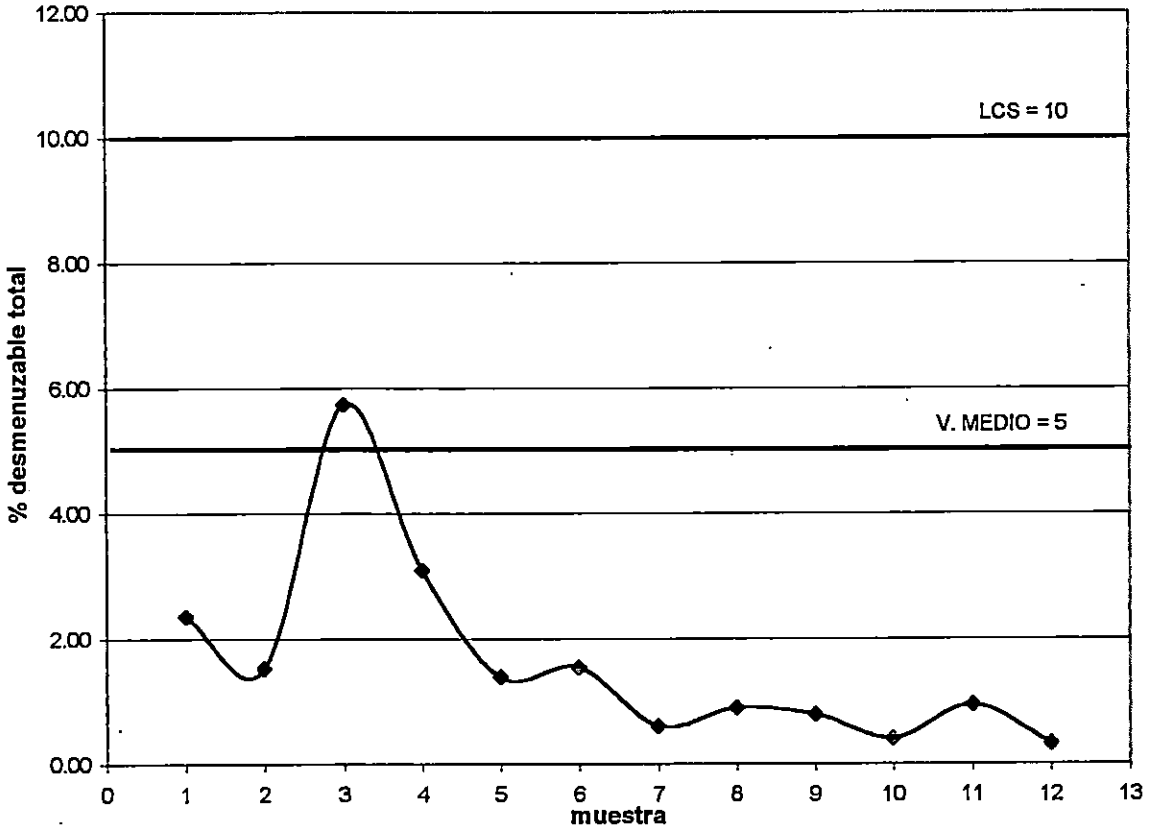


FIGURA N° 4.35

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS PLANAS Y ALARGADAS EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE ATEOS

TABLA N° 4.36 - a

MES	MUESTRA	TAMAÑO DE PARTICULA	% DE PESO RETENI. PARCI.[1] (gr)	PESO DE 100 PART. (gr)	PESO PLANAS (gr)	% DE PLANAS	PESO ALARG. (gr)	% DE ALARG.	PLANAS PONDERA. (%)	% TOTAL PLANAS	ALARG. PONDERA. (%)	% TOTAL ALARG. (%)
JULIO	1	1"										
		3/4"	3.26	*		5.81		2.33	0.1894	5.48	0.0760	1.31
		1/2"	48.76	627.90	36.50	5.81	14.60	2.33	2.8344		1.1338	
		3/8"	18.68	497.20	65.30	13.13	2.60	0.52	2.4533		0.0977	
		PASA LA 3/8"	29.3[1]									
		TOTAL	100[1]									
	2	1"										
		3/4"	1.17	*		4.70		0.00	0.0550	4.43	0.0000	0.00
		1/2"	61.55	701.50	33.00	4.70	0.00	0.00	2.8954		0.0000	
		3/8"	21.03	313.00	22.00	7.03	0.00	0.00	1.4781		0.0000	
		PASA LA 3/8"	16.25[1]									
		TOTAL	100[1]									
AGOSTO	3	1"										
		3/4"	13.65	1422.30	52.40	3.68	0.00	0.00	0.5029	4.79	0.0000	0.00
		1/2"	48.53	592.60	42.00	7.09	0.00	0.00	3.4395		0.0000	
		3/8"	14.05	336.80	20.40	6.06	0.00	0.00	0.8510		0.0000	
		PASA LA 3/8"	23.77[1]									
		TOTAL	100[1]									
	4	1"										
		3/4"	20.03	1013.00	43.90	4.33	0.00	0.00	0.8680	4.94	0.0000	0.12
		1/2"	60.43	683.30	30.10	4.41	0.00	0.00	2.6620		0.0000	
		3/8"	16.64	402.00	34.00	8.46	2.80	0.70	1.4074		0.1159	
		PASA LA 3/8"	2.9[1]									
		TOTAL	100[1]									
SEPTIEMBRE	5	1"										
		3/4"	6.47	*		1.46		0.00	0.0945	1.91	0.0000	0.05
		1/2"	73.28	781.30	11.40	1.46	0.00	0.00	1.0692		0.0000	
		3/8"	16.22	497.30	22.80	4.58	1.50	0.30	0.7436		0.0489	
		PASA LA 3/8"	4.03[1]									
		TOTAL	100[1]									
	6	1"										
		3/4"	3.29	*		4.52		0.00	0.1487	4.39	0.0000	0.18
		1/2"	78.73	601.50	27.20	4.52	0.00	0.00	3.5602		0.0000	
		3/8"	14.76	384.00	17.60	4.58	4.70	1.22	0.6765		0.1807	
		PASA LA 3/8"	3.22[1]									
		TOTAL	100[1]									

* La cantidad de estas particulas representa menos del 10% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

TABLA N° 4.36 - b

MES	MUESTRA	TAMAÑO DE PARTICULA	% DE PESO RETENI. PARCI.[1] (gr)	PESO DE 100 PART. (gr)	PESO PLANAS (gr)	% DE PLANAS	PESO ALARG. (gr)	% DE ALARG.	PLANAS PONDERA. (%)	% TOTAL PLANAS	ALARG. PONDERA. (%)	% TOTAL ALARG. (%)
OCTUBRE	7	1"										
		3/4"	2.81	*		2.87		0.00	0.0806	3.65	0.0000	0.00
		1/2"	60.56	560.40	16.10	2.87	0.00	0.00	1.7399		0.0000	
		3/8"	22.7	204.80	16.50	8.06	0.00	0.00	1.8289		0.0000	
		PASA LA 3/8"	13.93 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
	8	1"										
		3/4"	1.09	*		3.57		1.30	0.0389	3.18	0.0142	0.80
		1/2"	60.8	593.10	21.20	3.57	7.70	1.30	2.1733		0.7893	
		3/8"	24.97	217.80	8.40	3.86	0.00	0.00	0.9630		0.0000	
		PASA LA 3/8"	13.13 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
NOVIEMBRE	9	1"										
		3/4"	6.71	*		4.30		0.00	0.2885	4.26	0.0000	0.00
		1/2"	85.68	704.70	30.30	4.30	0.00	0.00	3.6840		0.0000	
		3/8"	6.68	*		4.30		0.00	0.2872		0.0000	
		PASA LA 3/8"	0.93 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
	10	1"										
		3/4"	2.03	*		1.38		0.00	0.0280	1.32	0.0000	0.00
		1/2"	43.39	573.70	7.90	1.38	0.00	0.00	0.5975		0.0000	
		3/8"	32.4	218.50	4.70	2.15	0.00	0.00	0.6969		0.0000	
		PASA LA 3/8"	22.18 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
DICIEMBRE	11	1"										
		3/4"	5.26	*		3.85		0.00	0.2025	3.87	0.0000	0.00
		1/2"	82.57	527.70	20.30	3.85	0.00	0.00	3.1764		0.0000	
		3/8"	10.66	257.10	11.90	4.63	0.00	0.00	0.4934		0.0000	
		PASA LA 3/8"	1.51 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
	12	1"										
		3/4"	3.4	*		1.49		0.00	0.0507	1.47	0.0000	0.00
		1/2"	86.55	497.20	7.40	1.49	0.00	0.00	1.2882		0.0000	
		3/8"	8.89	*		1.49		0.00	0.1325		0.0000	
		PASA LA 3/8"	1.16 [1]									
		TOTAL	100 [1]									

* La cantidad de estas particulas representa menos del 10% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTÍCULAS PLANAS Y ALARGADAS EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE ATEOS

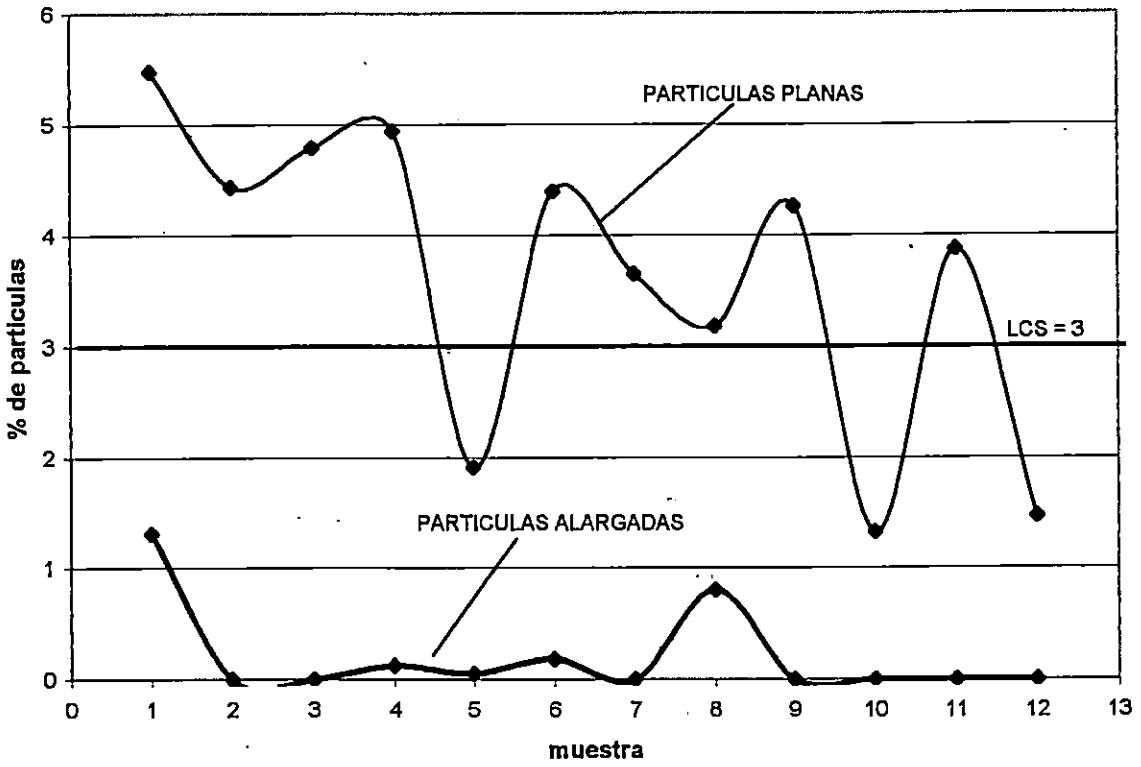


FIGURA N° 4.36

4.4 TABLAS Y GRAFICOS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LA GRAVA N° 1 DE LA MINA DE ARAMUACA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
SANIDAD EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA

TABLA N° 4.37

PERIODO	MUESTRA	PARTICULAS ENTRE	% DE PESO RETENIDO PARC.°	PESO INICIAL (gr)	PERD. DESPUES DEL ENSAYO (gr)	% DE PERDIDA (%)	PERDIDA PONDERADA (%)	PERDIDA TOTAL (%)
15/07/97	2	11/2" - 1"	12.18	1014.60	15.90	1.57	0.1909	3.30
		1" - 3/4"	44.22	502.80	19.40	3.86	1.7062	
		3/4" - 1/2"	35.57	669.00	17.10	2.56	0.9092	
		1/2" - 3/8"	5.73	331.00	27.37	8.27	0.4738	
		3/8" - 4	0.27	*		8.27	0.0223	
		PASA LA # 4	2.03 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
01/09/97	5	1" - 3/4"	19.64	501.60	39.20	7.81	1.5349	5.33
		3/4" - 1/2"	60.10	673.30	19.90	2.96	1.7763	
		1/2" - 3/8"	13.33	332.00	39.10	11.78	1.5699	
		3/8" - 4	3.77	*		11.78	0.4441	
		PASA LA # 4	3.16 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
01/11/97	9	11/2" - 1"	0.25	*		7.34	0.0184	7.84
		1" - 3/4"	37.96	488.00	35.80	7.34	2.7848	
		3/4" - 1/2"	50.71	657.90	48.60	7.39	3.7460	
		1/2" - 3/8"	6.22	318.00	59.40	18.68	1.1618	
		3/8" - 4	0.70	*		18.68	0.1308	
		PASA LA # 4	4.16 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
15/12/97	12	11/2" - 1"	2.87	*		7.62	0.2187	7.38
		1" - 3/4"	43.02	510.30	38.90	7.62	3.2794	
		3/4" - 1/2"	46.34	663.00	50.82	7.67	3.5520	
		1/2" - 3/8"	4.01	*		7.67	0.3076	
		3/8" - 4	0.32	*		7.67	0.0245	
		PASA LA # 4	3.44 [1]					
		TOTAL	100 [1]					

* La cantidad de estas particulas representa menos del 10% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
SANIDAD EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA

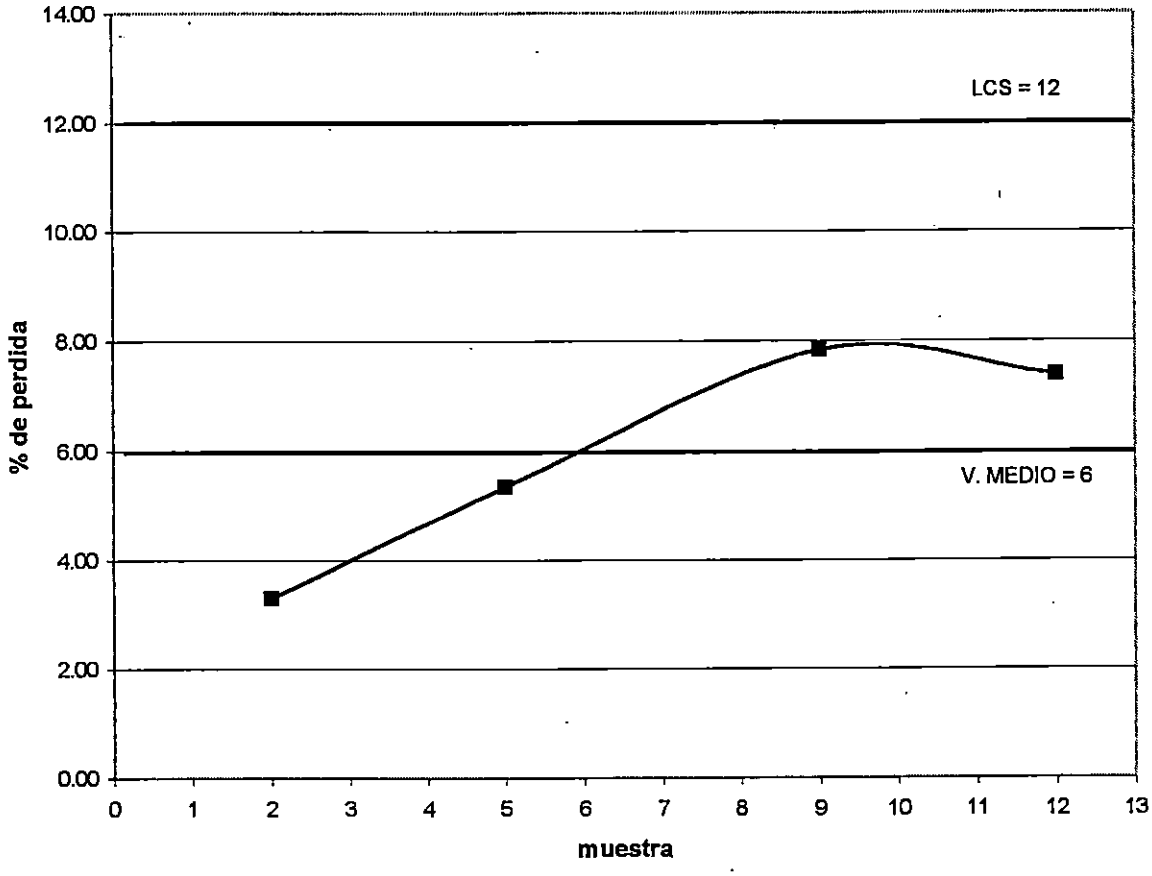


FIGURA N° 4.37

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRAVEDAD ESPECIFICA EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA MINA DE ARAMUACA

TABLA N° 4.38

MES	MUESTRA	PESO SSS (gr)	PESO SUMERG. (gr)	PESO SECO (gr)	ABSORCION (%)	G.E. bulk (SSS)	G.E. APARENTE
JUL	1	4610.9	2816	4538	1.61	2.57	2.64
	2	4325	2665	4241.5	1.97	2.61	2.69
AGO	3	3930.1	2388	3814.9	3.02	2.55	2.67
	4	4317.1	2603.5	4197.9	2.84	2.52	2.63
SEP	5	4140	2515	4020	2.99	2.55	2.67
	6	4136	2513	4042.1	2.32	2.55	2.64
OCT	7	5331.1	3268.5	5230.9	1.92	2.58	2.67
	8	4071.1	2485	3978.9	2.32	2.57	2.66
NOV	9	3973	2420	3895.6	1.99	2.56	2.64
	10	4115.2	2528.6	4036.3	1.95	2.59	2.68
DIC	11	4201.9	2555.1	4112.7	2.17	2.55	2.64
	12	4399.6	2652	4296.7	2.39	2.52	2.61

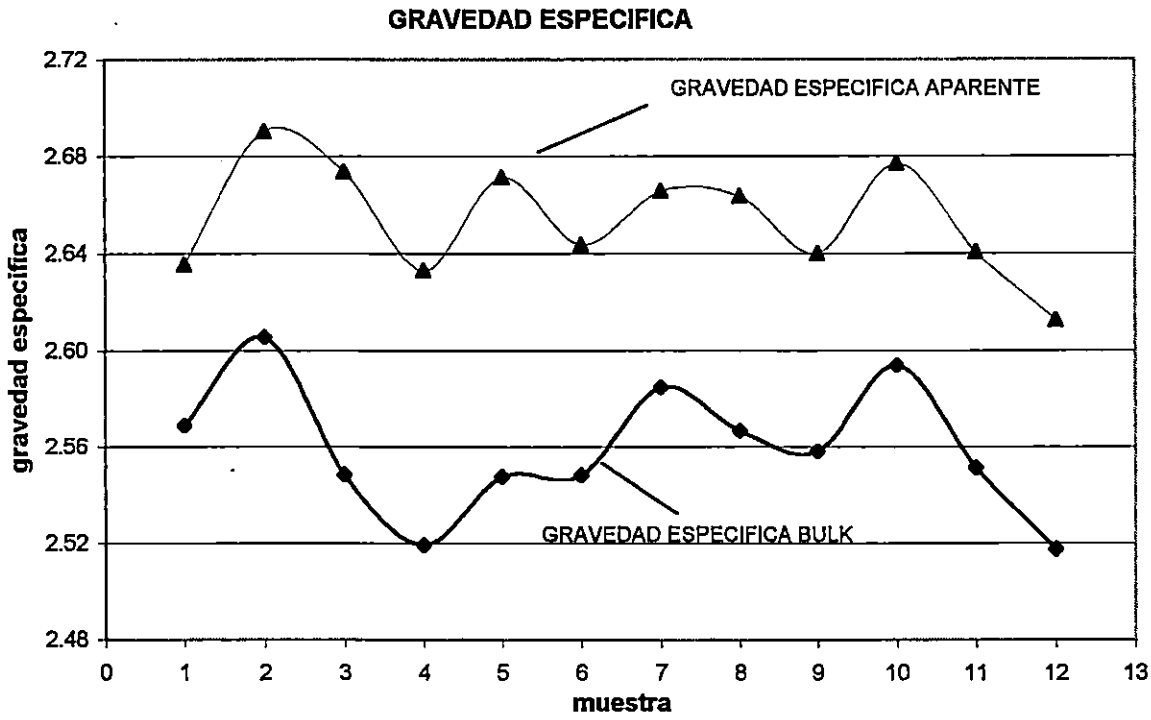


FIGURA N° 4.38

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRAVEDAD ESPECIFICA EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA MINA DE ARAMUACA

TABLA N° 4.39

MES	MUESTRA	PESO SSS (gr)	PESO SUMERG. (gr)	PESO SECO (gr)	ABSORCION (%)	G.E. bulk (SSS)	G.E. APARENTE
JUL	1	4610.9	2816	4538	1.61	2.57	2.64
	2	4325	2665	4241.5	1.97	2.61	2.69
AGO	3	3930.1	2388	3814.9	3.02	2.55	2.67
	4	4317.1	2603.5	4197.9	2.84	2.52	2.63
SEP	5	4140	2515	4020	2.99	2.55	2.67
	6	4136	2513	4042.1	2.32	2.55	2.64
OCT	7	5331.1	3268.5	5230.9	1.92	2.58	2.67
	8	4071.1	2485	3978.9	2.32	2.57	2.66
NOV	9	3973	2420	3895.6	1.99	2.56	2.64
	10	4115.2	2528.6	4036.3	1.95	2.59	2.68
DIC	11	4201.9	2555.1	4112.7	2.17	2.55	2.64
	12	4399.6	2652	4296.7	2.39	2.52	2.61

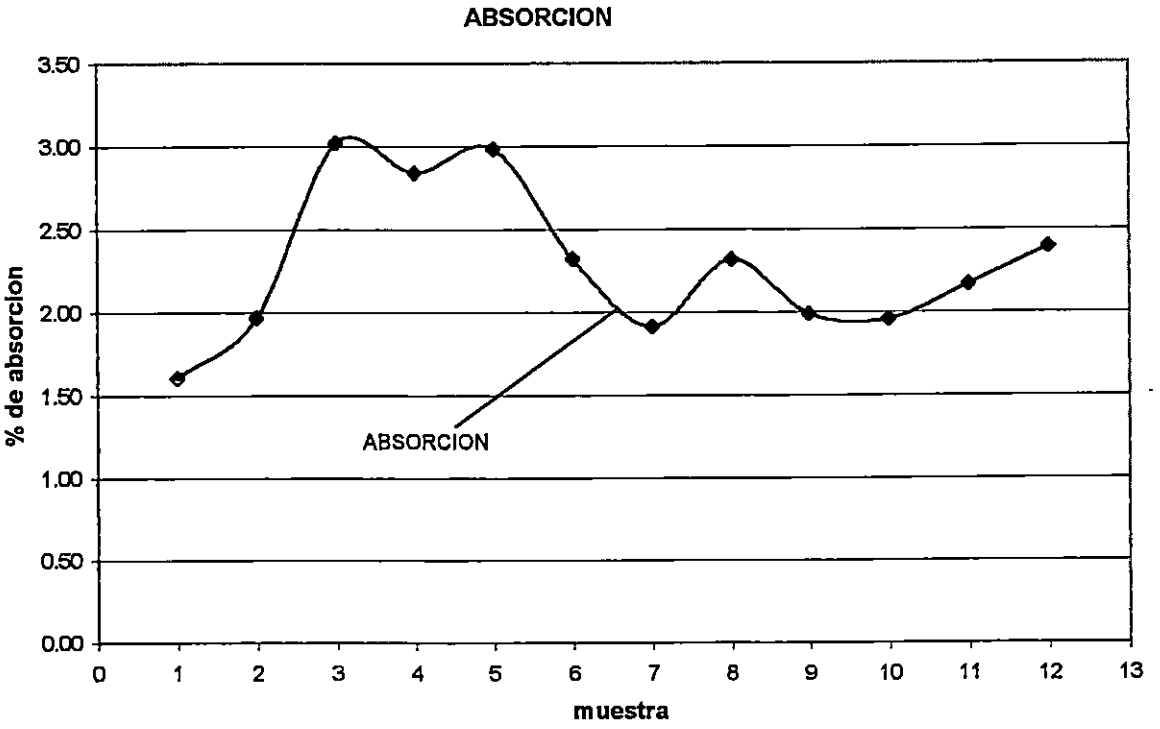


FIGURA N° 4.39

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
RESISTENCIA A LA DEGRADACION POR IMPACTO EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA

TABLA N° 4.40

MES	MUESTRA	PESO INICIAL 1" (gr)	PESO INICIAL 3/4" (gr)	PESO INICIAL 1/2" (gr)	PESO INICIAL 3/8" (gr)	PESO FINAL (gr)	% DE DESGASTE
JUL	1	1253.3	1254.1	1251.3	1252.5	3695.3	26.26
	2	1250	1250	1250	1250	3648	27.04
AGO	3			2503.9	2505.9	3757.5	25.00
	4			2509.5	2506.1	3826.1	23.72
SEP	5			2500	2507.3	3860.5	22.90
	6			2507.7	2500.1	3808.2	23.95
OCT	7			2500.1	2500.3	3737.3	25.26
	8			2507.3	2501.4	3685.9	26.41
NOV	9			2501.2	2507.1	3701.1	26.10
	10			2507.3	2498.1	3684	26.40
DIC	11			2501.1	2503.2	3668.2	26.70
	12			2500.4	2501	3660.6	26.81

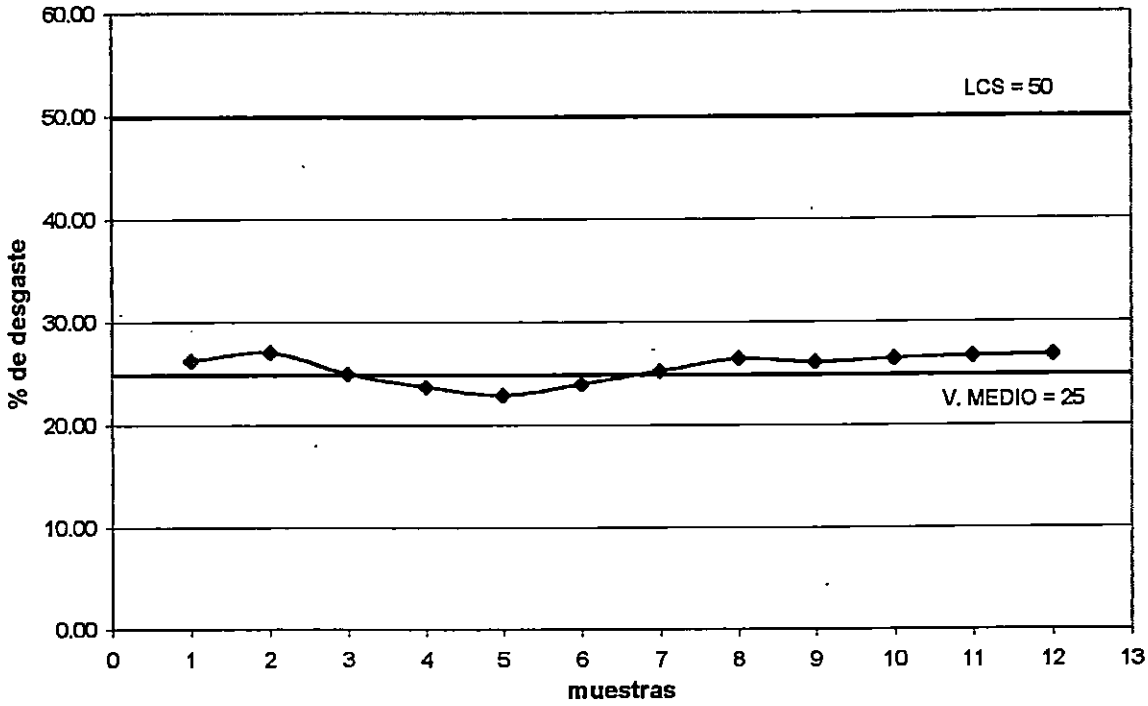


FIGURA N° 4.40

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 1

PESO DE MUESTRA: 8828.3gr
FECHA DE MUESTREO: 01/07/97

TABLA N° 4.41

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	1562.70	17.70	17.70	82.3
3/4"	19.000	4186.70	47.42	65.12	34.9
1/2"	12.500	2357.70	26.71	91.83	8.2
3/8"	9.500	419.90	4.76	96.59	3.4
No. 4	4.750	40.70	0.46	97.05	3.0
No. 8		4.30	0.05	97.10	2.9
FONDO		256.30	2.90	100.00	0.0
SUMAS		8828.30	100.0	565.4	

MF = 5.65

ANALISIS GRANULOMETRICO

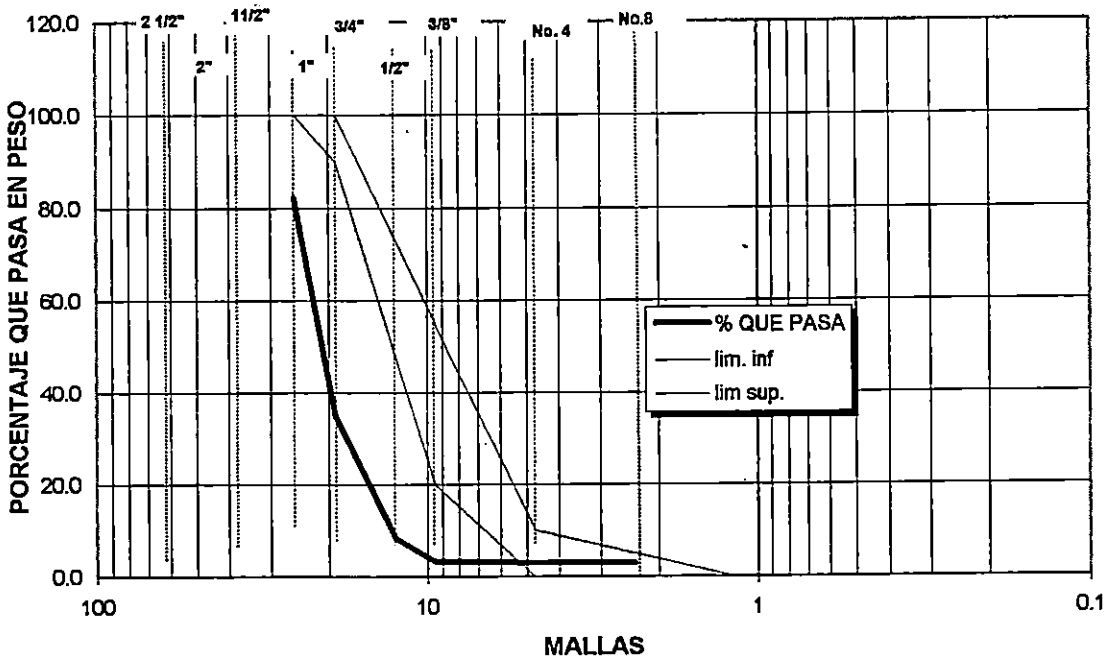


FIGURA N° 4.41

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 2

PESO DE MUESTRA: 11091.6gr
FECHA DE MUESTREO: 15/07/97

TABLA N° 4.42

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	1351.00	12.18	12.18	87.8
3/4"	19.000	4905.00	44.22	56.40	43.6
1/2"	12.500	3945.00	35.57	91.97	8.0
3/8"	9.500	635.00	5.73	97.70	2.3
No. 4	4.750	30.40	0.27	97.97	2.0
No. 8		15.10	0.14	98.11	1.9
FONDO		210.10	1.89	100.00	0.0
SUMAS		11091.60	100.0	554.3	

MF = 5.54

ANALISIS GRANULOMETRICO

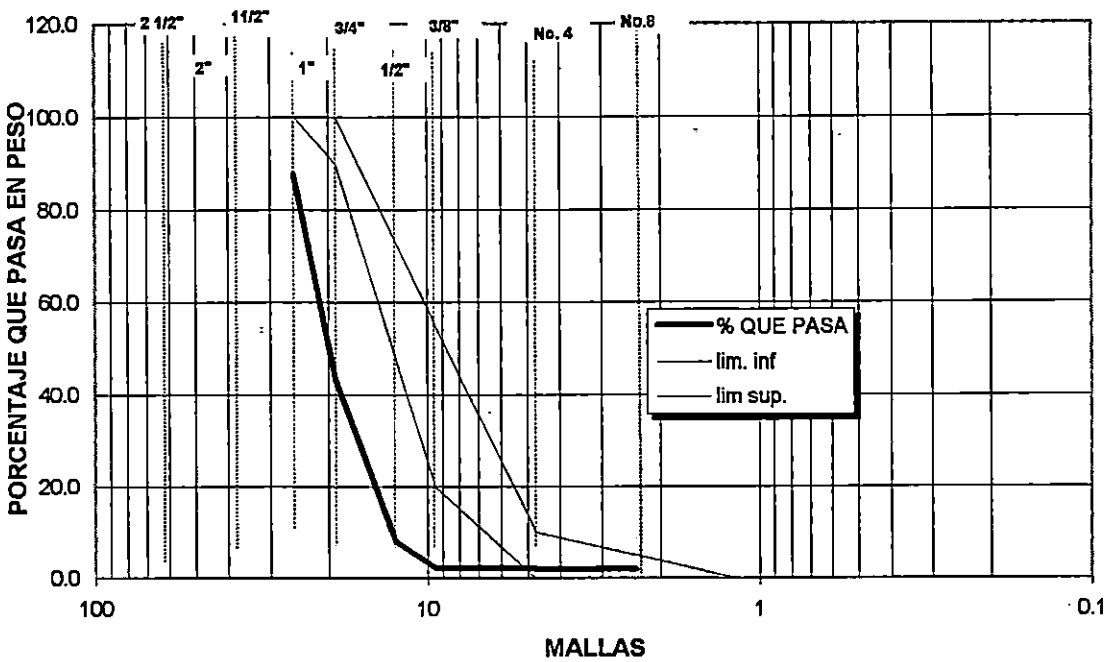


FIGURA N° 4.42

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 3

PESO DE MUESTRA: 10858.0gr
FECHA DE MUESTREO: 01/08/97

TABLA N° 4.43

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	407.10	3.75	3.75	96.3
3/4"	19.000	2087.40	19.22	22.97	77.0
1/2"	12.500	4640.80	42.74	65.71	34.3
3/8"	9.500	2844.40	26.20	91.91	8.1
No. 4	4.750	482.20	4.44	96.35	3.6
No. 8		17.90	0.16	96.52	3.5
FONDO		378.20	3.48	100.00	0.0
SUMAS		10858.00	100.0	477.2	

MF = 4.77

ANALISIS GRANULOMETRICO

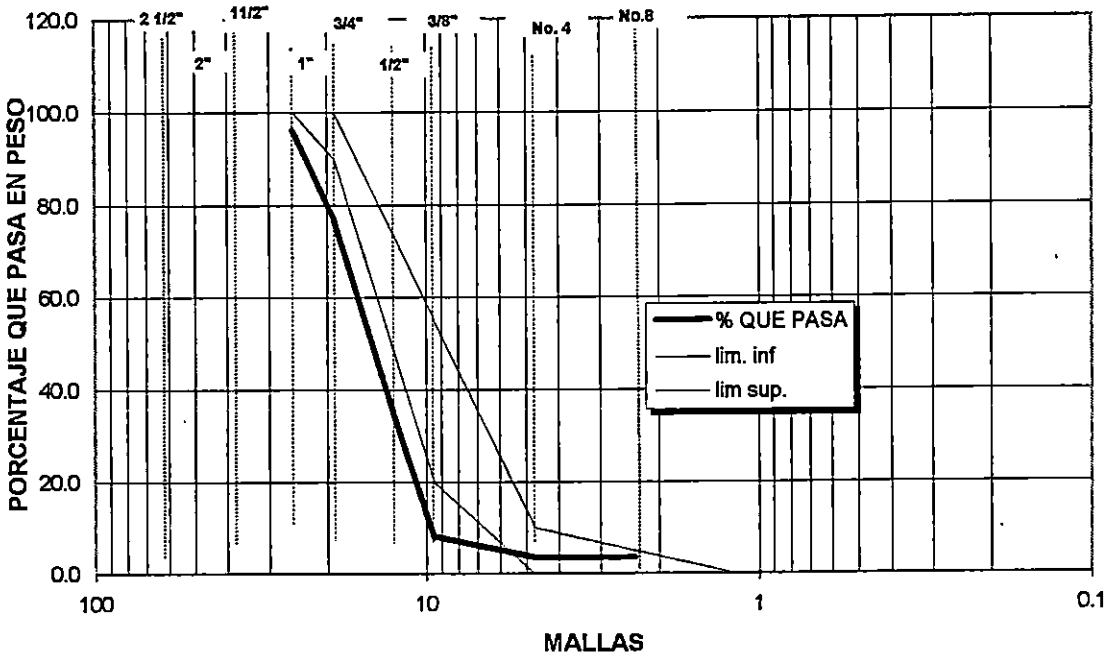


FIGURA N° 4.43

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 4

PESO DE MUESTRA: 10331.4gr
FECHA DE MUESTREO: 15/08/97

TABLA N° 4.44

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	430.00	4.16	4.16	95.8
3/4"	19.000	2235.60	21.64	25.80	74.2
1/2"	12.500	4177.00	40.43	66.23	33.8
3/8"	9.500	2530.60	24.49	90.73	9.3
No. 4	4.750	648.30	6.28	97.00	3.0
No. 8		8.70	0.08	97.08	2.9
FONDO		301.20	2.92	100.00	0.0
SUMAS		10331.40	100.0	481.0	

MF = 4.81

ANALISIS GRANULOMETRICO

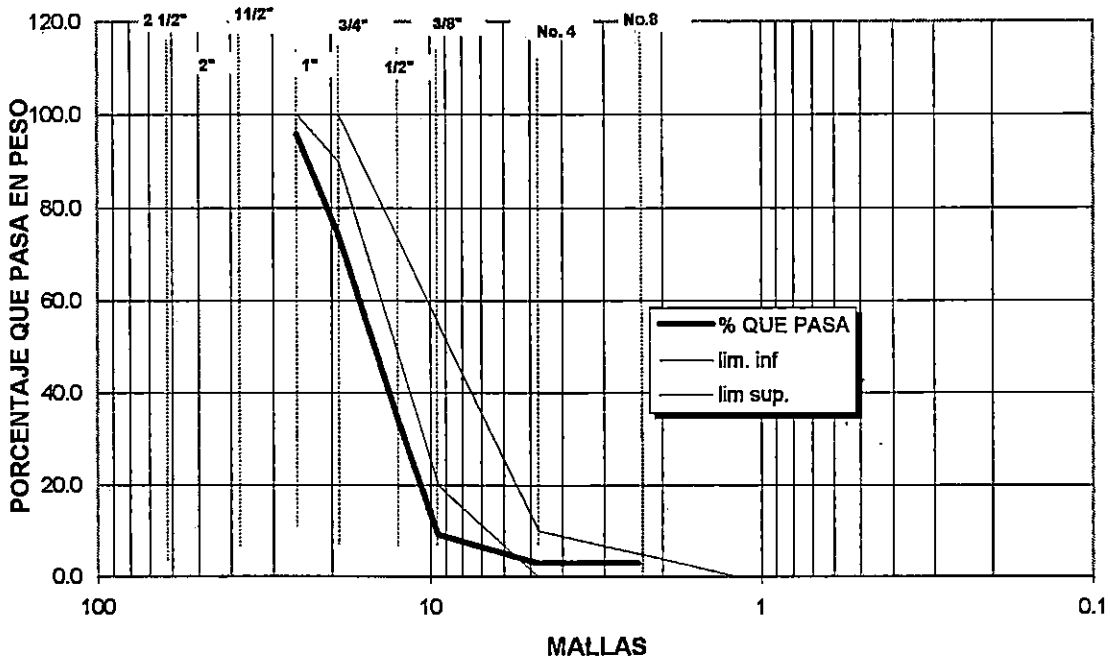


FIGURA N° 4.44

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 5

PESO DE MUESTRA: 10466.4gr
FECHA DE MUESTREO: 01/09/97.

TABLA N° 4.45

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	2055.30	19.64	19.64	80.4
1/2"	12.500	6290.00	60.10	79.73	20.3
3/8"	9.500	1395.00	13.33	93.06	6.9
No. 4	4.750	395.00	3.77	96.84	3.2
No. 8		48.00	0.46	97.30	2.7
FONDO		283.10	2.70	100.00	0.0
SUMAS		10466.40	100.0	486.6	

MF = 4.87

ANALISIS GRANULOMETRICO

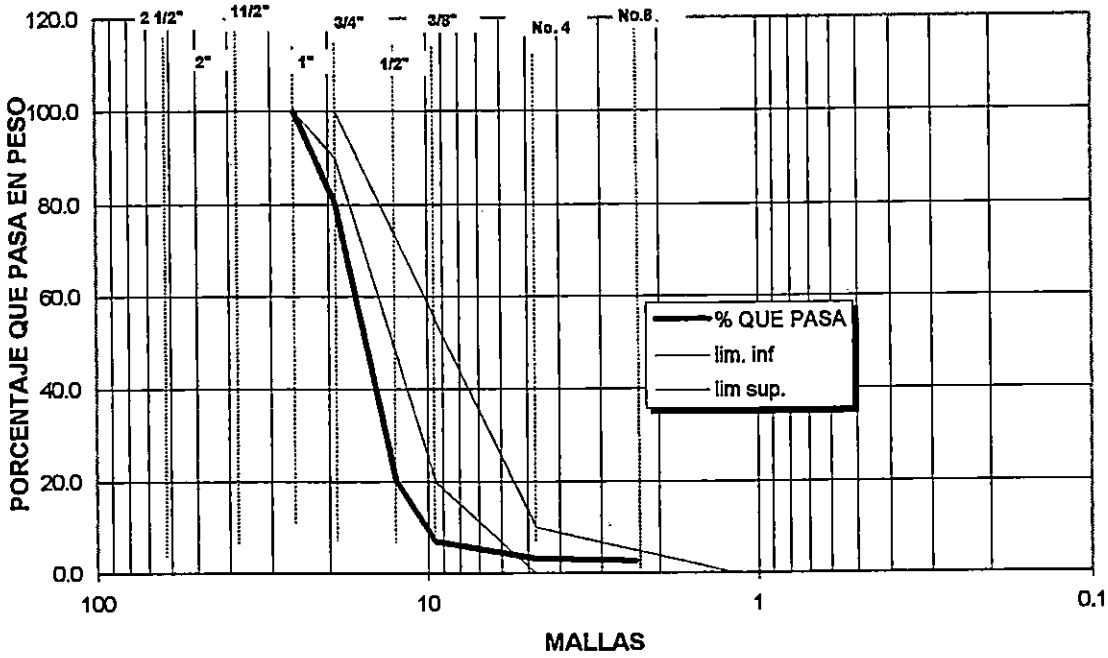


FIGURA N° 4.45

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 6

PESO DE MUESTRA: 9060.4gr
FECHA DE MUESTREO: 15/09/97

TABLA N° 4.46

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	55.20	0.61	0.61	99.4
3/4"	19.000	1868.70	20.62	21.23	78.8
1/2"	12.500	4841.40	53.43	74.67	25.3
3/8"	9.500	1517.70	16.75	91.42	8.6
No. 4	4.750	420.10	4.64	96.06	3.9
No. 8		46.80	0.52	96.57	3.4
FONDO		310.50	3.43	100.00	0.0
SUMAS		9060.40	100.0	480.6	

MF = 4.81

ANALISIS GRANULOMETRICO

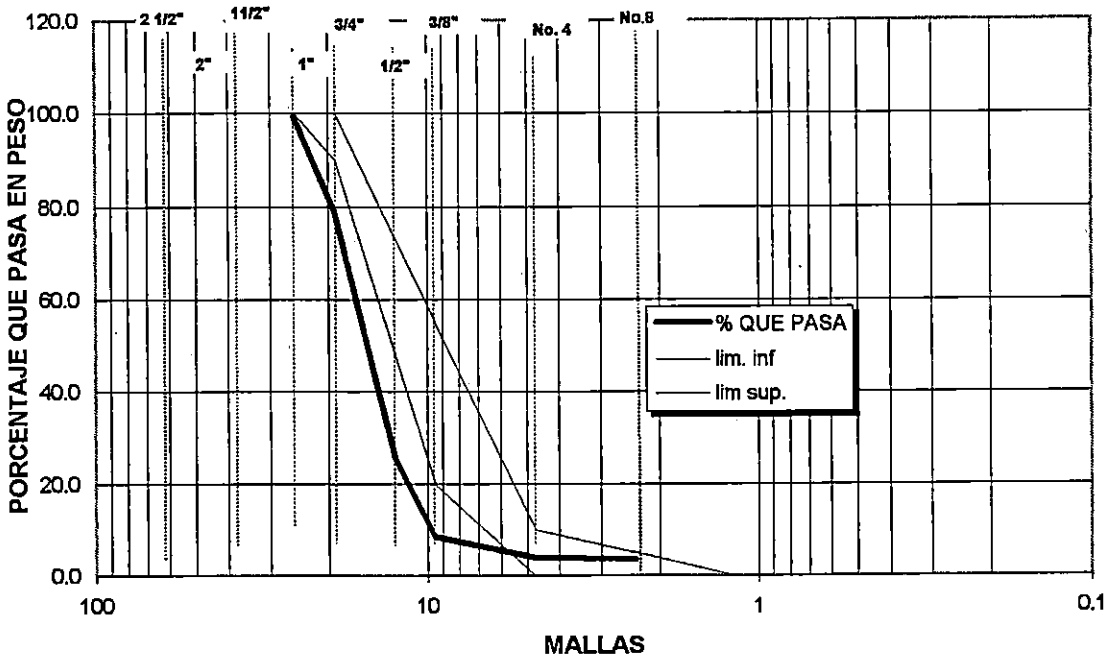


FIGURA N° 4.46

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 7

PESO DE MUESTRA: 10941.3gr
FECHA DE MUESTREO: 01/10/97

TABLA N° 4.47

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	117.50	1.12	1.12	98.9
3/4"	19.000	4213.80	40.16	41.28	58.7
1/2"	12.500	5423.80	51.70	92.98	7.0
3/8"	9.500	230.10	2.19	95.18	4.8
No. 4	4.750	69.50	0.66	95.84	4.2
No. 8		36.50	0.35	96.19	3.8
FONDO		400.10	3.81	100.00	0.0
SUMAS		10491.30	100.0	522.6	

MF = 5.23

ANALISIS GRANULOMETRICO

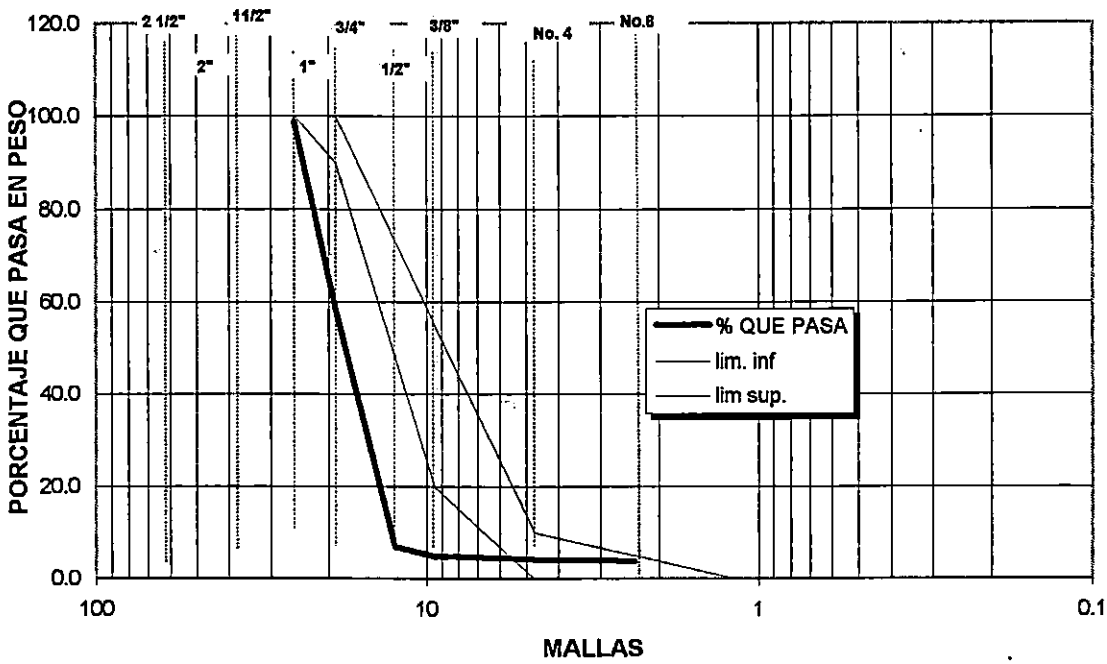


FIGURA N° 4.47

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 8

PESO DE MUESTRA: 10902.4gr
FECHA DE MUESTREO: 15/10/97

TABLA N° 4.48

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	98.60	0.90	0.90	99.1
3/4"	19.000	4994.00	45.81	46.71	53.3
1/2"	12.500	5303.00	48.64	95.35	4.6
3/8"	9.500	200.90	1.84	97.19	2.8
No. 4	4.750	29.60	0.27	97.47	2.5
No. 8		23.70	0.22	97.68	2.3
FONDO		252.60	2.32	100.00	0.0
SUMAS		10902.40	100.0	535.3	

MF = 5.35

ANALISIS GRANULOMETRICO

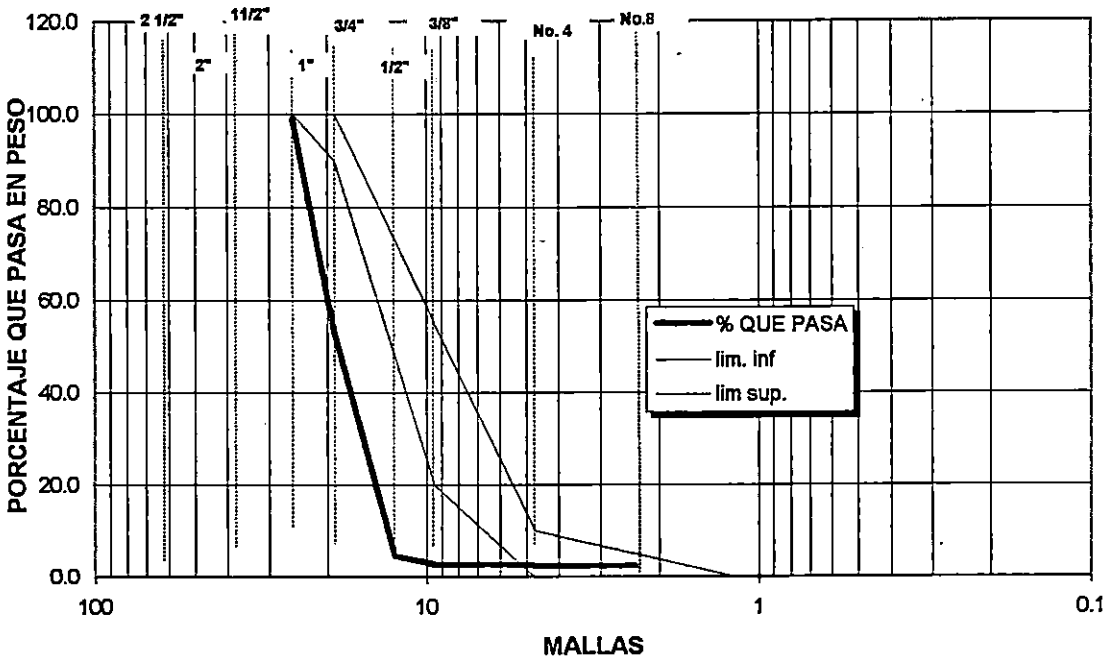


FIGURA N° 4.48

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 9

PESO DE MUESTRA: 10659.0gr
FECHA DE MUESTREO: 01/11/97

TABLA N° 4.49

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	26.40	0.25	0.25	99.8
3/4"	19.000	4045.80	37.96	38.20	61.8
1/2"	12.500	5405.00	50.71	88.91	11.1
3/8"	9.500	662.80	6.22	95.13	4.9
No. 4	4.750	75.00	0.70	95.83	4.2
No. 8		21.80	0.20	96.04	4.0
FONDO		422.20	3.96	100.00	0.0
SUMAS		10659.00	100.0	514.4	

MF = 5.14

ANALISIS GRANULOMETRICO

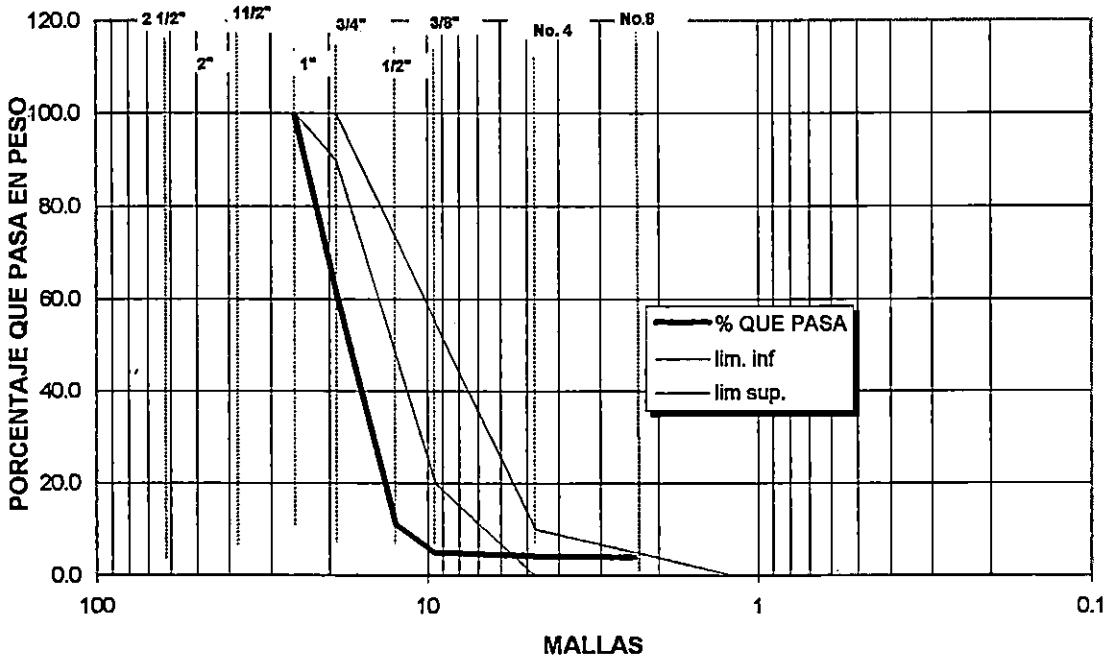


FIGURA N° 4.49

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 10

PESO DE MUESTRA: 10828.3gr
FECHA DE MUESTREO: 15/11/97

TABLA N° 4.50

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	49.80	0.46	0.46	99.5
3/4"	19.000	4050.90	37.41	37.87	62.1
1/2"	12.500	5695.10	52.59	90.46	9.5
3/8"	9.500	542.80	5.01	95.48	4.5
No. 4	4.750	84.80	0.78	96.26	3.7
No. 8		18.20	0.17	96.43	3.6
FONDO		386.70	3.57	100.00	0.0
SUMAS		10828.30	100.0	517.0	

MF = 5.17

ANALISIS GRANULOMETRICO

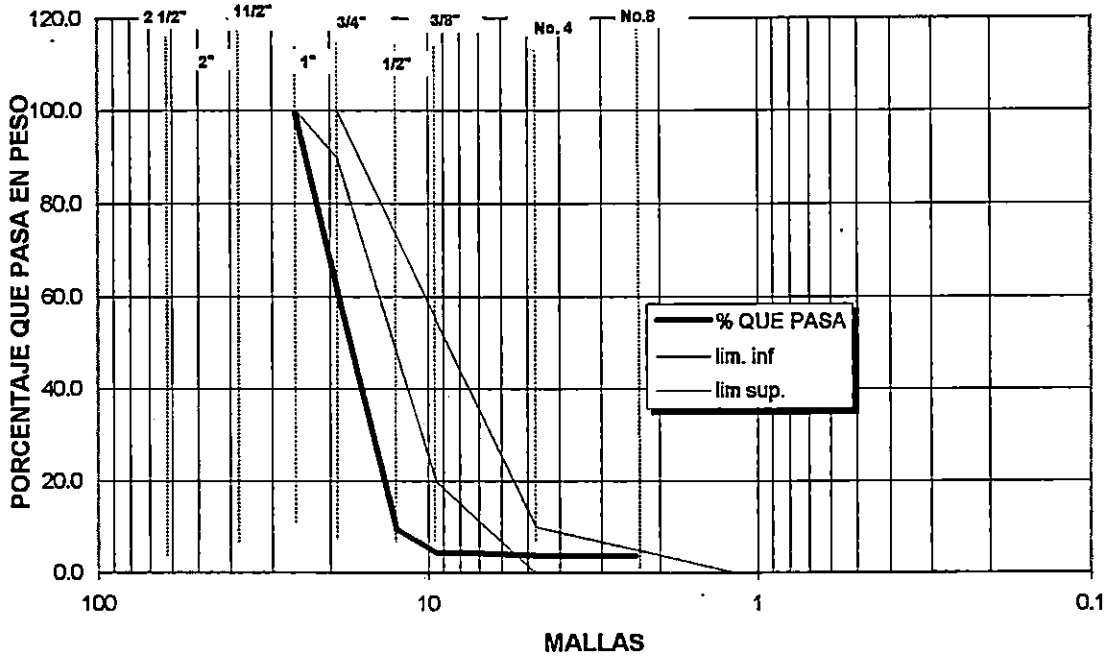


FIGURA N° 4.50

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 11

PESO DE MUESTRA: 10484.5gr
FECHA DE MUESTREO: 01/12/97

TABLA N° 4.51

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	102.50	0.98	0.98	99.0
3/4"	19.000	4333.20	41.33	42.31	57.7
1/2"	12.500	5021.20	47.89	90.20	9.8
3/8"	9.500	507.40	4.84	95.04	5.0
No. 4	4.750	179.50	1.71	96.75	3.2
No. 8		30.50	0.29	97.04	3.0
FONDO		310.20	2.96	100.00	0.0
SUMAS		10484.50	100.0	522.3	

MF = 5.22

ANALISIS GRANULOMETRICO

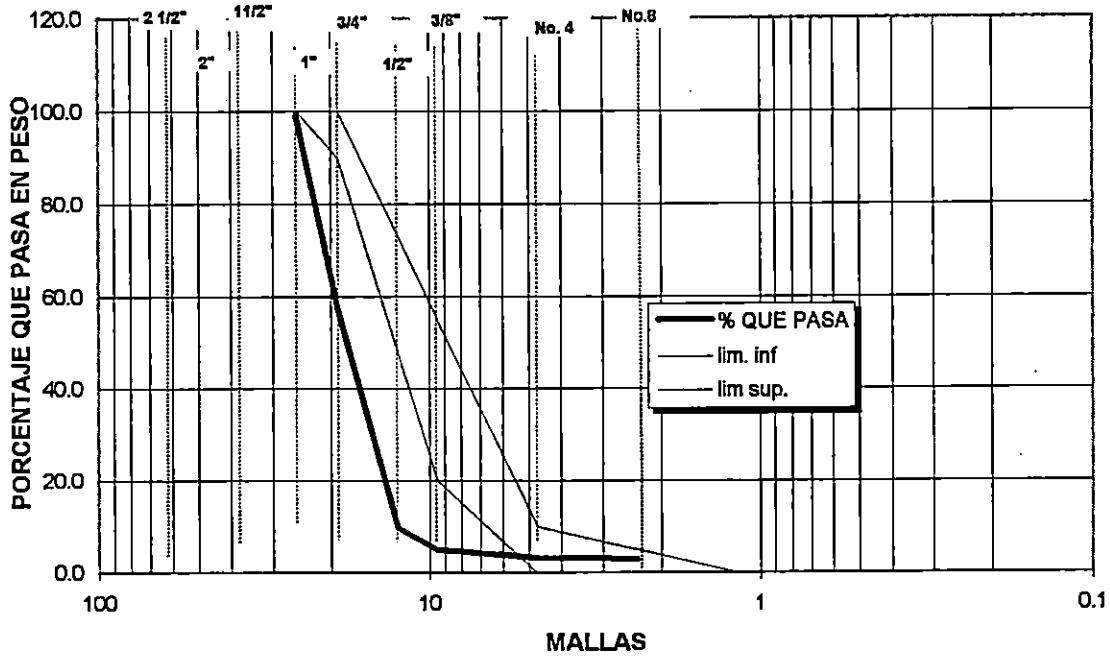


FIGURA N° 4.51

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 12

PESO DE MUESTRA: 10276.1gr
FECHA DE MUESTREO: 15/12/97

TABLA N° 4.52

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 - 1/2"	38.100				
1"	25.400	295.20	2.87	2.87	97.1
3/4"	19.000	4420.60	43.02	45.89	54.1
1/2"	12.500	4761.60	46.34	92.23	7.8
3/8"	9.500	412.10	4.01	96.24	3.8
No. 4	4.750	33.00	0.32	96.56	3.4
No. 8		21.50	0.21	96.77	3.2
FONDO		332.10	3.23	100.00	0.0
SUMAS		10276.10	100.0	530.6	

MF = 5.31

ANALISIS GRANULOMETRICO

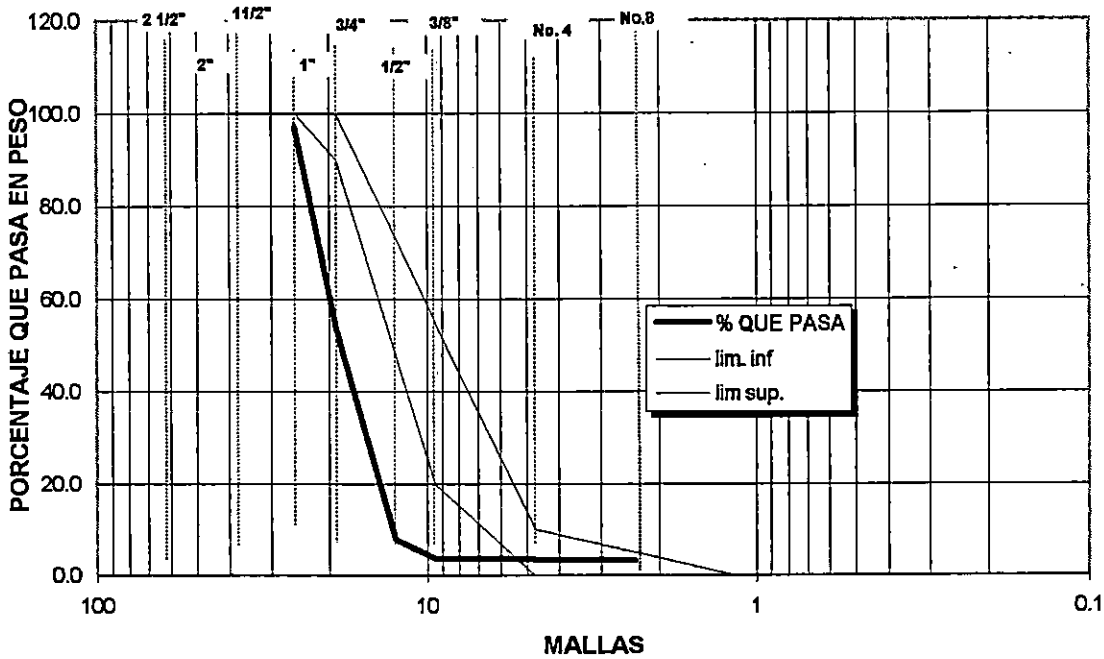


FIGURA N° 4.52

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS DESMENUZABLES EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA

TABLA N° 4.53 - a

MES	MUESTRA	PARTICULAS ENTRE	% DE PESO RET. PARC.°	PESO DE LA MUESTRA (gr)	PESO PART. DESM. (gr)	% DESM. POR PART.	DESMEN. PONDER. (%)	% TOTAL DESMEN
JULIO	1	11/2"-3/4"	65.12	3067.2	41.4	1.35	0.8790	1.48
		3/4"-3/8"	31.47	2112.9	39.9	1.89	0.5943	
		3/8"-4	0.46	*		1.89	0.0087	
		PASA LA # 4	2.95 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
	2	11/2"-3/4"	56.4	3101.1	40	1.29	0.7275	1.45
		3/4"-3/8"	41.3	2007.2	34.9	1.74	0.7181	
		3/8"-4	0.27	*		1.74	0.0047	
		PASA LA # 4	2.03 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
AGOSTO	3	11/2"-3/4"	22.97	3087.9	39.3	1.27	0.2923	1.52
		3/4"-3/8"	68.94	2132.9	35.6	1.67	1.1507	
		3/8"-4	4.44	*		1.67	0.0741	
		PASA LA # 4	3.65 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
	4	11/2"-3/4"	25.8	3168.3	59.2	1.87	0.4821	2.32
		3/4"-3/8"	64.92	2162.1	46.1	2.13	1.3842	
		3/8"-4	6.28	1048	74.9	7.15	0.4488	
		PASA LA # 4	3.00 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
SEPTIEMBRE	5	11/2"-3/4"	19.64	3062.9	21.75	0.71	0.1395	2.77
		3/4"-3/8"	73.43	2009.2	68.5	3.41	2.5035	
		3/8"-4	3.77	*		3.41	0.1286	
		PASA LA # 4	3.16 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
	6	11/2"-3/4"	21.23	3071.7	81.2	2.64	0.5612	3.97
		3/4"-3/8"	70.18	2006.7	91.3	4.55	3.1930	
		3/8"-4	4.64	*		4.55	0.2111	
		PASA LA # 4	3.95 [1]					
		TOTAL	100 [1]					

* La cantidad de estas particulas representa menos del 5% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

TABLA N° 4.53 - b

MES	MUESTRA	PARTICULAS ENTRE	% DE PESO RET. PARC.°	PESO DE LA MUESTRA (gr)	PESO PART. DESM. (gr)	% DESM. POR PART.	DESMEN. PONDER. (%)	% TOTAL DESMEN
OCTUBRE	7	11/2"-3/4"	41.28	3112.9	42	1.35	0.5570	2.84
		3/4"-3/8"	53.89	2029.1	85	4.19	2.2575	
		3/8"-4	0.66	*		4.19	0.0277	
		PASA LA # 4	4.17 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
	8	11/2"-3/4"	46.71	3047.2	36.9	1.21	0.5656	1.49
		3/4"-3/8"	50.48	2035.5	37.2	1.83	0.9226	
		3/8"-4	0.27	*		1.83	0.0049	
		PASA LA # 4	2.54 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
	9	11/2"-3/4"	38.21	3084.1	61.3	1.99	0.7595	2.52
		3/4"-3/8"	56.93	2001.8	61.3	3.06	1.7433	
		3/8"-4	0.7	*		3.06	0.0214	
		PASA LA # 4	4.16 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
	10	11/2"-3/4"	37.87	3002.9	40	1.33	0.5044	2.83
		3/4"-3/8"	57.6	2020.2	80.4	3.98	2.2924	
		3/8"-4	0.78	*		3.98	0.0310	
		PASA LA # 4	3.75 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
	11	11/2"-3/4"	42.31	3104.1	47.2	1.52	0.6434	2.33
		3/4"-3/8"	52.73	2019.1	62.6	3.10	1.6348	
		3/8"-4	1.71	*		3.10	0.0530	
		PASA LA # 4	3.25 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
	12	11/2"-3/4"	45.89	3000.7	58.1	1.94	0.8885	2.24
		3/4"-3/8"	50.35	2001	53.4	2.67	1.3437	
		3/8"-4	0.32	*		2.67	0.0085	
		PASA LA # 4	3.44 [1]					
		TOTAL	100 [1]					

* La cantidad de estas particulas representa menos del 5% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS DESMENUZABLES EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA

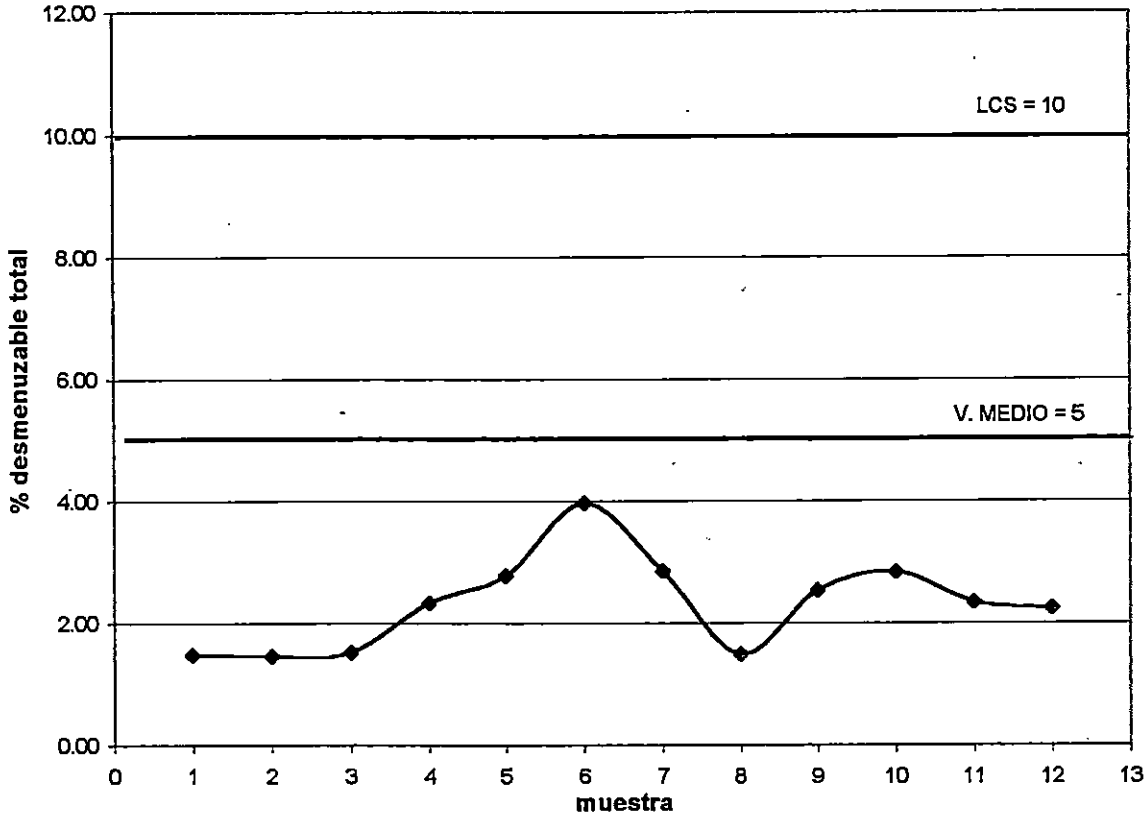


FIGURA N° 4.53

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS PLANAS Y ALARGADAS EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA

TABLA N° 4.54 - a

MES	MUESTRA	TAMAÑO DE PARTICULA	% DE PESO RETENI. PARCI.[1] (gr)	PESO DE 100 PART. (gr)	PESO PLANAS (gr)	% DE PLANAS	PESO ALARG. (gr)	% DE ALARG.	PLANAS PONDERA. (%)	% TOTAL PLANAS	ALARG. PONDERA. (%)	% TOTAL ALARG. (%)
JULIO	1	1"	17.7	2215.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000		0.0000	
		3/4"	47.42	1483.80	12.80	0.86	0.00	0.00	0.4091	0.98	0.0000	0.00
		1/2"	26.71	588.80	10.60	1.80	0.00	0.00	0.4809		0.0000	
		3/8"	4.76	*		1.80		0.00	0.0857		0.0000	
		PASA LA 3/8"	3.41[1]									
		TOTAL	100[1]									
	2	1"	12.18	2301.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000		0.0000	
		3/4"	44.22	1775.00	9.60	0.54	0.00	0.00	0.2392	0.96	0.0000	0.47
		1/2"	35.57	627.50	10.90	1.74	7.20	1.15	0.6179		0.4081	
		3/8"	5.73	*		1.74		1.15	0.0997		0.0659	
		PASA LA 3/8"	2.31									
		TOTAL	100[1]									
AGOSTO	3	1"	3.75	*		0.00		0.00	0.0000		0.0000	
		3/4"	19.22	1299.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.19	0.0000	0.00
		1/2"	42.74	622.90	2.70	0.43	0.00	0.00	0.1853		0.0000	
		3/8"	26.2	383.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000		0.0000	
		PASA LA 3/8"	8.08[1]									
		TOTAL	100[1]									
	4	1"	4.2	*		0.00		0.00	0.0000		0.0000	
		3/4"	21.64	1525.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
		1/2"	40.43	601.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000		0.0000	
		3/8"	24.49	475.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000		0.0000	
		PASA LA 3/8"	9.28[1]									
		TOTAL	100[1]									
SEPTIEMBRE	5	1"	0			0.00		0.00	0.0000		0.0000	
		3/4"	19.64	1467.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
		1/2"	60.1	551.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000		0.0000	
		3/8"	13.33	284.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000		0.0000	
		PASA LA 3/8"	6.93[1]									
		TOTAL	100[1]									
	6	1"	0.61	*		0.00		0.00	0.0000		0.0000	
		3/4"	20.62	1382.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
		1/2"	53.43	787.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000		0.0000	
		3/8"	16.75	418.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000		0.0000	
		PASA LA 3/8"	8.59[1]									
		TOTAL	100[1]									

* La cantidad de estas particulas representa menos del 10% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

TABLA N° 4.54 - b

MES	MUESTRA	TAMAÑO DE PARTICULA	% DE PESO RETENI. PARCI.[1] (gr)	PESO DE 100 PART. (gr)	PESO PLANAS (gr)	% DE PLANAS	PESO ALARG. (gr)	% DE ALARG.	PLANAS PONDERA. (%)	% TOTAL PLANAS	ALARG. PONDERA. (%)	% TOTAL ALARG. (%)
OCTUBRE	7	1"	1.12	*		0.00		0.00	0.0000		0.0000	
		3/4"	40.16	1430.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
		1/2"	51.7	654.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000		0.0000	
		3/8"	2.19	*		0.00		0.00	0.0000		0.0000	
		PASA LA 3/8"	4.83 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
	8	1"	0.9	*		0.00		0.00	0.0000		0.0000	
		3/4"	45.81	1504.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.47	0.0000	0.00
		1/2"	48.64	712.30	6.61	0.93	0.00	0.00	0.4514		0.0000	
		3/8"	1.84	*		0.93		0.00	0.0171		0.0000	
		PASA LA 3/8"	2.81 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
NOVIEMBRE	9	1"	0.25	*		0.00		0.00	0.0000		0.0000	
		3/4"	37.96	1491.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
		1/2"	50.71	654.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000		0.0000	
		3/8"	6.22	*		0.00		0.00	0.0000		0.0000	
		PASA LA 3/8"	4.86 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
	10	1"	0.46	*		0.00		0.00	0.0000		0.0000	
		3/4"	37.41	1522.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
		1/2"	52.59	602.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000		0.0000	
		3/8"	5.01	*		0.00		0.00	0.0000		0.0000	
		PASA LA 3/8"	4.52 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
DICIEMBRE	11	1"	0.98	*		0.00		0.00	0.0000		0.0000	
		3/4"	41.33	1475.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
		1/2"	47.89	652.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000		0.0000	
		3/8"	4.84	*		0.00		0.00	0.0000		0.0000	
		PASA LA 3/8"	4.96 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
	12	1"	2.87	*		0.00		0.00	0.0000		0.0000	
		3/4"	43.02	1402.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
		1/2"	46.34	586.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000		0.0000	
		3/8"	4.01	*		0.00		0.00	0.0000		0.0000	
		PASA LA 3/8"	3.76 [1]									
		TOTAL	100 [1]									

* La cantidad de estas particulas representa menos del 10% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS PLANAS Y ALARGADAS EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA

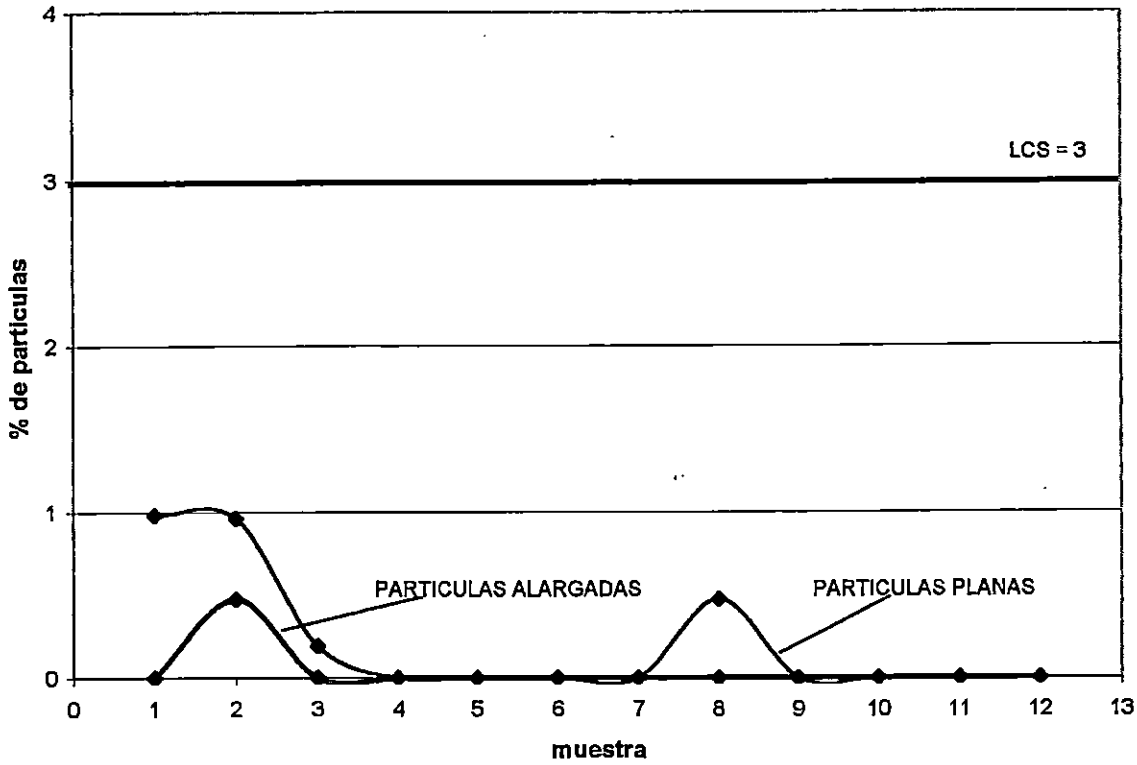


FIGURA N° 4.54

4.5 TABLAS Y GRAFICOS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LA GRAVA N° 1 DE LA PEDRERA DE PANCHIMALCO

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
SANIDAD EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE PANCHIMALCO

TABLA N° 4.55

PERIODO	MUESTRA	PARTICULAS ENTRE	% DE PESO RETENIDO PARC.°	PESO INICIAL (gr)	PERD. DESPUES DEL ENSAYO (gr)	% DE PERDIDA (%)	PERDIDA PONDERADA (%)	PERDIDA TOTAL (%)
15/07/97	2	1" - 3/4"	23.61	509.30	35.60	6.99	1.6503	7.94
		3/4" - 1/2"	43.72	685.20	27.30	3.98	1.7419	
		1/2" - 3/8"	13.45	340.40	30.60	8.99	1.2091	
		3/8" - 4	15.65	328.30	70.00	21.32	3.3369	
		PASA LA # 4	3.57 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
01/09/97	5	11/2" - 1"	0.37	*		1.78	0.0066	3.03
		1" - 3/4"	26.81	499.50	8.90	1.78	0.4777	
		3/4" - 1/2"	51.61	665.10	18.20	2.74	1.4123	
		1/2" - 3/8"	8.11	304.20	18.70	6.15	0.4985	
		3/8" - 4	10.84	297.10	17.30	5.82	0.6312	
		PASA LA # 4	2.27 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
01/11/97	9	1" - 3/4"	1.47	*		4.70	0.0691	6.16
		3/4" - 1/2"	33.48	678.10	31.90	4.70	1.5750	
		1/2" - 3/8"	23.30	344.40	26.00	7.55	1.7590	
		3/8" - 4	34.07	296.50	24.00	8.09	2.7578	
		PASA LA # 4	7.67 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
15/12/97	12	11/2" - 1"	1.68	*		2.35	0.0395	5.02
		1" - 3/4"	13.87	503.10	11.80	2.35	0.3253	
		3/4" - 1/2"	46.15	661.20	29.10	4.40	2.0311	
		1/2" - 3/8"	24.88	335.10	23.98	7.16	1.7804	
		3/8" - 4	9.44	295.20	26.41	8.95	0.8445	
		PASA LA # 4	3.99 [1]					
		TOTAL	100 [1]					

* La cantidad de estas particulas representa menos del 5% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
SANIDAD EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE PANCHIMALCO

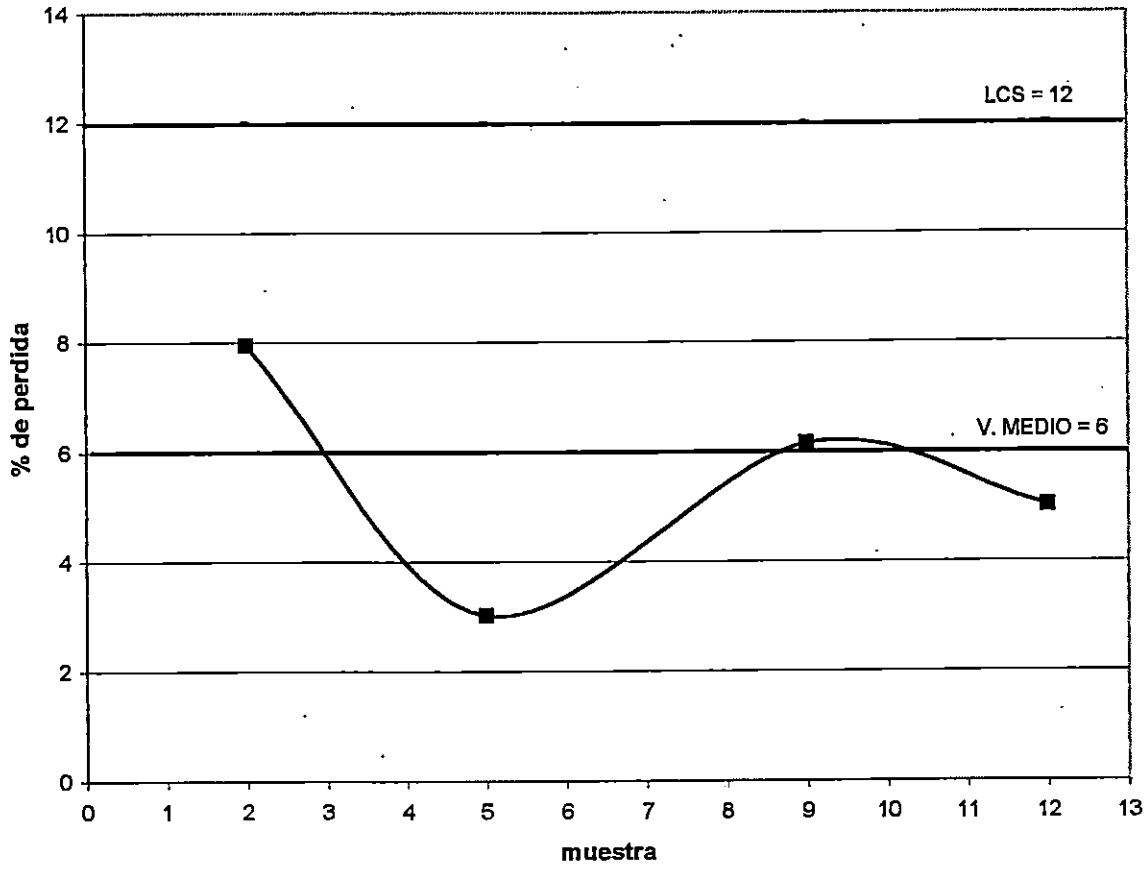


FIGURA N° 4.55

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRAVEDAD ESPECIFICA EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE PANCHIMALCO

TABLA N° 4.56

MES	MUESTRA	PESO SSS (gr)	PESO SUMERG. (gr)	PESO SECO (gr)	ABSORCION (%)	G.E. bulk (SSS)	G.E. APARENTE
JUL	1	4286	2605	4170.7	2.76	2.55	2.66
	2	3981.4	2522	3880	2.61	2.73	2.86
AGO	3	3812	2410	3712	2.69	2.72	2.85
	4	3980.6	2503	3875.9	2.70	2.69	2.82
SEP	5	4020	2530	3913.9	2.71	2.70	2.83
	6	4052.6	2545	3944.9	2.73	2.69	2.82
OCT	7	3780	2390	3681.7	2.67	2.72	2.85
	8	4307.6	2662	4198	2.61	2.62	2.73
NOV	9	3978.7	2498	3872.9	2.73	2.69	2.82
	10	4025.3	2532	3920.5	2.67	2.70	2.82
DIC	11	4020.3	2505	3913.8	2.72	2.65	2.78
	12	3745.4	2298.3	3653.4	2.52	2.59	2.70

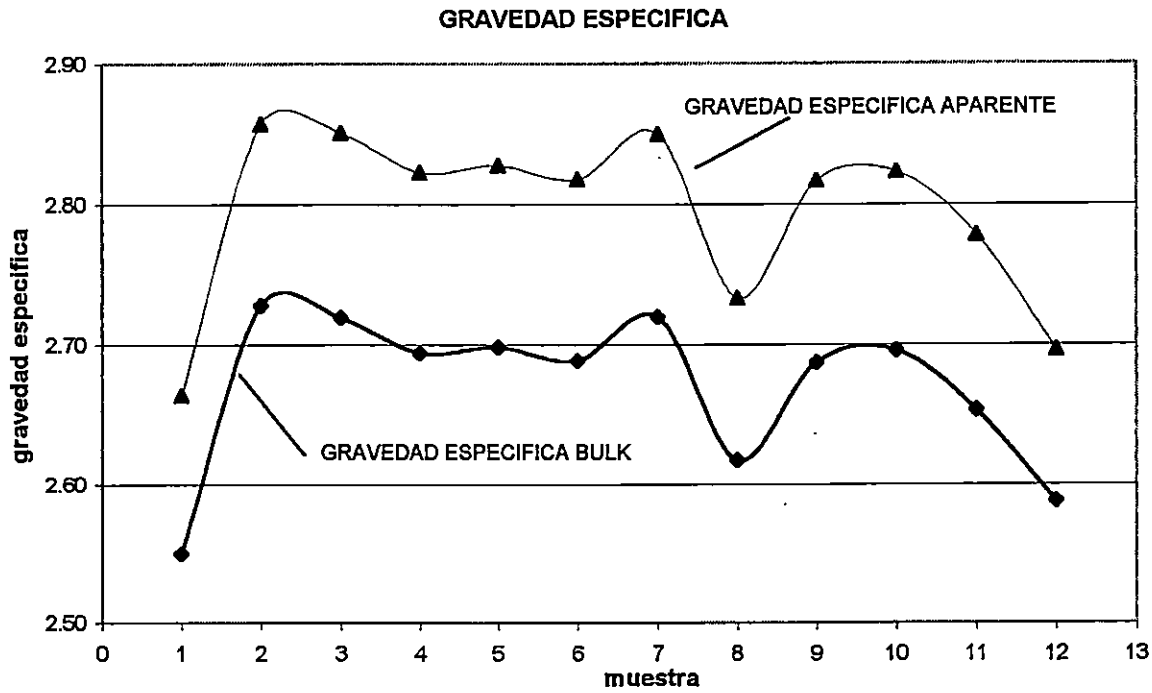


FIGURA N° 4.56

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRAVEDAD ESPECIFICA EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE PANCHIMALCO

TABLA N° 4.57

MES	MUESTRA	PESO SSS (gr)	PESO SUMERG. (gr)	PESO SECO (gr)	ABSORCION (%)	G.E. bulk (SSS)	G.E. APARENTE
JUL	1	4286	2605	4170.7	2.76	2.55	2.66
	2	3981.4	2522	3880	2.61	2.73	2.86
AGO	3	3812	2410	3712	2.69	2.72	2.85
	4	3980.6	2503	3875.9	2.70	2.69	2.82
SEP	5	4020	2530	3913.9	2.71	2.70	2.83
	6	4052.6	2545	3944.9	2.73	2.69	2.82
OCT	7	3780	2390	3681.7	2.67	2.72	2.85
	8	4307.6	2662	4198	2.61	2.62	2.73
NOV	9	3978.7	2498	3872.9	2.73	2.69	2.82
	10	4025.3	2532	3920.5	2.67	2.70	2.82
DIC	11	4020.3	2505	3913.8	2.72	2.65	2.78
	12	3745.4	2298.3	3653.4	2.52	2.59	2.70

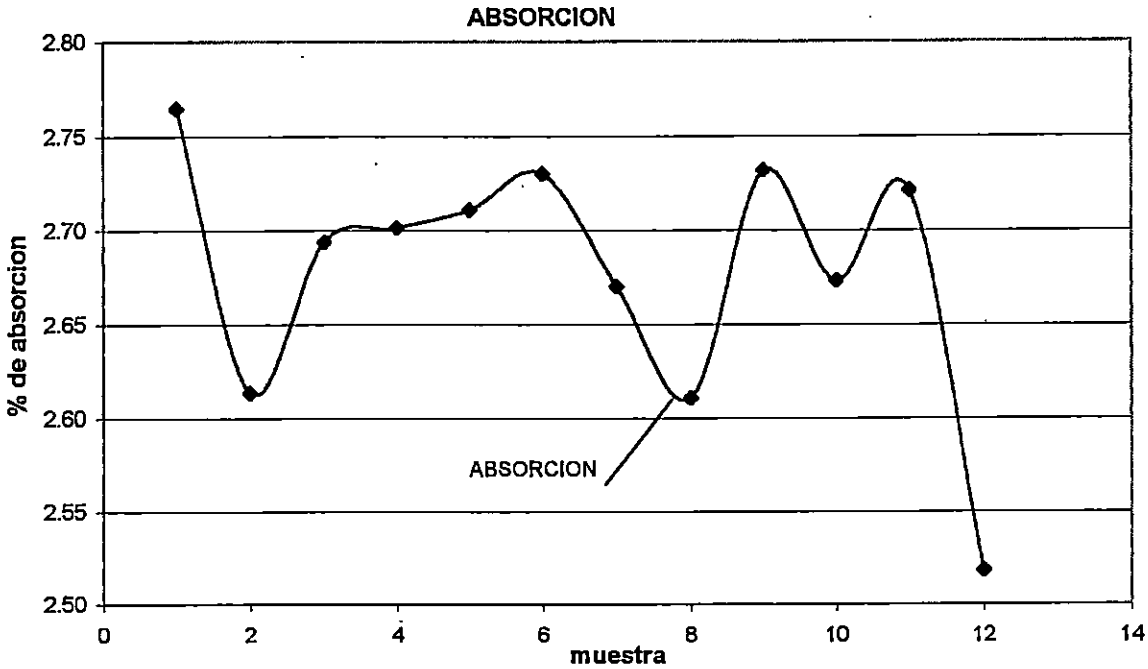


FIGURA N° 4.57

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

RESISTENCIA A LA DEGRADACION POR IMPACTO EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE PANCHIMALCO

TABLA N° 4.58

MES	MUESTRA	PESO INICIAL 1/2" (gr)	PESO INICIAL 3/8" (gr)	PESO FINAL (gr)	% DE DESGASTE
JUL	1	2509.5	2505.7	3999.7	20.25
	2	2503.1	2509.5	4052.7	19.15
AGO	3	2504	2508	4062.5	18.94
	4	2506.3	2502.1	4125.2	17.63
SEP	5	2506.8	2505.8	4118.5	17.84
	6	2496.8	2503.2	4011.1	19.78
OCT	7	2500	2500	3995.7	20.09
	8	2503	2501	4020.9	19.65
NOV	9	2500	2493	4063.3	18.62
	10	2500	2500	4037.9	19.24
DIC	11	2500.1	2503.1	4065.6	18.74
	12	2503.2	2500	4077.6	18.50

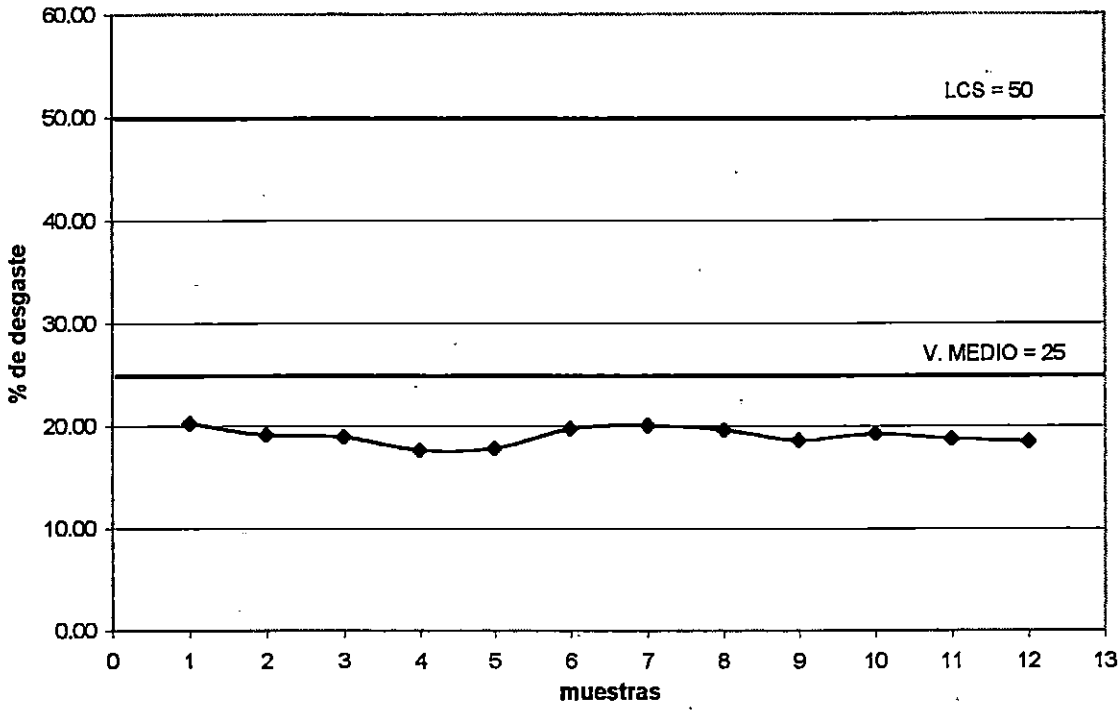


FIGURA N° 4.58

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 1

PESO DE MUESTRA: 10415.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/07/97

TABLA N° 4.59

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	1350.00	12.96	12.96	87.0
1/2"	12.500	4245.00	40.76	53.72	46.3
3/8"	9.500	2200.00	21.12	74.84	25.2
No. 4	4.750	2260.00	21.70	96.54	3.5
No. 8		150.00	1.44	97.98	2.0
FONDO		210.00	2.02	100.00	0.0
SUMAS		10415.00	100.0	436.1	

MF = 4.36

ANALISIS GRANULOMETRICO

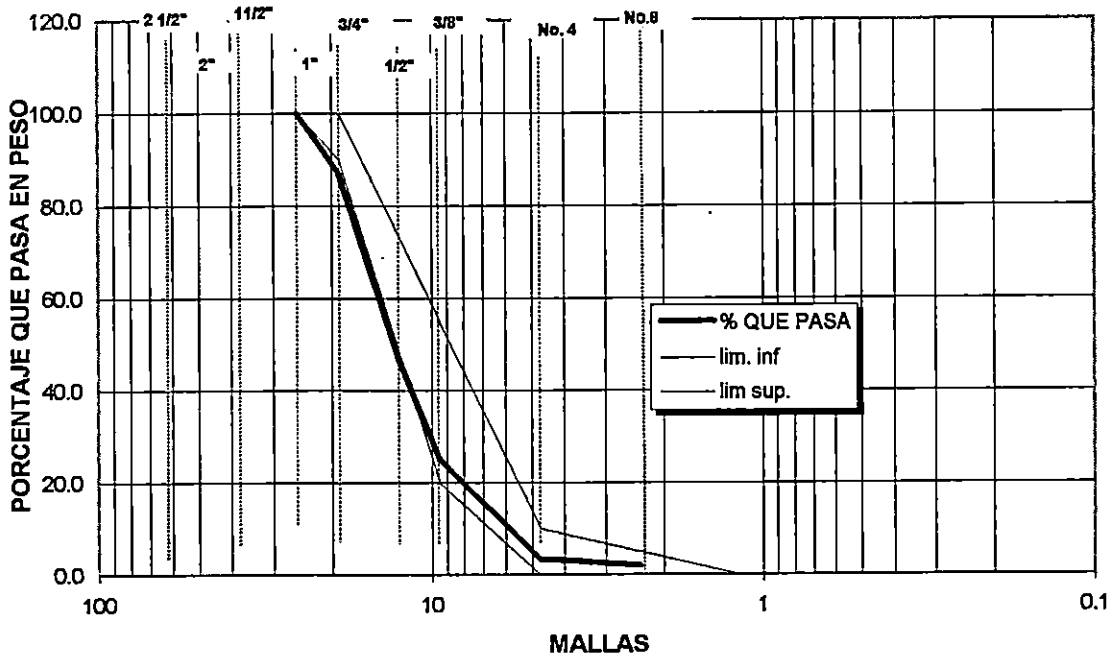


FIGURA N° 4.59

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 2

PESO DE MUESTRA: 11610.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/07/97

TABLA N° 4.60

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	2741.00	23.61	23.61	76.4
1/2"	12.500	5076.00	43.72	67.33	32.7
3/8"	9.500	1562.00	13.45	80.78	19.2
No. 4	4.750	1817.00	15.65	96.43	3.6
No. 8		225.00	1.94	98.37	1.6
FONDO		189.00	1.63	100.00	0.0
SUMAS		11610.00	100.0	466.5	

MF = 4.67

ANALISIS GRANULOMETRICO

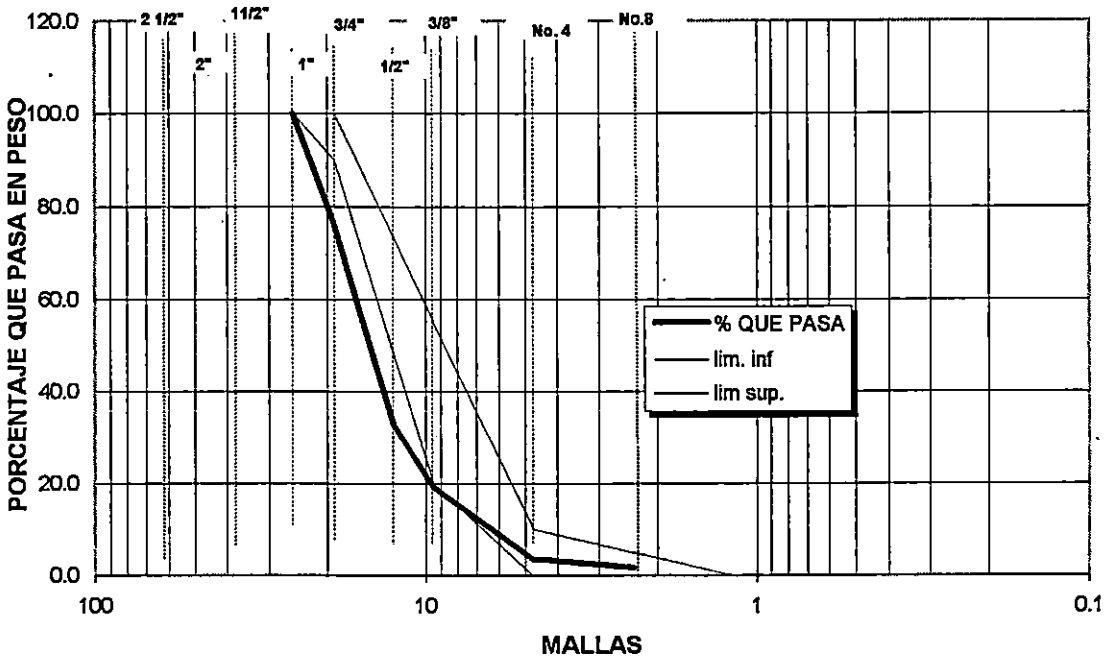


FIGURA N° 4.60

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 3

PESO DE MUESTRA: 9902.3 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/08/97

TABLA N° 4.61

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	82.40	0.83	0.83	99.2
1/2"	12.500	3636.10	36.72	37.55	62.4
3/8"	9.500	2284.10	23.07	60.62	39.4
No. 4	4.750	3448.10	34.82	95.44	4.6
No. 8		286.30	2.89	98.33	1.7
FONDO		165.30	1.67	100.00	0.0
SUMAS		9902.30	100.0	392.8	

MF = 3.93

ANALISIS GRANULOMETRICO

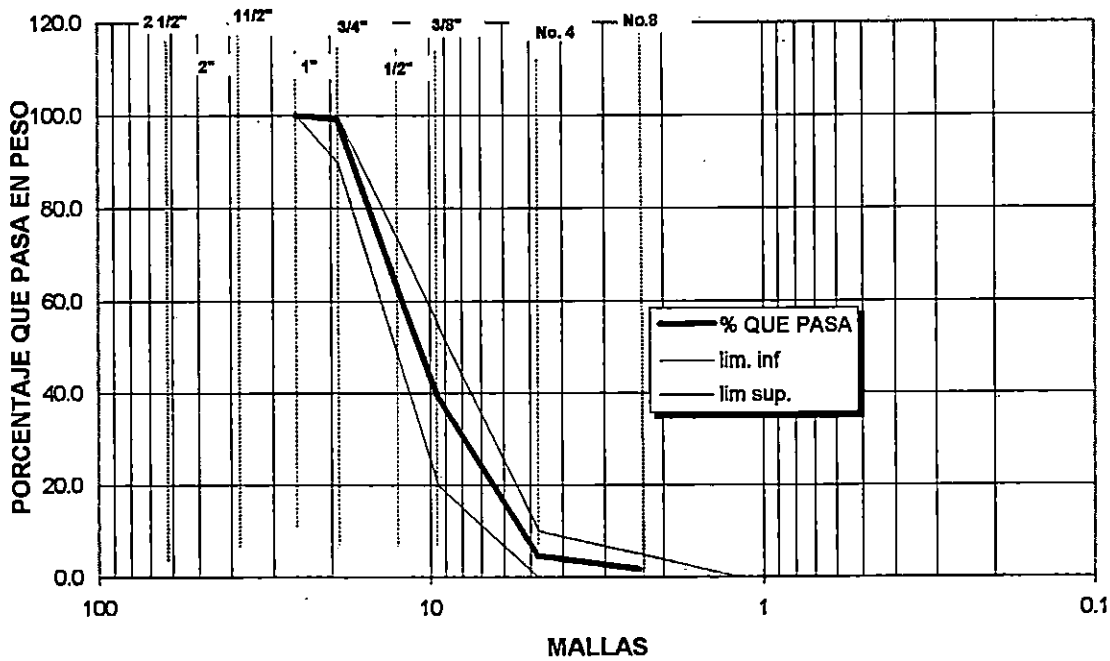


FIGURA N° 4.61

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 4

PESO DE MUESTRA: 12090.6 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/08/97

TABLA N° 4.62

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	128.70	1.25	1.25	98.7
3/4"	19.000	2985.10	29.01	30.26	69.7
1/2"	12.500	5234.00	50.86	81.12	18.9
3/8"	9.500	1275.90	12.40	93.52	6.5
No. 4	4.750	492.40	4.78	98.30	1.7
No. 8		30.65	0.30	98.60	1.4
FONDO		143.85	1.40	100.00	0.0
SUMAS		10290.60	100.0	503.1	

MF = 5.03

ANALISIS GRANULOMETRICO

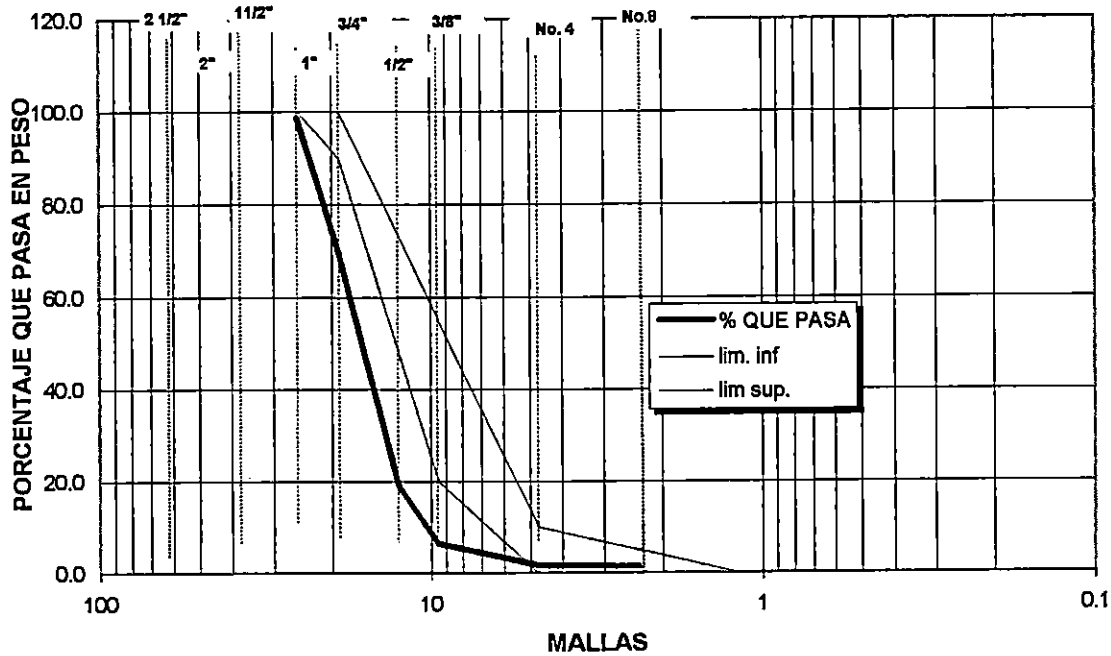


FIGURA N° 4.62

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 5

PESO DE MUESTRA: 10240.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/09/97

TABLA N° 4.63

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	38.00	0.37	0.37	99.6
3/4"	19.000	2745.00	26.81	27.18	72.8
1/2"	12.500	5285.00	51.61	78.79	21.2
3/8"	9.500	830.00	8.11	86.89	13.1
No. 4	4.750	1110.00	10.84	97.73	2.3
No. 8		85.00	0.83	98.56	1.4
FONDO		147.00	1.44	100.00	0.0
SUMAS		10240.00	100.0	489.5	

MF = 4.90

ANALISIS GRANULOMETRICO

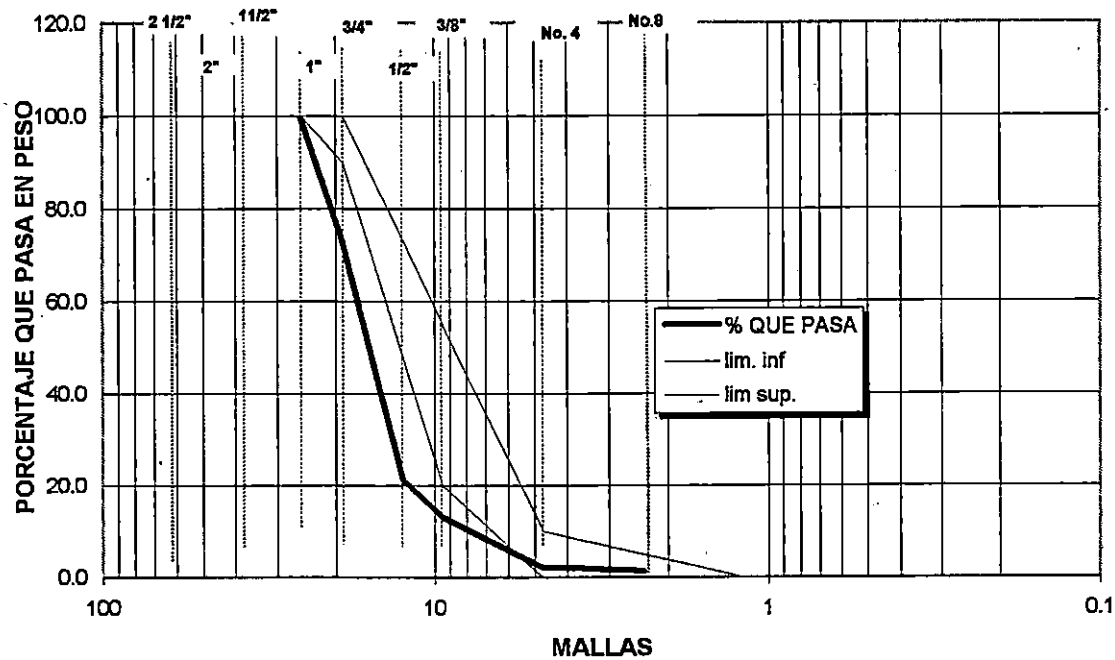


FIGURA N° 4.63

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 6

PESO DE MUESTRA: 10043.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/09/97

TABLA N° 4.64

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	438.00	4.36	4.36	95.6
1/2"	12.500	3048.00	30.35	34.71	65.3
3/8"	9.500	1508.00	15.02	49.73	50.3
No. 4	4.750	4393.00	43.74	93.47	6.5
No. 8		365.00	3.63	97.10	2.9
FONDO		291.00	2.90	100.00	0.0
SUMAS		10043.00	100.0	379.4	

MF = 3.79

ANALISIS GRANULOMETRICO

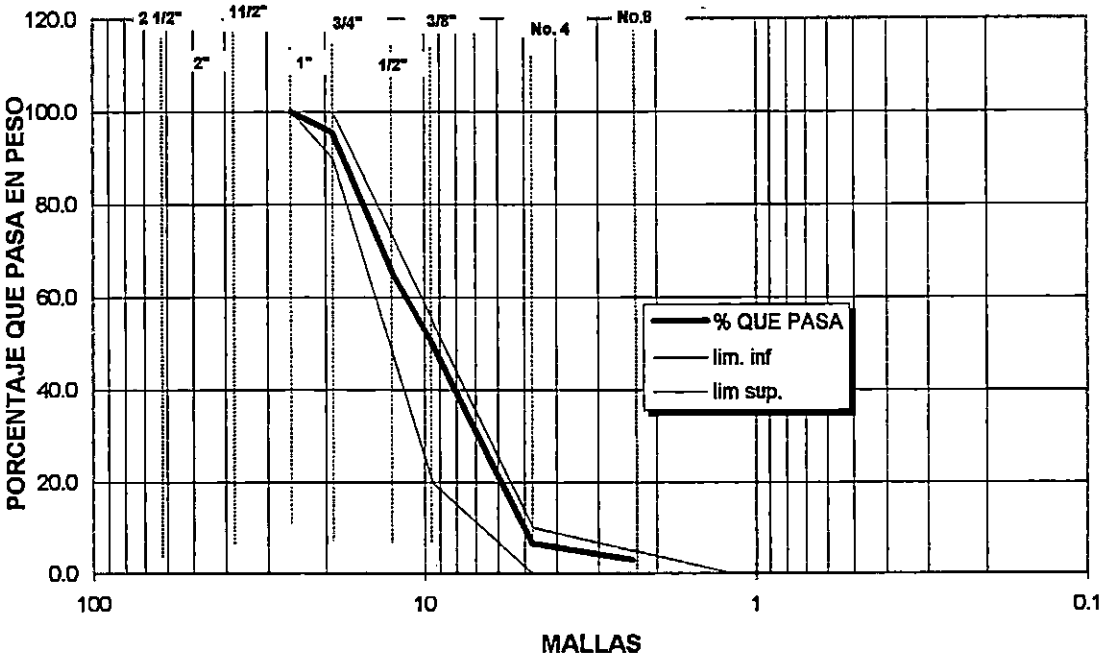


FIGURA N° 4.64

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 7

PESO DE MUESTRA: 11964.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/10/97

TABLA N° 4.65

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	527.00	4.40	4.40	95.6
3/4"	19.000	1440.00	12.04	16.44	83.6
1/2"	12.500	5320.00	44.47	60.91	39.1
3/8"	9.500	2045.00	17.09	78.00	22.0
No. 4	4.750	1932.00	16.15	94.15	5.9
No. 8		376.00	3.14	97.29	2.7
FONDO		324.00	2.71	100.00	0.0
SUMAS		11964.00	100.0	451.2	

MF = 4.51

ANALISIS GRANULOMETRICO

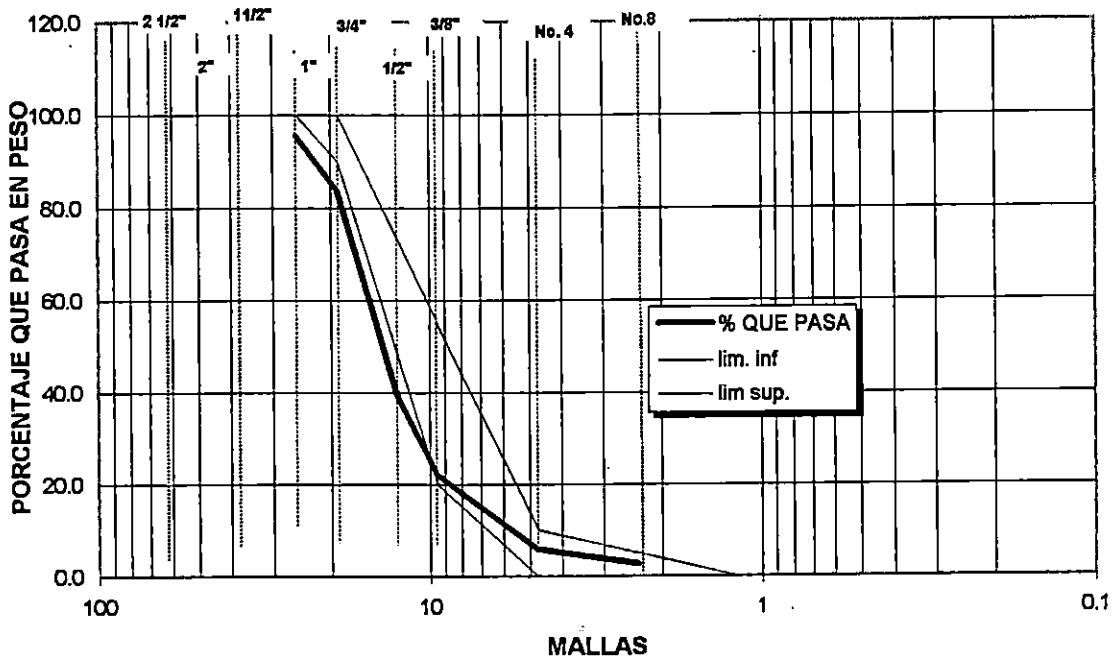


FIGURA N° 4.65

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 8

PESO DE MUESTRA: 10894.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/10/97

TABLA N° 4.66

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	471.00	4.32	4.32	95.7
3/4"	19.000	1112.00	10.21	14.53	85.5
1/2"	12.500	5012.00	46.01	60.54	39.5
3/8"	9.500	2031.00	18.64	79.18	20.8
No. 4	4.750	1620.00	14.87	94.05	5.9
No. 8		238.00	2.18	96.24	3.8
FONDO		410.00	3.76	100.00	0.0
SUMAS		10894.00	100.0	448.9	

MF = 4.49

ANALISIS GRANULOMETRICO

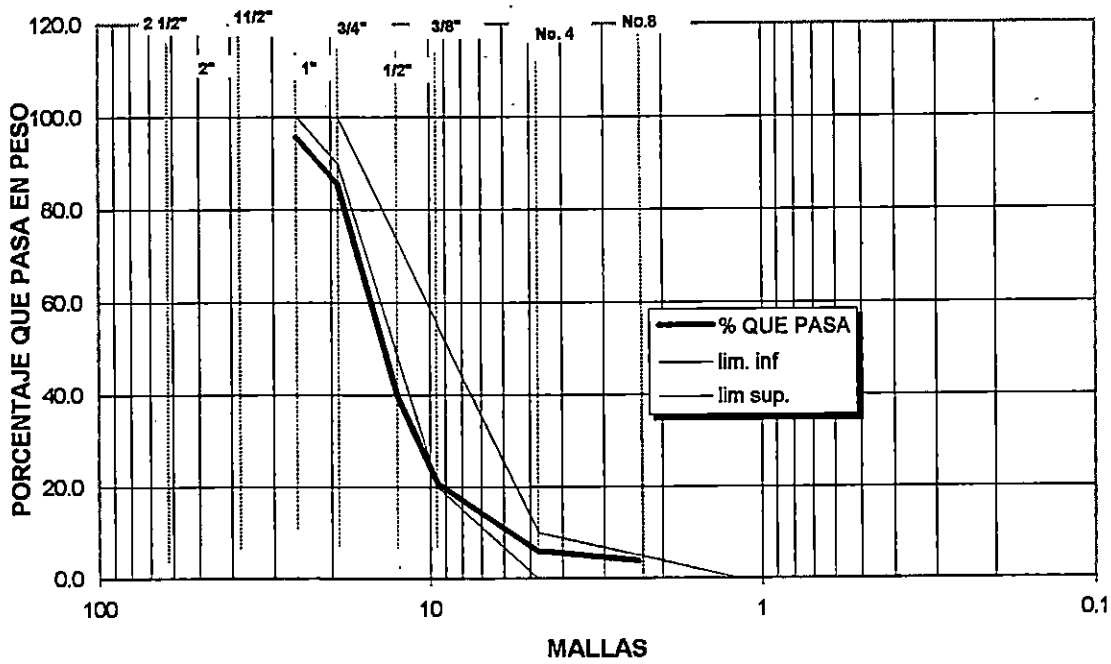


FIGURA N° 4.66

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 9

PESO DE MUESTRA: 10363.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/11/97

TABLA N° 4.67

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	152.60	1.47	1.47	98.5
1/2"	12.500	3470.00	33.48	34.96	65.0
3/8"	9.500	2415.00	23.30	58.26	41.7
No. 4	4.750	3530.40	34.07	92.33	7.7
No. 8		480.00	4.63	96.96	3.0
FONDO		315.00	3.04	100.00	0.0
SUMAS		10363.00	100.0	384.0	

MF = 3.84

ANALISIS GRANULOMETRICO

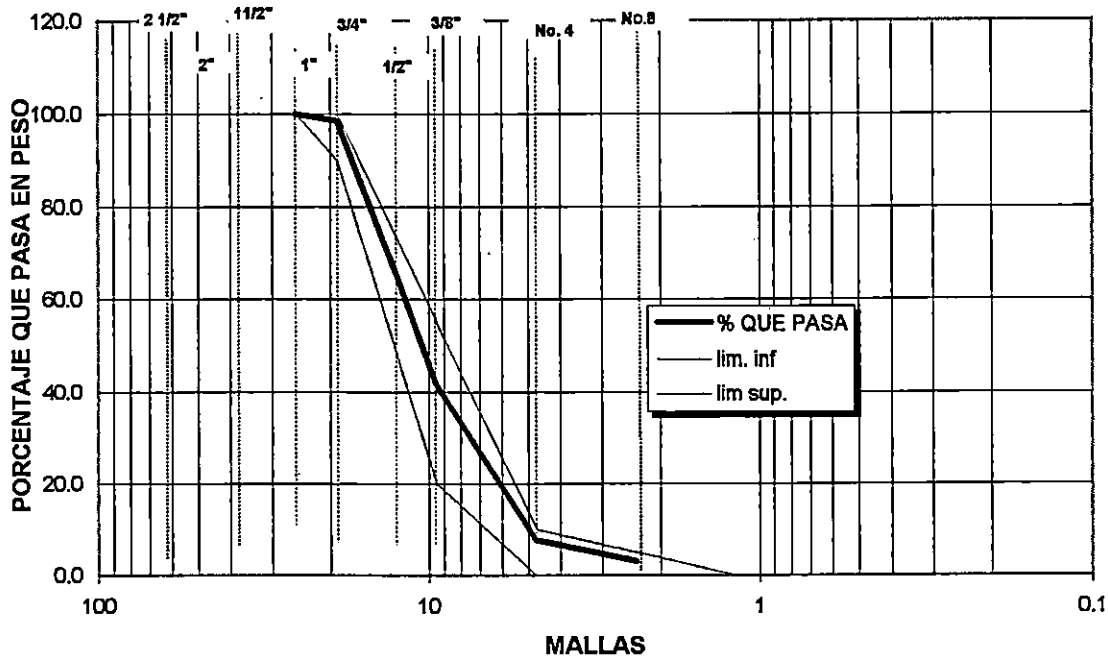


FIGURA N° 4.67

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 10

PESO DE MUESTRA: 10243.4 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/11/97

TABLA N° 4.68

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0
3/4"	19.000	216.70	2.12	2.12	97.9
1/2"	12.500	3237.90	31.61	33.73	66.3
3/8"	9.500	2487.90	24.29	58.01	42.0
No. 4	4.750	3557.90	34.73	92.75	7.3
No. 8		392.90	3.84	96.58	3.4
FONDO		350.10	3.42	100.00	0.0
SUMAS		10243.40	100.0	383.2	

MF = 3.83

ANALISIS GRANULOMETRICO

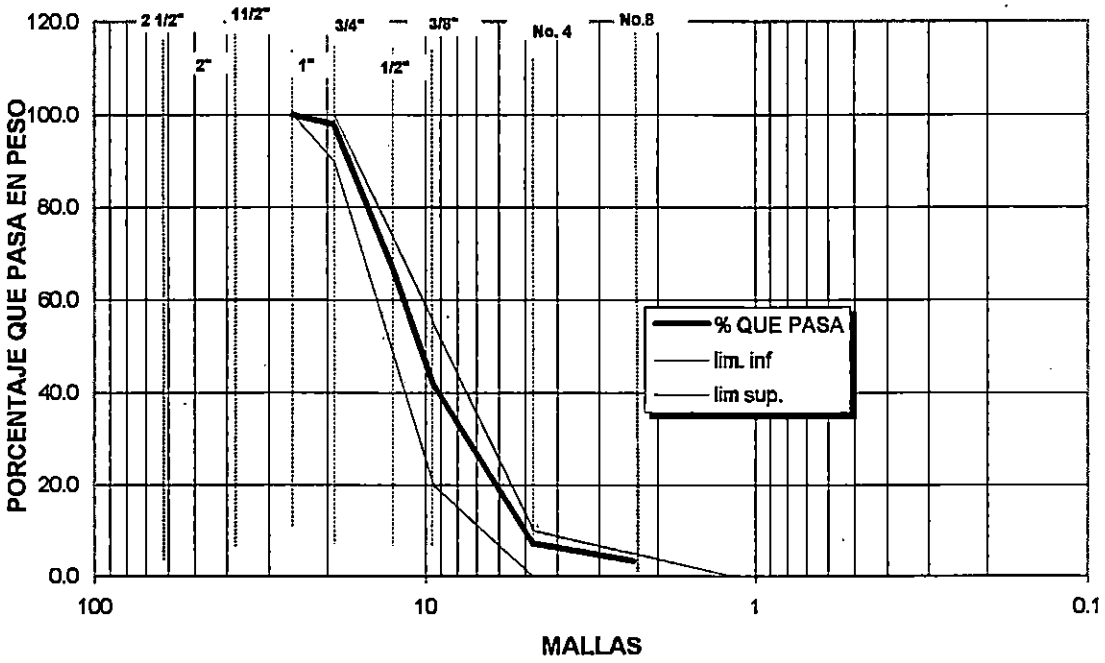


FIGURA N° 4.68

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 11

PESO DE MUESTRA: 9791.8 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/12/97

TABLA N° 4.69

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	495.50	5.06	5.06	94.9
3/4"	19.000	817.90	8.35	13.41	86.6
1/2"	12.500	4895.10	49.99	63.41	36.6
3/8"	9.500	1658.00	16.93	80.34	19.7
No. 4	4.750	1305.90	13.34	93.67	6.3
No. 8		247.90	2.53	96.21	3.8
FONDO		371.50	3.79	100.00	0.0
SUMAS		9791.80	100.0	452.1	

MF = 4.52

ANALISIS GRANULOMETRICO

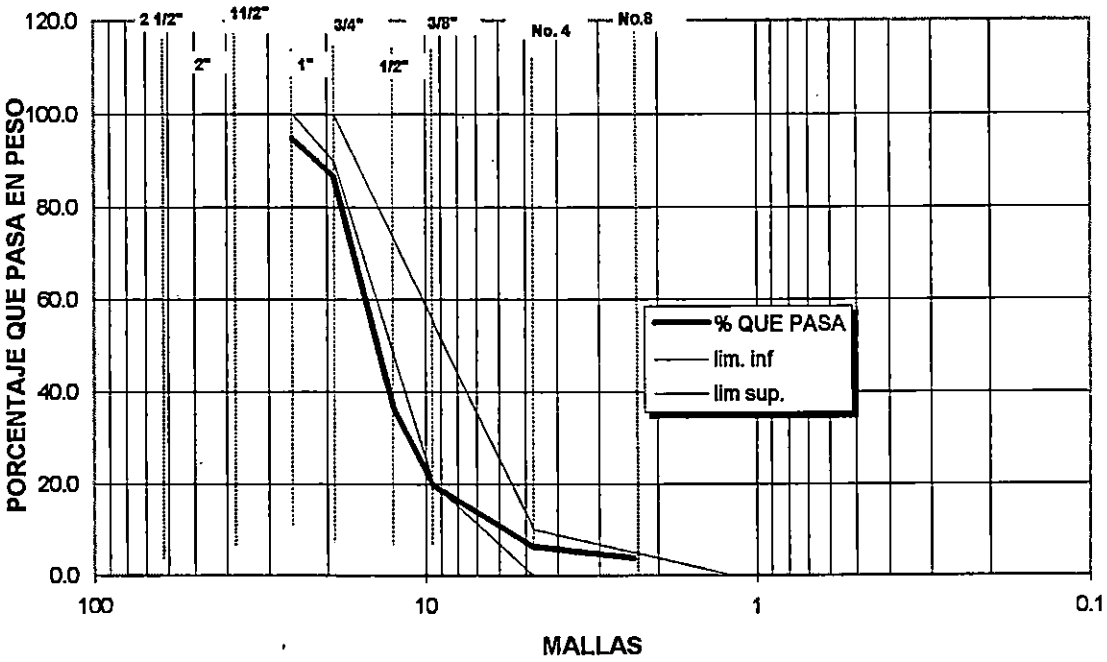


FIGURA N° 4.69

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 12

PESO DE MUESTRA: 10447.1 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/12/97

TABLA N° 4.70

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	175.20	1.68	1.68	98.3
3/4"	19.000	1449.20	13.87	15.55	84.5
1/2"	12.500	4821.70	46.15	61.70	38.3
3/8"	9.500	2598.80	24.88	86.58	13.4
No. 4	4.750	985.70	9.44	96.01	4.0
No. 8		90.90	0.87	96.88	3.1
FONDO		325.60	3.12	100.00	0.0
SUMAS		10447.10	100.0	458.4	

MF = 4.58

ANALISIS GRANULOMETRICO

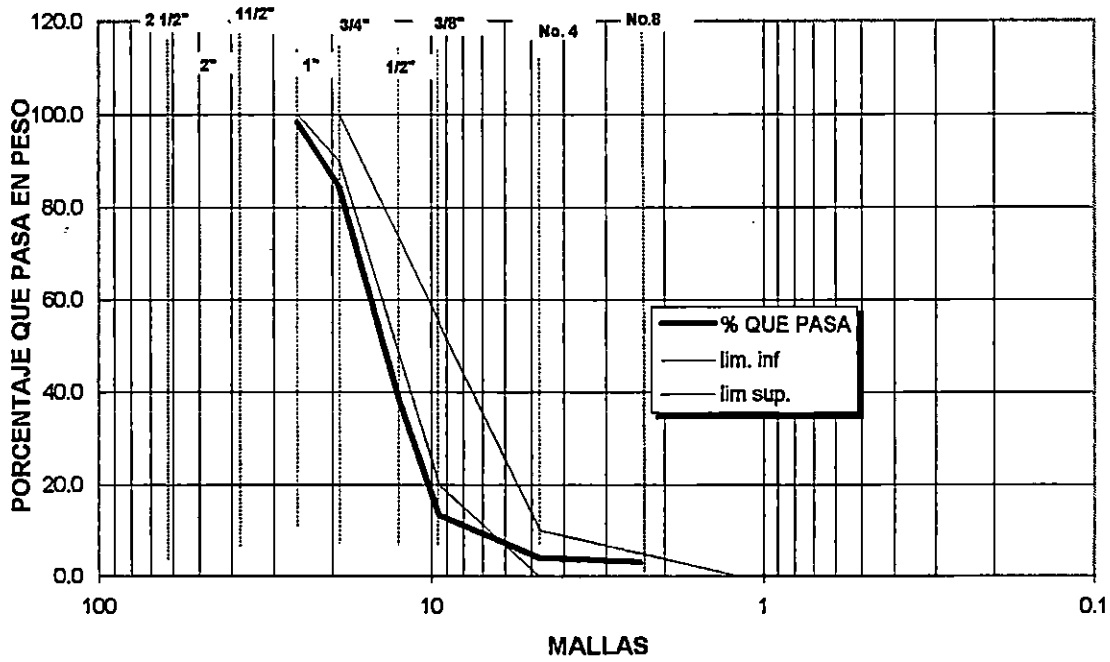


FIGURA N° 4.70

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS DESMENUZABLES EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE PANCHIMALCO

TABLA N° 4.71 - a

MES	MUESTRA	PARTICULAS ENTRE	% DE PESO RET. PARC.°	PESO DE LA MUESTRA (gr)	PESO PART. DESM. (gr)	% DESM. POR PART.	DESMEN. PONDER. (%)	% TOTAL DESMEN
JULIO	1	11/2"-3/4"	12.96	3032.6	62.8	2.07	0.2684	2.67
		3/4"-3/8"	61.88	2000	60	3.00	1.8564	
		3/8"-4	21.7	1125.1	28.1	2.50	0.5420	
		PASA LA N° 4	3.46					
		TOTAL	100 [1]					
	2	11/2"-3/4"	23.61	3085.6	20.3	0.66	0.1553	0.58
		3/4"-3/8"	57.17	2132.6	14.2	0.67	0.3807	
		3/8"-4	15.65	1003.6	2.7	0.27	0.0421	
		PASA LA N° 4	3.57					
		TOTAL	100 [1]					
AGOSTO	3	11/2"-3/4"	0.83	*		1.09	0.0090	1.39
		3/4"-3/8"	59.79	2042.9	22.3	1.09	0.6527	
		3/8"-4	34.82	1008.8	21.19	2.10	0.7314	
		PASA LA N° 4	4.56					
		TOTAL	100 [1]					
	4	11/2"-3/4"	30.26	3005.1	48.3	1.61	0.4864	1.65
		3/4"-3/8"	63.26	2005.1	34.3	1.71	1.0821	
		3/8"-4	4.78	*		1.71	0.0817	
		PASA LA N° 4	1.70					
		TOTAL	100 [1]					
SEPTIEMBRE	5	11/2"-3/4"	27.18	3021.2	50.8	1.68	0.4570	1.79
		3/4"-3/8"	59.72	2041.2	38.5	1.89	1.1264	
		3/8"-4	10.84	1050.9	20.1	1.91	0.2073	
		PASA LA N° 4	2.26					
		TOTAL	100 [1]					
	6	11/2"-3/4"	4.36	*		2.31	0.1007	1.76
		3/4"-3/8"	45.37	2137	49.4	2.31	1.0488	
		3/8"-4	43.74	1067	15	1.41	0.6149	
		PASA LA N° 4	6.53					
		TOTAL	100 [1]					

* La cantidad de estas particulas representa menos del 5% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

TABLA N° 4.71 - b

MES	MUESTRA	PARTICULAS ENTRE	% DE PESO RET. PARC.*	PESO DE LA MUESTRA (gr)	PESO PART. DESM. (gr)	% DESM. POR PART.	DESMEN. PONDER. (%)	% TOTAL DESMEN
OCTUBRE	7	11/2"-3/4"	16.44	3041.9	58.1	1.91	0.3140	1.70
		3/4"-3/8"	61.56	2000	37.4	1.87	1.1512	
		3/8"-4	16.15	1081.1	15.5	1.43	0.2315	
		PASA LA N° 4	5.85					
		TOTAL	100 [1]					
	8	11/2"-3/4"	14.53	3179	108.3	3.41	0.4950	1.65
		3/4"-3/8"	64.5	2000	30.1	1.51	0.9707	
		3/8"-4	14.87	1000	12.1	1.21	0.1799	
		PASA LA N° 4	5.95					
		TOTAL	100 [1]					
NOVIEMBRE	9	11/2"-3/4"	1.47	*		1.70	0.0250	1.76
		3/4"-3/8"	56.78	2070.5	35.2	1.70	0.9653	
		3/8"-4	34.07	995	22.5	2.26	0.7704	
		PASA LA N° 4	7.67					
		TOTAL	100 [1]					
	10	11/2"-3/4"	2.12	*		1.24	0.0263	1.20
		3/4"-3/8"	55.9	2132.6	26.5	1.24	0.6946	
		3/8"-4	34.73	1000	13.9	1.39	0.4827	
		PASA LA N° 4	7.26					
		TOTAL	100 [1]					
DICIEMBRE	11	11/2"-3/4"	13.41	3122.4	56.83	1.82	0.2441	1.72
		3/4"-3/8"	66.92	2015.6	40.1	1.99	1.3314	
		3/8"-4	13.34	1001.2	11.2	1.12	0.1492	
		PASA LA N° 4	6.33					
		TOTAL	100 [1]					
	12	11/2"-3/4"	15.55	3041.8	50.1	1.65	0.2561	1.87
		3/4"-3/8"	71.03	2010.4	41.6	2.07	1.4698	
		3/8"-4	9.44	1000	15.3	1.53	0.1444	
		PASA LA N° 4	3.98					
		TOTAL	100 [1]					

* La cantidad de estas particulas representa menos del 5% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS DESMENUZABLES EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE PANCHIMALCO

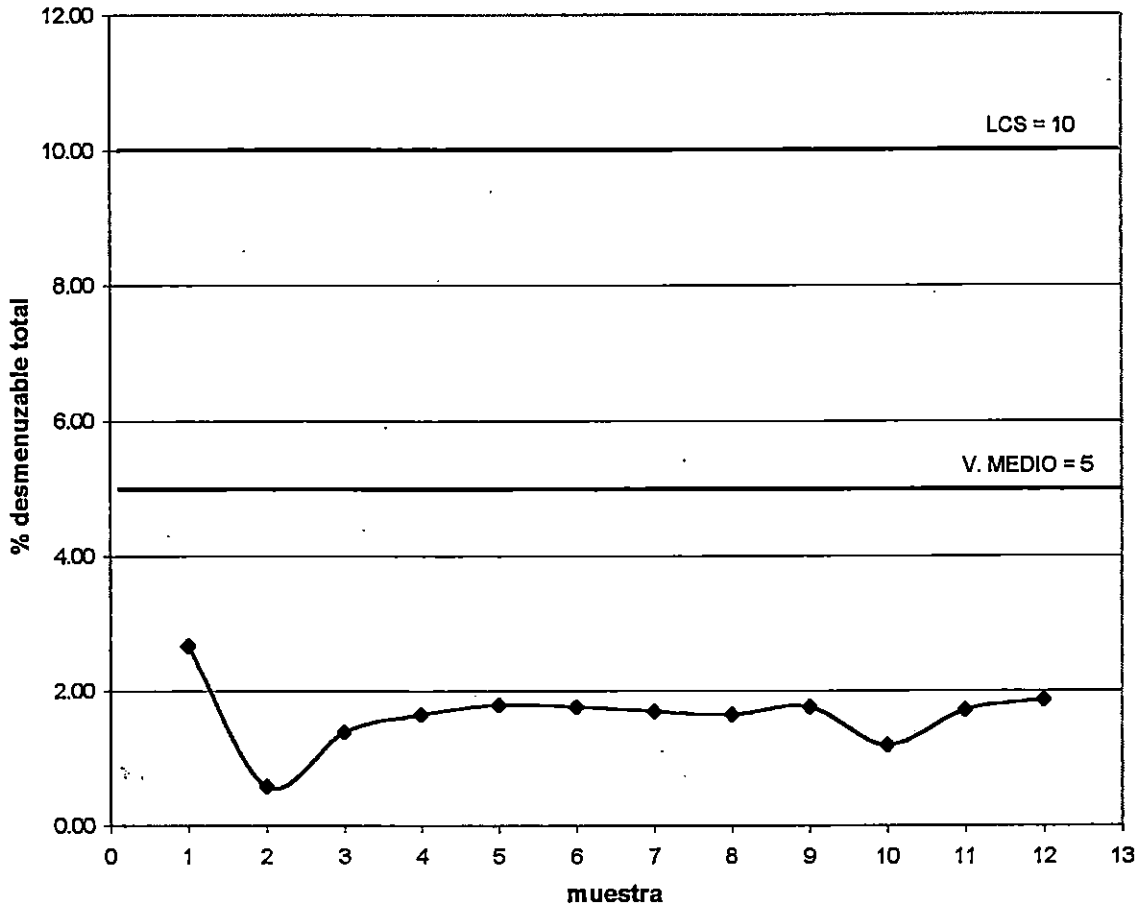


FIGURA N° 4.71

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS PLANAS Y ALARGADAS EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE PANCHIMALCO

TABLA N° 4.72 - a

MES	MUESTRA	TAMAÑO DE PARTICULA	% DE PESO RETENI. PARCI.[1] (gr)	PESO DE 100 PART. (gr)	PESO PLANAS (gr)	% DE PLANAS	PESO ALARG. (gr)	% DE ALARG.	PLANAS PONDERA. (%)	% TOTAL PLANAS	ALARG. PONDERA. (%)	% TOTAL ALARG. (%)
JULIO	1	1"										
		3/4"	12.96	1662.20	80.80	4.86	0.00	0.00	0.6300	4.40	0.0000	0.57
		1/2"	40.76	621.20	35.20	5.67	3.29	0.53	2.3096		0.2159	
		3/8"	21.12	376.70	26.03	6.91	6.25	1.66	1.4594		0.3504	
		PASA LA 3/8"	25.16 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
	2	1"										
		3/4"	23.61	1581.00	20.60	1.30	0.00	0.00	0.3076	4.24	0.0000	0.09
		1/2"	43.72	709.20	42.55	6.00	0.00	0.00	2.6231		0.0000	
		3/8"	13.45	495.70	48.30	9.74	3.20	0.65	1.3105		0.0868	
		PASA LA 3/8"	19.22 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
AGOSTO	3	1"										
		3/4"	0.83	*		0.00		5.79	0.0000	3.09	0.0481	2.92
		1/2"	36.72	509.30	0.00	0.00	29.50	5.79	0.0000		2.1269	
		3/8"	23.07	376.80	50.50	13.40	12.10	3.21	3.0919		0.7408	
		PASA LA 3/8"	39.38 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
	4	1"	1.25	*		2.29		0.49	0.0286		0.0061	
		3/4"	29.01	1475.60	33.80	2.29	7.20	0.49	0.6645	2.84	0.1416	0.15
		1/2"	50.56	685.85	24.20	3.53	0.00	0.00	1.7840		0.0000	
		3/8"	12.4	463.20	13.50	2.91	0.00	0.00	0.3614		0.0000	
		PASA LA 3/8"	6.48 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
SEPTIEMBRE	5	1"	0.37	*		6.54		0.00	0.0242		0.0000	
		3/4"	26.81	1485.30	97.20	6.54	0.00	0.00	1.7545	3.46	0.0000	0.70
		1/2"	51.61	821.80	23.20	2.82	9.70	1.18	1.4570		0.6092	
		3/8"	8.11	*		2.82		1.18	0.2287		0.0957	
		PASA LA 3/8"	13.11 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
	6	1"										
		3/4"	4.36	*		12.88		0.00	0.5616	5.85	0.0000	0.00
		1/2"	30.35	621.20	80.00	12.88	0.00	0.00	3.9086		0.0000	
		3/8"	15.02	243.40	22.30	9.16	0.00	0.00	1.3761		0.0000	
		PASA LA 3/8"	50.27 [1]									
		TOTAL	100 [1]									

* La cantidad de estas particulas representa menos del 10% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

TABLA N° 4.72 - b

MES	MUESTRA	TAMAÑO DE PARTICULA	% DE PESO RETENI. PARCI.[1] (gr)	PESO DE 100 PART. (gr)	PESO PLANAS (gr)	% DE PLANAS	PESO ALARG. (gr)	% DE ALARG.	PLANAS PONDERA. (%)	% TOTAL PLANAS	ALARG. PONDERA. (%)	% TOTAL ALARG. (%)
OCTUBRE	7	1"	4.4	*		2.30		1.85	0.1012		0.0814	
		3/4"	12.04	1571.50	36.10	2.30	29.10	1.85	0.2766	1.85	0.2229	0.30
		1/2"	44.47	697.20	23.10	3.31	0.00	0.00	1.4734		0.0000	
		3/8"	17.09	351.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000		0.0000	
		PASA LA 3/8"	22.0 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
	8	1"	4.32	*		0.00		0.00			0.0000	
		3/4"	10.21	1420.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	3.44	0.0000	0.00
		1/2"	46.01	701.40	32.90	4.69	0.00	0.00	2.1582		0.0000	
		3/8"	18.64	378.80	26.00	6.86	0.00	0.00	1.2794		0.0000	
		PASA LA 3/8"	20.81 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
NOVIEMBRE	9	1"										
		3/4"	1.47	*		6.98		0.00	0.1026	4.35	0.0000	0.00
		1/2"	33.48	464.30	32.40	6.98	0.00	0.00	2.3363		0.0000	
		3/8"	23.3	310.00	25.40	8.19	0.00	0.00	1.9091		0.0000	
		PASA LA 3/8"	41.75 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
	10	1"										
		3/4"	2.12	*		5.60		2.13	0.1187	3.25	0.0452	1.02
		1/2"	31.61	564.00	31.60	5.60	12.00	2.13	1.7711		0.6726	
		3/8"	24.29	373.10	20.90	5.60	4.60	1.23	1.3607		0.2995	
		PASA LA 3/8"	41.98 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
DICIEMBRE	11	1"	5.06	*		3.24		2.12	0.1639		0.1073	
		3/4"	8.35	*		3.24		3.12	0.2705	2.27	0.2605	2.16
		1/2"	49.99	685.70	22.20	3.24	21.40	3.12	1.6185		1.5601	
		3/8"	16.93	281.00	3.60	1.28	3.90	1.39	0.2169		0.2350	
		PASA LA 3/8"	19.66 [1]									
		TOTAL	100 [1]									
	12	1"	1.68	*		1.43		0.00	0.0240		0.0000	
		3/4"	13.87	1341.20	19.20	1.43	0.00	0.00	0.1986	2.36	0.0000	1.92
		1/2"	46.15	602.50	22.60	3.75	20.40	3.39	1.7311		1.5626	
		3/8"	24.88	315.20	5.20	1.65	4.50	1.43	0.4105		0.3552	
		PASA LA 3/8"	13.43 [1]									
		TOTAL	100 [1]									

* La cantidad de estas particulas representa menos del 10% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS PLANAS Y ALARGADAS EN GRAVA N° 1 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PEDRERA DE PANCHIMALCO

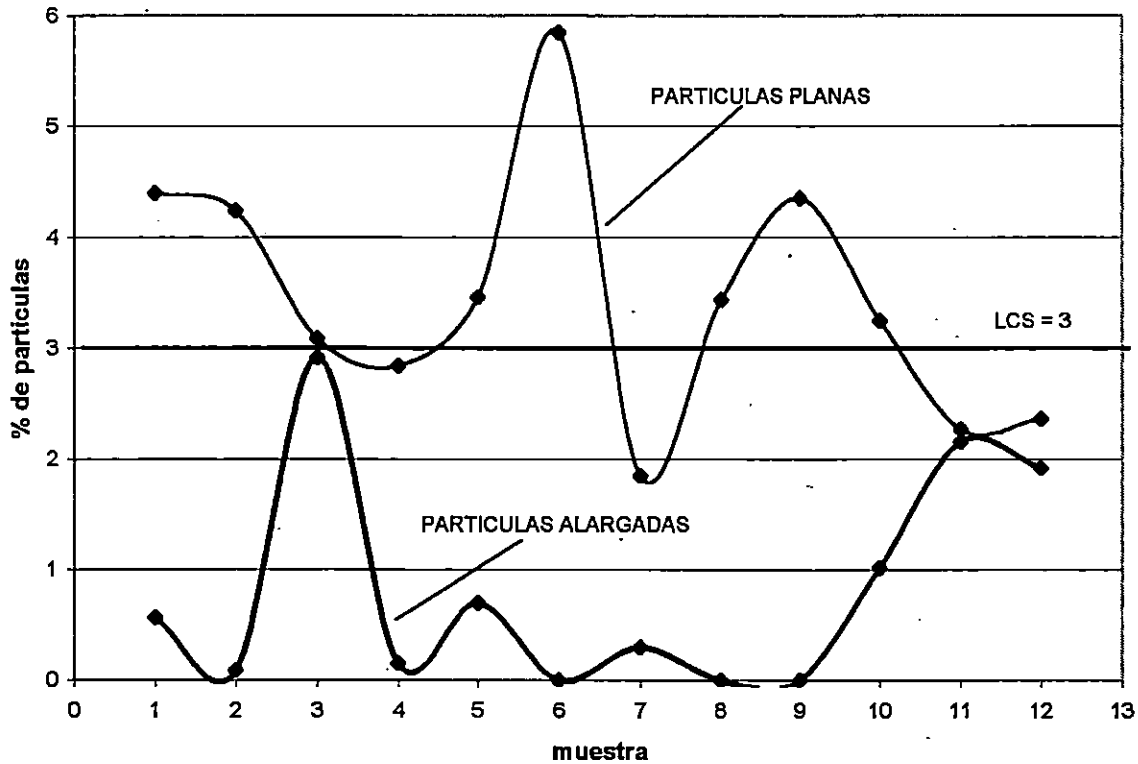


FIGURA N° 4.72

4.6 TABLAS Y GRAFICOS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LA ARENA DE LA MINA DE ARAMUACA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
SANIDAD EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA

TABLA N° 4.73

PERIODO	MUESTRA	PARTICULAS ENTRE	% DE PESO RETENIDO PARC.°	PESO INICIAL (gr)	PERD. DESPUES DEL ENSAYO (gr)	% DE PERDIDA (%)	PERDIDA PONDERADA (%)	PERDIDA TOTAL (%)
01/08/97	3	3/8" - 4	4.30	*		11.80	0.507	7.23
		4 - 8.	8.20	100.00	11.80	11.80	0.968	
		8 - 16.	13.40	100.00	8.50	8.50	1.139	
		16 - 30	18.30	100.00	11.60	11.60	2.123	
		30 - 50	18.90	100.00	13.20	13.20	2.495	
		PASA LA # 50	36.9 ¹					
		TOTAL	100 ¹					
01/09/97	5	3/8" - 4	21.40	100.00	12.30	12.30	2.632	7.94
		4 - 8.	15.40	100.00	7.90	7.90	1.217	
		8 - 16.	14.60	100.00	7.30	7.30	1.066	
		16 - 30	12.00	100.00	8.80	8.80	1.056	
		30 - 50	12.30	100.00	16.00	16.00	1.968	
		PASA LA # 50	24.3 ¹					
		TOTAL	100 ¹					
01/11/97	9	3/8" - 4	9.40	100.00	13.60	13.60	1.278	7.62
		4 - 8.	15.20	100.00	7.60	7.60	1.155	
		8 - 16.	20.20	100.00	8.20	8.20	1.656	
		16 - 30	17.40	100.00	9.40	9.40	1.636	
		30 - 50	15.90	100.00	11.90	11.90	1.892	
		PASA LA # 50	21.9 ¹					
		TOTAL	100 ¹					
15/12/97	12	3/8" - 4	6.30	100.00	8.90	8.90	0.561	2.69
		4 - 8.	13.70	100.00	4.20	4.20	0.575	
		8 - 16.	18.90	100.00	0.60	0.60	0.113	
		16 - 30	19.10	100.00	4.10	4.10	0.783	
		30 - 50	17.30	100.00	3.80	3.80	0.657	
		PASA LA # 50	24.7 ¹					
		TOTAL	100 ¹					

* La cantidad de estas particulas representa menos del 5% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

¹ Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
SANIDAD EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA

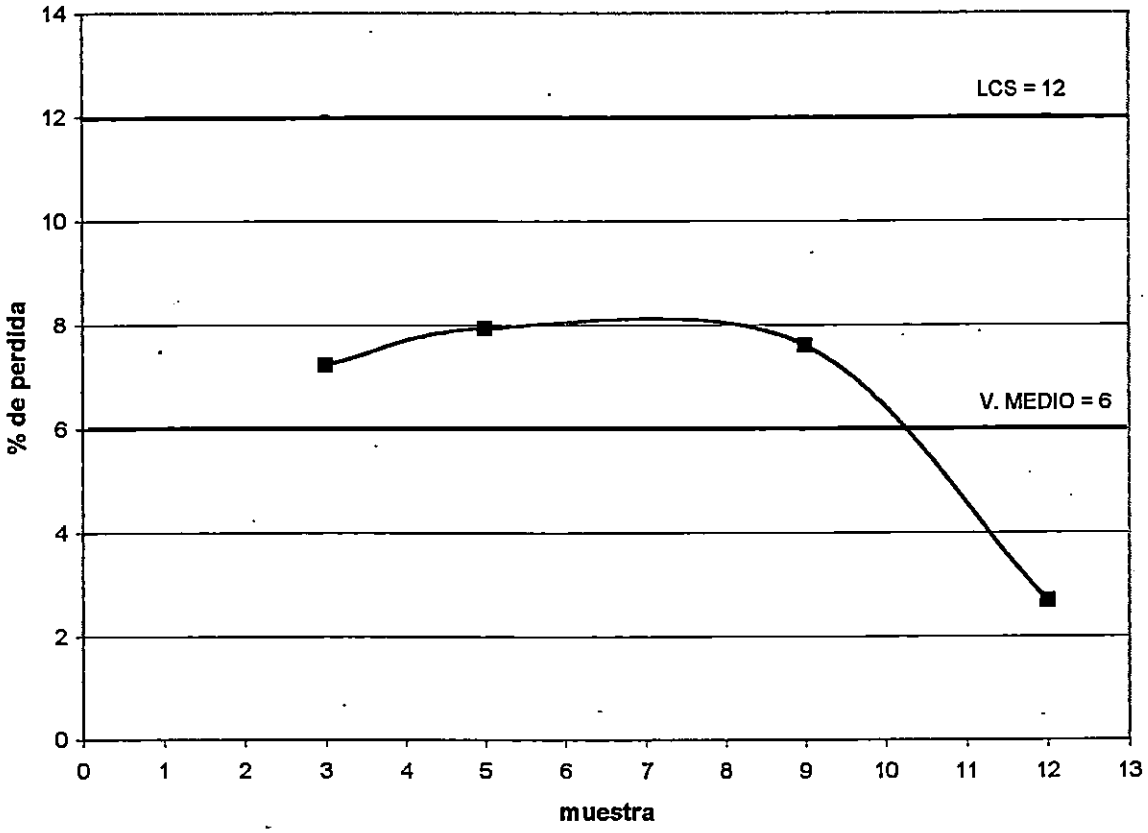


FIGURA N° 4.73

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA

TABLA N° 4.74

MES	MUESTRA	PESO SSS (gr)	PESO DEL PICN. + AGUA (gr)	PESO SECO (gr)	PESO DEL PICN.+ ARENA+ AGUA (gr)	ABSORCION (%)	G.E. BULK	G.E. APARENTE
JUL	1	500	1479.2	471.1	1776.7	6.13	8.77	2.71
	2	500	1475.8	469.4	1765.7	6.52	8.40	2.62
AGO	3	500	1476.6	474.6	1775.6	5.35	8.83	2.70
	4	500	1479.2	484.7	1782.4	3.16	9.06	2.67
SEP	5	500	1476.9	478.8	1778.5	4.43	8.96	2.70
	6	500	1479	480.3	1787.3	4.10	9.32	2.79
OCT	7	500	1472.8	483.5	1779.5	3.41	9.21	2.73
	8	500	1477.3	477.5	1781.1	4.71	9.08	2.75
NOV	9	500	1478.1	474.8	1777.5	5.31	8.86	2.71
	10	500	1478.7	476.2	1781.1	5.00	9.01	2.74
DIC	11	500	1477.1	480.6	1783.4	4.04	9.21	2.76
	12	500	1474.1	485.8	1785.1	2.92	9.44	2.78

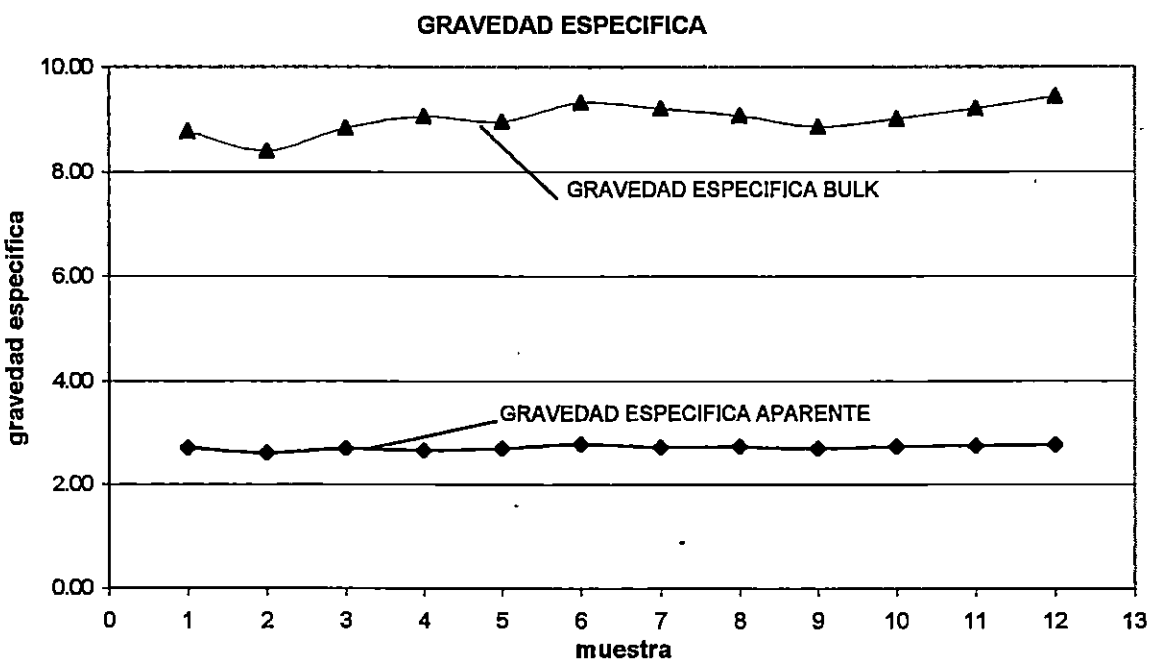


FIGURA N° 4.74

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA

TABLA N° 4.75

MES	MUESTRA	PESO SSS (gr)	PESO DEL PICN. + AGUA (gr)	PESO SECO (gr)	PESO DEL PICN.+ ARENA+ AGUA (gr)	ABSORCION (%)	G.E. BULK	G.E. APARENTE
JUL	1	500	1479.2	471.1	1776.7	6.13	8.77	2.71
	2	500	1475.8	469.4	1765.7	6.52	8.40	2.62
AGO	3	500	1476.6	474.6	1775.6	5.35	8.83	2.70
	4	500	1479.2	484.7	1782.4	3.16	9.06	2.67
SEP	5	500	1476.9	478.8	1778.5	4.43	8.96	2.70
	6	500	1479	480.3	1787.3	4.10	9.32	2.79
OCT	7	500	1472.8	483.5	1779.5	3.41	9.21	2.73
	8	500	1477.3	477.5	1781.1	4.71	9.08	2.75
NOV	9	500	1478.1	474.8	1777.5	5.31	8.86	2.71
	10	500	1478.7	476.2	1781.1	5.00	9.01	2.74
DIC	11	500	1477.1	480.6	1783.4	4.04	9.21	2.76
	12	500	1474.1	485.8	1785.1	2.92	9.44	2.78

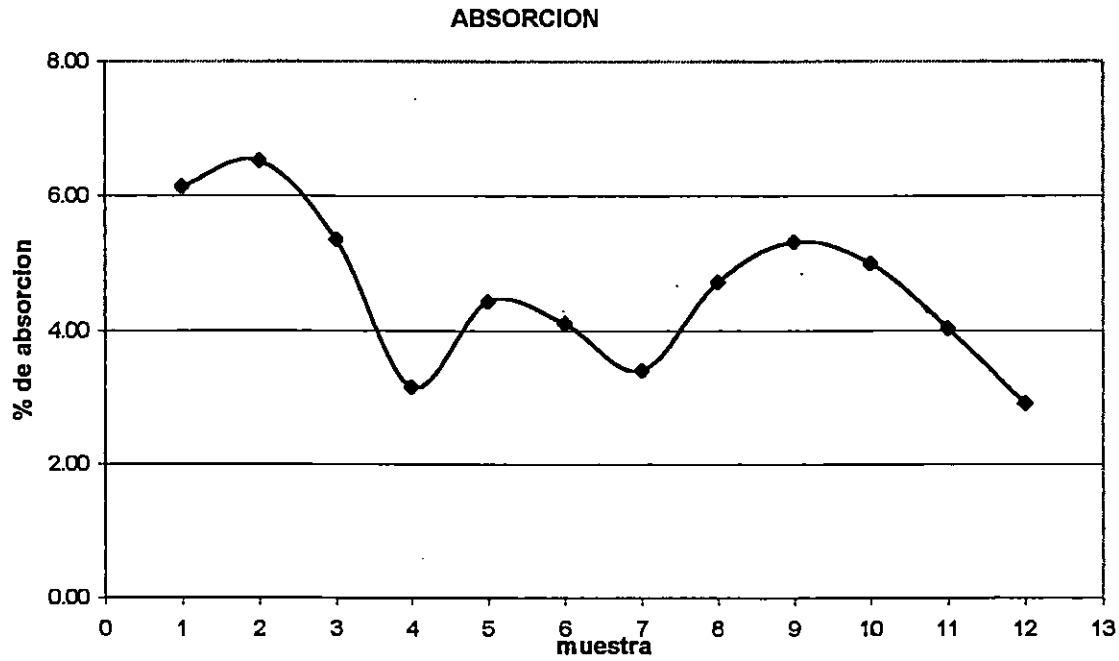


FIGURA N° 4.75

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N° 1

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/07/97

TABLA N° 4.76

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	3.7	0.7	0.7	99.3
No. 4	4.750	19.3	3.9	4.6	95.4
No. 8	2.360	47.4	9.5	14.1	85.9
No. 16	1.180	84.9	17.0	31.1	68.9
No. 30	0.600	91.1	18.2	49.3	50.7
No. 50	0.300	96	19.2	68.5	31.5
No. 100	0.150	75.4	15.1	83.6	16.4
FONDO		82.2	16.4	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	251.8	

MF = 2.52

ANALISIS GRANULOMETRICO

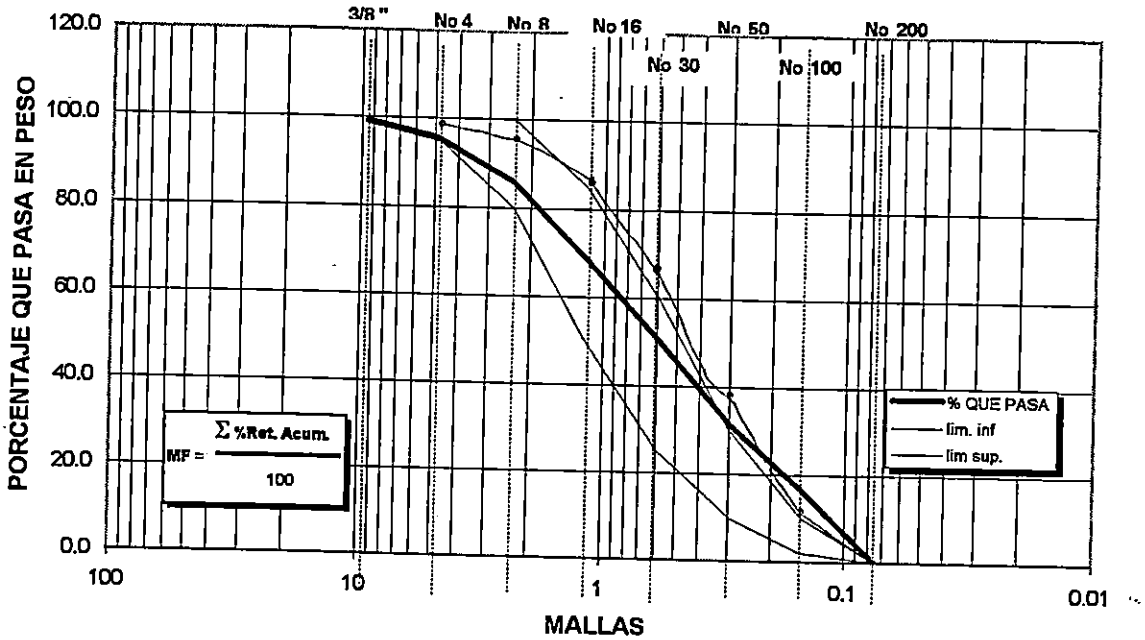


FIGURA N° 4.76

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N° 2

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/07/97

TABLA N° 4.77

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.750	36.2	7.2	7.2	92.8
No. 8	2.360	51.8	10.4	17.6	82.4
No. 16	1.180	81.8	16.4	34.0	66.0
No. 30	0.600	91.1	18.2	52.2	47.8
No. 50	0.300	80.3	16.1	68.2	31.8
No. 100	0.150	81.7	16.3	84.6	15.4
FONDO		77.1	15.4	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	263.8	

MF = 2.64

ANALISIS GRANULOMETRICO

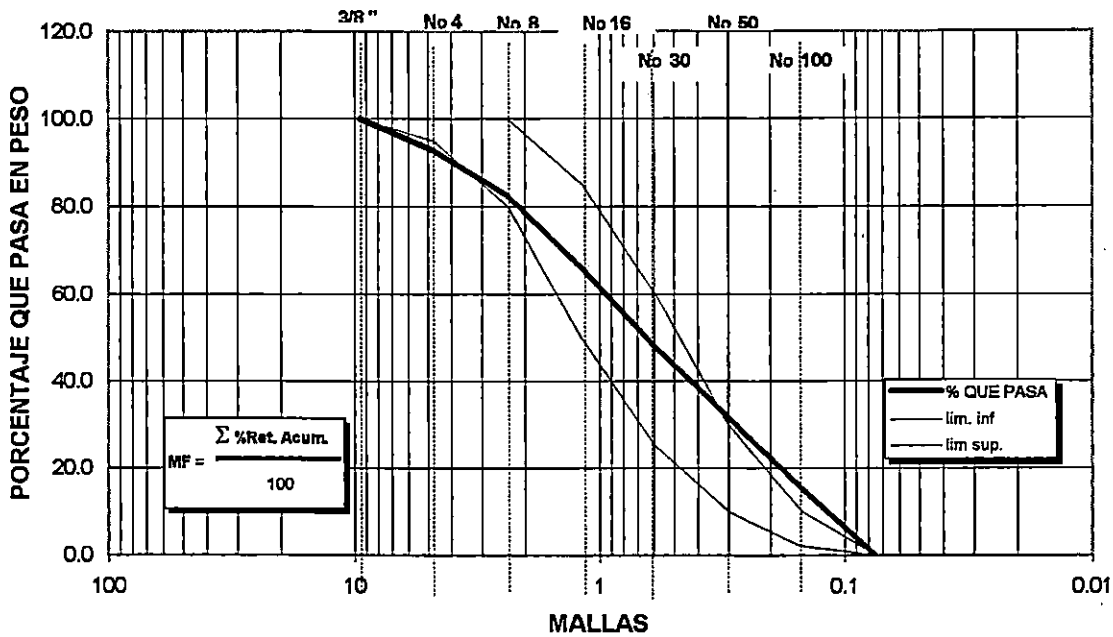


FIGURA N° 4.77

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N° 3

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/08/97

TABLA N° 4.78

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	8.4	1.7	1.7	98.3
No. 4	4.750	21.5	4.3	6.0	94.0
No. 8	2.360	40.9	8.2	14.2	85.8
No. 16	1.180	66.9	13.4	27.5	72.5
No. 30	0.600	91.4	18.3	45.8	54.2
No. 50	0.300	94.4	18.9	64.7	35.3
No. 100	0.150	92.4	18.5	83.2	16.8
FONDO		84.1	16.8	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	243.1	

MF = 2.43

ANALISIS GRANULOMETRICO

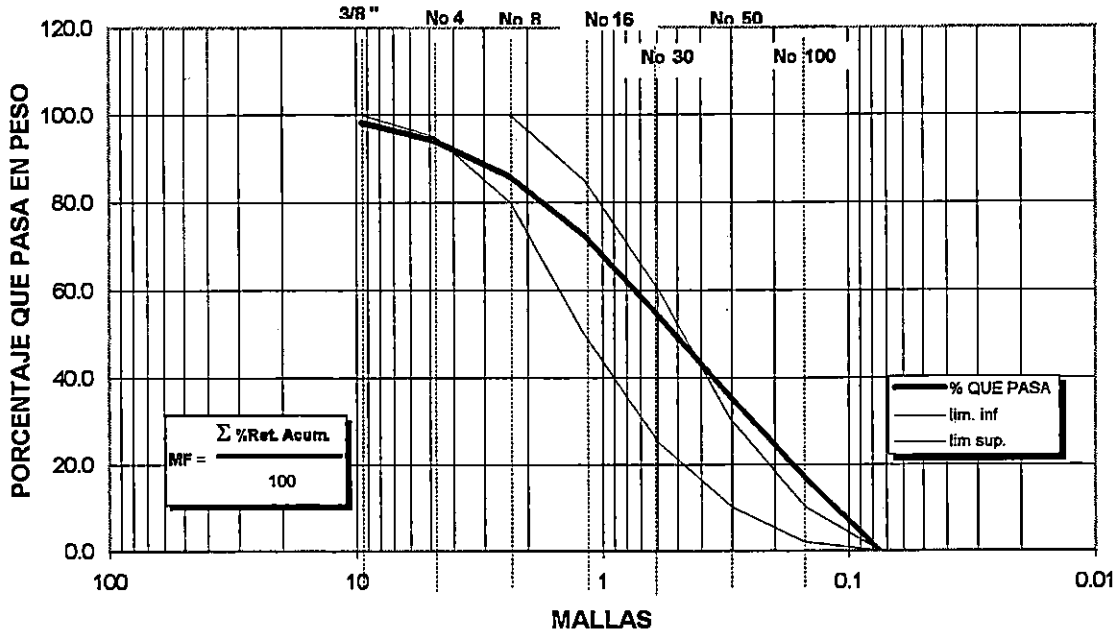


FIGURA N° 4.78

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N° 4

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/08/97

TABLA N° 4.79

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	57.6	11.5	11.5	88.5
No. 4	4.750	88.4	17.7	29.2	70.8
No. 8	2.360	83.6	16.7	45.9	54.1
No. 16	1.180	74.9	15.0	60.9	39.1
No. 30	0.600	55.2	11.0	71.9	28.1
No. 50	0.300	52.3	10.5	82.4	17.6
No. 100	0.150	41.9	8.4	90.8	9.2
FONDO		46.1	9.2	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	392.7	

MF = 3.93

ANALISIS GRANULOMETRICO

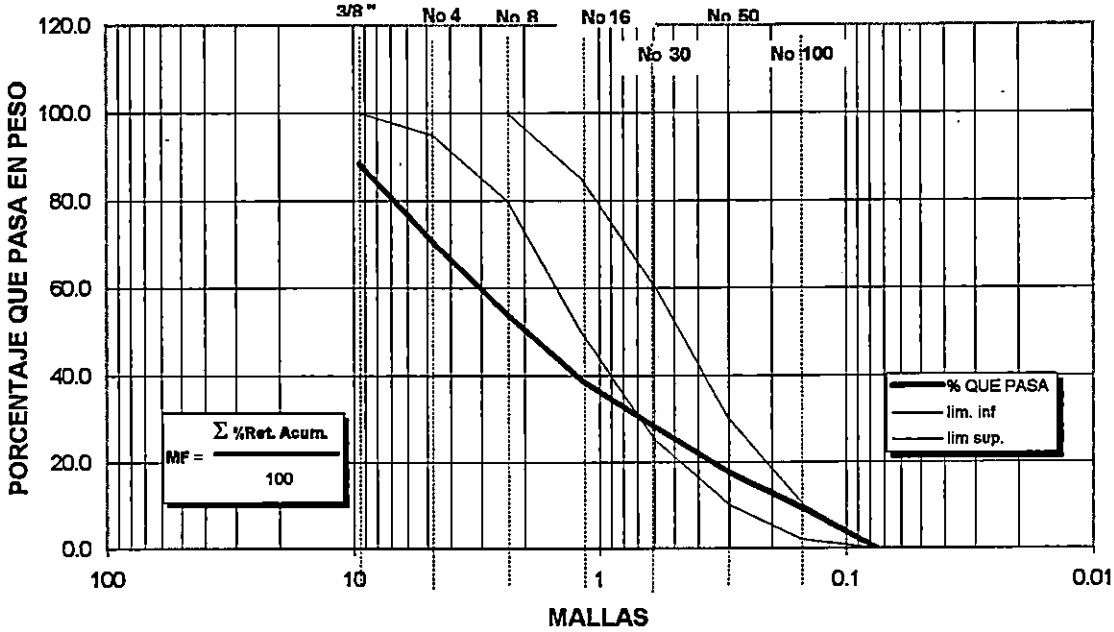


FIGURA N° 4.79

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N° 5

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/09/97

TABLA N° 4.80

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	21.4	4.3	4.3	95.7
No. 4	4.750	107.2	21.4	25.7	74.3
No. 8	2.360	76.9	15.4	41.1	58.9
No. 16	1.180	72.8	14.6	55.7	44.3
No. 30	0.600	60.2	12.0	67.7	32.3
No. 50	0.300	61.4	12.3	80.0	20.0
No. 100	0.150	49.4	9.9	89.9	10.1
FONDO		50.7	10.1	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	364.3	

MF = 3.64

ANALISIS GRANULOMETRICO

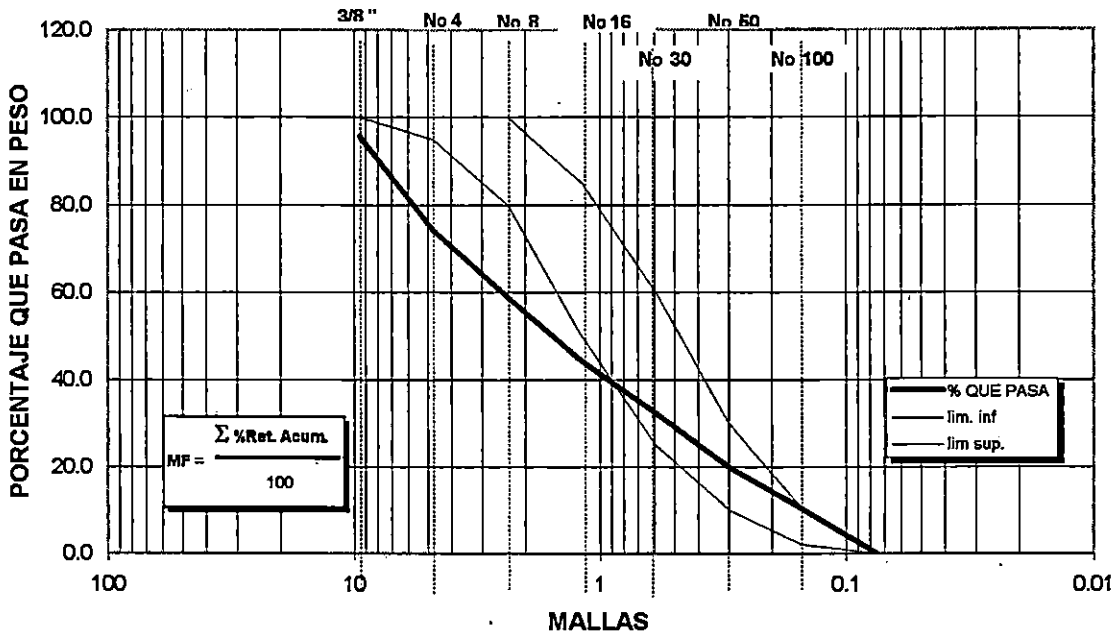


FIGURA N° 4.80

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N° 6

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/09/97

TABLA N° 4.81

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	6.2	1.2	1.2	98.8
No. 4	4.750	39.1	7.8	9.1	90.9
No. 8	2.360	65.4	13.1	22.1	77.9
No. 16	1.180	93.7	18.7	40.9	59.1
No. 30	0.600	86.2	17.2	58.1	41.9
No. 50	0.300	85.1	17.0	75.1	24.9
No. 100	0.150	63	12.6	87.7	12.3
FONDO		61.3	12.3	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	294.3	

MF = 2.94

ANALISIS GRANULOMETRICO

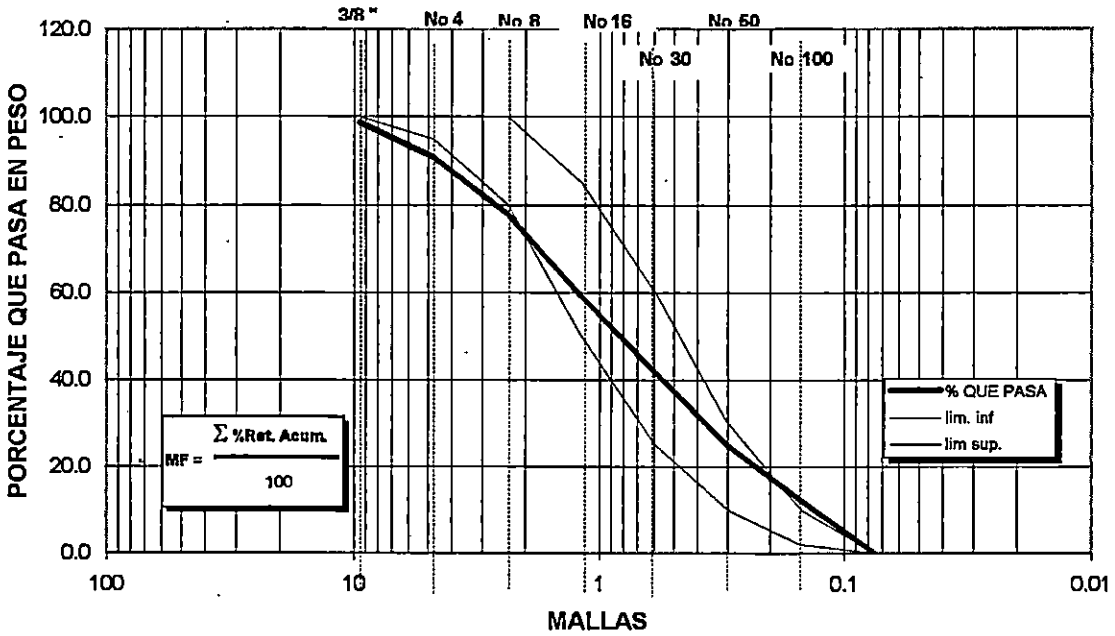


FIGURA N° 4.81

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N° 7

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/10/97

TABLA N° 4.82

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.750	27.1	5.4	5.4	94.6
No. 8	2.360	65.1	13.0	18.4	81.6
No. 16	1.180	101.9	20.4	38.8	61.2
No. 30	0.600	88.2	17.6	56.5	43.5
No. 50	0.300	88.4	17.7	74.1	25.9
No. 100	0.150	66.7	13.3	87.5	12.5
FONDO		62.6	12.5	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	280.8	

MF = 2.81

ANALISIS GRANULOMETRICO

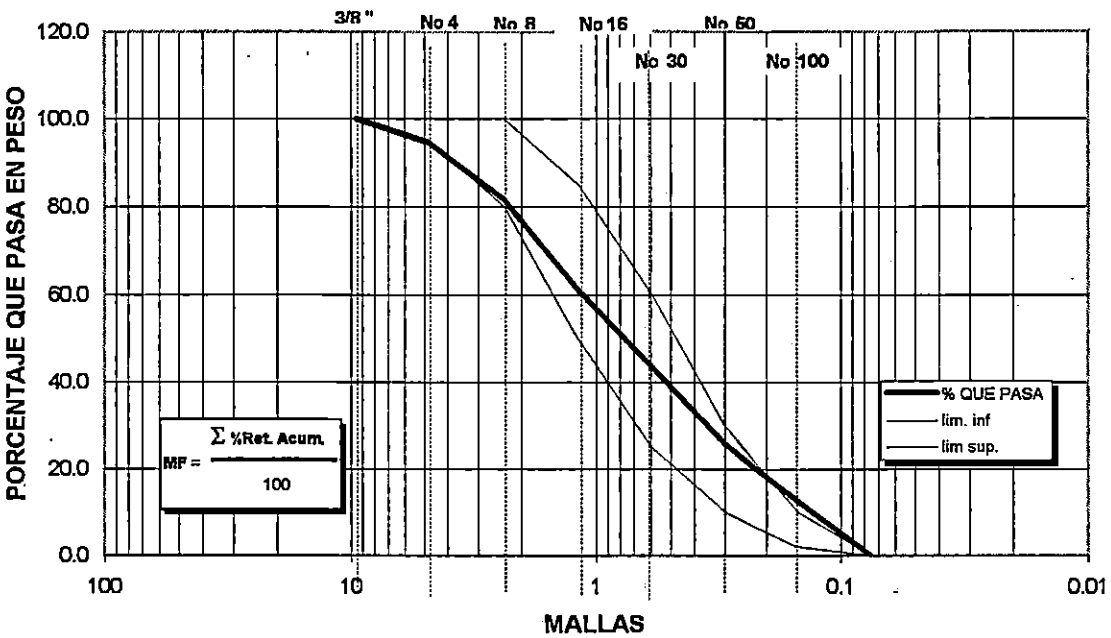


FIGURA N° 4.82

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N° 8

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/10/97

TABLA N° 4.83

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	4	0.8	0.8	99.2
No. 4	4.750	46.3	9.3	10.1	89.9
No. 8	2.360	78.7	15.7	25.8	74.2
No. 16	1.180	94.2	18.8	44.6	55.4
No. 30	0.600	85.4	17.1	61.7	38.3
No. 50	0.300	81.2	16.2	78.0	22.0
No. 100	0.150	62	12.4	90.4	9.6
FONDO		48.2	9.6	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	311.3	

MF = 3.11

ANALISIS GRANULOMETRICO

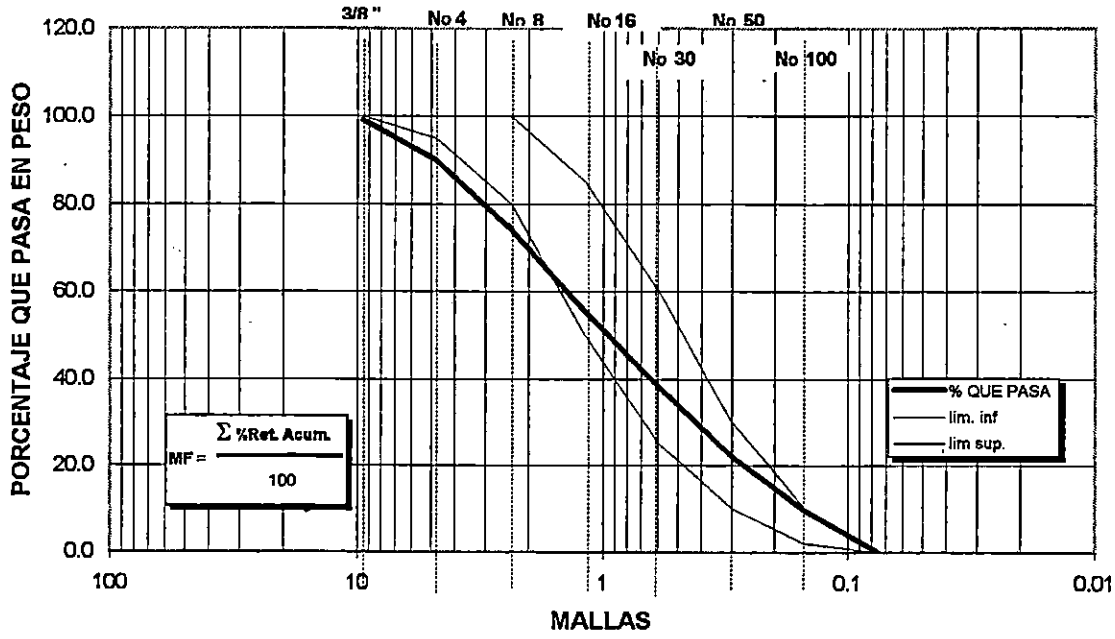


FIGURA N° 4.83

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N° 9

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/11/97

TABLA N° 4.84

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	4.3	0.9	0.9	99.1
No. 4	4.750	47	9.4	10.3	89.7
No. 8	2.360	75.7	15.1	25.4	74.6
No. 16	1.180	100.8	20.2	45.6	54.4
No. 30	0.600	86.8	17.4	62.9	37.1
No. 50	0.300	79.5	15.9	78.8	21.2
No. 100	0.150	57.8	11.6	90.4	9.6
FONDO		48.1	9.6	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	314.2	

MF = 3.14

ANALISIS GRANULOMETRICO

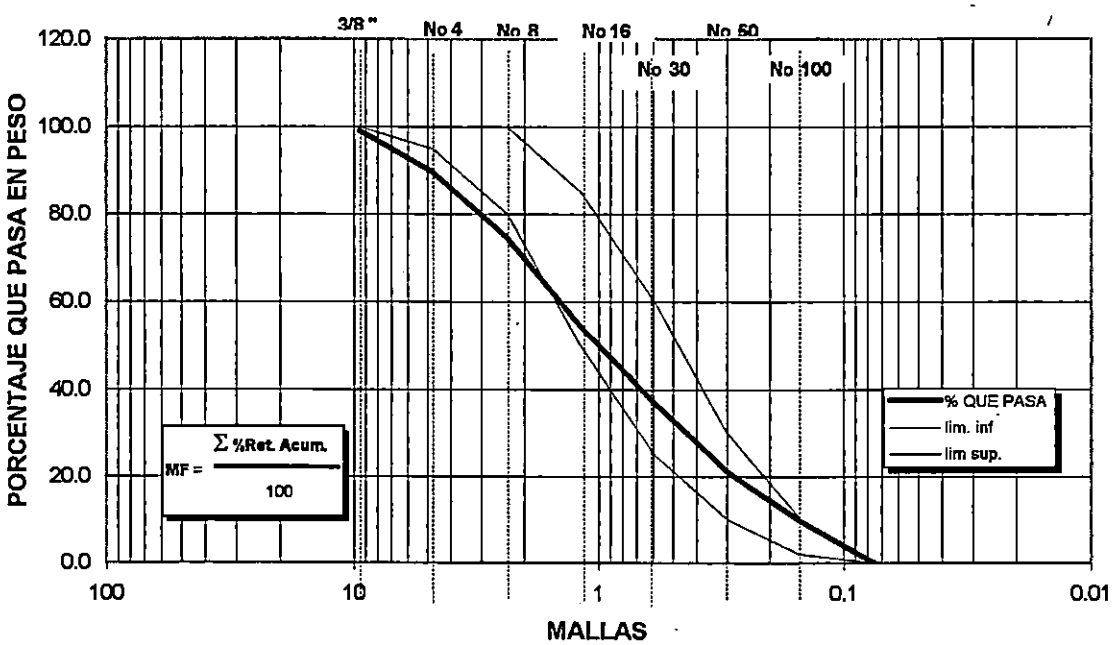


FIGURA N° 4.84

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N° 10

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/11/97

TABLA N° 4.85

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	7.2	1.4	1.4	98.6
No. 4	4.750	52.7	10.5	12.0	88.0
No. 8	2.360	76.1	15.2	27.2	72.8
No. 16	1.180	101.1	20.2	47.4	52.6
No. 30	0.600	81.5	16.3	63.7	36.3
No. 50	0.300	76	15.2	78.9	21.1
No. 100	0.150	55.3	11.1	90.0	10.0
FONDO		50.1	10.0	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	320.7	

MF = 3.21

ANALISIS GRANULOMETRICO

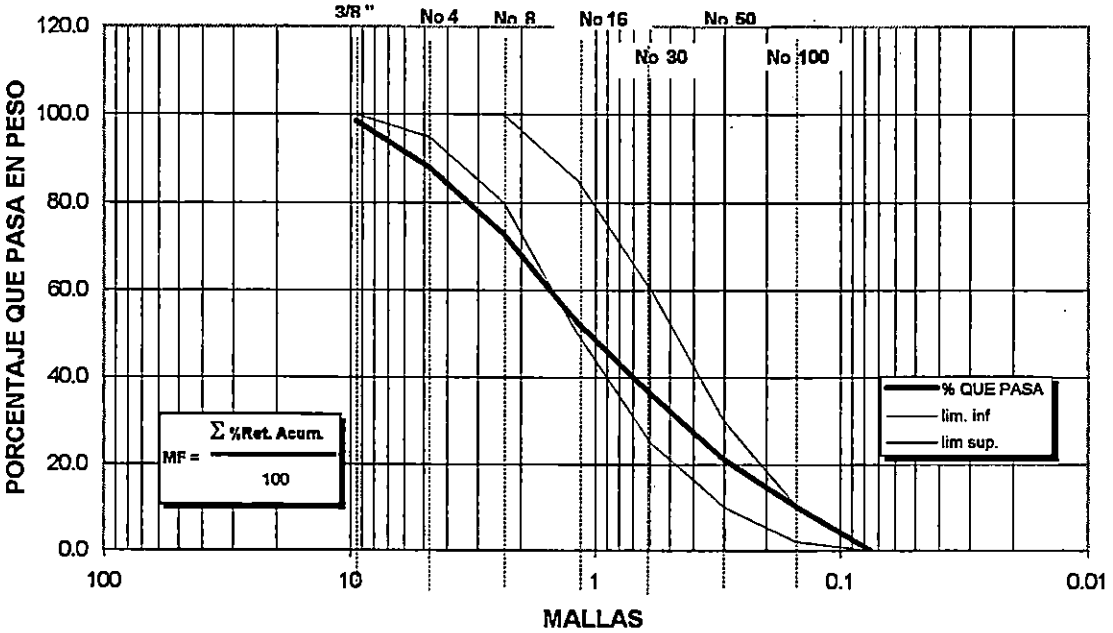


FIGURA N° 4.85

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N° 11

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/12/97

TABLA N° 4.86

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.750	38.4	7.7	7.7	92.3
No. 8	2.360	65.9	13.2	20.9	79.1
No. 16	1.180	100.7	20.1	41.0	59.0
No. 30	0.600	92.8	18.6	59.6	40.4
No. 50	0.300	88.1	17.6	77.2	22.8
No. 100	0.150	58.8	11.8	88.9	11.1
FONDO		55.3	11.1	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	295.2	

MF = 2.95

ANALISIS GRANULOMETRICO

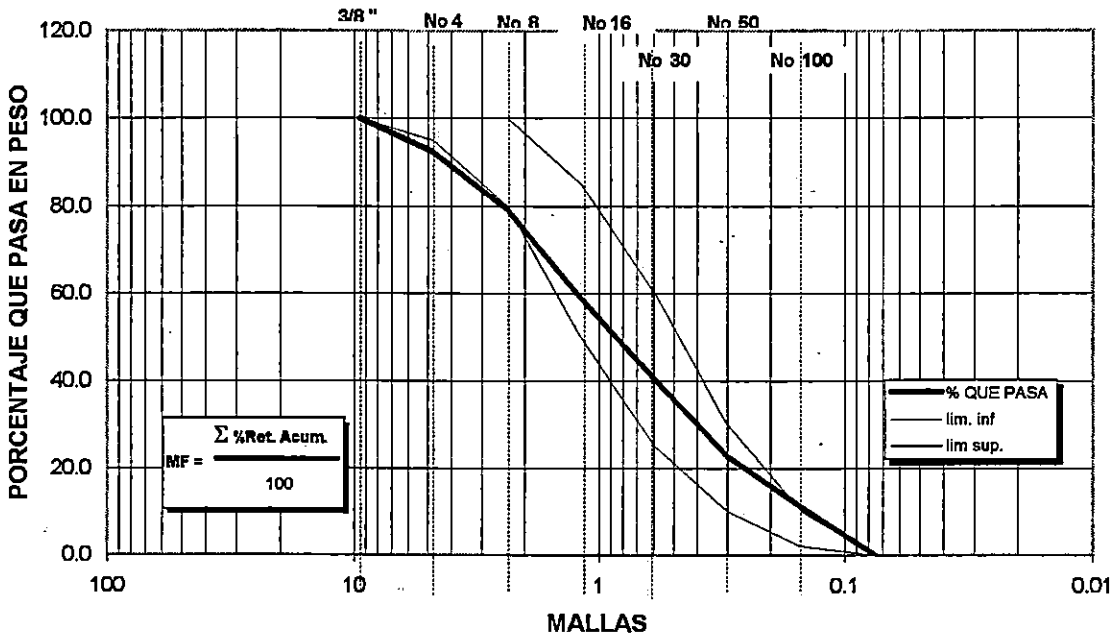


FIGURA N° 4.86

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N° 12

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/12/97

TABLA N° 4.87

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.750	31.5	6.3	6.3	93.7
No. 8	2.360	68.5	13.7	20.0	80.0
No. 16	1.180	94.5	18.9	38.9	61.1
No. 30	0.600	95.3	19.1	58.0	42.0
No. 50	0.300	86.4	17.3	75.2	24.8
No. 100	0.150	66	13.2	88.4	11.6
FONDO		57.8	11.6	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	286.8	

MF = 2.87

ANALISIS GRANULOMETRICO

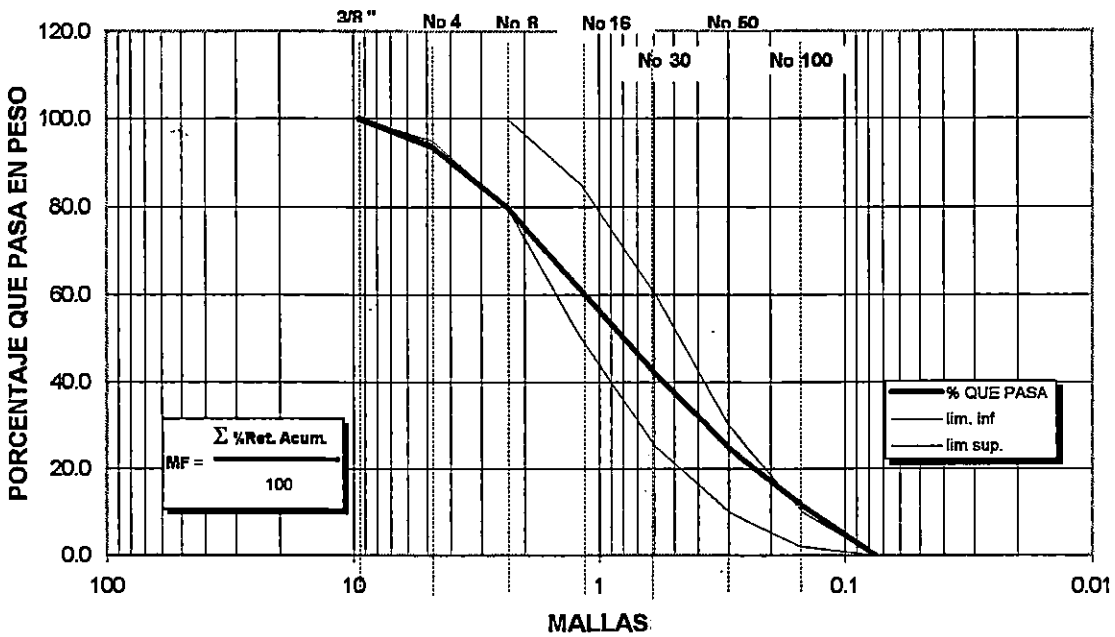


FIGURA N° 4.87

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS DESMENUZABLES EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA

TABLA N° 4.88

MES	MUESTRA	PARTICULAS ENTRE	% DE PESO RET. PARC.°	PESO DE MUESTRA (gr)	PESO DE PART. DESMEN (gr).	% DE DESMEN. POR PARTIC.	DESMENUZ. PONDER. (%)
JULIO	1	3/8" - 16	31.1	100	8.4	8.4	2.61
		PASA LA # 16	68.9 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	2	3/8" - 16	34	100	5.2	5.2	1.77
		PASA LA # 16	66				
		TOTAL	100 [1]				
AGOSTO	3	3/8" - 16	27.6	100	4.4	4.4	1.21
		PASA LA # 16	72.4 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	4	3/8" - 16	60.9	100	6.3	6.3	3.84
		PASA LA # 16	39.1 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
SEPTIEMBRE	5	3/8" - 16	55.7	100	8.7	8.7	4.85
		PASA LA # 16	44.3 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	6	3/8" - 16	40.9	100	5.2	5.2	2.13
		PASA LA # 16	59.1 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
OCTUBRE	7	3/8" - 16	38.8	100	1.2	1.2	0.47
		PASA LA # 16	61.2 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	8	3/8" - 16	44.6	100	2.1	2.1	0.94
		PASA LA # 16	55.4 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
NOVIEMBRE	9	3/8" - 16	45.6	100	3.1	3.1	1.41
		PASA LA # 16	54.4 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	10	3/8" - 16	47.4	100	2.3	2.3	1.09
		PASA LA # 16	52.6 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
DICIEMBRE	11	3/8" - 16	41	100	1.7	1.7	0.70
		PASA LA # 16	59 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	12	3/8" - 16	38.9	100	2.2	2.2	0.86
		PASA LA # 16	61.1 [1]				
		TOTAL	100 [1]				

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS DESMENUZABLES EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA

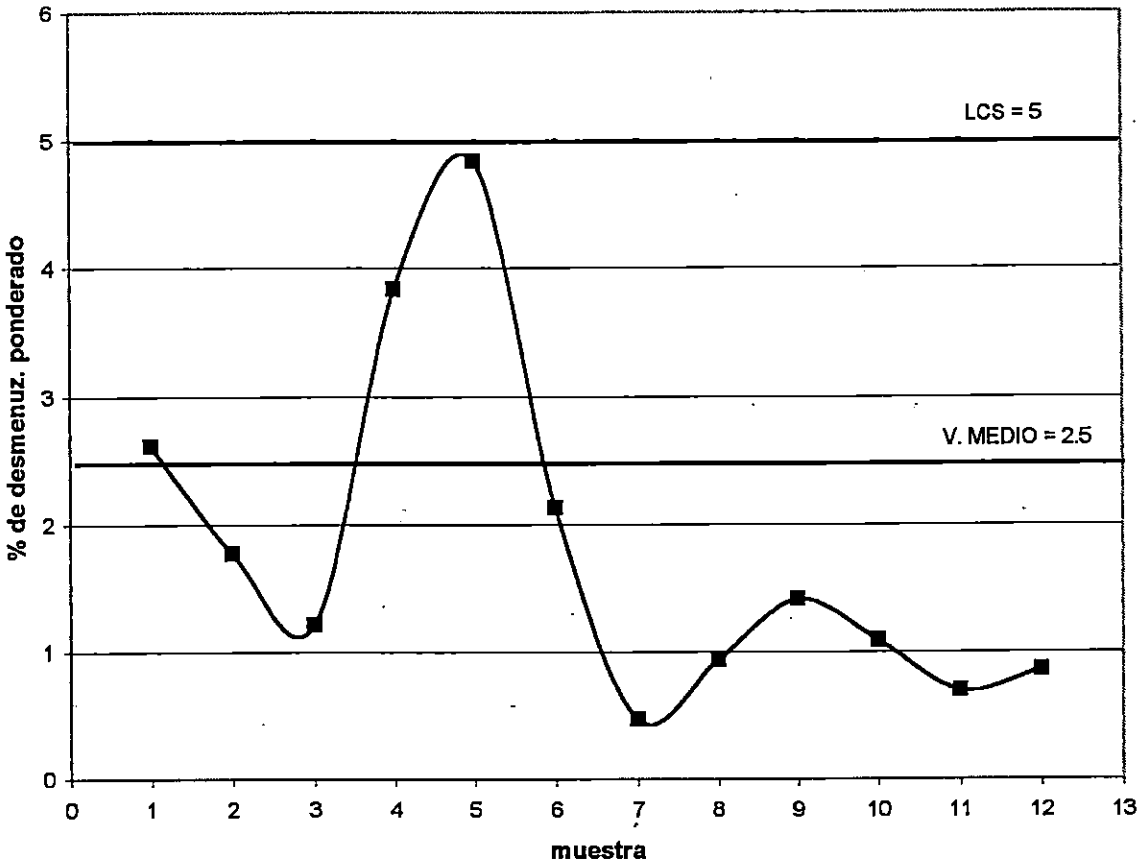


FIGURA N° 4.88

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
IMPUREZAS ORGANICAS EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA

TABLA N° 4.89

MES	PESO	VALOR DE LA PLACA ORGANICA
JUL	1	1
	2	1
AGO	3	1
	4	1
SEP	5	1
	6	1
OCT	7	1
	8	1
NOV	9	1
	10	1
DIC	11	1
	12	1

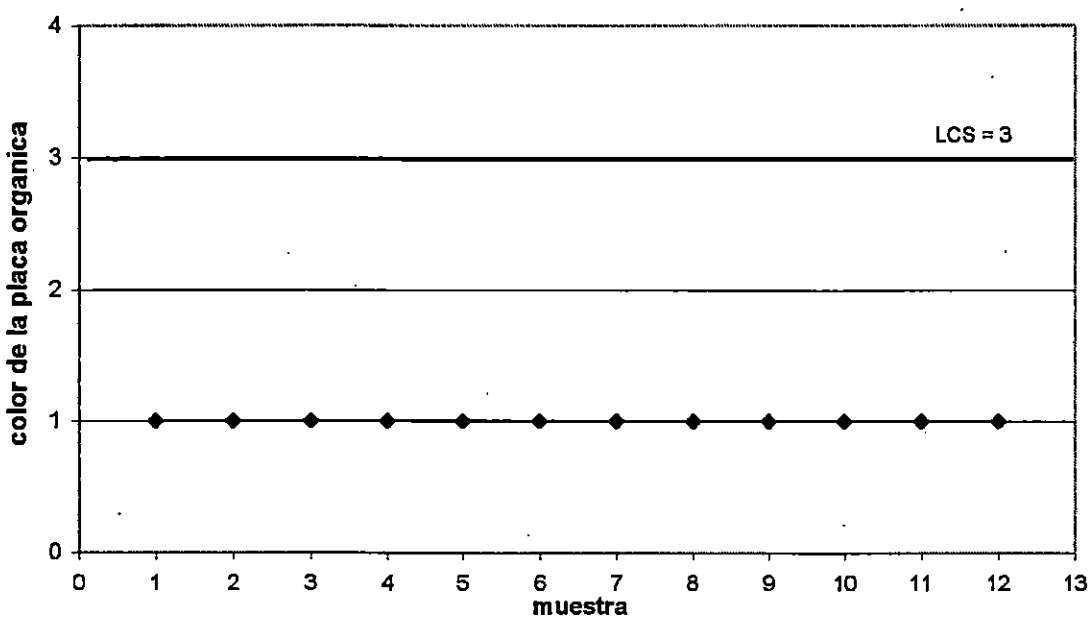


FIGURA N° 4.89

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

MATERIAL MAS FINO QUE LA MALLA N° 200 EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA

TABLA N° 4.90

MES	MES	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)	% QUE PASA LA MALLA 200
JUL	1	473.60	406.90	14.08
	2	486.00	417.30	14.14
AGO	3	500.00	427.00	14.60
	4	500.00	453.00	9.40
SEP	5	500.00	460.30	7.94
	6	500.00	453.60	9.28
OCT	7	500.00	455.30	8.94
	8	500.00	458.00	8.40
NOV	9	500.00	456.20	8.76
	10	500.00	458.20	8.36
DIC	11	500.00	457.10	8.58
	12	500.00	452.20	9.56

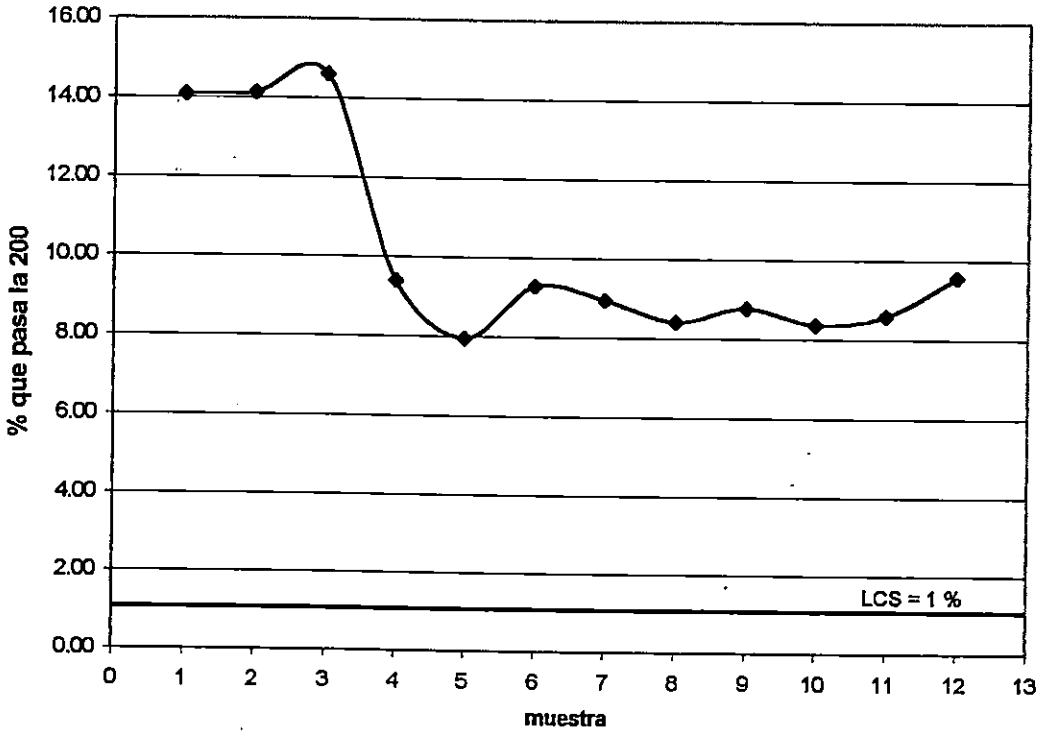


FIGURA N° 4.90

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS DE PESO LIGERO EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA

TABLA N° 4.91

PERIODO	MUESTRA	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)	% DE PART. LIGERAS
15-Jul	2	196.10	0.00	0.00
15-Ago	4	187.90	0.00	0.00
15-Sep	6	197.70	0.00	0.00
15-Oct	8	195.00	0.00	0.00
15-Nov	10	187.90	0.00	0.00
15-Dic	12	191.50	0.00	0.00

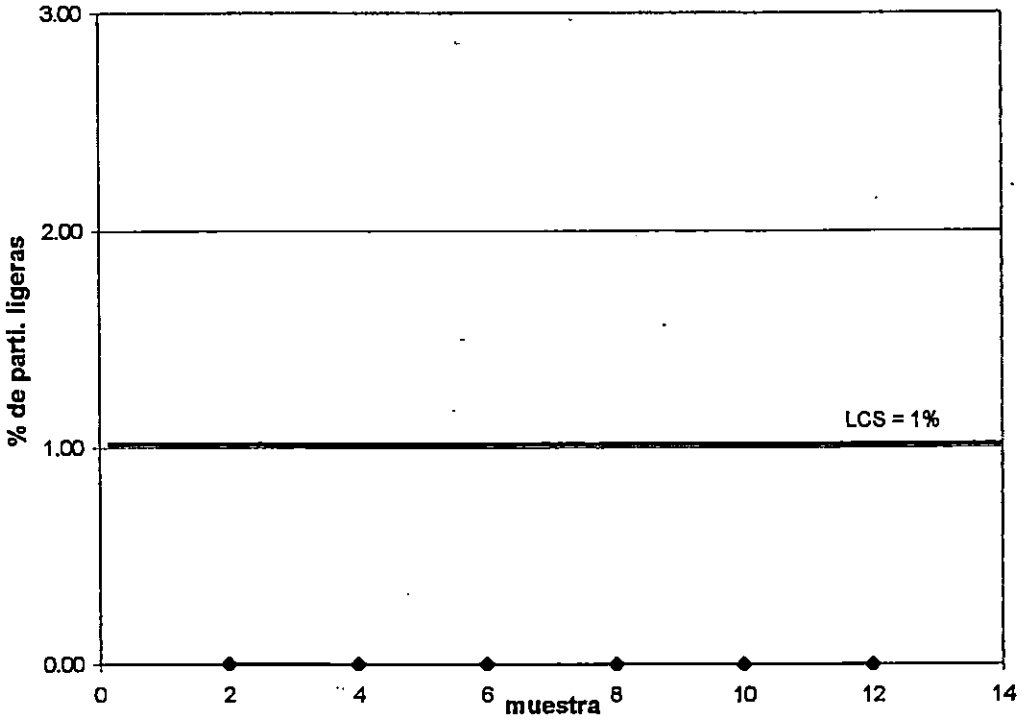


FIGURA N° 4.91

4.7 TABLAS Y GRAFICOS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LA ARENA DEL RIO JIBOA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
SANIDAD EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO JIBOA

TABLA N° 4.92

PERIODO	MUESTRA	PARTICULAS ENTRE	% DE PESO RETENIDO PARC.°	PESO INICIAL (gr)	PERD. DESPUES DEL ENSAYO (gr)	% DE PERDIDA (%)	PERDIDA PONDERADA (%)	PERDIDA TOTAL (%)
01/08/97	3	3/8" - 4	3.40	*		8.40	0.286	8.64
		4 - 8.	5.90	100.00	8.40	8.40	0.496	
		8 - 16.	9.60	100.00	6.50	6.50	0.624	
		16 - 30	17.30	100.00	11.60	11.60	2.007	
		30 - 50	33.10	100.00	15.80	15.80	5.230	
		PASA LA # 50	30.7 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
01/09/97	5	3/8" - 4	3.10	*		11.00	0.341	4.28
		4 - 8.	5.60	100.00	11.00	11.00	0.616	
		8 - 16.	8.70	100.00	7.00	7.00	0.609	
		16 - 30	20.00	100.00	3.30	3.30	0.660	
		30 - 50	29.70	100.00	6.90	6.90	2.049	
		PASA LA # 50	32.9 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
01/11/97	9	3/8" - 4	2.60	*		11.10	0.289	5.75
		4 - 8.	5.20	100.00	11.10	11.10	0.577	
		8 - 16.	11.40	100.00	8.40	8.40	0.958	
		16 - 30	18.60	100.00	8.60	8.60	1.600	
		30 - 50	34.20	100.00	6.80	6.80	2.326	
		PASA LA # 50	28.0 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
15/12/97	12	3/8" - 4	3.00	*		17.70	0.531	7.40
		4 - 8.	6.80	100.00	17.70	17.70	1.204	
		8 - 16.	13.50	100.00	7.80	7.80	1.053	
		16 - 30	19.90	100.00	9.00	9.00	1.791	
		30 - 50	31.40	100.00	9.00	9.00	2.826	
		PASA LA # 50	25.4 [1]					
		TOTAL	100 [1]					

* La cantidad de estas particulas representa menos del 5% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
SANIDAD EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO JIBOA

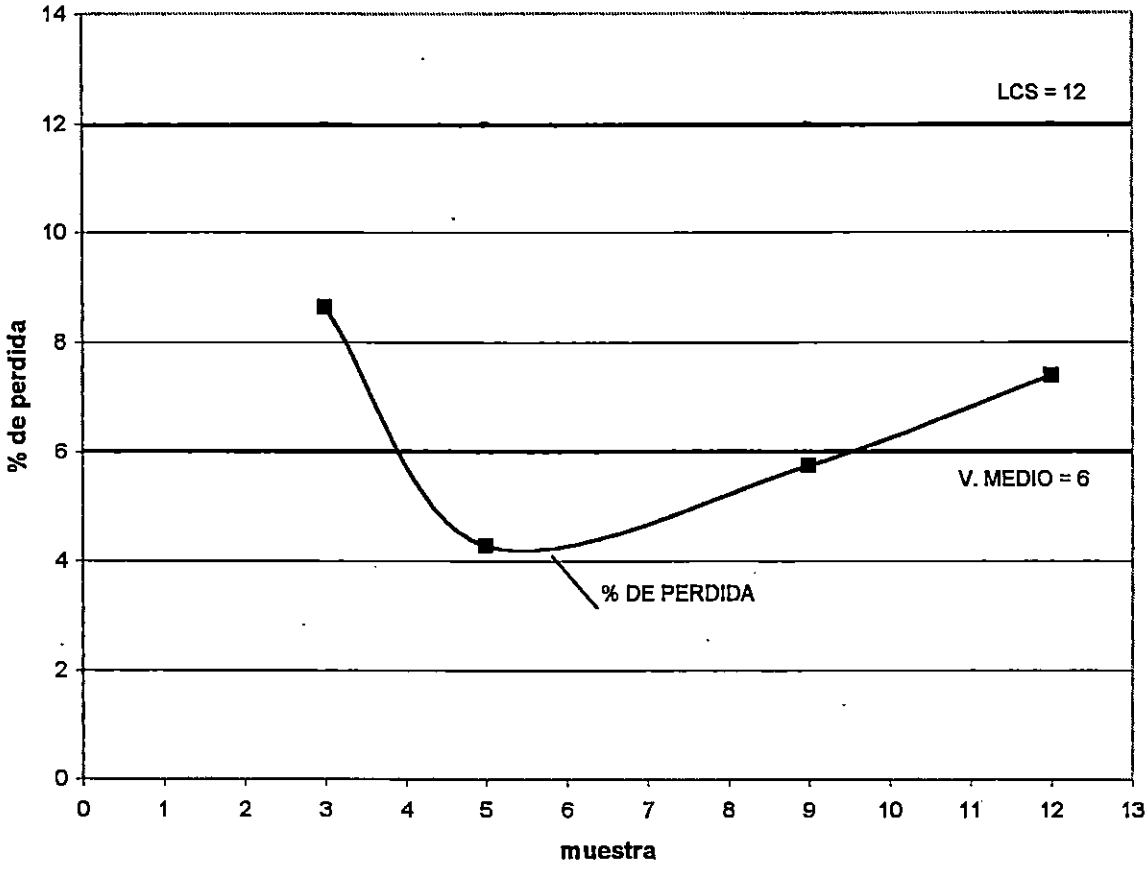


FIGURA N° 4.92

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO JIBOA

TABLA N° 4.93

MES	MUESTRA	PESO SSS (gr)	PESO DEL PICN. + AGUA (gr)	PESO SECO (gr)	PESO DEL PICN.+ ARENA+ AGUA (gr)	ABSORCION (%)	G.E. BULK	G.E. APARENTE
JUL	1	500	1476.9	458.9	1755.4	8.96	7.93	2.54
	2	500	1478.5	458.7	1756.6	9.00	7.92	2.54
AGO	3	500	1477.6	463.3	1759.7	7.92	8.08	2.56
	4	500	1475.6	464.1	1757.8	7.74	8.07	2.55
SEP	5	500	1477.6	480.8	1778.3	3.99	8.92	2.67
	6	500	1478.7	473.2	1761.6	5.66	8.11	2.49
OCT	7	500	1476	470.6	1762.2	6.25	8.24	2.55
	8	500	1478.1	479.7	1761.2	4.23	8.12	2.44
NOV	9	500	1479.2	464.1	1757.8	7.74	7.94	2.50
	10	500	1476	461.2	1751.3	8.41	7.79	2.48
DIC	11	500	1475	470.1	1755.1	6.36	7.98	2.47
	12	500	1479.5	482.3	1767.5	3.67	8.34	2.48

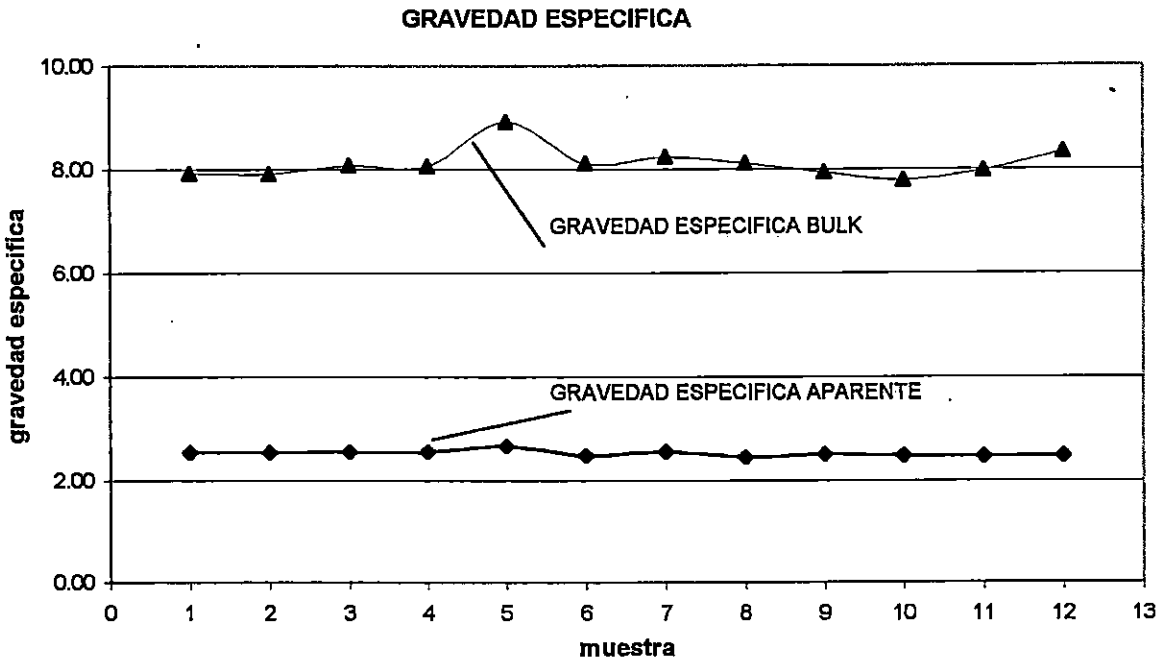


FIGURA N° 4.93

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO JIBOA

TABLA N° 4.94

MES	MUESTRA	PESO SSS (gr)	PESO DEL PICN. + AGUA (gr)	PESO SECO (gr)	PESO DEL PICN.+ ARENA+ AGUA (gr)	ABSORCION (%)	G.E. BULK	G.E. APARENTE
JUL	1	500	1476.9	458.9	1755.4	8.96	7.93	2.54
	2	500	1478.5	458.7	1756.6	9.00	7.92	2.54
AGO	3	500	1477.6	463.3	1759.7	7.92	8.08	2.56
	4	500	1475.6	464.1	1757.8	7.74	8.07	2.55
SEP	5	500	1477.6	480.8	1778.3	3.99	8.92	2.67
	6	500	1478.7	473.2	1761.6	5.66	8.11	2.49
OCT	7	500	1476	470.6	1762.2	6.25	8.24	2.55
	8	500	1478.1	479.7	1761.2	4.23	8.12	2.44
NOV	9	500	1479.2	464.1	1757.8	7.74	7.94	2.50
	10	500	1476	461.2	1751.3	8.41	7.79	2.48
DIC	11	500	1475	470.1	1755.1	6.36	7.98	2.47
	12	500	1479.5	482.3	1767.5	3.67	8.34	2.48

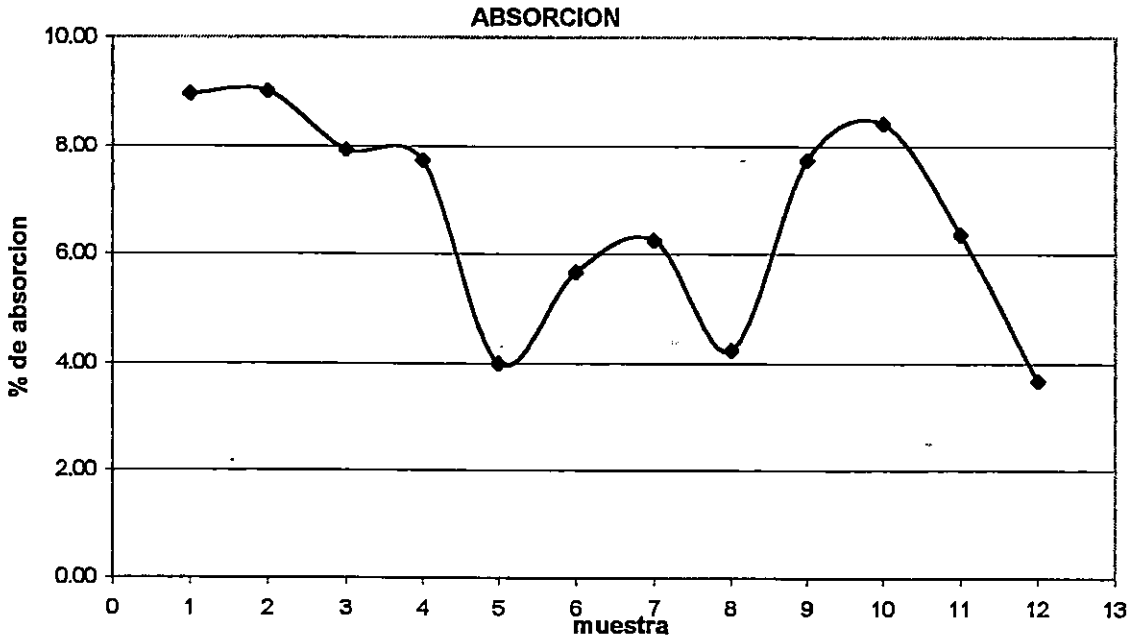


FIGURA N° 4.94

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO JIBOA
MUESTRA N° 1

PESO DE MUESTRA : 500.9gr
FECHA DE MUESTREO: 01/07/97

TABLA N° 4.95

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	1.1	0.2	0.2	99.8
No. 4	4.750	11.4	2.3	2.5	97.5
No. 8	2.360	24	4.8	7.3	92.7
No. 16	1.180	53.6	10.7	18.0	82.0
No. 30	0.600	120.4	24.0	42.0	58.0
No. 50	0.300	183.5	36.6	78.7	21.3
No. 100	0.150	84.5	16.9	95.5	4.5
FONDO		22.4	4.5	100.0	0.0
SUMAS		500.9	100.0	244.2	

MF = 2.44

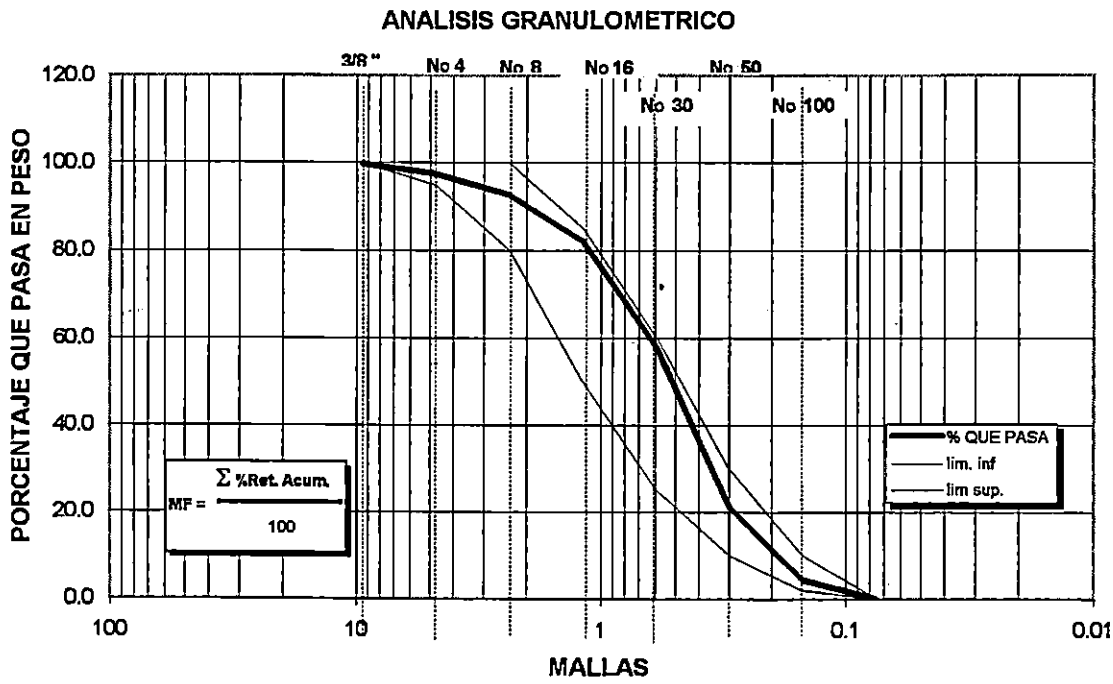


FIGURA N° 4.95

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO JIBOA
MUESTRA N° 2

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/07/97

TABLA N° 4.96

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.750	30.5	6.1	6.1	93.9
No. 8	2.360	45.8	9.2	15.3	84.7
No. 16	1.180	68.6	13.7	29.0	71.0
No. 30	0.600	100.4	20.1	49.1	50.9
No. 50	0.300	170.8	34.2	83.2	16.8
No. 100	0.150	74.8	15.0	98.2	1.8
FONDO		9.1	1.8	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	280.8	

MF = 2.81

ANALISIS GRANULOMETRICO

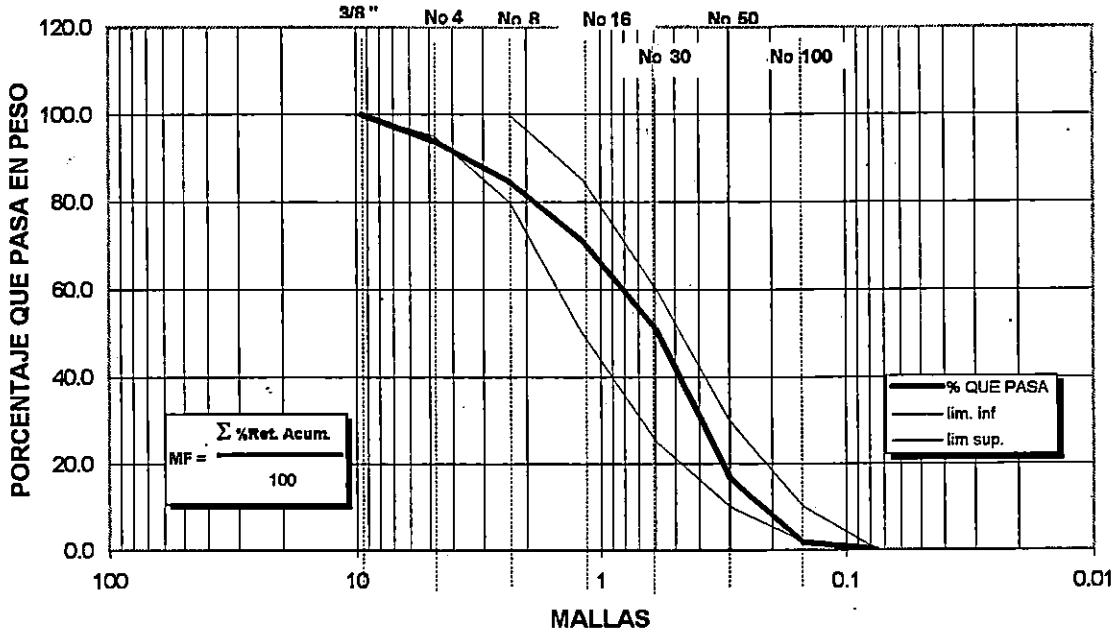


FIGURA N° 4.96

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO JIBOA
MUESTRA N° 3

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/08/97

TABLA N° 4.97

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	6.8	1.4	1.4	98.6
No. 4	4.750	16.8	3.4	4.7	95.3
No. 8	2.360	29.4	5.9	10.6	89.4
No. 16	1.180	48.1	9.6	20.2	79.8
No. 30	0.600	86.5	17.3	37.5	62.5
No. 50	0.300	165.5	33.1	70.6	29.4
No. 100	0.150	122.8	24.6	95.2	4.8
FONDO		24.1	4.8	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	240.2	

MF = 2.40

ANALISIS GRANULOMETRICO

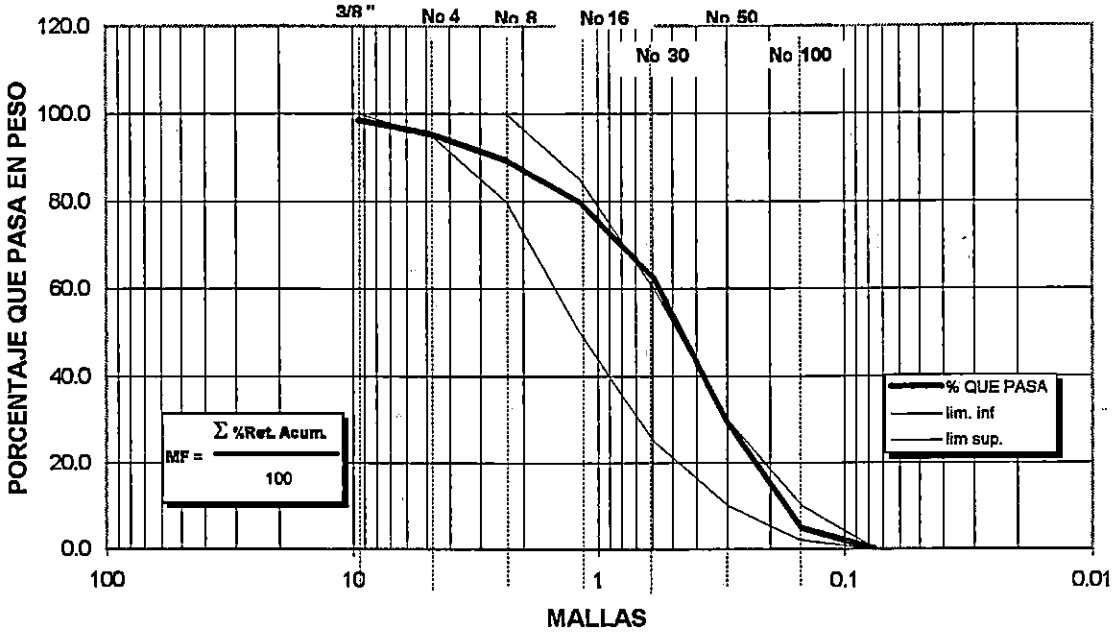


FIGURA N° 4.97

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO JIBOA
MUESTRA N° 4

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/08/97

TABLA N° 4.98

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	8.4	1.7	1.7	98.3
No. 4	4.750	18.6	3.7	5.4	94.6
No. 8	2.360	36.2	7.2	12.6	87.4
No. 16	1.180	68.4	13.7	26.3	73.7
No. 30	0.600	111.4	22.3	48.6	51.4
No. 50	0.300	164.9	33.0	81.6	18.4
No. 100	0.150	82	16.4	98.0	2.0
FONDO		10.1	2.0	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	274.2	

MF = 2.74

ANALISIS GRANULOMETRICO

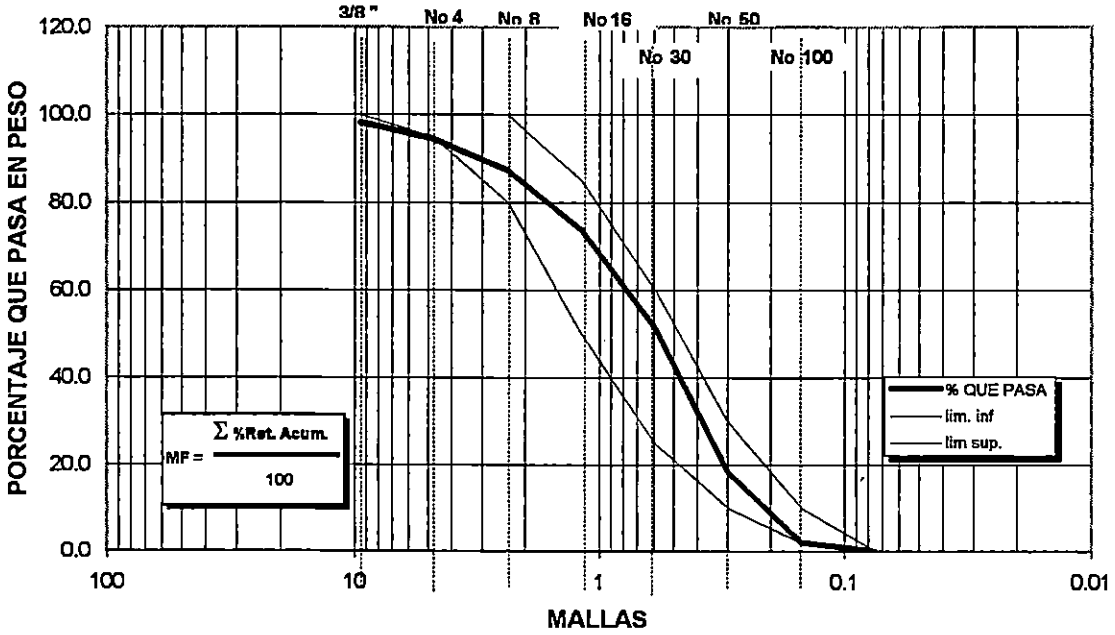


FIGURA N° 4.98

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO JIBOA
MUESTRA N° 5

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/09/97

TABLA N° 4.99

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	8.4	1.7	1.7	98.3
No. 4	4.750	18.6	3.7	5.4	94.6
No. 8	2.360	36.2	7.2	12.6	87.4
No. 16	1.180	68.4	13.7	26.3	73.7
No. 30	0.600	111.4	22.3	48.6	51.4
No. 50	0.300	164.9	33.0	81.6	18.4
No. 100	0.150	82	16.4	98.0	2.0
FONDO		10.1	2.0	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	274.2	

MF = 2.74

ANALISIS GRANULOMETRICO

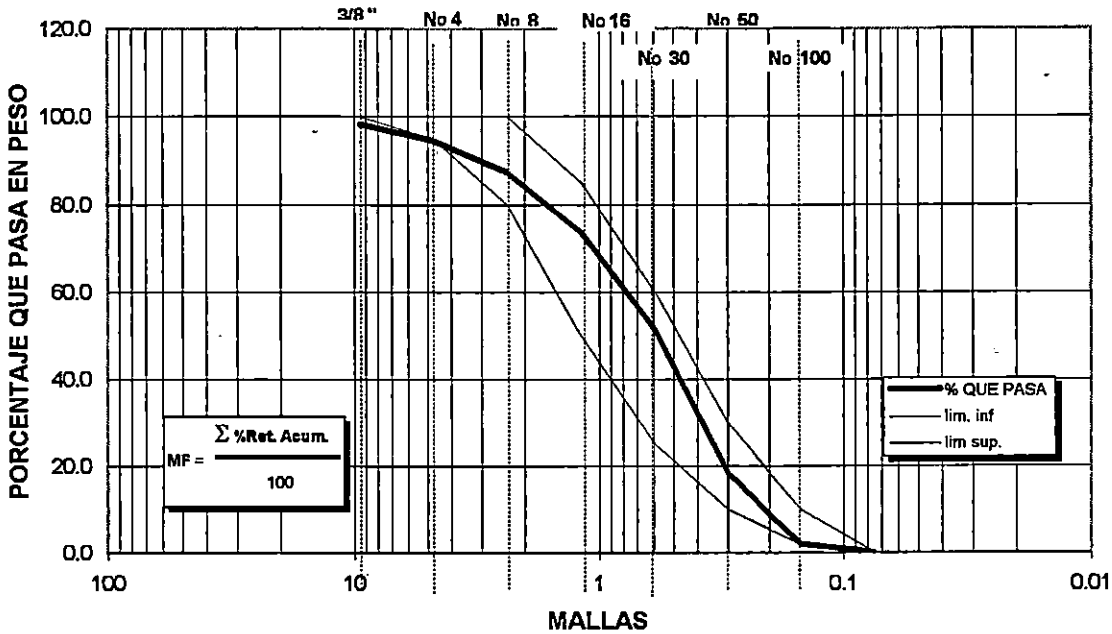


FIGURA N° 4.99

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO JIBOA
MUESTRA N° 6

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/09/97

TABLA N° 4.100

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	4.9	1.0	1.0	99.0
No. 4	4.750	6.4	1.3	2.3	97.7
No. 8	2.360	29	5.8	8.1	91.9
No. 16	1.180	69.6	13.9	22.0	78.0
No. 30	0.600	136.7	27.3	49.3	50.7
No. 50	0.300	155.5	31.1	80.4	19.6
No. 100	0.150	80.3	16.1	96.5	3.5
FONDO		17.6	3.5	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	259.5	

MF = 2.60

ANALISIS GRANULOMETRICO

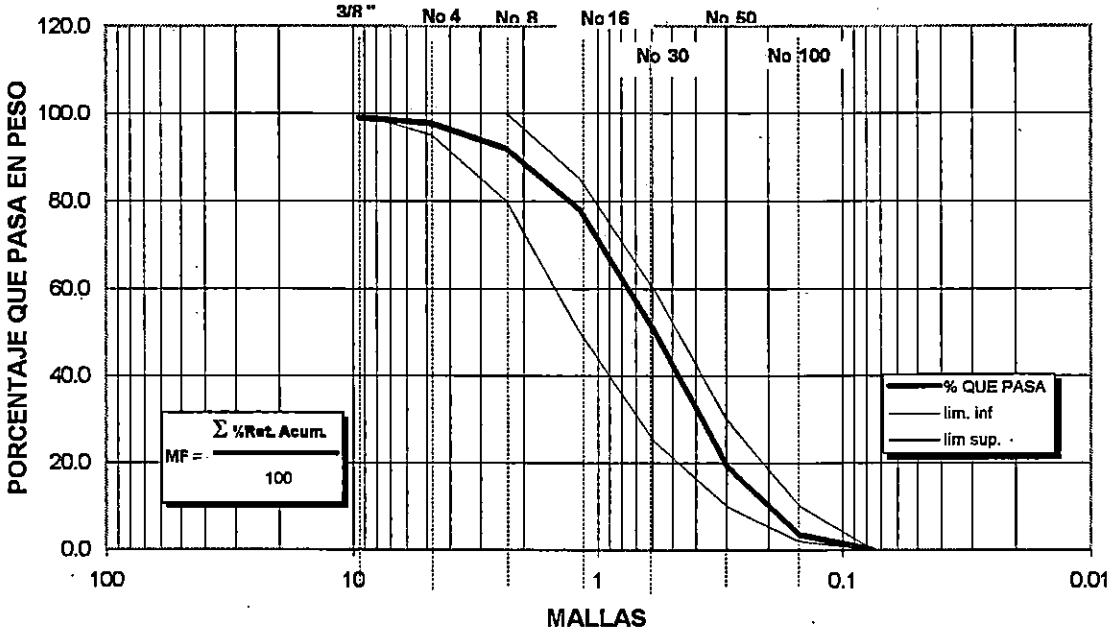


FIGURA N° 4.100

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO JIBOA
MUESTRA N° 7

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/10/97

TABLA N° 4.101

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.750	0.8	0.2	0.2	99.8
No. 8	2.360	4.1	0.8	1.0	99.0
No. 16	1.180	13.4	2.7	3.7	96.3
No. 30	0.600	45.5	9.1	12.8	87.2
No. 50	0.300	176.2	35.2	48.0	52.0
No. 100	0.150	215.6	43.1	91.1	8.9
FONDO		44.4	8.9	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	156.7	

MF = 1.57

ANALISIS GRANULOMETRICO

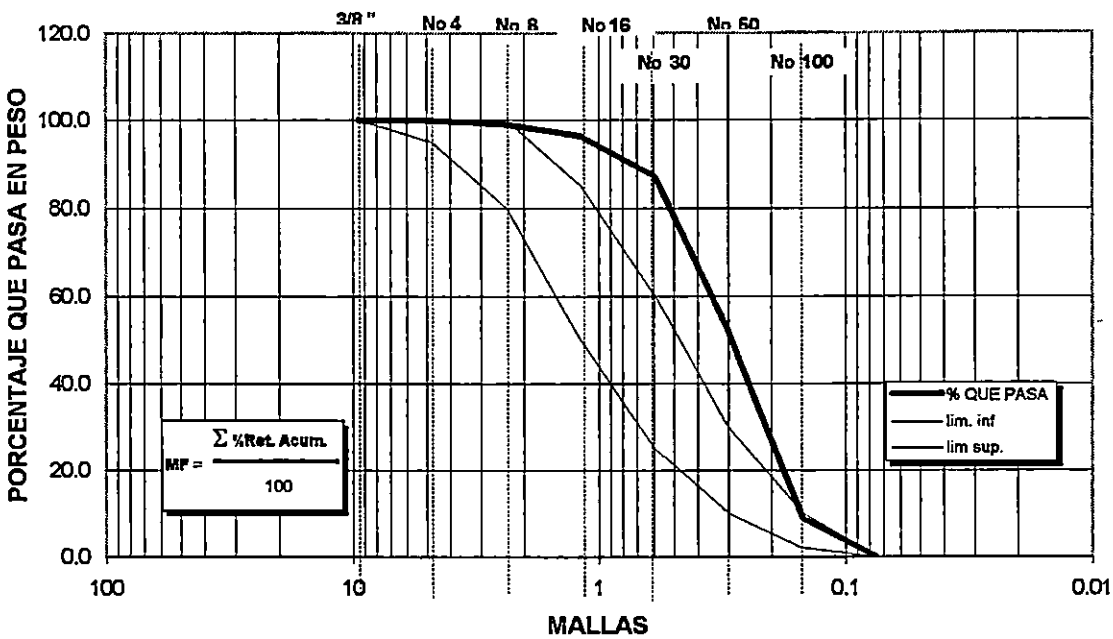


FIGURA N° 4.101

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO JIBOA
MUESTRA N° 8

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/10/97

TABLA N° 4.102

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	3.6	0.7	0.7	99.3
No. 4	4.750	9.6	1.9	2.6	97.4
No. 8	2.360	23.4	4.7	7.3	92.7
No. 16	1.180	57.1	11.4	18.7	81.3
No. 30	0.600	93.7	18.7	37.5	62.5
No. 50	0.300	184.2	36.8	74.3	25.7
No. 100	0.150	112.1	22.4	96.7	3.3
FONDO		16.3	3.3	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	238.0	

MF = 2.38

ANALISIS GRANULOMETRICO

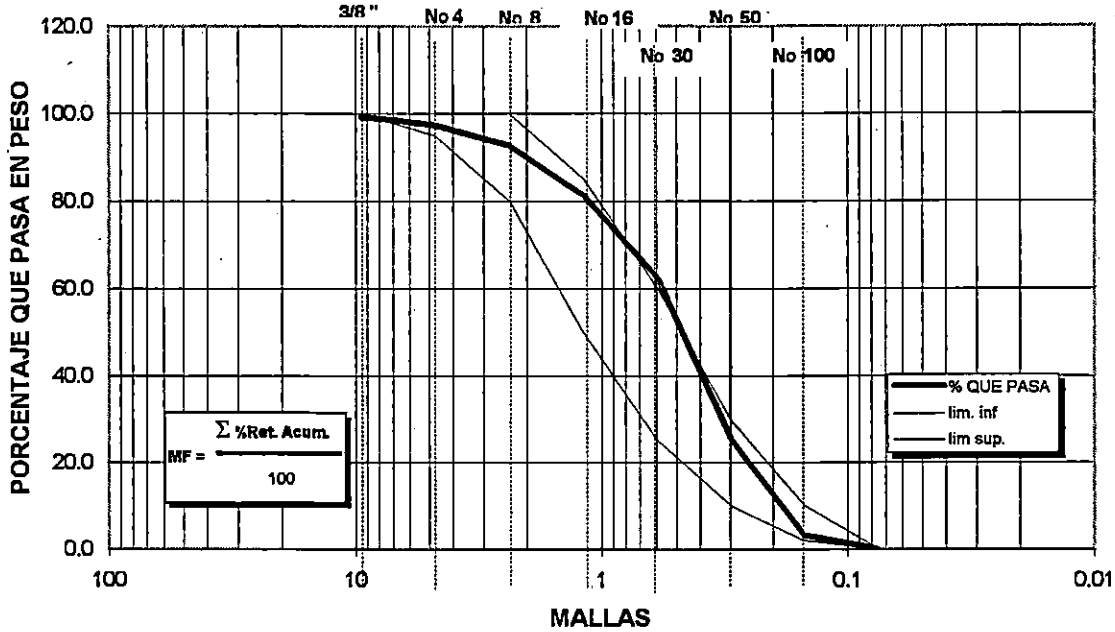


FIGURA N° 4.102

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO JIBOA
MUESTRA N° 9

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/11/97

TABLA N° 4.103

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.750	13	2.6	2.6	97.4
No. 8	2.360	25.8	5.2	7.8	92.2
No. 16	1.180	56.8	11.4	19.1	80.9
No. 30	0.600	93.2	18.6	37.8	62.2
No. 50	0.300	171	34.2	72.0	28.0
No. 100	0.150	115	23.0	95.0	5.0
FONDO		25.2	5.0	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	234.2	

MF = 2.34

ANALISIS GRANULOMETRICO

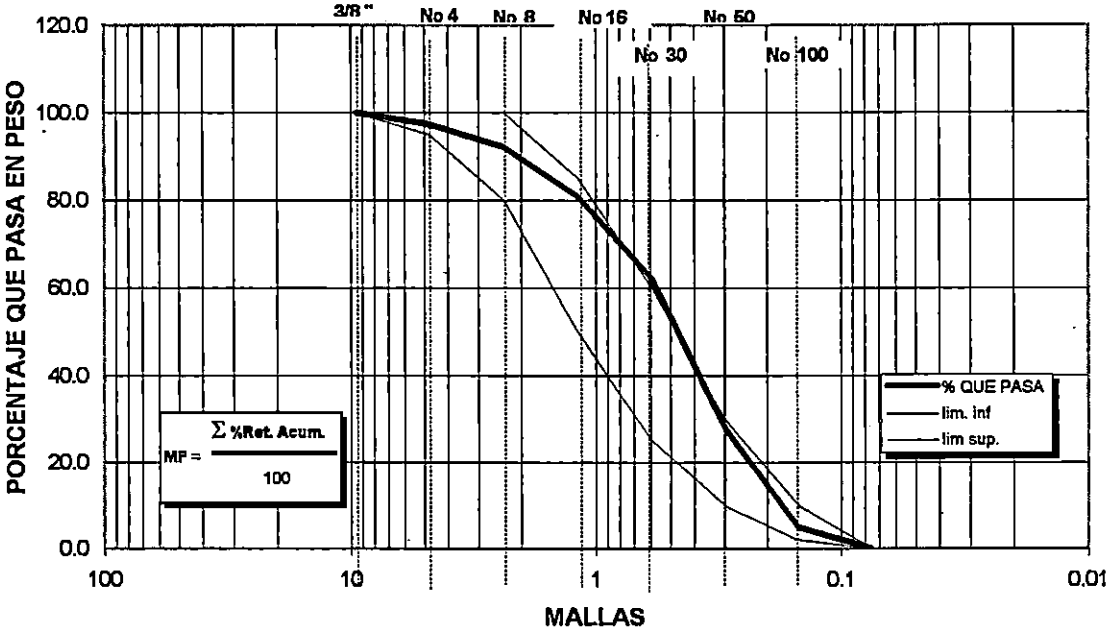


FIGURA N° 4.103

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO JIBOA
MUESTRA N° 10

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/11/97

TABLA N° 4.104

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	3.6	0.7	0.7	99.3
No. 4	4.750	14.9	3.0	3.7	96.3
No. 8	2.360	33.5	6.7	10.4	89.6
No. 16	1.180	67.2	13.4	23.8	76.2
No. 30	0.600	99.2	19.8	43.7	56.3
No. 50	0.300	155.2	31.0	74.7	25.3
No. 100	0.150	103.3	20.7	95.4	4.6
FONDO		23.1	4.6	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	252.4	

MF = 2.52

ANALISIS GRANULOMETRICO

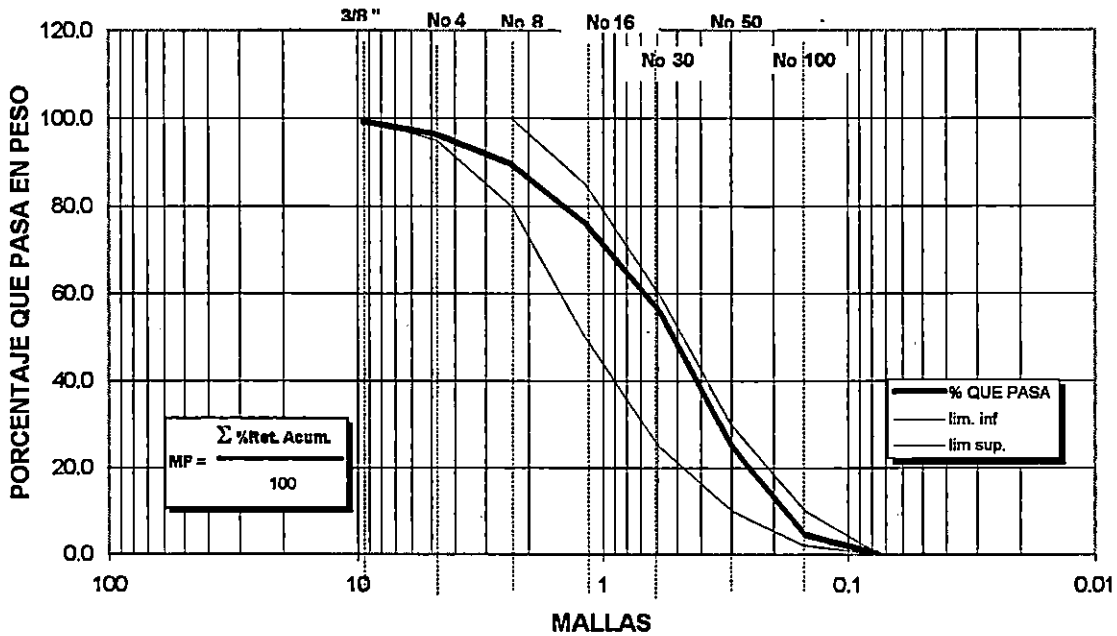


FIGURA N° 4.104

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO JIBOA
MUESTRA N° 11

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/12/97

TABLA N° 4.105

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	6.3	1.3	1.3	98.7
No. 4	4.750	14.5	2.9	4.2	95.8
No. 8	2.360	29.8	6.0	10.1	89.9
No. 16	1.180	65.1	13.0	23.1	76.9
No. 30	0.600	100.8	20.2	43.3	56.7
No. 50	0.300	158.7	31.7	75.0	25.0
No. 100	0.150	104	20.8	95.8	4.2
FONDO		20.8	4.2	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	252.9	

MF = 2.53

ANALISIS GRANULOMETRICO

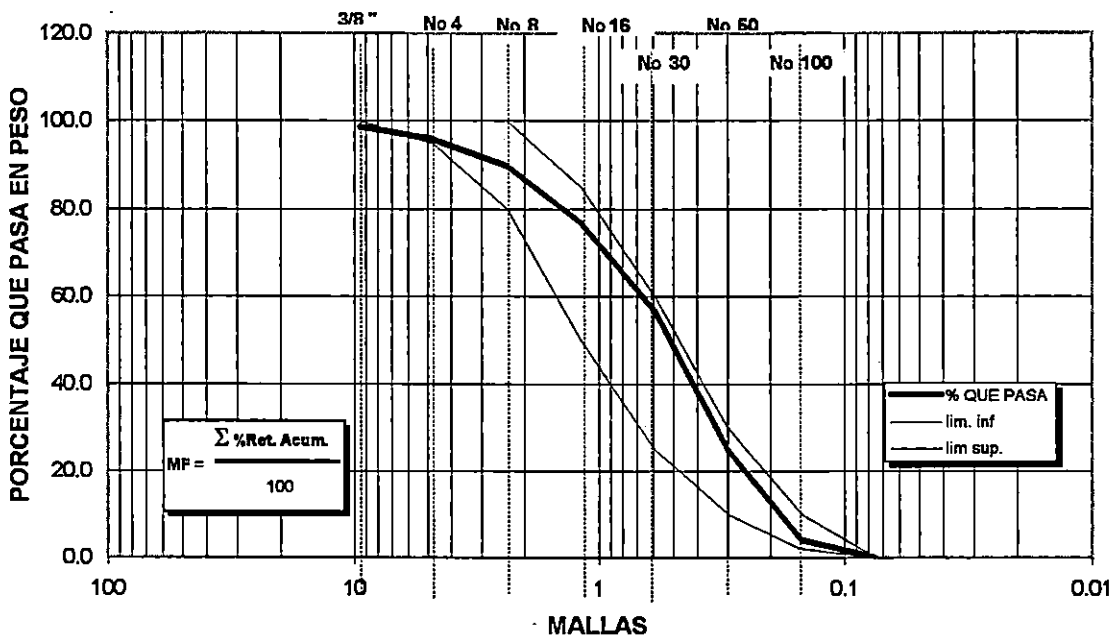


FIGURA N° 4.105

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO JIBOA
MUESTRA N° 12

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/12/97

TABLA N° 4.106

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	0.2	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.750	14.9	3.0	3.0	97.0
No. 8	2.360	34.2	6.8	9.9	90.1
No. 16	1.180	67.5	13.5	23.4	76.6
No. 30	0.600	99.3	19.9	43.2	56.8
No. 50	0.300	157.2	31.4	74.7	25.3
No. 100	0.150	102.9	20.6	95.2	4.8
FONDO		23.8	4.8	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	249.4	

MF = 2.49

ANALISIS GRANULOMETRICO

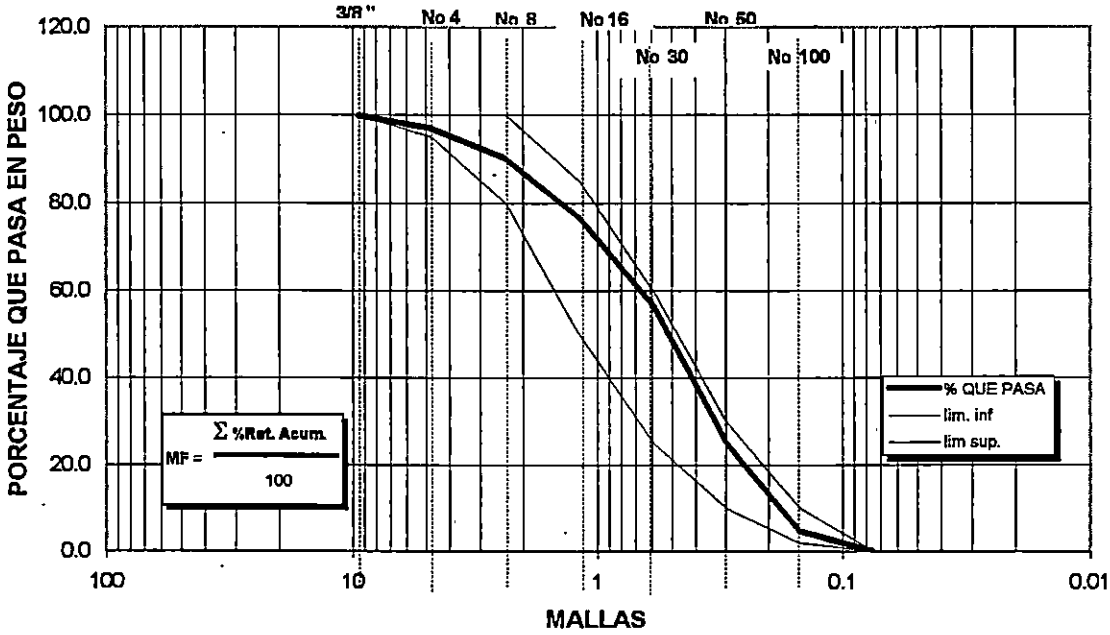


FIGURA N° 4.106

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS DESMENUZABLES EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO JIBOA

TABLA N° 4.107

MES	MUESTRA	PARTICULAS ENTRE	% DE PESO RET. PARC.°	PESO DE MUESTRA (gr)	PESO DE PART. DESMEN (gr).	% DE DESMEN. POR PARTIC.	DESMENUZ. PONDER. (%)
JULIO	1	3/8" - 16	18	100	8.4	1.84	0.33
		PASA LA # 16	82 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	2	3/8" - 16	29	100	5.2	0.4	0.12
		PASA LA # 16	81 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
AGOSTO	3	3/8" - 16	20.2	100	4.4	3.7	0.75
		PASA LA # 16	79.8 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	4	3/8" - 16	26.3	100	6.3	1.1	0.29
		PASA LA # 16	73.7 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
SEPTIEMBRE	5	3/8" - 16	17.7	100	8.7	1.3	0.23
		PASA LA # 16	82.3 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	6	3/8" - 16	22	100	5.2	2	0.44
		PASA LA # 16	78 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
OCTUBRE	7	3/8" - 16	3.7	100	1.2	3.61	0.13
		PASA LA # 16	96.3 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	8	3/8" - 16	18.7	100	2.1	1.8	0.34
		PASA LA # 16	81.3 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
NOVIEMBRE	9	3/8" - 16	19.1	100	3.1	0.47	0.09
		PASA LA # 16	80.9 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	10	3/8" - 16	23.8	100	2.3	0.51	0.12
		PASA LA # 16	76.2 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
DICIEMBRE	11	3/8" - 16	23.1	100	1.7	0.7	0.16
		PASA LA # 16	76.9 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	12	3/8" - 16	23.4	100	2.2	0.72	0.17
		PASA LA # 16	76.6 [1]				
		TOTAL	100 [1]				

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS DESMENUZABLES EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO JIBOA

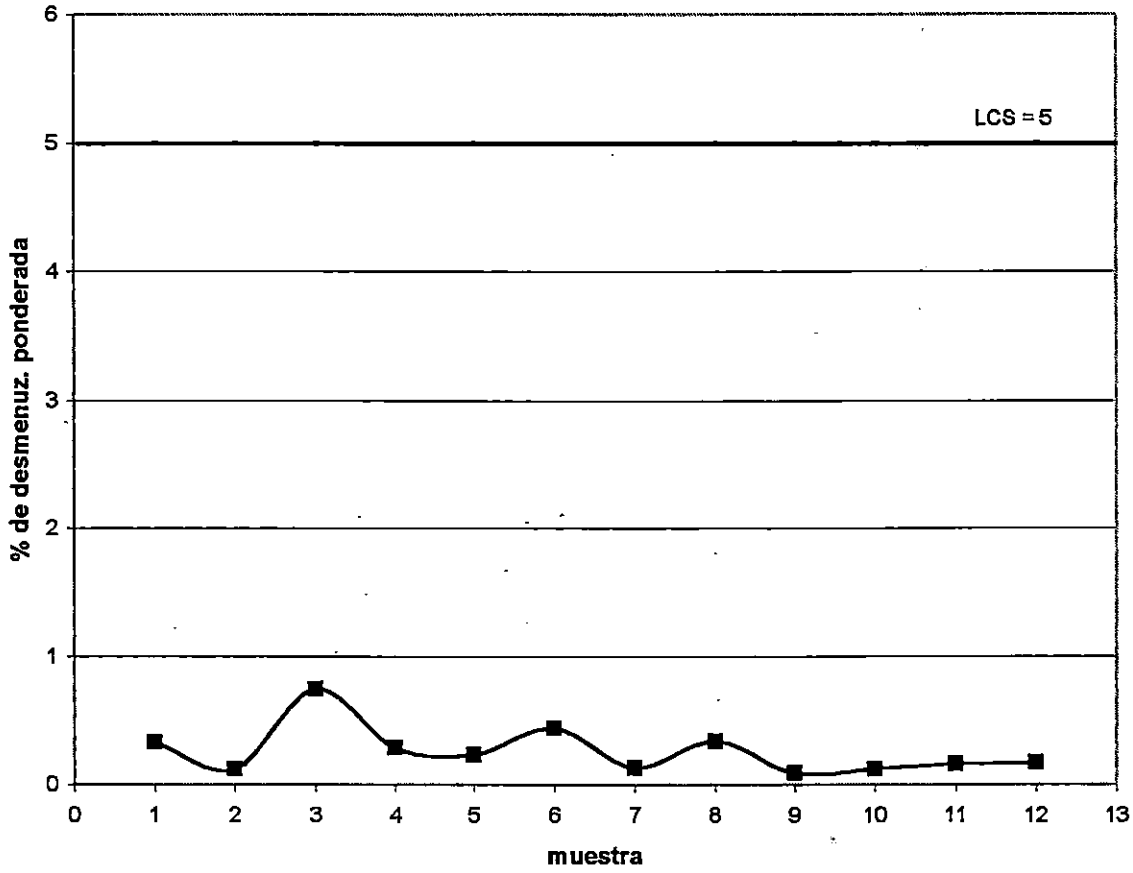


FIGURA N° 4.107

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
IMPUREZAS ORGANICAS EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO JIBOA

TABLA N° 4.108

MES	PESO	VALOR DE LA PLACA ORGANICA
JUL	1	3
	2	1
AGO	3	1
	4	1
SEP	5	1
	6	1
OCT	7	1
	8	1
NOV	9	2
	10	2
DIC	11	2
	12	2

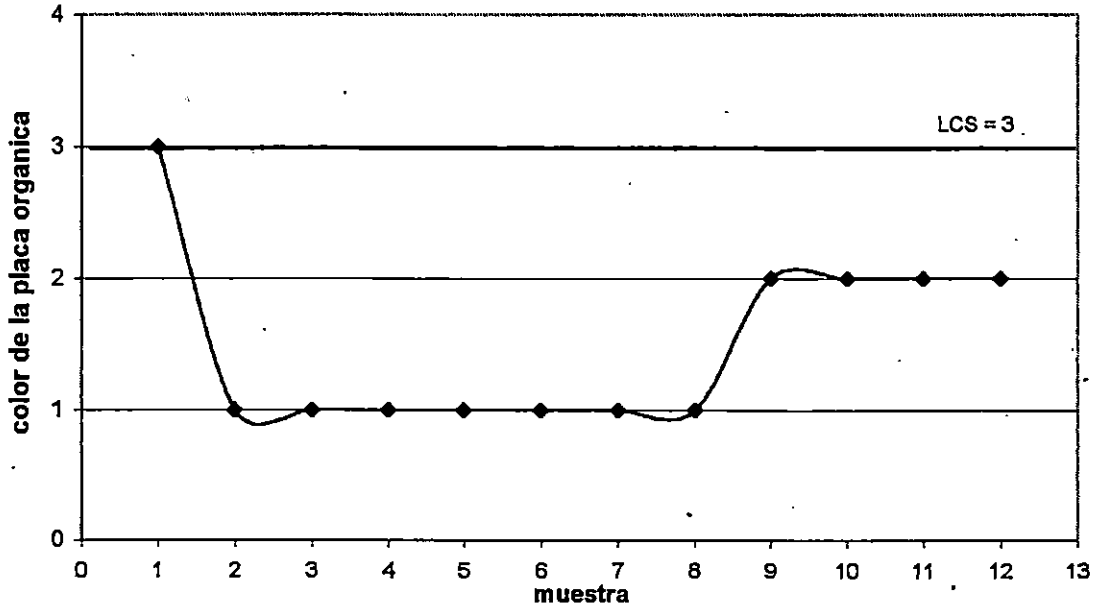


FIGURA N° 4.108

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
MATERIAL MAS FINO QUE LA MALLA N° 200 EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO JIBOA

TABLA N° 4.109

MES	MES	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)	% QUE PASA LA MALLA 200
JUL	1	484.70	471.10	2.81
	2	439.40	423.80	3.55
AGO	3	500.00	495.10	0.98
	4	500.00	496.40	0.72
SEP	5	500.00	486.90	2.62
	6	500.00	495.10	0.98
OCT	7	500.00	494.30	1.14
	8	500.00	496.00	0.80
NOV	9	500.00	490.70	1.86
	10	500.00	490.60	1.88
DIC	11	500.00	478.50	4.30
	12	500.00	490.60	1.88

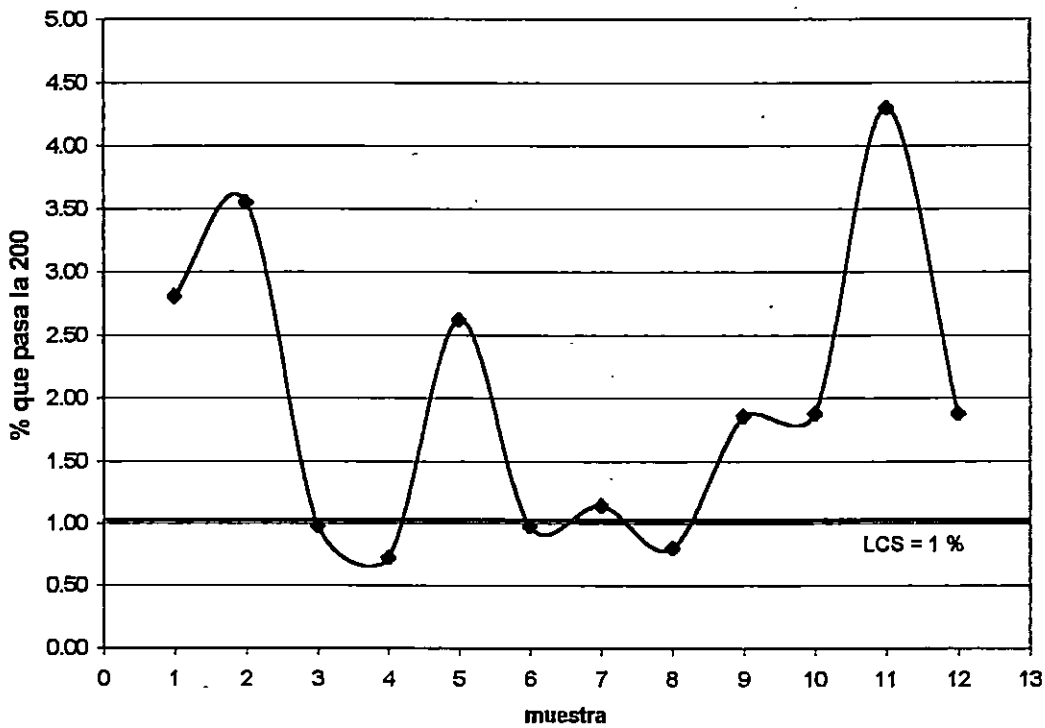


FIGURA N° 4.109

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS DE PESO LIGERO EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO JIBOA

TABLA N° 4.110

PERIODO	MUESTRA	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)	% DE PART. LIGERAS
15-Jul	2	196.10	0.00	16.83
15-Ago	4	187.90	0.00	13.49
15-Sep	6	197.70	0.00	13.36
15-Oct	8	195.00	0.00	8.56
15-Nov	10	187.90	0.00	13.49
15-Dic	12	191.50	0.00	6.34

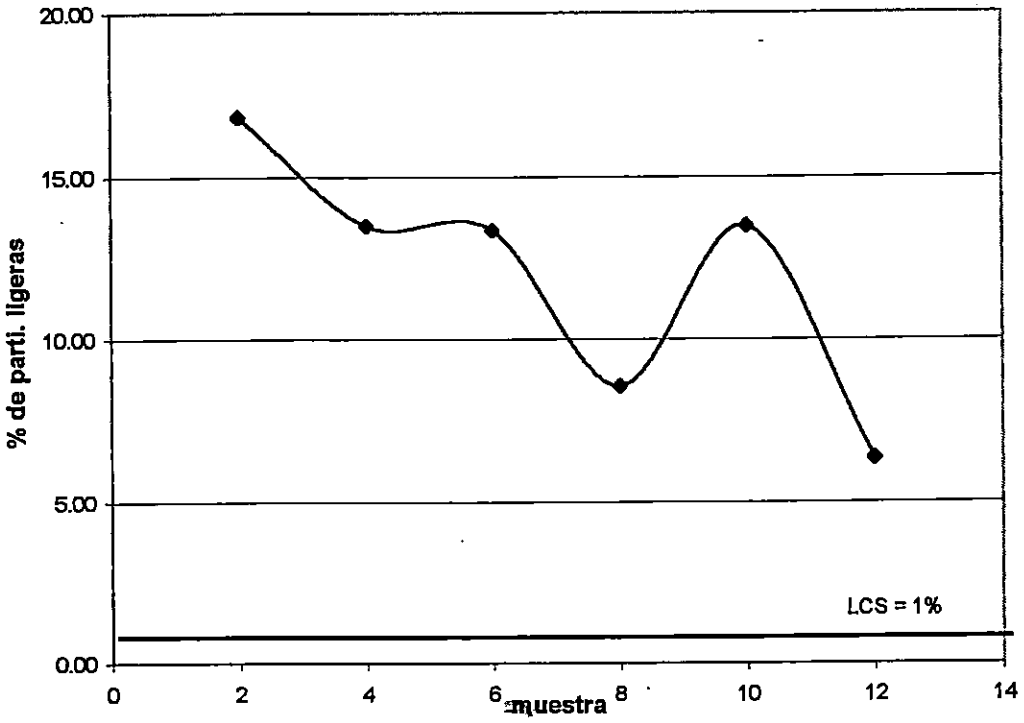


FIGURA N° 4.110

4.8 TABLAS Y GRAFICOS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LA ARENA DEL RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
SANIDAD EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO

TABLA N° 4.111

PERIODO	MUESTRA	PARTICULAS ENTRE	% DE PESO RETENIDO PARC.°	PESO INICIAL (gr)	PERD. DESPUES DEL ENSAYO (gr)	% DE PERDIDA (%)	PERDIDA PONDERADA (%)	PERDIDA TOTAL (%)
01/08/97	3	3/8" - 4	4.40	*		11.60	0.510	5.98
		4 - 8.	8.80	100.00	11.60	11.60	1.021	
		8 - 16.	13.80	100.00	7.60	7.60	1.049	
		16 - 30	14.50	100.00	11.00	11.00	1.595	
		30 - 50	25.40	100.00	7.10	7.10	1.803	
		PASA LA # 50	33.1 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
01/09/97	5	3/8" - 4	3.30			1.60	0.053	5.37
		4 - 8.	7.20	100.00	1.60	1.60	0.115	
		8 - 16.	14.50	100.00	2.60	2.60	0.377	
		16 - 30	19.60	100.00	9.60	9.60	1.882	
		30 - 50	26.80	100.00	11.00	11.00	2.948	
		PASA LA # 50	28.6 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
01/11/97	9	3/8" - 4	3.40			12.20	0.415	6.36
		4 - 8.	8.20	100.00	12.20	12.20	1.000	
		8 - 16.	15.30	100.00	8.80	8.80	1.346	
		16 - 30	22.80	100.00	8.50	8.50	1.938	
		30 - 50	29.20	100.00	5.70	5.70	1.664	
		PASA LA # 50	21.1 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
15/12/97	12	3/8" - 4	5.50	100.00	24.00	24.00	1.320	6.08
		4 - 8.	8.30	100.00	10.50	10.50	0.872	
		8 - 16.	13.30	100.00	9.00	9.00	1.197	
		16 - 30	16.90	100.00	6.90	6.90	1.166	
		30 - 50	25.00	100.00	6.10	6.10	1.525	
		PASA LA # 50	31.0 [1]					
		TOTAL	100 [1]					

* La cantidad de estas particulas representa menos del 5% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
SANIDAD EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO

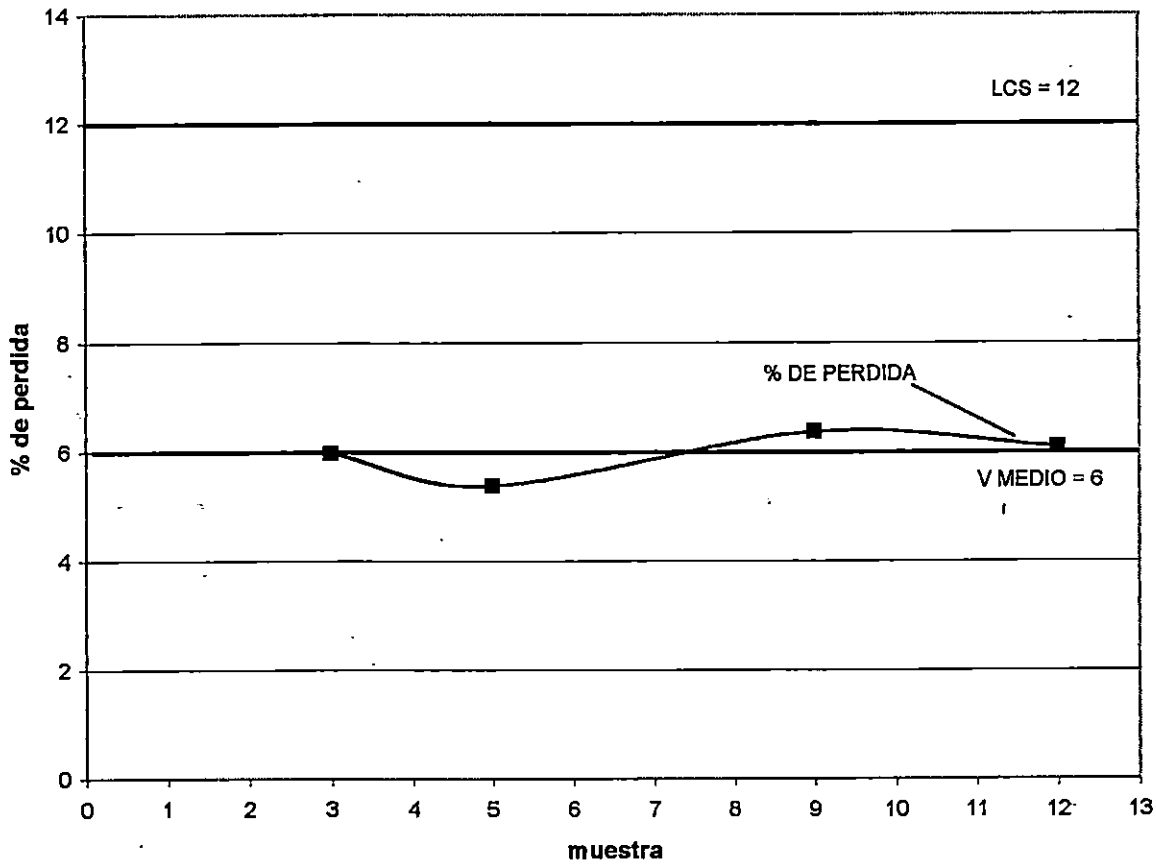


FIGURA N° 4.111

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO

TABLA N° 4.112

MES	MUESTRA	PESO SSS (gr)	PESO DEL PICN. + AGUA (gr)	PESO SECO (gr)	PESO DEL PICN.+ ARENA+ AGUA (gr)	ABSORCION (%)	G.E. BULK	G.E. APARENTE
JUL	1	500	1476.1	450.1	1724.2	11.09	6.84	2.23
	2	500	1476.5	445.2	1709.7	12.31	6.41	2.10
AGO	3	500	1476.9	450.9	1718.5	10.89	6.65	2.15
	4	500	1479.5	469.4	1727.9	6.52	6.87	2.12
SEP	5	500	1477.3	458.2	1747.2	9.12	7.59	2.43
	6	500	1476.6	460.7	1749.2	8.53	7.69	2.45
OCT	7	500	1479.8	465.2	1759.7	7.48	8.00	2.51
	8	500	1477.2	464.5	1755.8	7.64	7.93	2.50
NOV	9	500	1474.7	467.8	1757.6	6.88	8.10	2.53
	10	500	1479	463.9	1751	7.78	7.68	2.42
DIC	11	500	1475.8	466.3	1757.4	7.23	8.05	2.52
	12	500	1418	468.2	1712.9	6.79	8.35	2.70

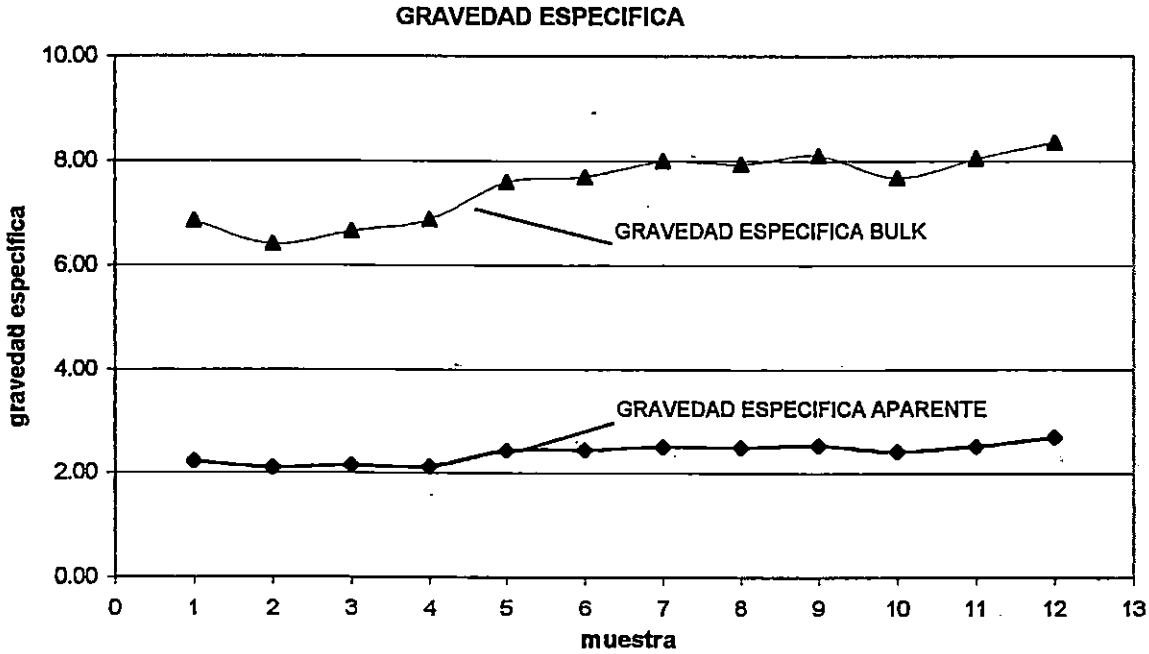


FIGURA N° 4.112

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO

TABLA N° 4.113

MES	MUESTRA	PESO SSS (gr)	PESO DEL PICN. + AGUA (gr)	PESO SECO (gr)	PESO DEL PICN.+ ARENA+ AGUA (gr)	ABSORCION (%)	G.E. BULK	G.E. APARENTE
JUL	1	500	1476.1	450.1	1724.2	11.09	6.84	2.23
	2	500	1476.5	445.2	1709.7	12.31	6.41	2.10
AGO	3	500	1476.9	450.9	1718.5	10.89	6.65	2.15
	4	500	1479.5	469.4	1727.9	6.52	6.87	2.12
SEP	5	500	1477.3	458.2	1747.2	9.12	7.59	2.43
	6	500	1476.6	460.7	1749.2	8.53	7.69	2.45
OCT	7	500	1479.8	465.2	1759.7	7.48	8.00	2.51
	8	500	1477.2	464.5	1755.8	7.64	7.93	2.50
NOV	9	500	1474.7	467.8	1757.6	6.88	8.10	2.53
	10	500	1479	463.9	1751	7.78	7.68	2.42
DIC	11	500	1475.8	466.3	1757.4	7.23	8.05	2.52
	12	500	1418	468.2	1712.9	6.79	8.35	2.70

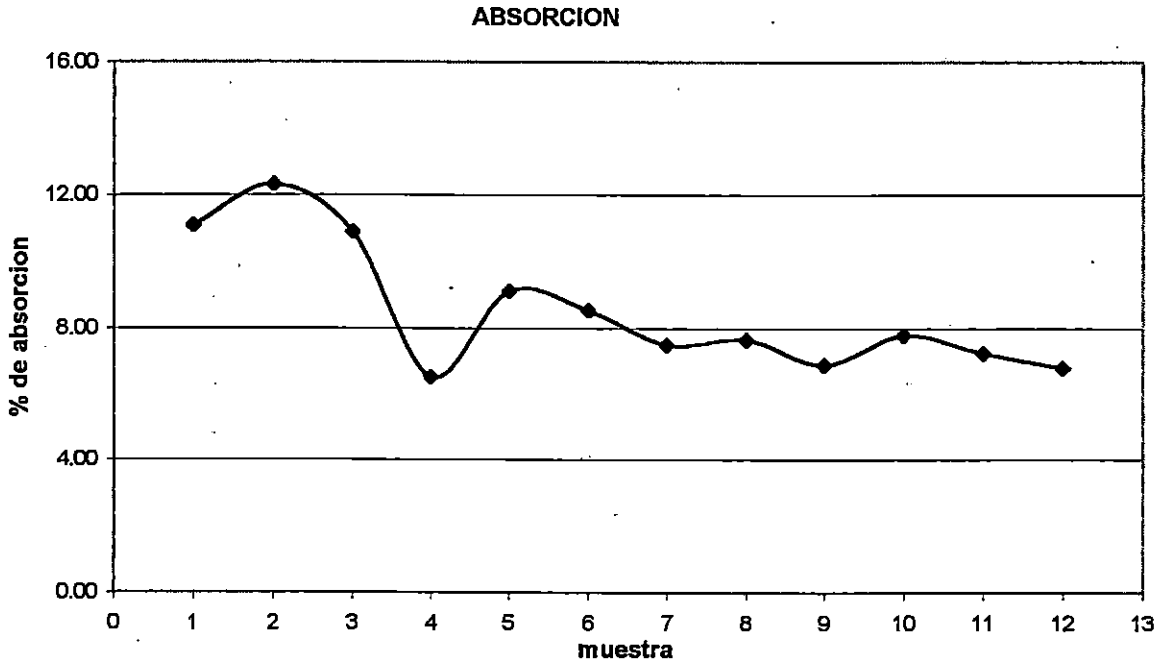


FIGURA N° 4.113

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO — PESO DE MUESTRA : 506.2 gr
MUESTRA N° 1 — FECHA DE MUESTREO: 01/07/97

TABLA N° 4.114

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	4.7	0.9	0.9	99.1
No. 4	4.750	36	7.1	8.0	92.0
No. 8	2.360	58.4	11.5	19.6	80.4
No. 16	1.180	82.7	16.3	35.9	64.1
No. 30	0.600	117.8	23.3	59.2	40.8
No. 50	0.300	114.4	22.6	81.8	18.2
No. 100	0.150	67.4	13.3	95.1	4.9
FONDO		24.8	4.9	100.0	0.0
SUMAS		506.2	100.0	300.5	

MF = 3.01

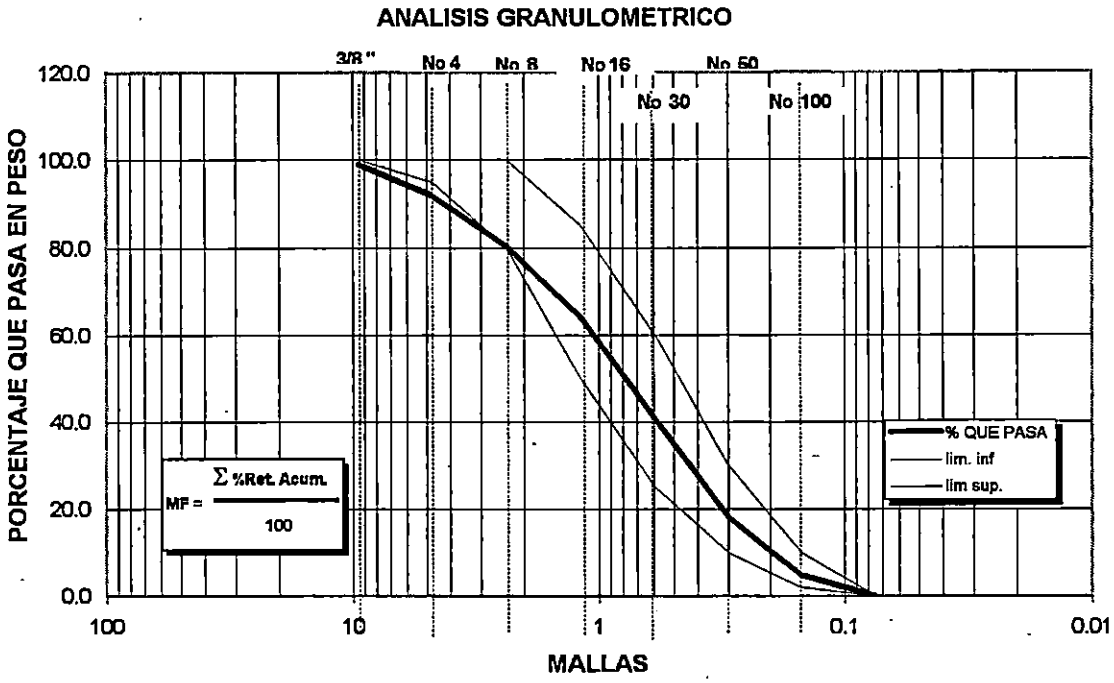


FIGURA N° 4.114

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO
MUESTRA N° 2

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/07/97

TABLA N° 4.115

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.750	30	6.0	6.0	94.0
No. 8	2.360	69.4	13.9	19.9	80.1
No. 16	1.180	77.3	15.5	35.3	64.7
No. 30	0.600	87.8	17.6	52.9	47.1
No. 50	0.300	103.1	20.6	73.5	26.5
No. 100	0.150	95.9	19.2	92.7	7.3
FONDO		36.5	7.3	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	280.3	

MF = 2.80

ANALISIS GRANULOMETRICO

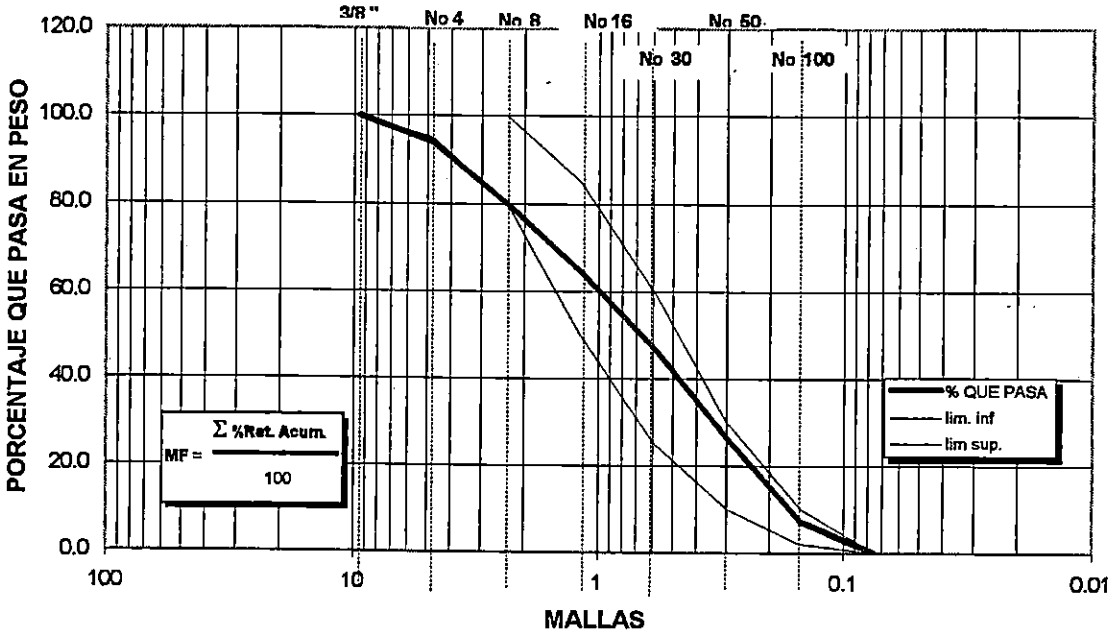


FIGURA N° 4.115

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO
MUESTRA N° 3

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/08/97

TABLA N° 4.116

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	1.2	0.2	0.2	99.8
No. 4	4.750	22.1	4.4	4.7	95.3
No. 8	2.360	43.8	8.8	13.4	86.6
No. 16	1.180	69.1	13.8	27.2	72.8
No. 30	0.600	72.6	14.5	41.8	58.2
No. 50	0.300	126.8	25.4	67.1	32.9
No. 100	0.150	113.7	22.7	89.9	10.1
FONDO		50.7	10.1	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	244.3	

MF = 2.44

ANALISIS GRANULOMETRICO

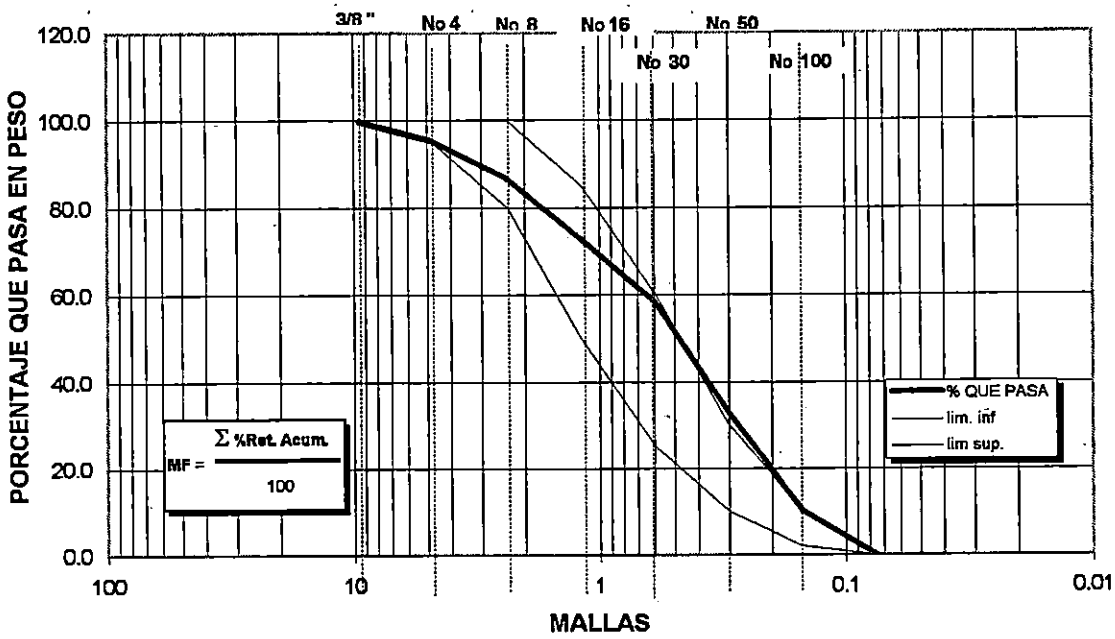


FIGURA N° 4.116

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO
MUESTRA N° 4

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/08/97

TABLA N° 4.117

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	0.4	0.1	0.1	99.9
No. 4	4.750	16.1	3.2	3.3	96.7
No. 8	2.360	39.5	7.9	11.2	88.8
No. 16	1.180	66.1	13.2	24.4	75.6
No. 30	0.600	60.3	12.1	36.5	63.5
No. 50	0.300	118.7	23.7	60.2	39.8
No. 100	0.150	137.6	27.5	87.7	12.3
FONDO		61.3	12.3	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	223.4	

MF = 2.23

ANALISIS GRANULOMETRICO

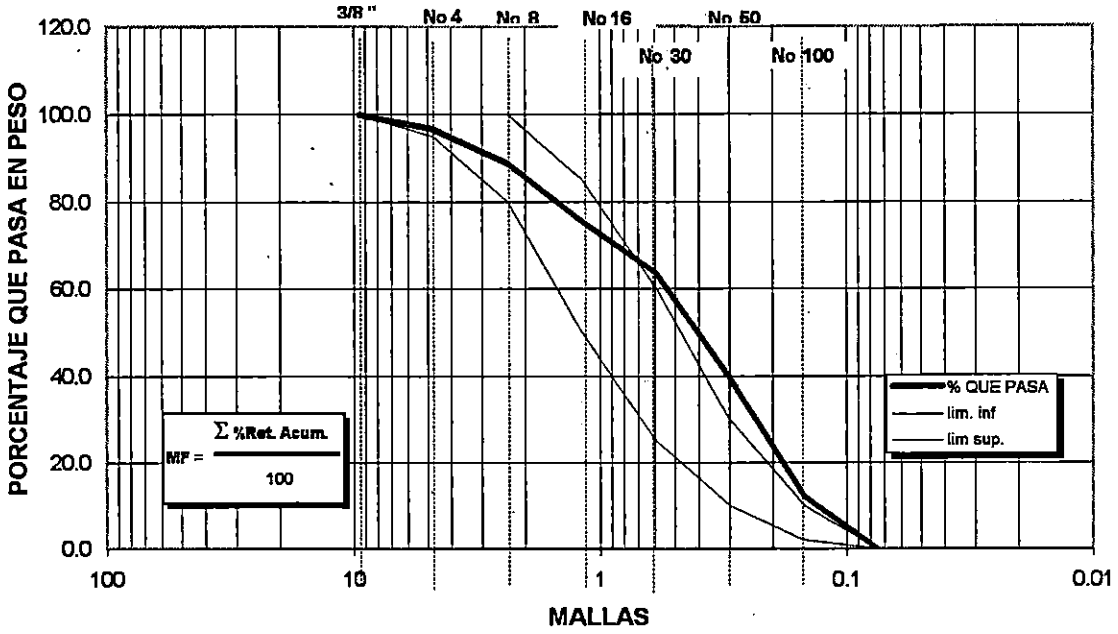


FIGURA N° 4.117

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO
MUESTRA N° 5

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/09/97

TABLA N° 4.118

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	5.2	1.0	1.0	99.0
No. 4	4.750	16.3	3.3	4.3	95.7
No. 8	2.360	35.8	7.2	11.5	88.5
No. 16	1.180	72.7	14.5	26.0	74.0
No. 30	0.600	98.2	19.6	45.6	54.4
No. 50	0.300	134.2	26.8	72.5	27.5
No. 100	0.150	95.5	19.1	91.6	8.4
FONDO		42.1	8.4	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	252.5	

MF = 2.53

ANALISIS GRANULOMETRICO

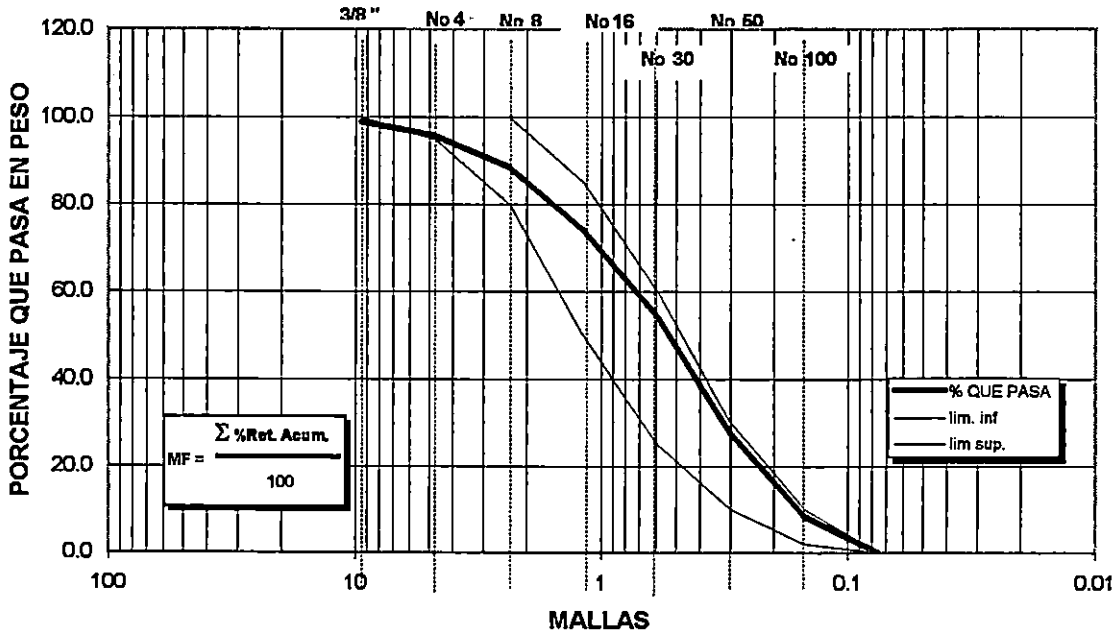


FIGURA N° 4.118

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO
MUESTRA N° 6

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/09/97

TABLA N° 4.119

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	5.8	1.2	1.2	98.8
No. 4	4.750	28.7	5.7	6.9	93.1
No. 8	2.360	48.2	9.6	16.5	83.5
No. 16	1.180	67.9	13.6	30.1	69.9
No. 30	0.600	79.3	15.9	46.0	54.0
No. 50	0.300	108.2	21.6	67.6	32.4
No. 100	0.150	98.2	19.6	87.3	12.7
FONDO		63.7	12.7	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	255.6	

MF = 2.56

ANALISIS GRANULOMETRICO

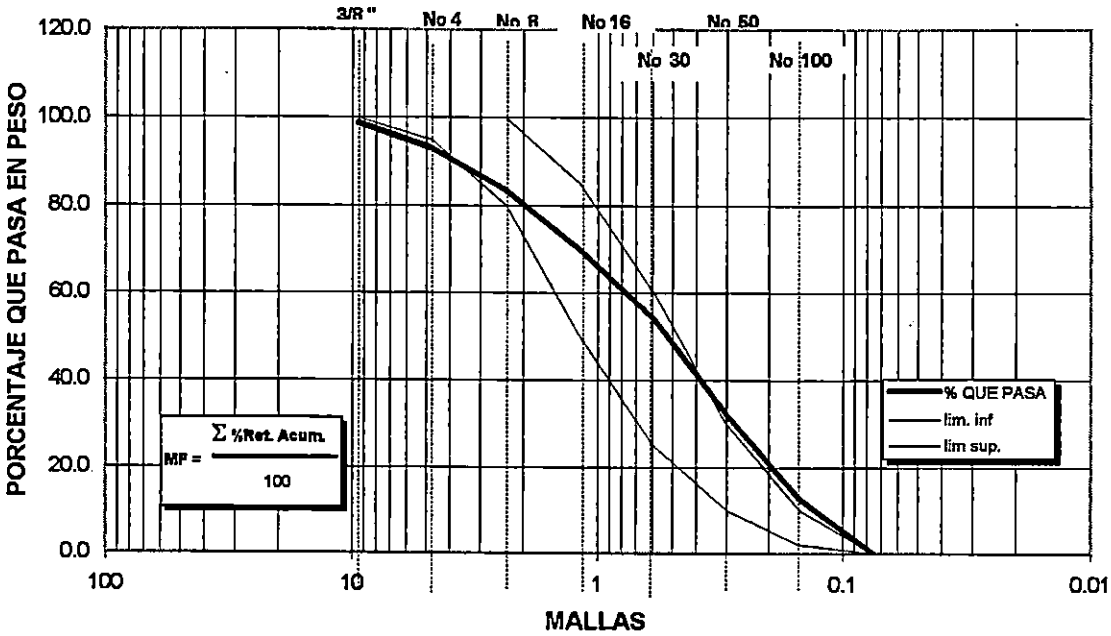


FIGURA N° 4.119

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO
MUESTRA N° 7

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/10/97

TABLA N° 4.120

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	2.5	0.5	0.5	99.5
No. 4	4.750	24.4	4.9	5.4	94.6
No. 8	2.360	39.1	7.8	13.2	86.8
No. 16	1.180	75	15.0	28.2	71.8
No. 30	0.600	109.5	21.9	50.1	49.9
No. 50	0.300	145.4	29.1	79.2	20.8
No. 100	0.150	80.3	16.1	95.2	4.8
FONDO		23.8	4.8	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	271.8	

MF = 2.72

ANALISIS GRANULOMETRICO

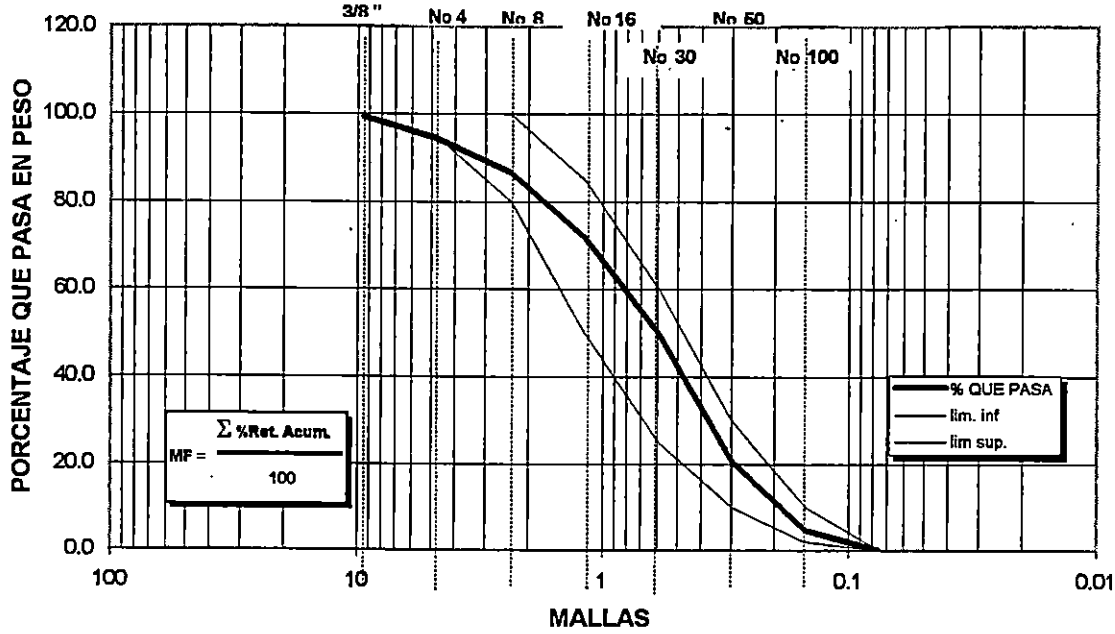


FIGURA N° 4.120

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO
MUESTRA N° 8

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/10/97

TABLA N° 4.121

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	2.7	0.5	0.5	99.5
No. 4	4.750	20.9	4.2	4.7	95.3
No. 8	2.360	38.8	7.8	12.5	87.5
No. 16	1.180	76.5	15.3	27.8	72.2
No. 30	0.600	110.6	22.1	49.9	50.1
No. 50	0.300	144.6	28.9	78.8	21.2
No. 100	0.150	80.6	16.1	94.9	5.1
FONDO		25.3	5.1	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	269.2	

MF = 2.69

ANALISIS GRANULOMETRICO

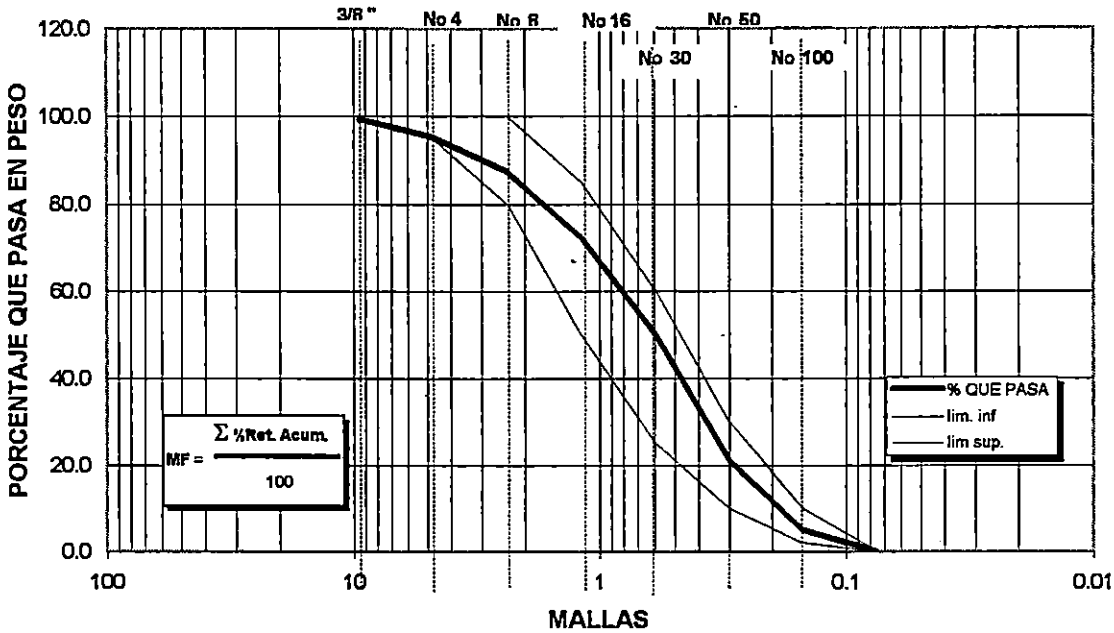


FIGURA N° 4.121

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO
MUESTRA N° 9

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/11/97

TABLA N° 4.122

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	1.7	0.3	0.3	99.7
No. 4	4.750	16.9	3.4	3.7	96.3
No. 8	2.360	41.1	8.2	11.9	88.1
No. 16	1.180	76.6	15.3	27.3	72.7
No. 30	0.600	114.1	22.8	50.1	49.9
No. 50	0.300	146	29.2	79.3	20.7
No. 100	0.150	78.7	15.7	95.0	5.0
FONDO		24.9	5.0	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	267.6	

MF = 2.68

ANALISIS GRANULOMETRICO

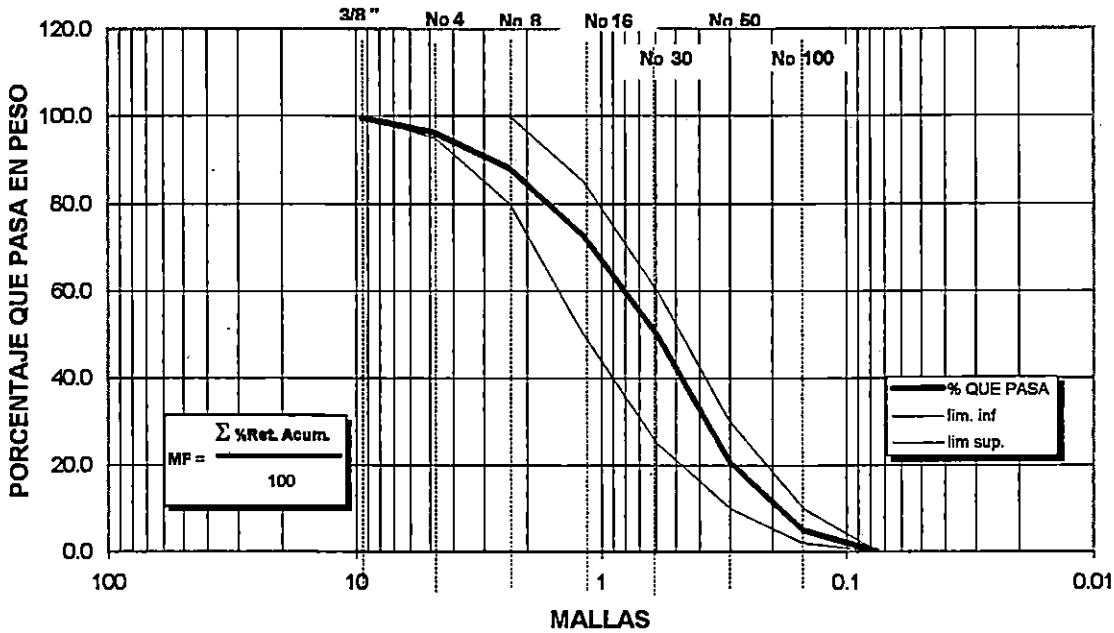


FIGURA N° 4.122

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO
MUESTRA N° 10

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/11/97

TABLA N° 4.123

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	9.4	1.9	1.9	98.1
No. 4	4.750	37.6	7.5	9.4	90.6
No. 8	2.360	52.8	10.6	20.0	80.0
No. 16	1.180	71.2	14.2	34.2	65.8
No. 30	0.600	88.7	17.7	51.9	48.1
No. 50	0.300	115.6	23.1	75.1	24.9
No. 100	0.150	93.1	18.6	93.7	6.3
FONDO		31.6	6.3	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	286.1	

MF = 2.86

ANALISIS GRANULOMETRICO

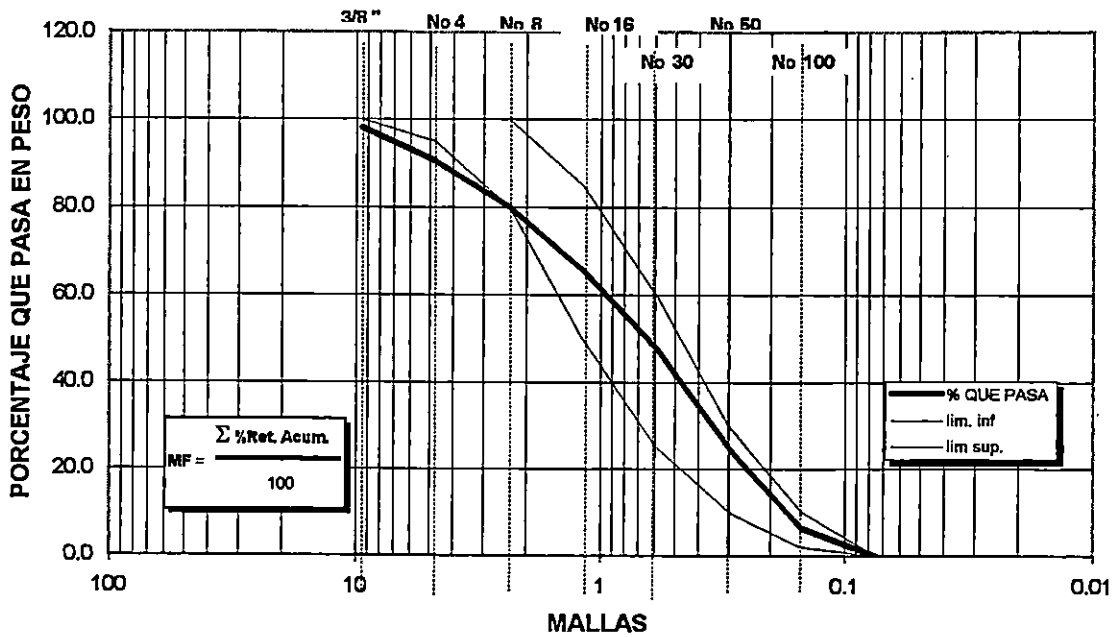


FIGURA N° 4.123

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO — PESO DE MUESTRA : 500 gr
MUESTRA N° 11 — FECHA DE MUESTREO: 01/12/97

TABLA N° 4.124

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	2.7	0.5	0.5	99.5
No. 4	4.750	31.8	6.4	6.9	93.1
No. 8	2.360	49.3	9.9	16.8	83.2
No. 16	1.180	79	15.8	32.6	67.4
No. 30	0.600	103.9	20.8	53.3	46.7
No. 50	0.300	114.8	23.0	76.3	23.7
No. 100	0.150	84.8	17.0	93.3	6.7
FONDO		33.7	6.7	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	279.7	

MF = 2.80

ANALISIS GRANULOMETRICO

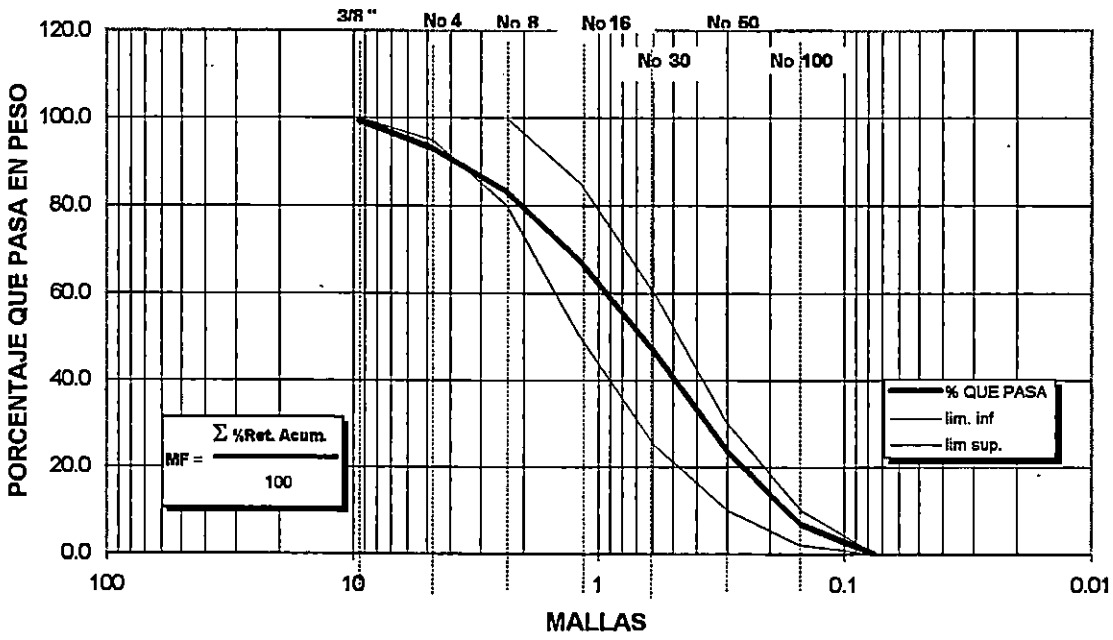


FIGURA N° 4.124

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO
MUESTRA N° 12

PESO DE MUESTRA : 500 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/12/97

TABLA N° 4.125

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	9.6	1.9	1.9	98.1
No. 4	4.750	27.7	5.5	7.5	92.5
No. 8	2.360	41.6	8.3	15.8	84.2
No. 16	1.180	66.4	13.3	29.1	70.9
No. 30	0.600	84.3	16.9	45.9	54.1
No. 50	0.300	125	25.0	70.9	29.1
No. 100	0.150	106.3	21.3	92.2	7.8
FONDO		39.1	7.8	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	263.2	

MF = 2.63

ANALISIS GRANULOMETRICO

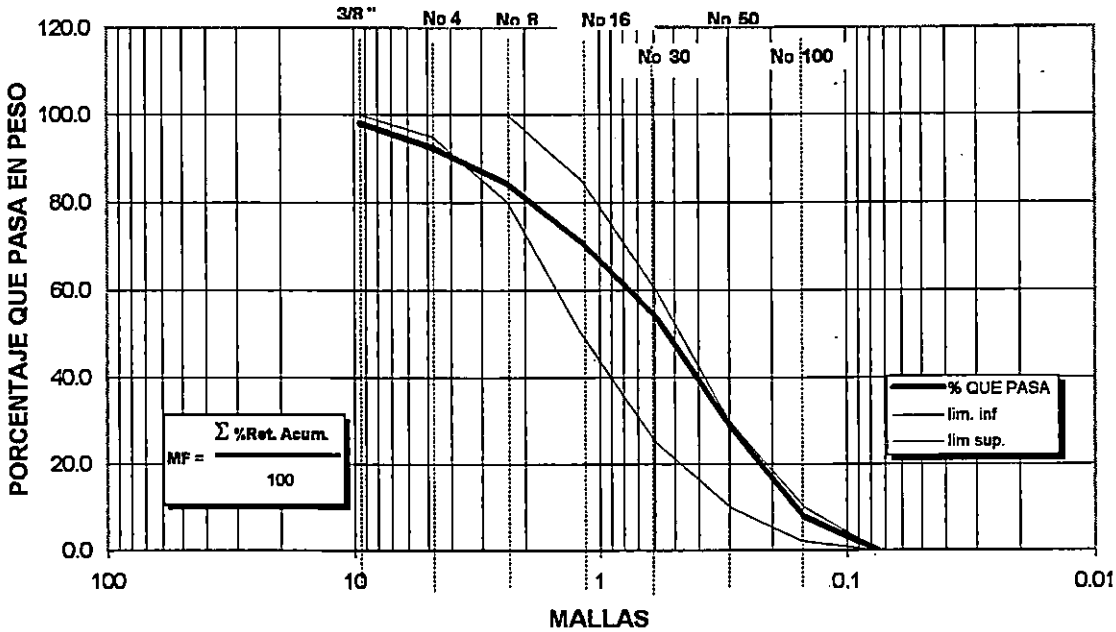


FIGURA N° 4.125

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS DESMENUZABLES EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO

TABLA N° 4.126

MES	MUESTRA	PARTICULAS ENTRE	% DE PESO RET. PARC.°	PESO DE MUESTRA (gr)	PESO DE PART. DESMEN. (gr)	% DE DESMEN. POR PARTIC.	DESMENUZ. PONDER. (%)
JULIO	1	3/8" - 16	35.9	100	0.9	0.9	0.32
		PASA LA # 16	64.1 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	2	3/8" - 16	35.3	100	1.1	1.1	0.39
		PASA LA # 16	64.7 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
AGOSTO	3	3/8" - 16	27.2	100	1	1	0.27
		PASA LA # 16	72.8 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	4	3/8" - 16	24.4	100	1.5	1.5	0.37
		PASA LA # 16	75.6 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
SEPTIEMBRE	5	3/8" - 16	26	100	3.9	3.9	1.01
		PASA LA # 16	74 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	6	3/8" - 16	30.1	100	1.3	1.3	0.39
		PASA LA # 16	69.9 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
OCTUBRE	7	3/8" - 16	28.2	100	1.1	1.1	0.31
		PASA LA # 16	71.8 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	8	3/8" - 16	27.8	100	0.8	0.8	0.22
		PASA LA # 16	72.2 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
NOVIEMBRE	9	3/8" - 16	27.3	100	1	1	0.27
		PASA LA # 16	72.7 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	10	3/8" - 16	34.2	100	0.6	0.6	0.21
		PASA LA # 16	65.8 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
DICIEMBRE	11	3/8" - 16	32.6	100	0.4	0.4	0.13
		PASA LA # 16	67.4 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	12	3/8" - 16	29.1	100	0.55	0.55	0.16
		PASA LA # 16	70.9 [1]				
		TOTAL	100 [1]				

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS DESMENUZABLES EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO

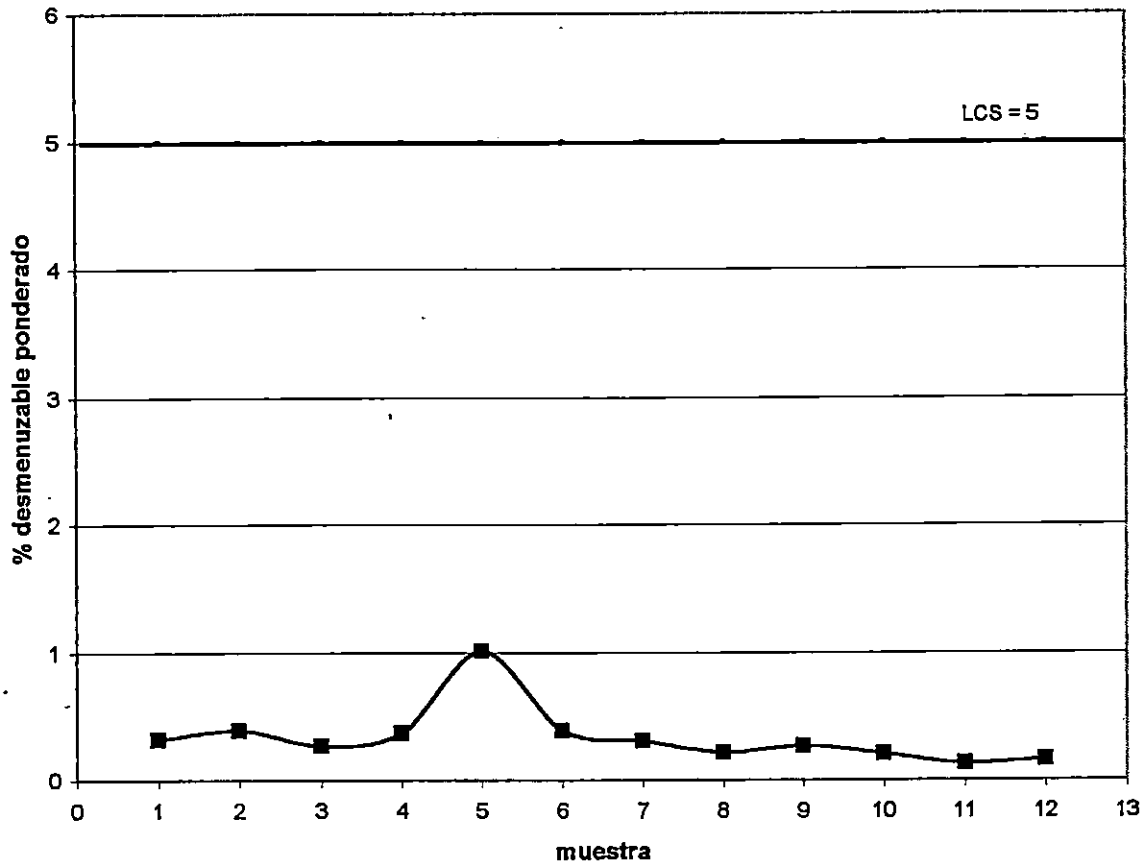


FIGURA N° 4.126

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
IMPUREZAS ORGANICAS EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO

TABLA N° 4.127

MES	PESO	VALOR DE LA PLACA ORGANICA
JUL	1	1
	2	1
AGO	3	1
	4	1
SEP	5	1
	6	1
OCT	7	1
	8	1
NOV	9	1
	10	1
DIC	11	2
	12	1

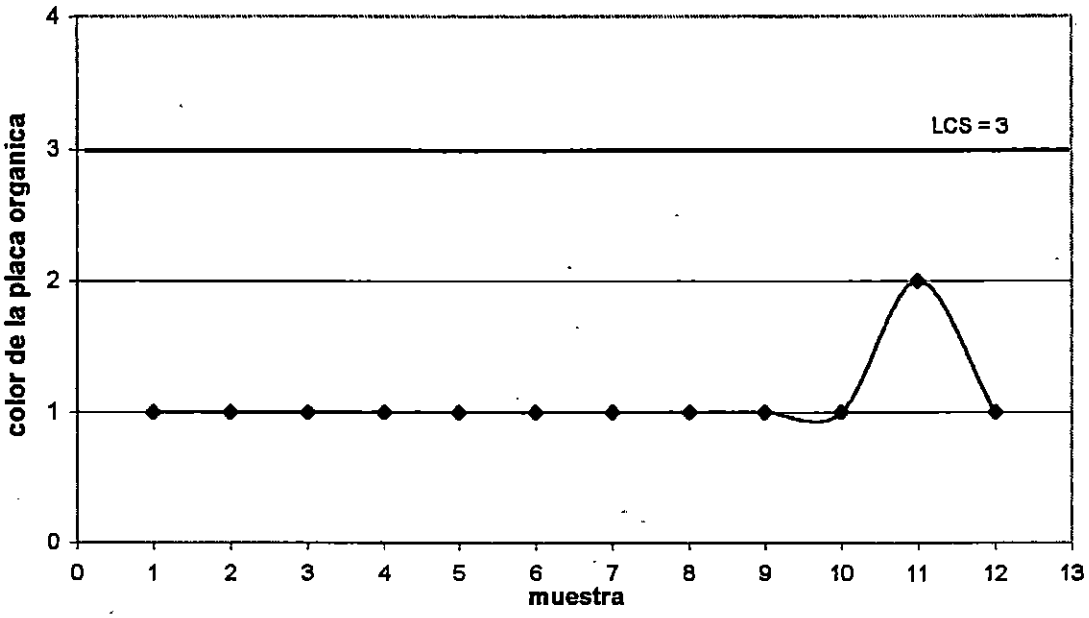


FIGURA N° 4.127

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
MATERIAL MAS FINO QUE LA MALLA N° 200 EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO

TABLA N° 4.128

MES	MES	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)	% QUE PASA LA MALLA 200
JUL	1	476.90	468.80	1.70
	2	405.60	396.90	2.14
AGO	3	500.00	481.00	3.80
	4	500.00	479.50	4.10
SEP	5	500.00	489.60	2.08
	6	500.00	483.60	3.28
OCT	7	500.00	490.40	1.92
	8	500.00	489.70	2.06
NOV	9	500.00	491.70	1.66
	10	500.00	490.70	1.86
DIC	11	500.00	490.60	1.88
	12	500.00	479.00	4.20

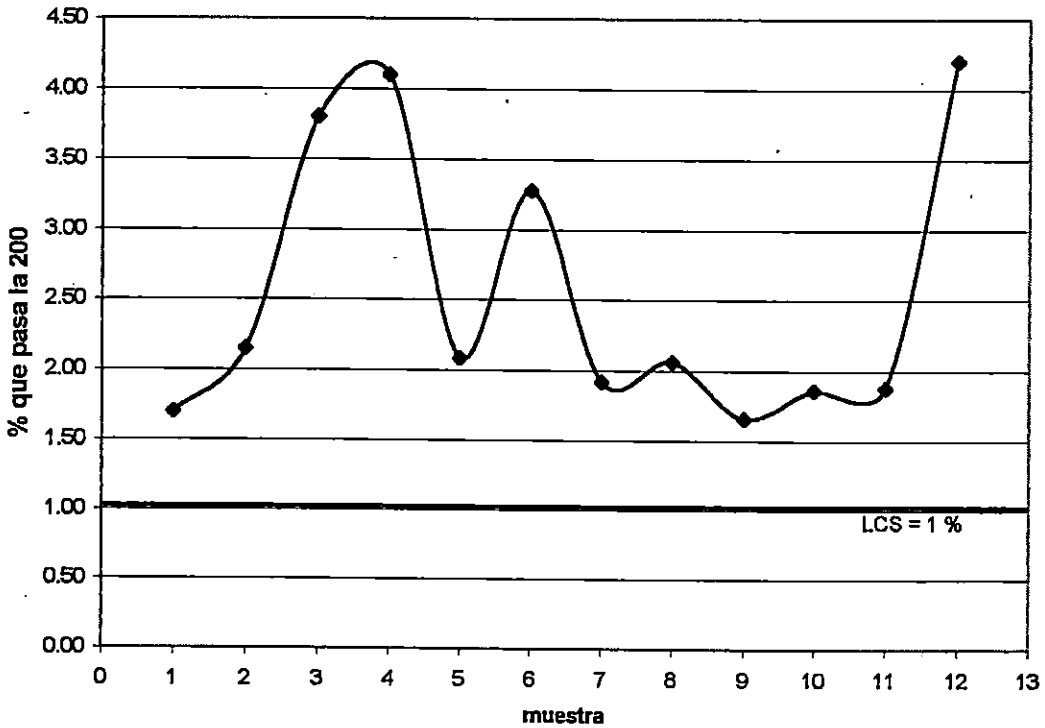


FIGURA N° 4.128

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS DE PESO LIGERO EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO

TABLA N° 4.129

PERIODO	MUESTRA	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)	% DE PART. LIGERAS
15-Jul	2	196.10	0.00	24.53
15-Ago	4	187.90	0.00	10.05
15-Sep	6	197.70	0.00	20.87
15-Oct	8	195.00	0.00	20.67
15-Nov	10	187.90	0.00	12.57
15-Dic	12	191.50	0.00	11.78

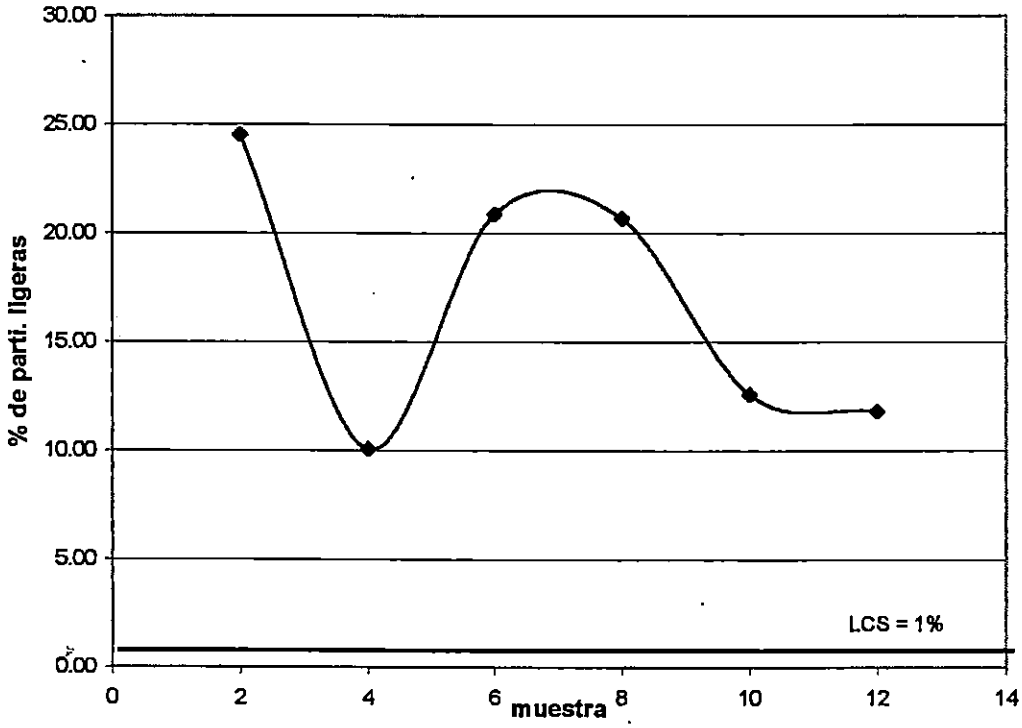


FIGURA N° 4.129

4.9 TABLAS Y GRAFICOS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LA ARENA DEL RIO LAS CAÑAS APOPA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
SANIDAD EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA

TABLA N° 4.130

PERIODO	MUESTRA	PARTICULAS ENTRE	% DE PESO RETENIDO PARC.°	PESO INICIAL (gr)	PERD. DESPUES DEL ENSAYO (gr)	% DE PERDIDA (%)	PERDIDA PONDERADA (%)	PERDIDA TOTAL (%)
01/08/97	3	3/8" - 4	7.50	100.00	22.20	22.20	1.665	6.81
		4 - 8.	13.30	100.00	13.40	13.40	1.782	
		8 - 16.	15.90	100.00	9.30	9.30	1.479	
		16 - 30	16.80	100.00	6.60	6.60	1.109	
		30 - 50	18.80	100.00	4.10	4.10	0.771	
		PASA LA # 50	27.7 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
01/09/97	5	3/8" - 4	12.40	100.00	10.20	10.20	1.265	6.34
		4 - 8.	15.50	100.00	9.00	9.00	1.395	
		8 - 16.	17.10	100.00	1.50	1.50	0.257	
		16 - 30	18.80	100.00	8.80	8.80	1.654	
		30 - 50	20.80	100.00	8.50	8.50	1.768	
		PASA LA # 50	15.4 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
01/11/97	9	3/8" - 4	10.20	100.00	15.60	15.60	1.591	6.14
		4 - 8.	23.50	100.00	8.90	8.90	2.092	
		8 - 16.	23.10	100.00	5.20	5.20	1.201	
		16 - 30	14.30	100.00	4.60	4.60	0.658	
		30 - 50	10.10	100.00	5.90	5.90	0.596	
		PASA LA # 50	18.8 [1]					
		TOTAL	100 [1]					
15/12/97	12	3/8" - 4	7.80	100.00	19.80	19.80	1.544	6.31
		4 - 8.	12.60	100.00	17.60	17.60	2.218	
		8 - 16.	13.60	100.00	5.60	5.60	0.762	
		16 - 30	14.50	100.00	6.00	6.00	0.870	
		30 - 50	17.90	100.00	5.10	5.10	0.913	
		PASA LA # 50	33.6 [1]					
		TOTAL	100 [1]					

* La cantidad de estas particulas representa menos del 5% del peso total en granulometria, por lo que no se ensayara pero estas deben estar representadas en la prueba para tal efecto el valor del % de desmenuzable por paticula sera el que corresponde al valor inmediato superior o inferior.

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
SANIDAD EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA

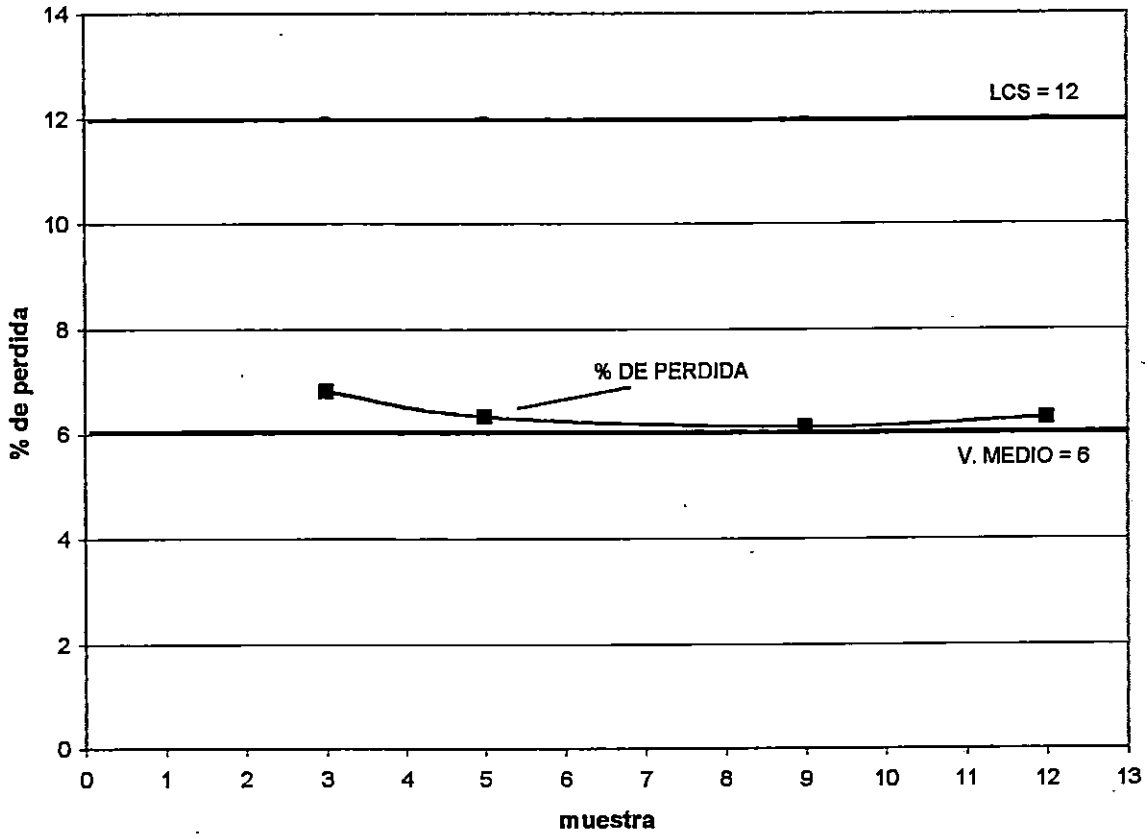


FIGURA N° 4.130

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA

TABLA N° 4.131

MES	MUESTRA	PESO SSS (gr)	PESO DEL PICN. + AGUA (gr)	PESO SECO (gr)	PESO DEL PICN.+ ARENA+ AGUA (gr)	ABSORCION (%)	G.E. BULK	G.E. APARENTE
JUL	1	500	1475.8	473.3	1768	5.64	8.51	2.61
	2	500	1472.1	472.3	1761.5	5.86	8.36	2.58
AGO	3	500	1479.2	473	1766	5.71	8.28	2.54
	4	500	1478.4	478.2	1772.5	4.56	8.61	2.60
SEP	5	500	1479.1	464.3	1755	7.69	7.83	2.46
	6	500	1479	484.2	1783.1	3.26	9.10	2.69
OCT	7	500	1477	472.4	1766.2	5.84	8.38	2.58
	8	500	1474.6	473.1	1763.5	5.69	8.35	2.57
NOV	9	500	1479.5	466.3	1761.4	7.23	8.08	2.53
	10	500	1479.1	470.2	1760	6.34	8.03	2.48
DIC	11	500	1479.1	467.3	1762.4	7.00	8.13	2.54
	12	500	1481	471.8	1765.8	5.98	8.21	2.52

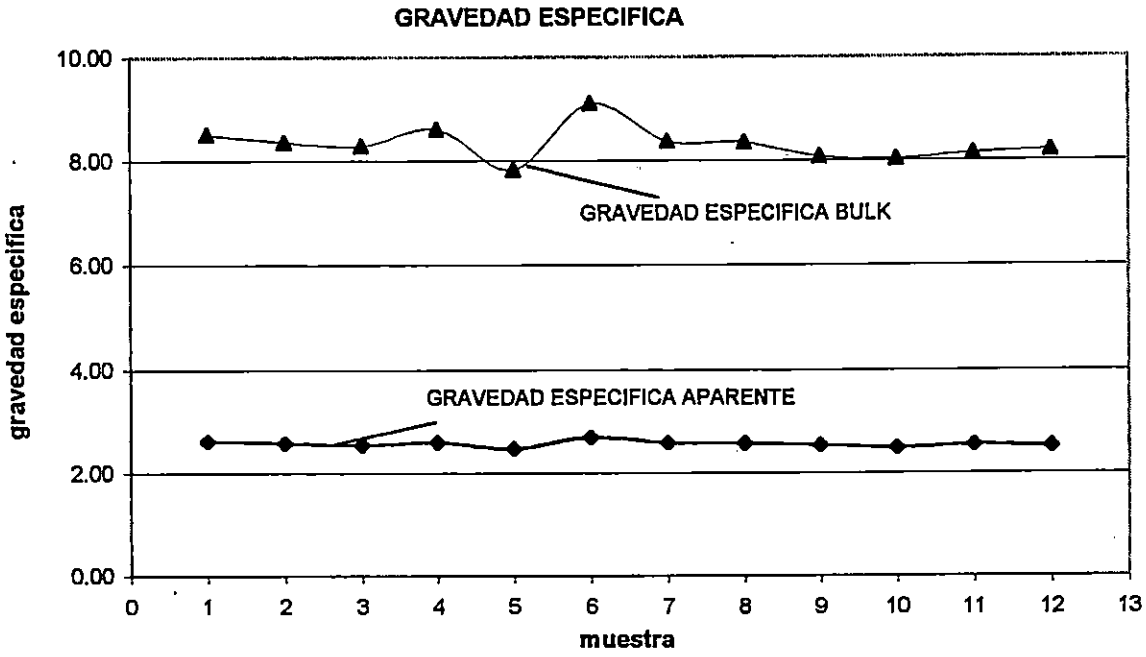


FIGURA N° 4.131

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA

TABLA N° 4.132

MES	MUESTRA	PESO SSS (gr)	PESO DEL PICN. + AGUA (gr)	PESO SECO (gr)	PESO DEL PICN.+ ARENA+ AGUA (gr)	ABSORCION (%)	G.E. BULK	G.E. APARENTE
JUL	1	500	1475.8	473.3	1768	5.64	8.51	2.61
	2	500	1472.1	472.3	1761.5	5.86	8.36	2.58
AGO	3	500	1479.2	473	1766	5.71	8.28	2.54
	4	500	1478.4	478.2	1772.5	4.56	8.61	2.60
SEP	5	500	1479.1	464.3	1755	7.69	7.83	2.46
	6	500	1479	484.2	1783.1	3.26	9.10	2.69
OCT	7	500	1477	472.4	1766.2	5.84	8.38	2.58
	8	500	1474.6	473.1	1763.5	5.69	8.35	2.57
NOV	9	500	1479.5	466.3	1761.4	7.23	8.08	2.53
	10	500	1479.1	470.2	1760	6.34	8.03	2.48
DIC	11	500	1479.1	467.3	1762.4	7.00	8.13	2.54
	12	500	1481	471.8	1765.8	5.98	8.21	2.52

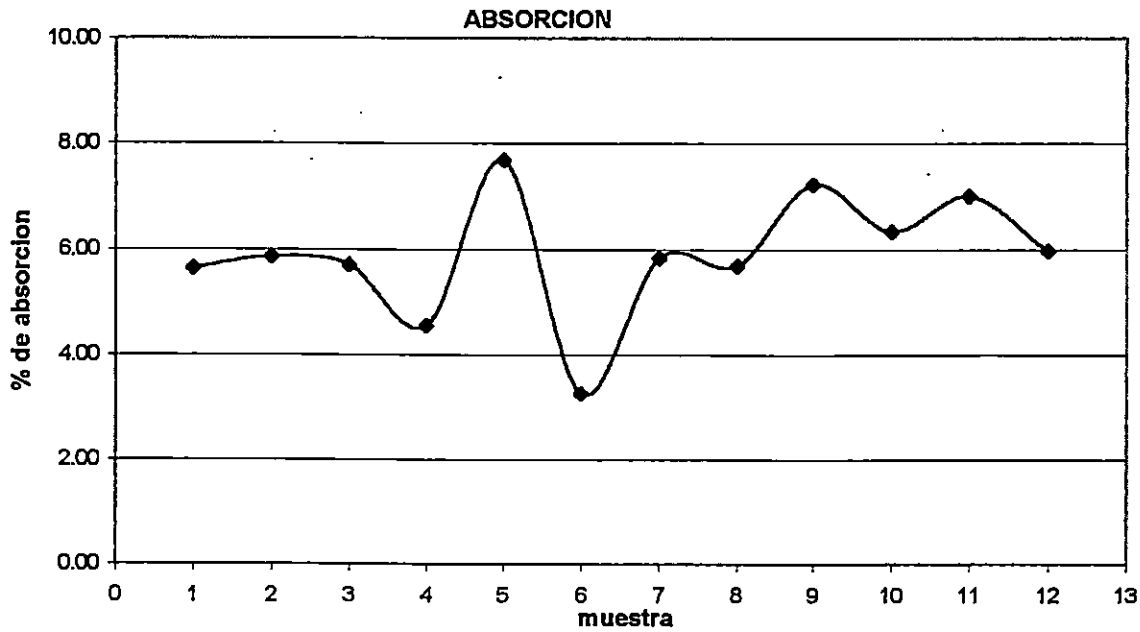


FIGURA N° 4.132

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA
MUESTRA N° 1

PESO DE MUESTRA : 500.6gr
FECHA DE MUESTREO: 01/07/97

TABLA N° 4.133

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	12.7	2.5	2.5	97.5
No. 4	4.750	41.8	8.3	10.9	89.1
No. 8	2.360	82.3	16.4	27.3	72.7
No. 16	1.180	92.3	18.4	45.8	54.2
No. 30	0.600	119.5	23.9	69.6	30.4
No. 50	0.300	99.2	19.8	89.5	10.5
No. 100	0.150	34.5	6.9	96.3	3.7
FONDO		18.3	3.7	100.0	0.0
SUMAS		500.6	100.0	341.9	

MF = 3.42

ANALISIS GRANULOMETRICO

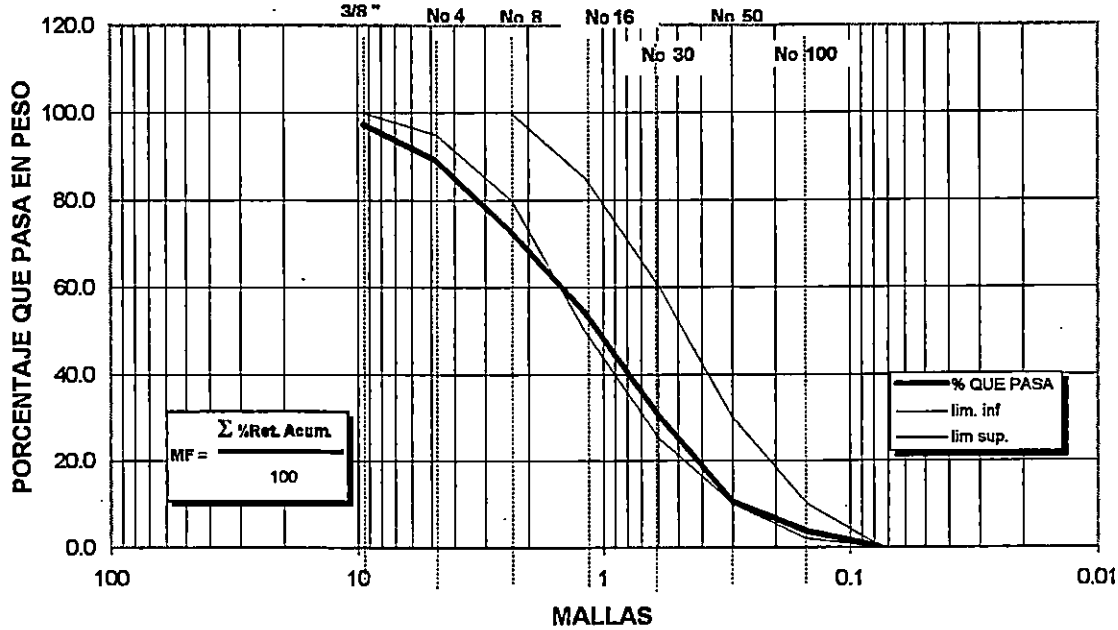


FIGURA N° 4.133

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA
MUESTRA N° 2

PESO DE MUESTRA : 500.6gr
FECHA DE MUESTREO: 15/07/97

TABLA N° 4.134

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.750	13.5	2.7	2.7	97.3
No. 8	2.360	28.3	5.7	8.4	91.6
No. 16	1.180	66.8	13.4	21.7	78.3
No. 30	0.600	126.5	25.3	47.0	53.0
No. 50	0.300	144.6	28.9	75.9	24.1
No. 100	0.150	89.6	17.9	93.9	6.1
FONDO		30.7	6.1	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	249.6	

MF = 2.50

ANALISIS GRANULOMETRICO

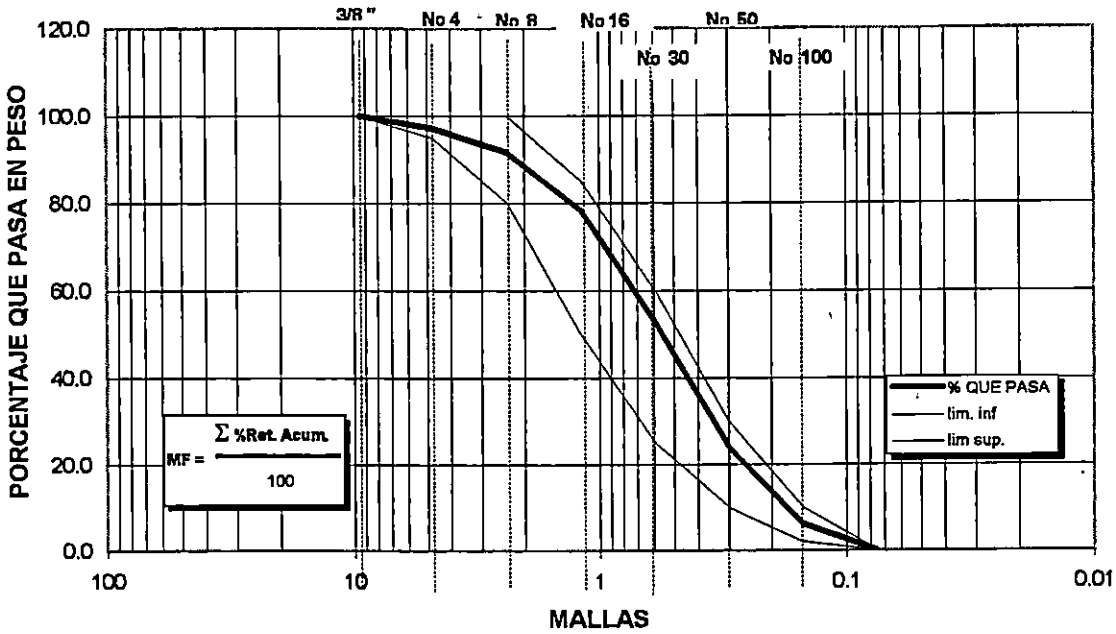


FIGURA N° 4.134

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA
MUESTRA N° 3

PESO DE MUESTRA : 500gr
FECHA DE MUESTREO: 01/08/97

TABLA N° 4.135

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	12.3	2.5	2.5	97.5
No. 4	4.750	37.4	7.5	9.9	90.1
No. 8	2.360	66.4	13.3	23.2	76.8
No. 16	1.180	79.5	15.9	39.1	60.9
No. 30	0.600	83.8	16.8	55.9	44.1
No. 50	0.300	94.2	18.8	74.7	25.3
No. 100	0.150	77.7	15.5	90.3	9.7
FONDO		48.7	9.7	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	295.6	

MF = 2.96

ANALISIS GRANULOMETRICO

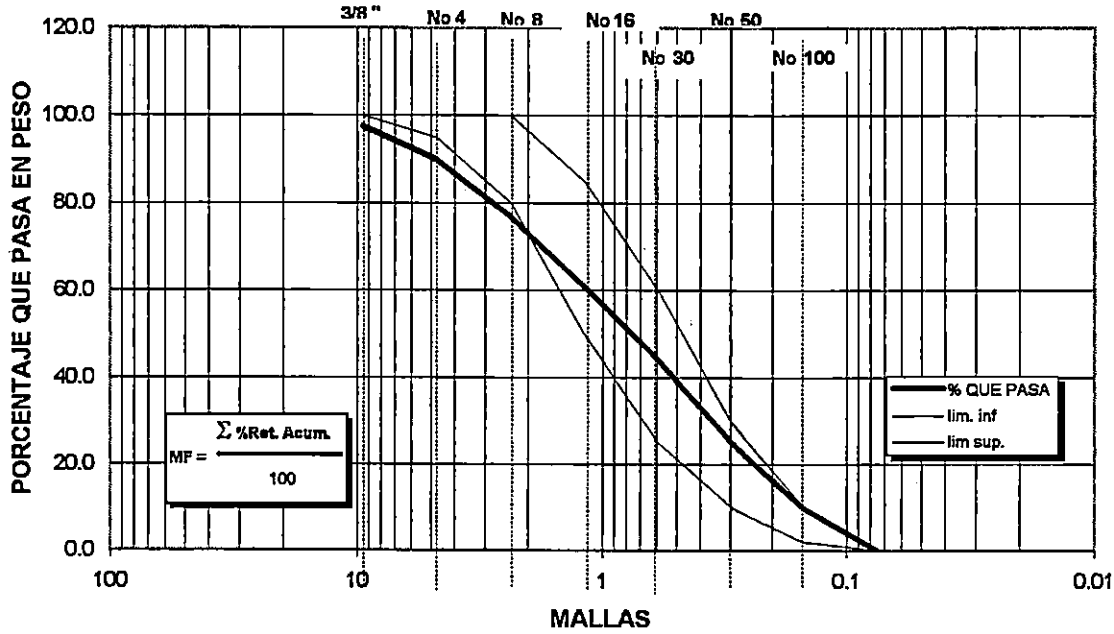


FIGURA N° 4.135

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA
MUESTRA N° 4

PESO DE MUESTRA : 500gr
FECHA DE MUESTREO: 15/08/97

TABLA N° 4.136

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	13.9	2.8	2.8	97.2
No. 4	4.750	21.5	4.3	7.1	92.9
No. 8	2.360	29.6	5.9	13.0	87.0
No. 16	1.180	49	9.8	22.8	77.2
No. 30	0.600	72	14.4	37.2	62.8
No. 50	0.300	142.5	28.5	65.7	34.3
No. 100	0.150	125.7	25.1	90.8	9.2
FONDO		45.8	9.2	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	239.4	

MF = 2.39

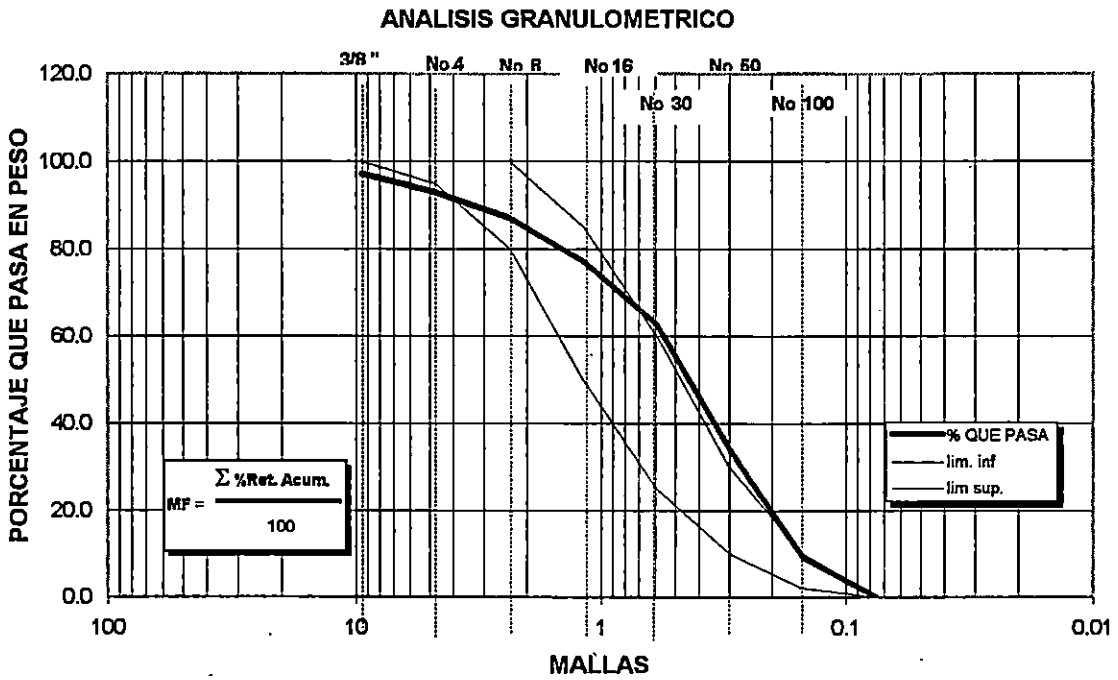


FIGURA N° 4.136

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA
MUESTRA N° 5

PESO DE MUESTRA : 500gr
FECHA DE MUESTREO: 01/09/97

TABLA N° 4.137

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	12.9	2.6	2.6	97.4
No. 4	4.750	62	12.4	15.0	85.0
No. 8	2.360	77.6	15.5	30.5	69.5
No. 16	1.180	85.6	17.1	47.6	52.4
No. 30	0.600	93.9	18.8	66.4	33.6
No. 50	0.300	104.1	20.8	87.2	12.8
No. 100	0.150	39.7	7.9	95.2	4.8
FONDO		24.2	4.8	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	344.5	

MF = 3.44

ANALISIS GRANULOMETRICO

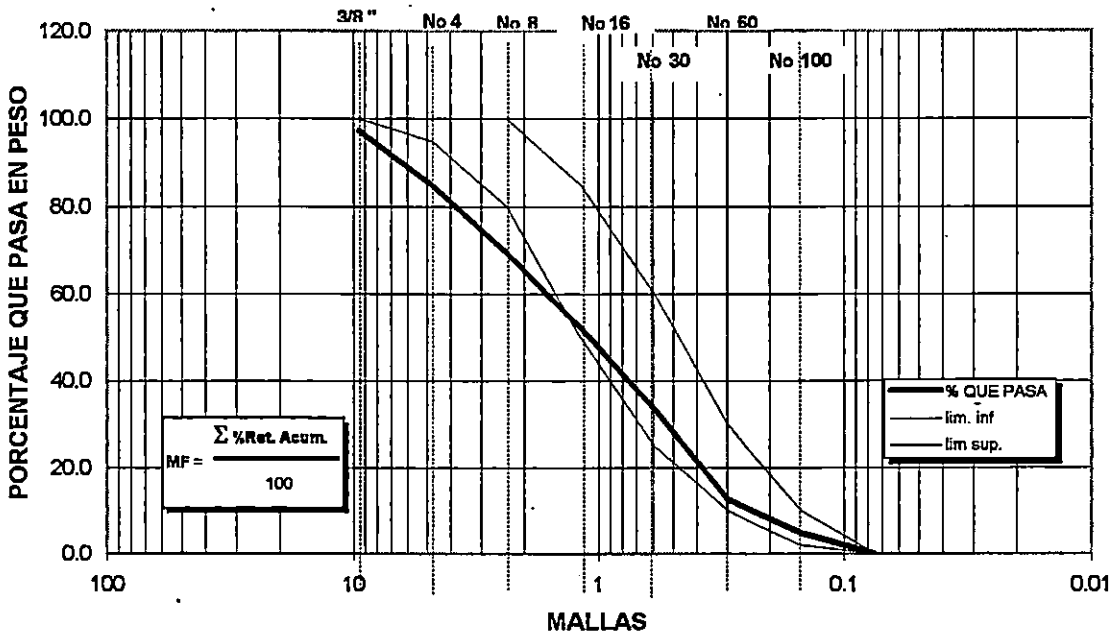


FIGURA N° 4.137

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA
MUESTRA N° 6

PESO DE MUESTRA : 500gr
FECHA DE MUESTREO: 15/09/97

TABLA N° 4.138

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	11.5	2.3	2.3	97.7
No. 4	4.750	33.8	6.8	9.1	90.9
No. 8	2.360	41.1	8.2	17.3	82.7
No. 16	1.180	66.3	13.3	30.5	69.5
No. 30	0.600	98.3	19.7	50.2	49.8
No. 50	0.300	123.9	24.8	75.0	25.0
No. 100	0.150	90.4	18.1	93.1	6.9
FONDO		34.7	6.9	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	277.4	

MF = 2.77

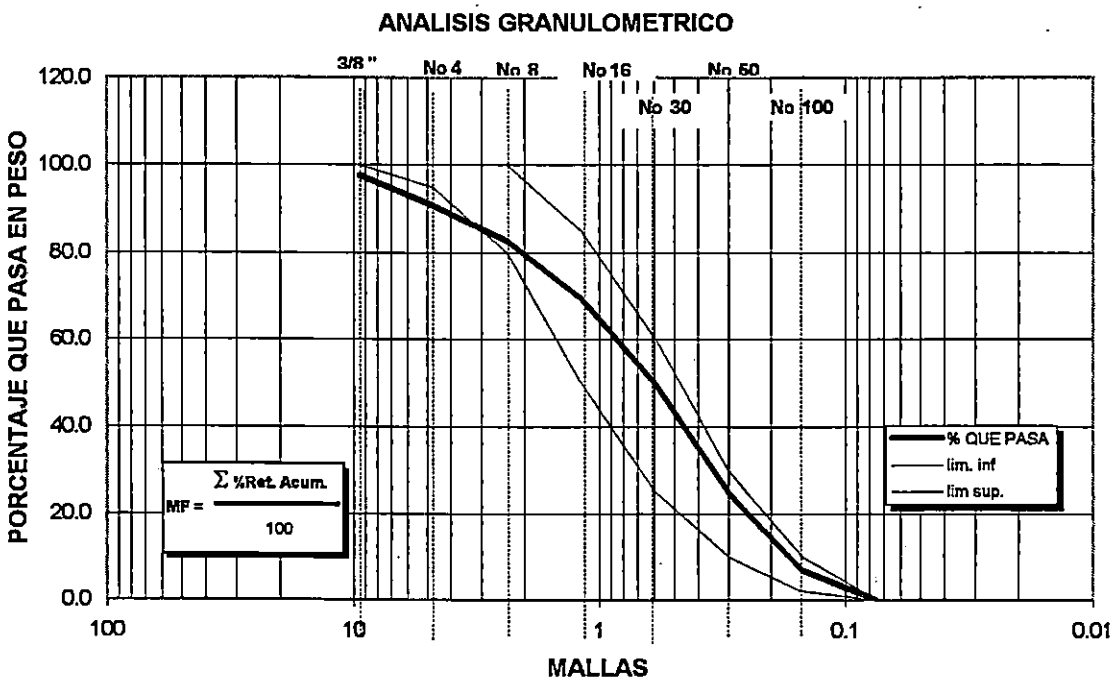


FIGURA N° 4.138

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA
MUESTRA N° 7

PESO DE MUESTRA : 500gr
FECHA DE MUESTREO: 01/10/97

TABLA N° 4.139

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	7.1	1.4	1.4	98.6
No. 4	4.750	31.7	6.3	7.8	92.2
No. 8	2.360	59.4	11.9	19.6	80.4
No. 16	1.180	81.4	16.3	35.9	64.1
No. 30	0.600	101.3	20.3	56.2	43.8
No. 50	0.300	132.1	26.4	82.6	17.4
No. 100	0.150	73	14.6	97.2	2.8
FONDO		14	2.8	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	300.7	

MF = 3.01

ANALISIS GRANULOMETRICO

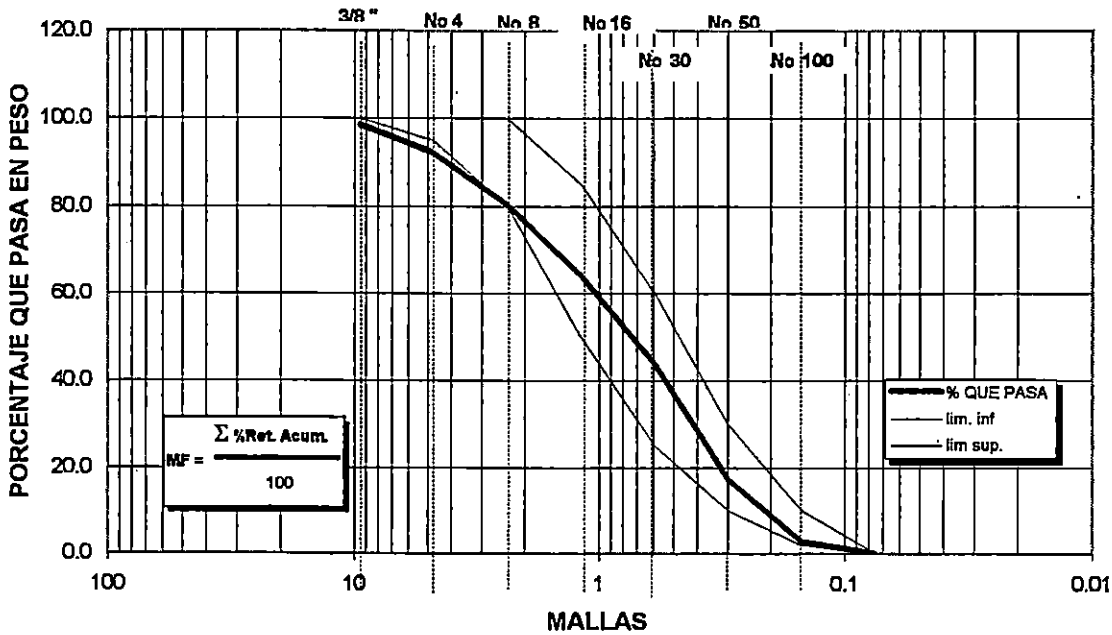


FIGURA N° 4.139

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA
MUESTRA N° 8

PESO DE MUESTRA : 500gr
FECHA DE MUESTREO: 15/10/97

TABLA N° 4.140

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.750	51.6	10.3	10.3	89.7
No. 8	2.360	118.3	23.7	34.0	66.0
No. 16	1.180	120.5	24.1	58.1	41.9
No. 30	0.600	72.5	14.5	72.6	27.4
No. 50	0.300	47.4	9.5	82.1	17.9
No. 100	0.150	58.1	11.6	93.7	6.3
FONDO		31.6	6.3	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	350.7	

MF = 3.51

ANALISIS GRANULOMETRICO

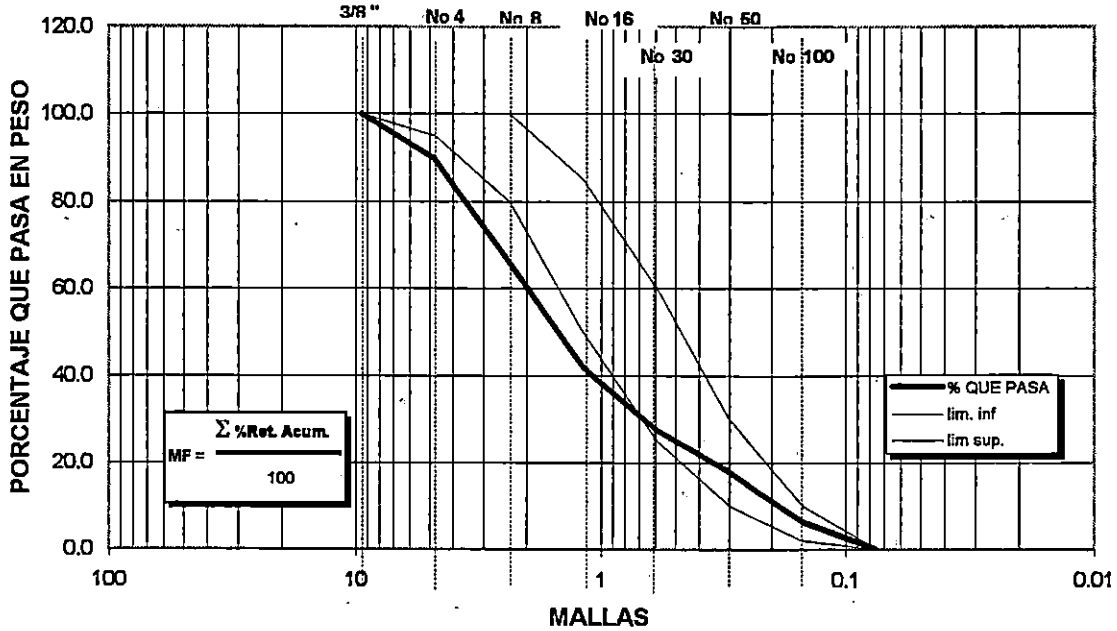


FIGURA N° 4.140

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA
MUESTRA N° 9

PESO DE MUESTRA : 500gr
FECHA DE MUESTREO: 01/11/97

TABLA N° 4.141

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	9.1	1.8	1.8	98.2
No. 4	4.750	51.1	10.2	12.0	88.0
No. 8	2.360	117.4	23.5	35.5	64.5
No. 16	1.180	116.2	23.2	58.8	41.2
No. 30	0.600	71.7	14.3	73.1	26.9
No. 50	0.300	50.3	10.1	83.2	16.8
No. 100	0.150	55.1	11.0	94.2	5.8
FONDO		29.1	5.8	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	358.6	

MF = 3.59

ANALISIS GRANULOMETRICO

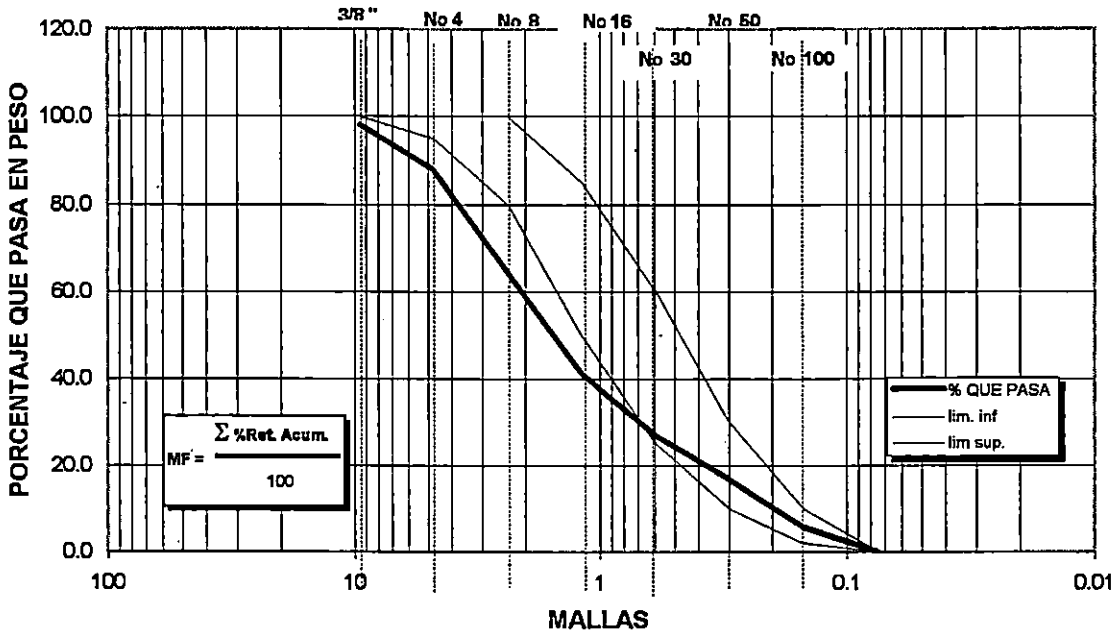


FIGURA N° 4.141

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA
MUESTRA N° 10

PESO DE MUESTRA : 500gr
FECHA DE MUESTREO: 15/11/97

TABLA N° 4.142

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	19.5	3.9	3.9	96.1
No. 4	4.750	46.6	9.3	13.2	86.8
No. 8	2.360	58.5	11.7	24.9	75.1
No. 16	1.180.	64.5	12.9	37.8	62.2
No. 30	0.600	71.4	14.3	52.1	47.9
No. 50	0.300	88.1	17.6	69.7	30.3
No. 100	0.150	102.4	20.5	90.2	9.8
FONDO		49	9.8	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	291.9	

MF = 2.92

ANALISIS GRANULOMETRICO

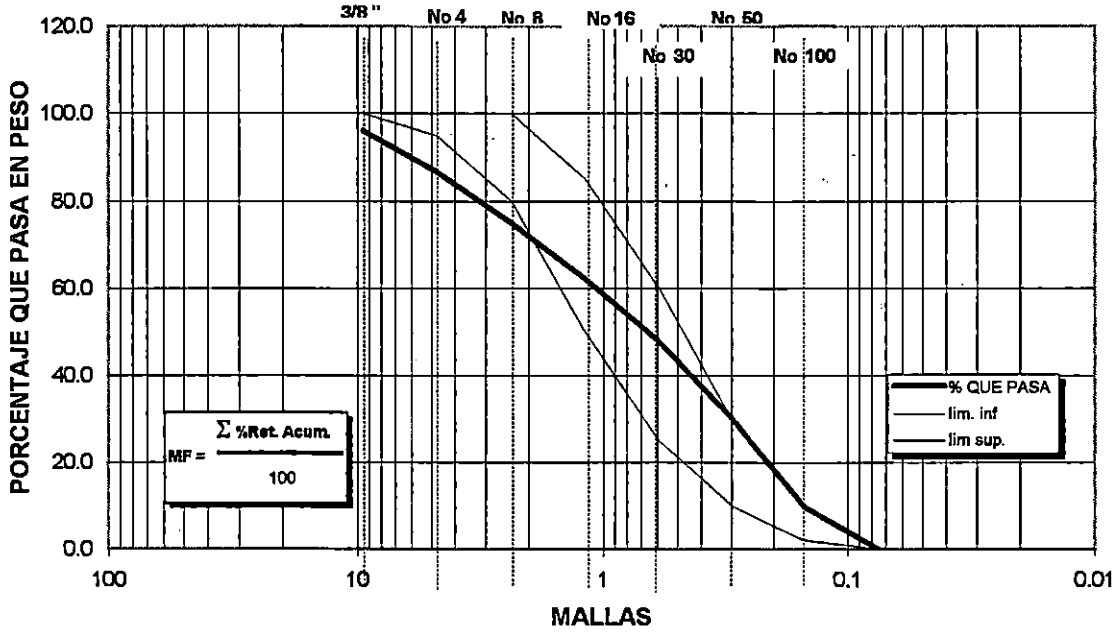


FIGURA N° 4.142

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA
MUESTRA N° 11

PESO DE MUESTRA : 500gr
FECHA DE MUESTREO: 01/12/97

TABLA N° 4.143

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE. PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.750	44	8.8	8.8	91.2
No. 8	2.360	127.1	25.4	34.2	65.8
No. 16	1.180	125.7	25.1	59.4	40.6
No. 30	0.600	74.9	15.0	74.3	25.7
No. 50	0.300	45.5	9.1	83.4	16.6
No. 100	0.150	52.9	10.6	94.0	6.0
FONDO		29.9	6.0	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	354.2	

MF = 3.54

ANALISIS GRANULOMETRICO

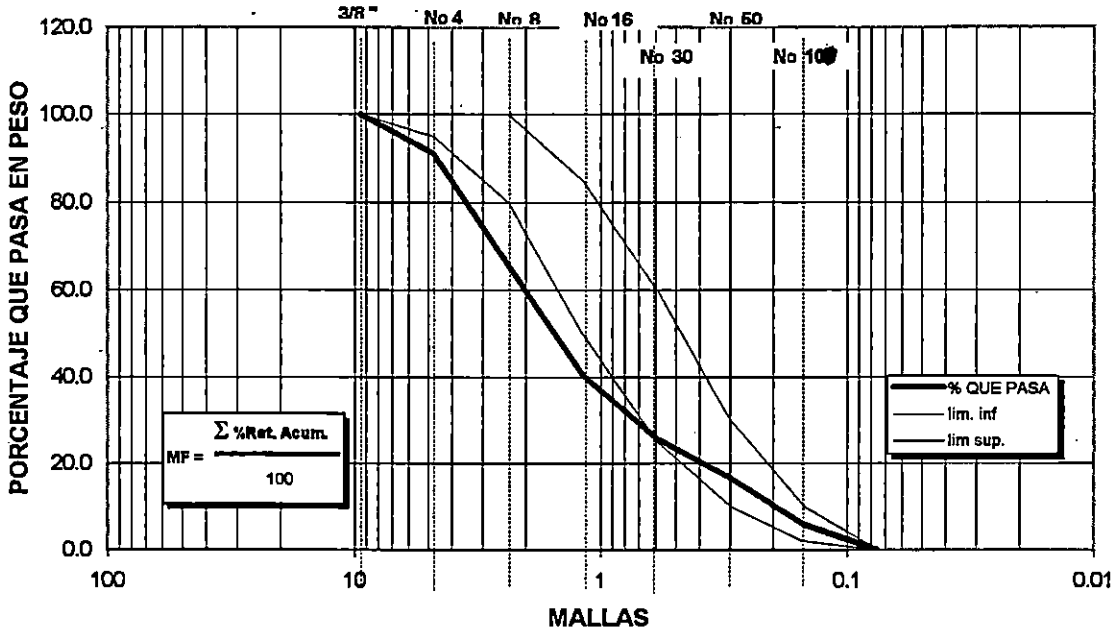


FIGURA N° 4.143

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE ARENA PARA CONCRETO

PROCEDUNCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA
MUESTRA N° 12

PESO DE MUESTRA : 500gr
FECHA DE MUESTREO: 15/12/97

TABLA N° 4.144

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500	19	3.8	3.8	96.2
No. 4	4.750	38.8	7.8	11.6	88.4
No. 8	2.360	62.9	12.6	24.1	75.9
No. 16	1.180	67.8	13.6	37.7	62.3
No. 30	0.600	72.6	14.5	52.2	47.8
No. 50	0.300	89.3	17.9	70.1	29.9
No. 100	0.150	100.9	20.2	90.3	9.7
FONDO		48.7	9.7	100.0	0.0
SUMAS		500	100.0	289.8	

MF = 2.90

ANALISIS GRANULOMETRICO

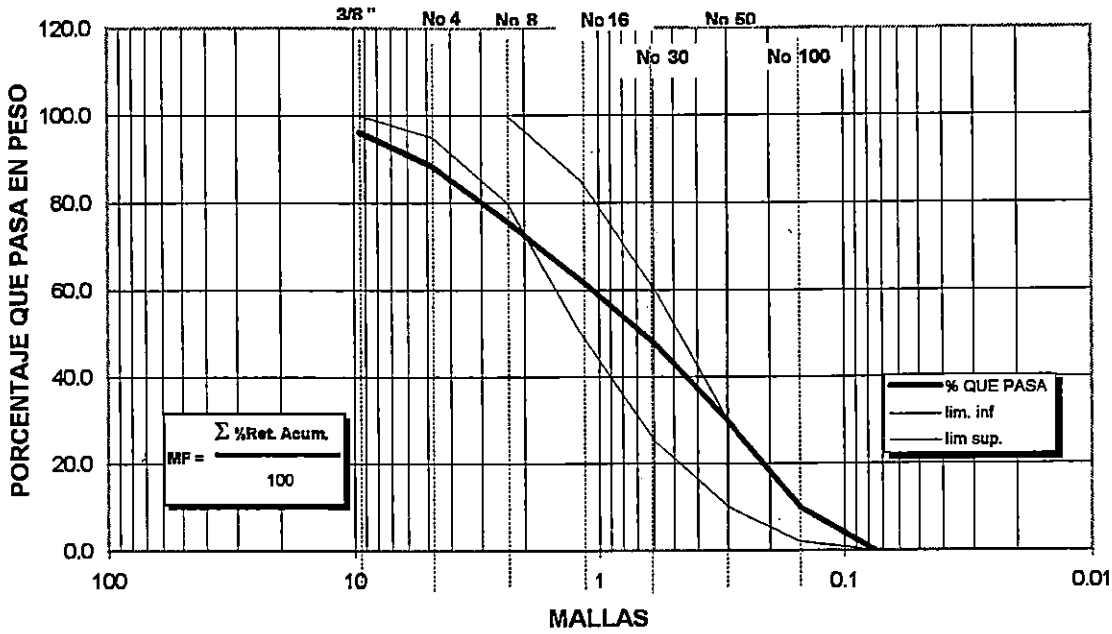


FIGURA N° 4.144

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS DESMENUZABLES EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA

TABLA N° 4.145

MES	MUESTRA	PARTICULAS ENTRE	% DE PESO RET. PARC.°	PESO DE MUESTRA (gr)	PESO DE PART DESMEN. (gr).	% DE DESMEN. POR PARTIC.	DESMENUZ. PONDER. (%)
JULIO	1	3/8" - 16	45.8	100	0.1	0.1	0.05
		PASA LA # 16	54.2 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	2	3/8" - 16	21.7	100	1.1	1.1	0.24
		PASA LA # 16	78.3 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
AGOSTO	3	3/8" - 16	39.1	100	0.8	0.8	0.31
		PASA LA # 16	60.9 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	4	3/8" - 16	22.8	100	1.4	1.4	0.32
		PASA LA # 16	77.2 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
SEPTIEMBRE	5	3/8" - 16	47.6	100	3.1	3.1	1.48
		PASA LA # 16	52.4 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	6	3/8" - 16	30.6	100	0.9	0.9	0.28
		PASA LA # 16	69.4 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
OCTUBRE	7	3/8" - 16	37.9	100	0.5	0.5	0.19
		PASA LA # 16	62.1 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	8	3/8" - 16	58.1	100	0.41	0.41	0.24
		PASA LA # 16	41.9 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
NOVIEMBRE	9	3/8" - 16	58.8	100	0.1	0.1	0.06
		PASA LA # 16	41.2 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	10	3/8" - 16	37.8	100	0.26	0.26	0.10
		PASA LA # 16	62.2 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
DICIEMBRE	11	3/8" - 16	59.4	100	0.3	0.3	0.18
		PASA LA # 16	40.6 [1]				
		TOTAL	100 [1]				
	12	3/8" - 16	37.7	100	0.37	0.37	0.14
		PASA LA # 16	62.3 [1]				
		TOTAL	100 [1]				

[1] Estos datos se colocaron unicamente para representar la totalidad del % de granulometria

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS DESMENUZABLES EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA

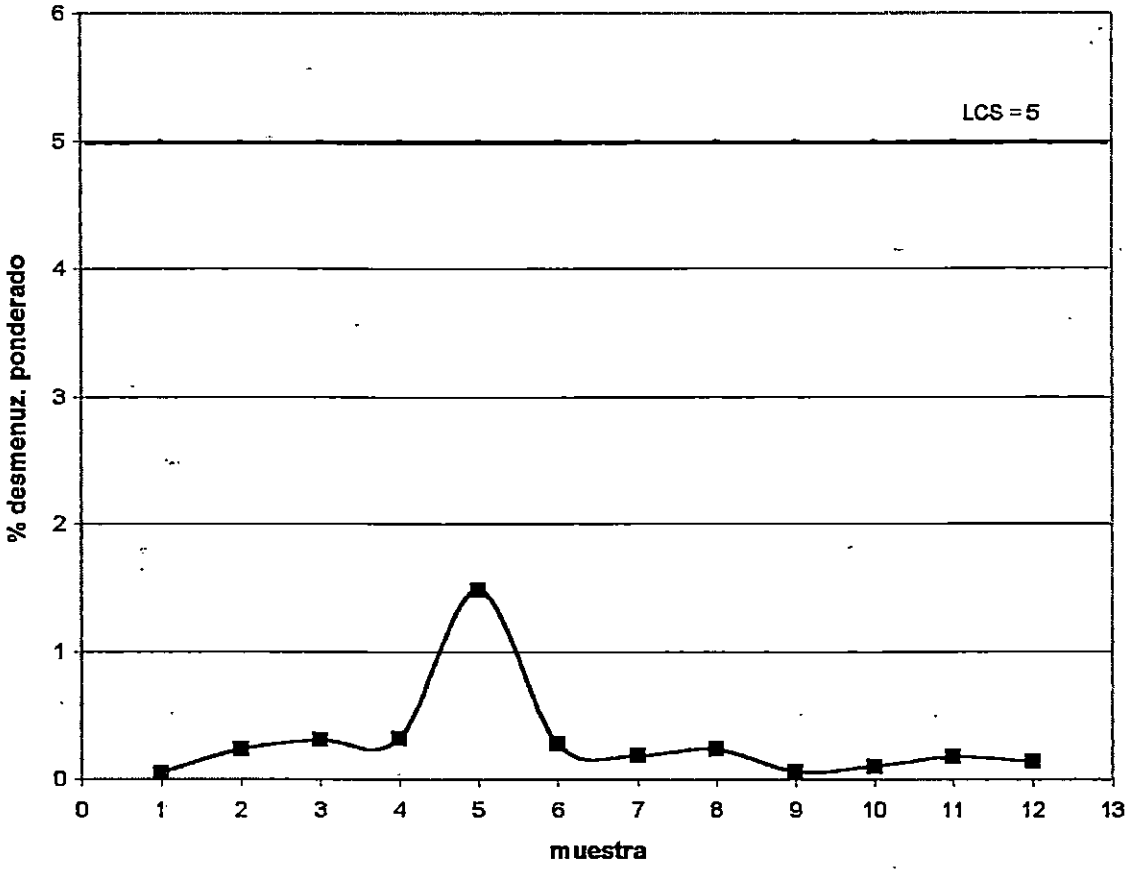


FIGURA N° 4.145

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
IMPUREZAS ORGANICAS EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA

TABLA N° 4.146

MES	PESO	VALOR DE LA PLACA ORGANICA
JUL	1	1
	2	1
AGO	3	1
	4	2
SEP	5	1
	6	1
OCT	7	1
	8	1
NOV	9	1
	10	1
DIC	11	1
	12	2

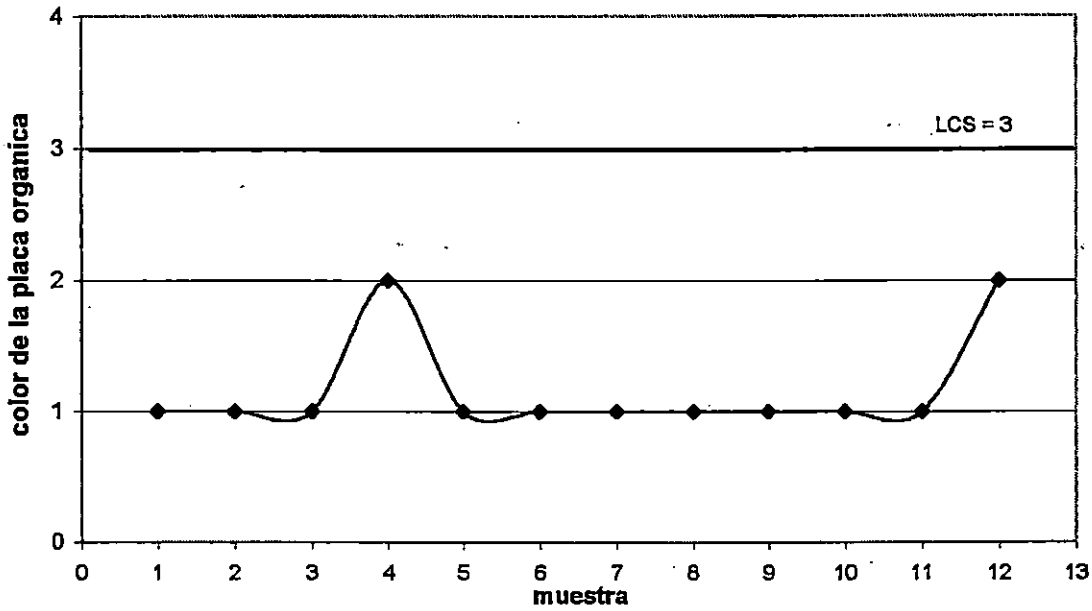


FIGURA N° 4.146

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

MATERIAL MAS FINO QUE LA MALLA N° 200 EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA

TABLA N° 4.147

MES	MES	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)	% QUE PASA LA MALLA 200
JUL	1	494.40	481.00	2.71
	2	460.60	446.00	3.17
AGO	3	500.00	490.60	1.88
	4	500.00	487.70	2.46
SEP	5	500.00	492.50	1.50
	6	500.00	489.70	2.06
OCT	7	500.00	496.70	0.66
	8	500.00	494.50	1.10
NOV	9	500.00	489.10	2.18
	10	500.00	495.30	0.94
DIC	11	500.00	488.60	2.28
	12	500.00	490.60	1.88

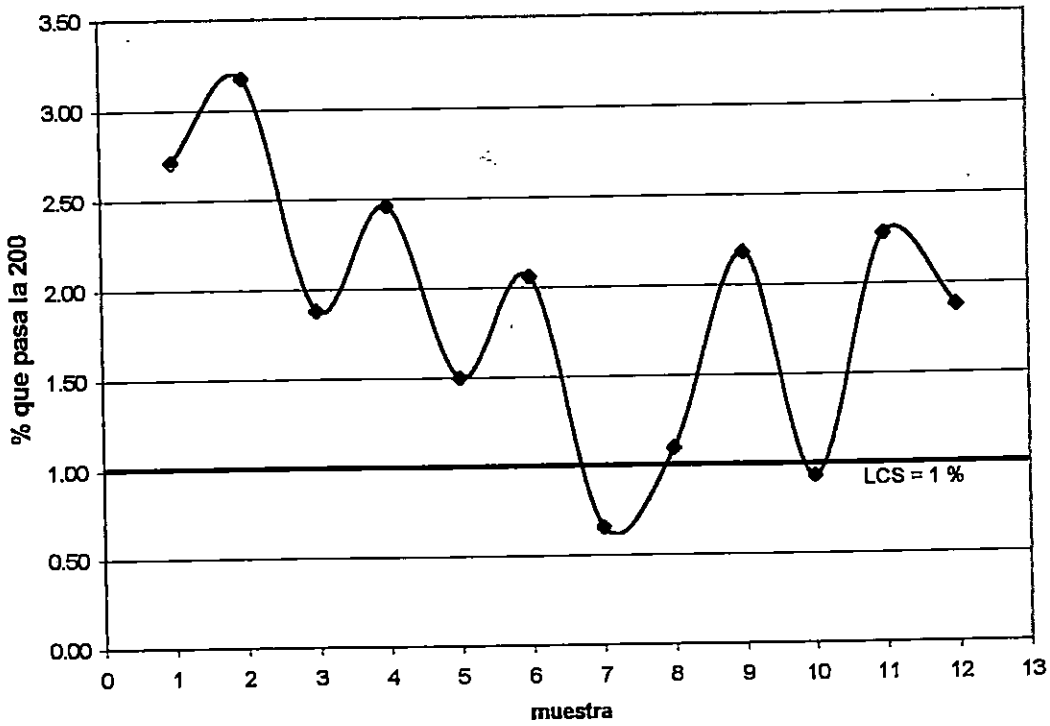


FIGURA N° 4.147

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PARTICULAS DE PESO LIGERO EN ARENA PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: RIO LAS CAÑAS APOPA

TABLA N° 4.148

PERIODO	MUESTRA	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)	% DE PART. LIGERAS
15-Jul	2	196.10	0.00	12.23
15-Ago	4	187.90	0.00	18.71
15-Sep	6	197.70	0.00	8.53
15-Oct	8	195.00	0.00	12.32
15-Nov	10	187.90	0.00	14.02
15-Dic	12	191.50	0.00	9.45

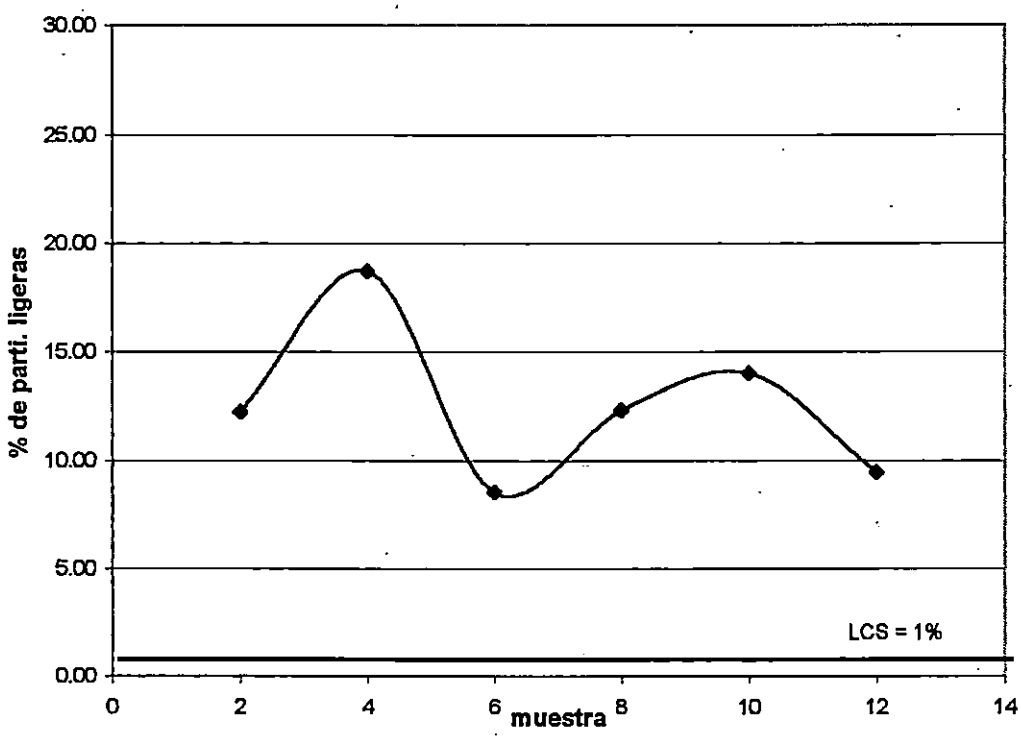


FIGURA N° 4.148

4.10 TABLAS Y GRAFICOS DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 DE LA PEDRERA DE SAN DIEGO

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 1

PESO DE MUESTRA: 22821.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/07/97

TABLA N° 4.149

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	5555.00	24.34	24.34	75.7
3/4"	19.000	16056.00	70.36	94.70	5.3
1/2"	12.500	1180.00	5.17	99.87	0.1
3/8"	9.500	20.00	0.09	99.96	0.0
No. 4	4.750	10.00	0.04	100.00	0.0
SUMAS		22821.00	100.0	418.9	

MF = 4.19

ANALISIS GRANULOMETRICO

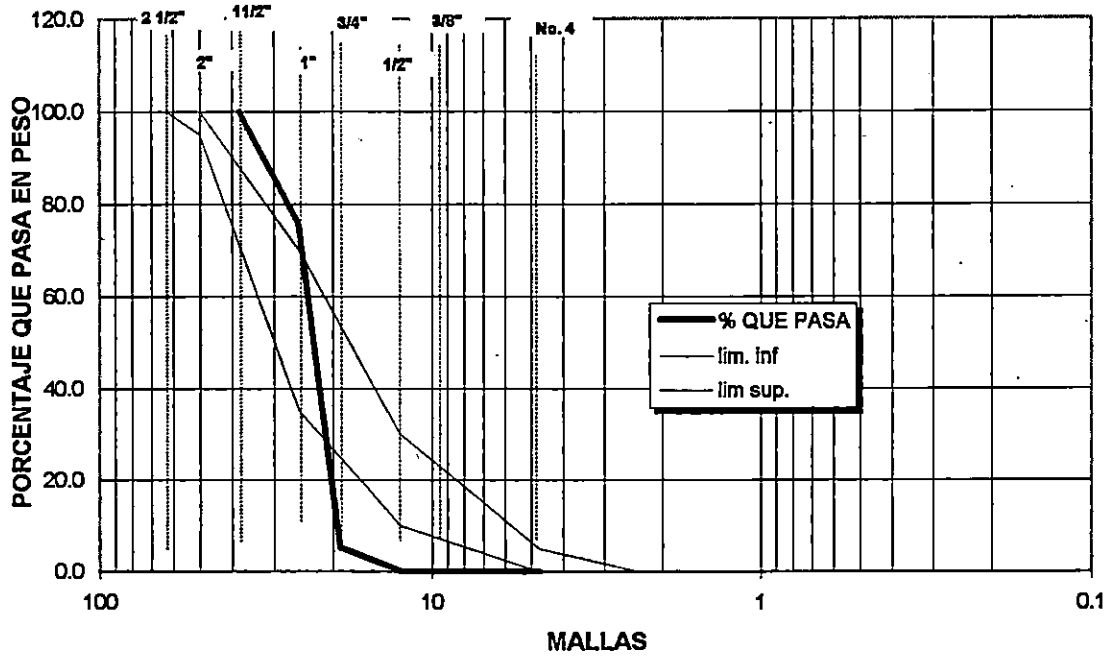


FIGURA N° 4.149

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 2

PESO DE MUESTRA: 18032.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/07/97

TABLA N° 4.150

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	5724.00	31.74	31.74	68.3
3/4"	19.000	9797.00	54.33	86.07	13.9
1/2"	12.500	2340.00	12.98	99.05	0.9
3/8"	9.500	128.00	0.71	99.76	0.2
No. 4	4.750	43.00	0.24	100.00	0.0
SUMAS		18032.00	100.0	416.6	

MF = 4.17

ANALISIS GRANULOMETRICO

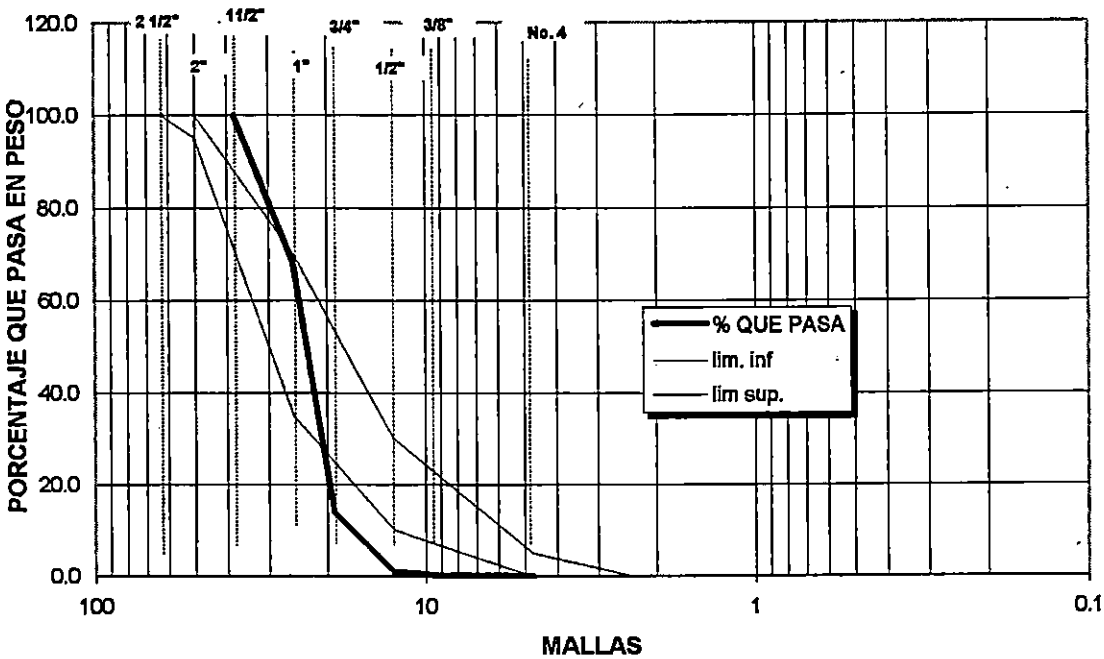


FIGURA N° 4.150

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 3

PESO DE MUESTRA: 20391.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/06/97

TABLA N° 4.151

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	381.00	1.87	1.87	98.1
1"	25.400	12117.00	59.42	61.29	38.7
3/4"	19.000	6764.00	33.17	94.46	5.5
1/2"	12.500	929.00	4.56	99.02	1.0
3/8"	9.500	125.00	0.61	99.63	0.4
No. 4	4.750	75.00	0.37	100.00	0.0
SUMAS		20391.00	100.0	454.4	

MF = 4.54

ANALISIS GRANULOMETRICO

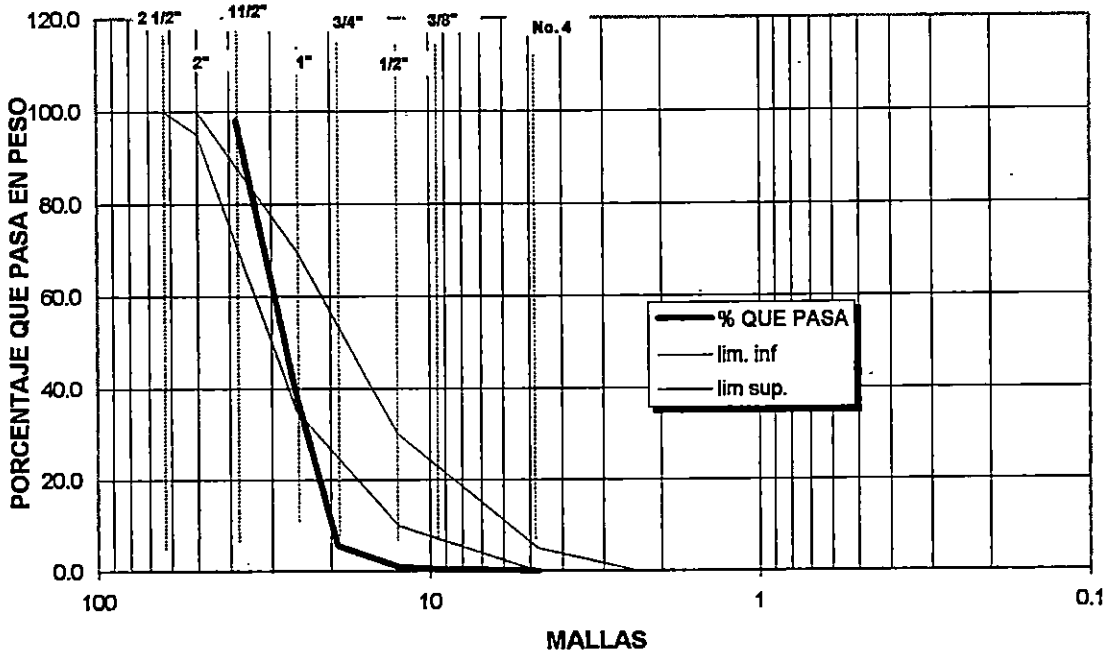


FIGURA N° 4.151

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 4

PESO DE MUESTRA: 20137.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/08/97

TABLA N° 4.152

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	10341.50	51.36	51.36	48.6
3/4"	19.000	7353.00	36.51	87.87	12.1
1/2"	12.500	2149.00	10.67	98.54	1.5
3/8"	9.500	231.60	1.15	99.69	0.3
No. 4	4.750	61.90	0.31	100.00	0.0
SUMAS		20137.00	100.0	437.5	

MF = 4.37

ANALISIS GRANULOMETRICO

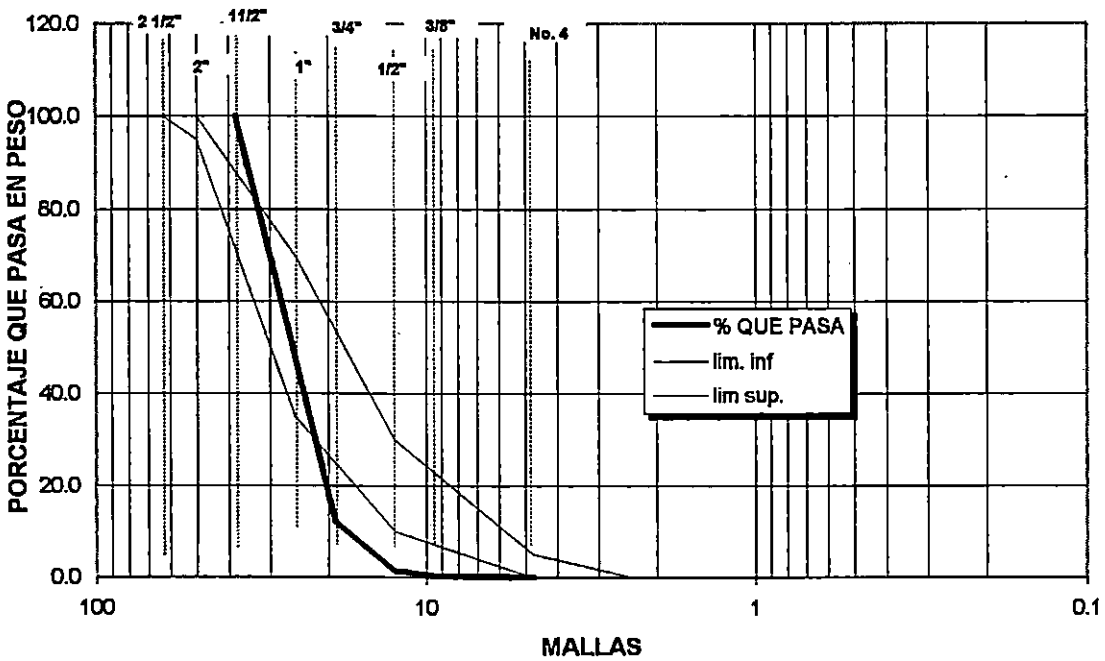


FIGURA N° 4.152

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 5

PESO DE MUESTRA: 20000.9 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/09/97

TABLA N° 4.153

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	9768.00	48.84	48.84	51.2
3/4"	19.000	8010.90	40.05	88.89	11.1
1/2"	12.500	1369.10	6.85	95.74	4.3
3/8"	9.500	852.90	4.26	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		20000.90	100.0	433.5	

MF = 4.33

ANALISIS GRANULOMETRICO

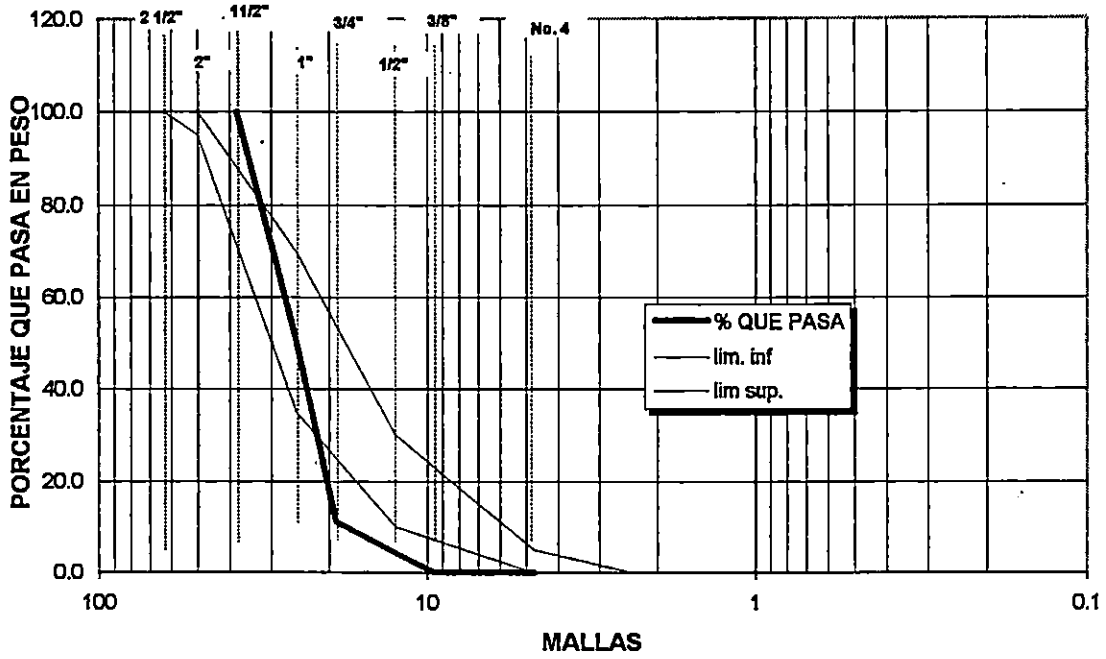


FIGURA N° 4.153

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 6

PESO DE MUESTRA: 20051.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/09/97

TABLA N° 4.154

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	10351.00	51.62	51.62	48.4
3/4"	19.000	9504.00	47.40	99.02	1.0
1/2"	12.500	196.00	0.98	100.00	0.0
3/8"	9.500	0.00	0.00	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		20051.00	100.0	450.6	

MF = 4.51

ANALISIS GRANULOMETRICO

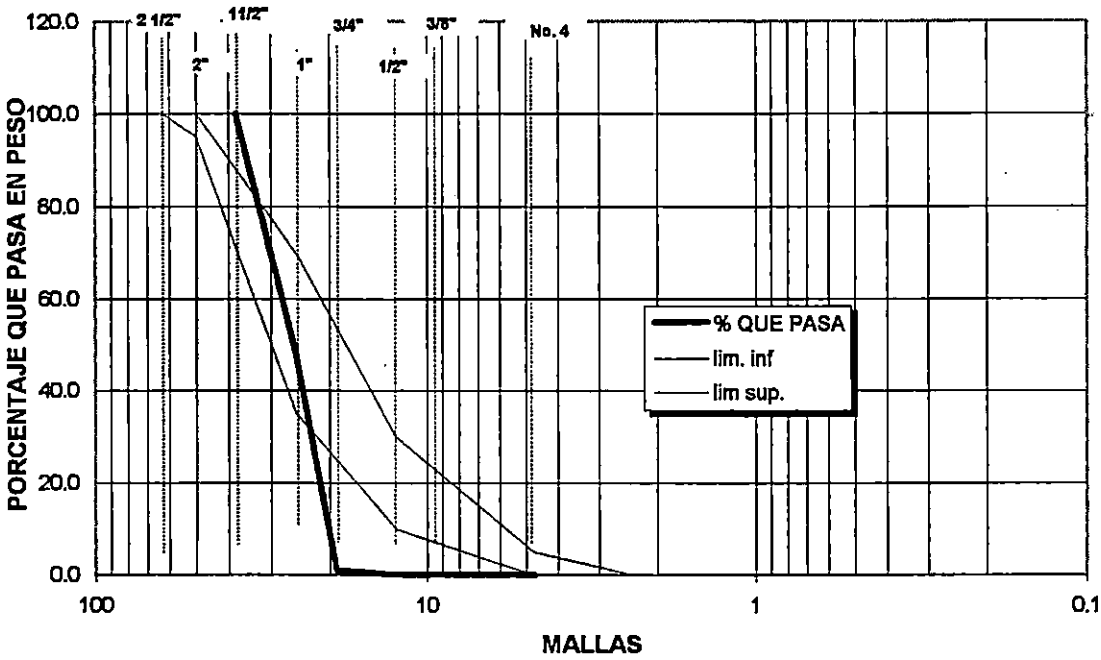


FIGURA N° 4.154

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 7

PESO DE MUESTRA: 21433.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/10/97

TABLA N° 4.155

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	4070.00	18.99	18.99	81.0
3/4"	19.000	12744.00	59.46	78.45	21.6
1/2"	12.500	3530.00	16.47	94.92	5.1
3/8"	9.500	1089.00	5.08	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		21433.00	100.0	392.4	

MF = 3.92

ANALISIS GRANULOMETRICO

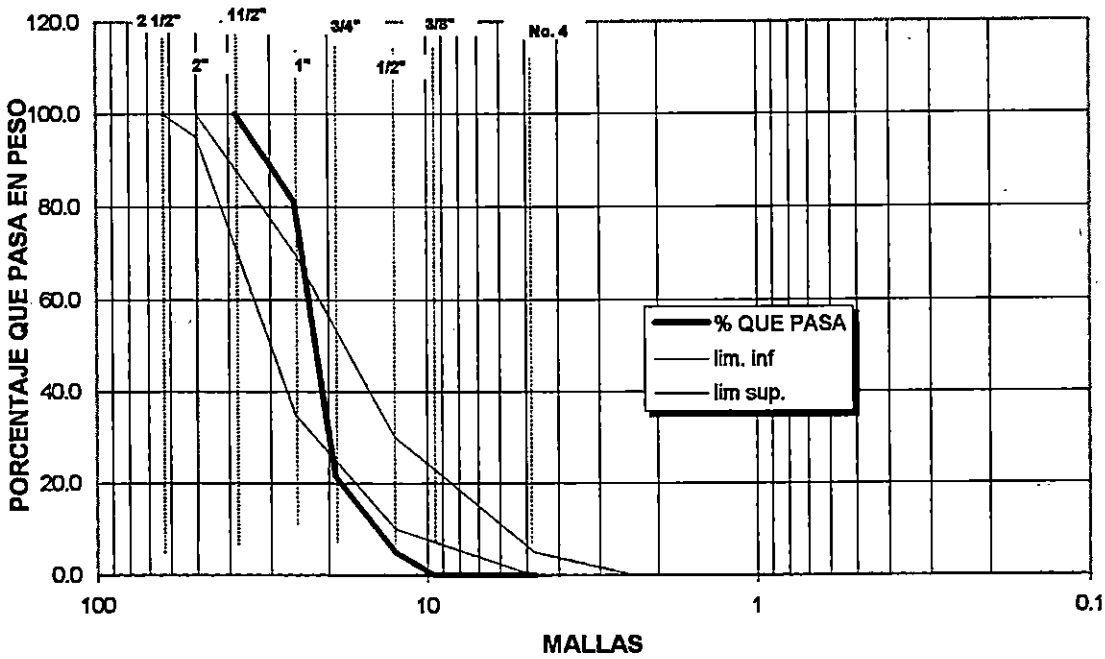


FIGURA N° 4.155

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 8

PESO DE MUESTRA: 19972.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/10/97

TABLA N° 4.156

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	11341.30	56.79	56.79	43.2
3/4"	19.000	5627.00	28.17	84.96	15.0
1/2"	12.500	2829.00	14.16	99.13	0.9
3/8"	9.500	139.20	0.70	99.82	0.2
No. 4	4.750	35.50	0.18	100.00	0.0
SUMAS		19972.00	100.0	440.7	

MF = 4.41

ANALISIS GRANULOMETRICO

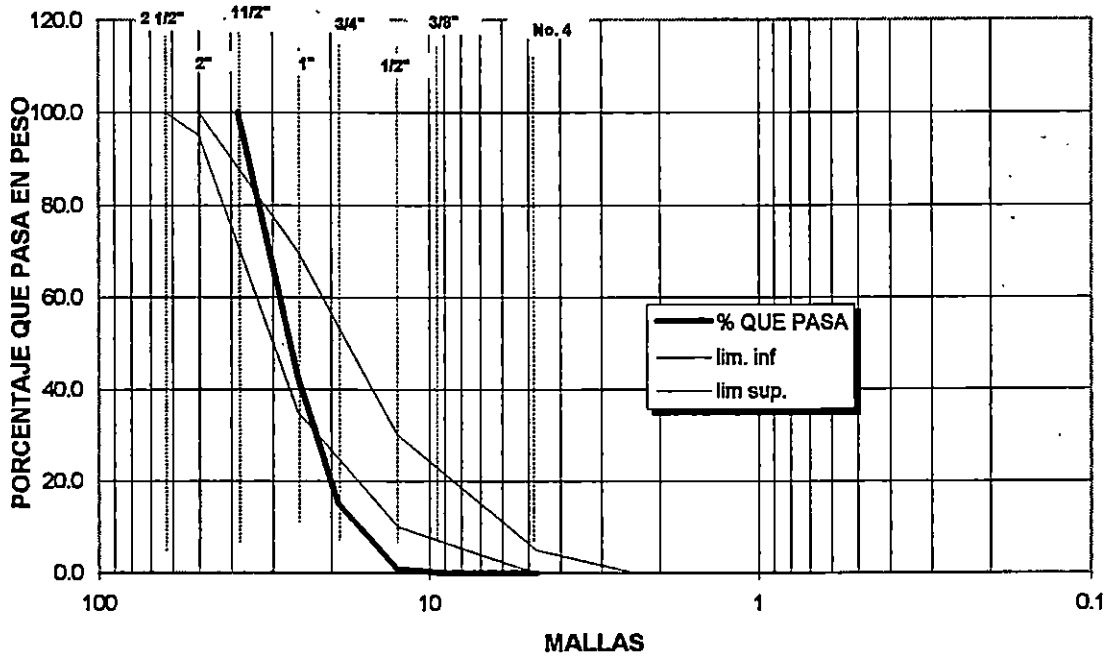


FIGURA N° 4.156

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 9

PESO DE MUESTRA: 19793.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/11/97

TABLA N° 4.157

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	9284.20	46.91	46.91	53.1
3/4"	19.000	9251.00	46.74	93.65	6.4
1/2"	12.500	1165.70	5.89	99.53	0.5
3/8"	9.500	92.10	0.47	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		19793.00	100.0	440.1	

MF = 4.40

ANALISIS GRANULOMETRICO

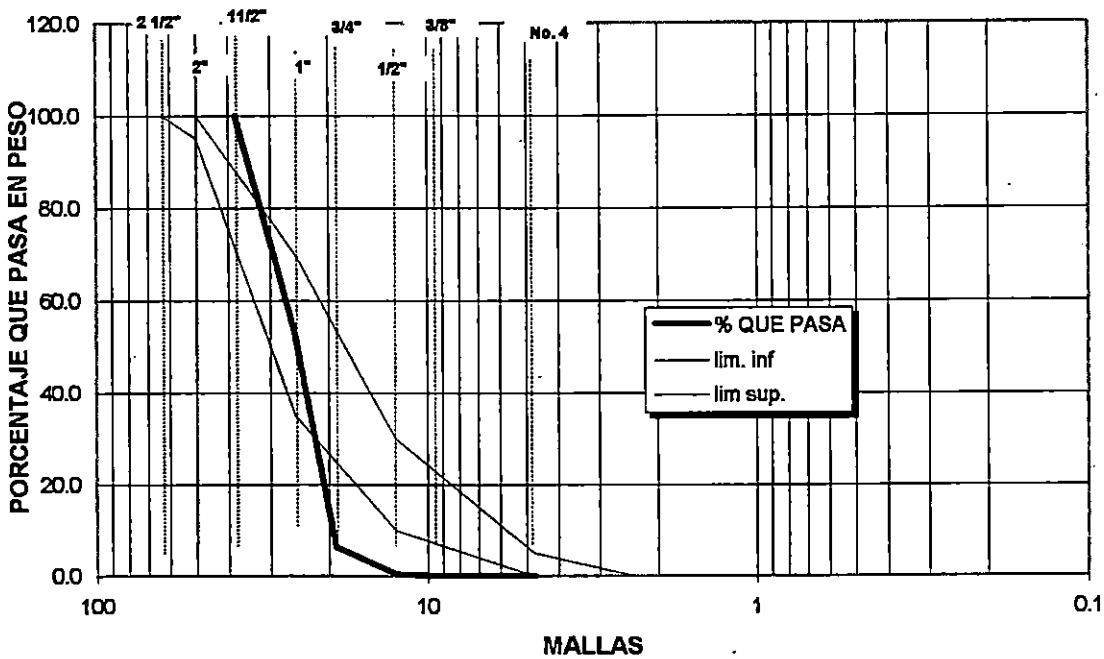


FIGURA N° 4.157

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 10

PESO DE MUESTRA: 20830.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/11/97

TABLA N° 4.158

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	12137.00	58.27	58.27	41.7
3/4"	19.000	7686.30	36.90	95.17	4.8
1/2"	12.500	795.90	3.82	98.99	1.0
3/8"	9.500	192.40	0.92	99.91	0.1
No. 4	4.750	18.40	0.09	100.00	0.0
SUMAS		20830.00	100.0	452.3	

MF = 4.52

ANALISIS GRANULOMETRICO

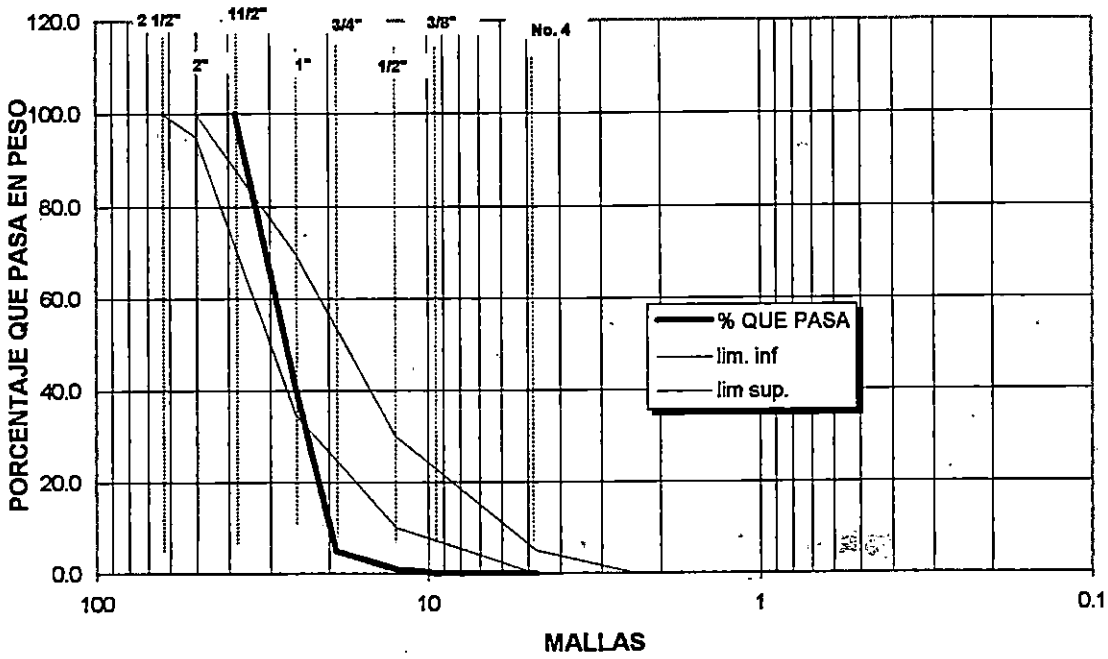


FIGURA N° 4.158

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 11

PESO DE MUESTRA: 21039.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/12/97

TABLA N° 4.159

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	6085.40	28.92	28.92	71.1
3/4"	19.000	12748.50	60.59	89.52	10.5
1/2"	12.500	1973.00	9.38	98.90	1.1
3/8"	9.500	219.30	1.04	99.94	0.1
No. 4	4.750	12.80	0.06	100.00	0.0
SUMAS		21039.00	100.0	417.3	

MF = 4.17

ANALISIS GRANULOMETRICO

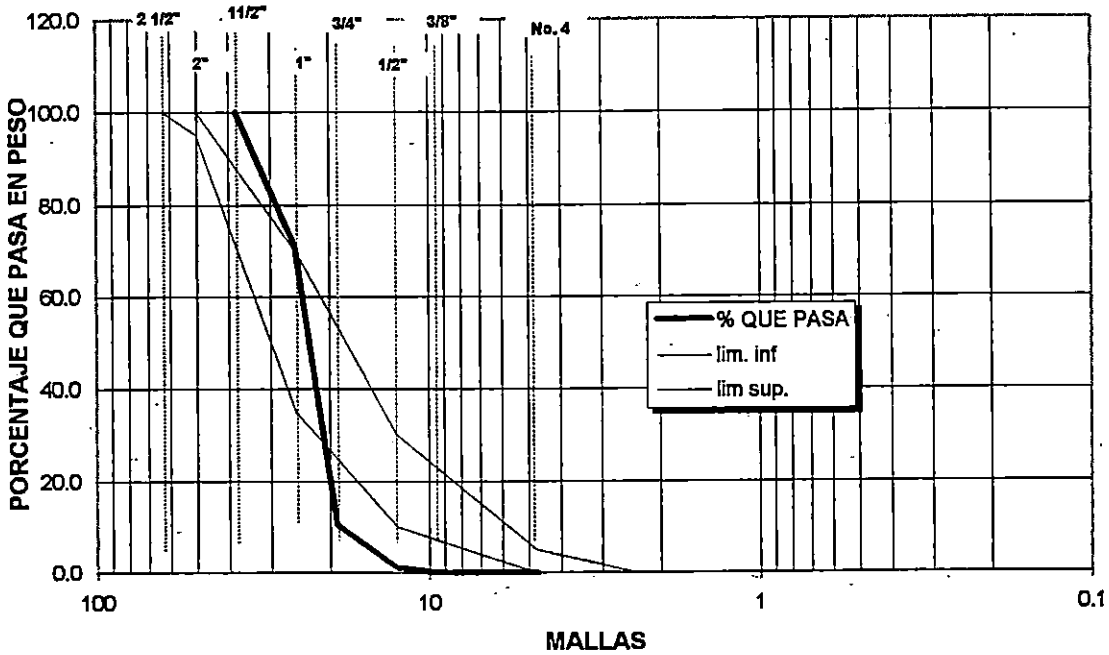


FIGURA N° 4.159

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: SAN DIEGO
MUESTRA N°: 12

PESO DE MUESTRA: 20434.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/12/97

TABLA N° 4.160

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	10634.70	52.04	52.04	48.0
3/4"	19.000	7998.00	39.14	91.18	8.8
1/2"	12.500	1704.00	8.34	99.52	0.5
3/8"	9.500	87.90	0.43	99.95	0.0
No. 4	4.750	9.40	0.05	100.00	0.0
SUMAS		20434.00	100.0	442.7	

MF = 4.43

ANALISIS GRANULOMETRICO

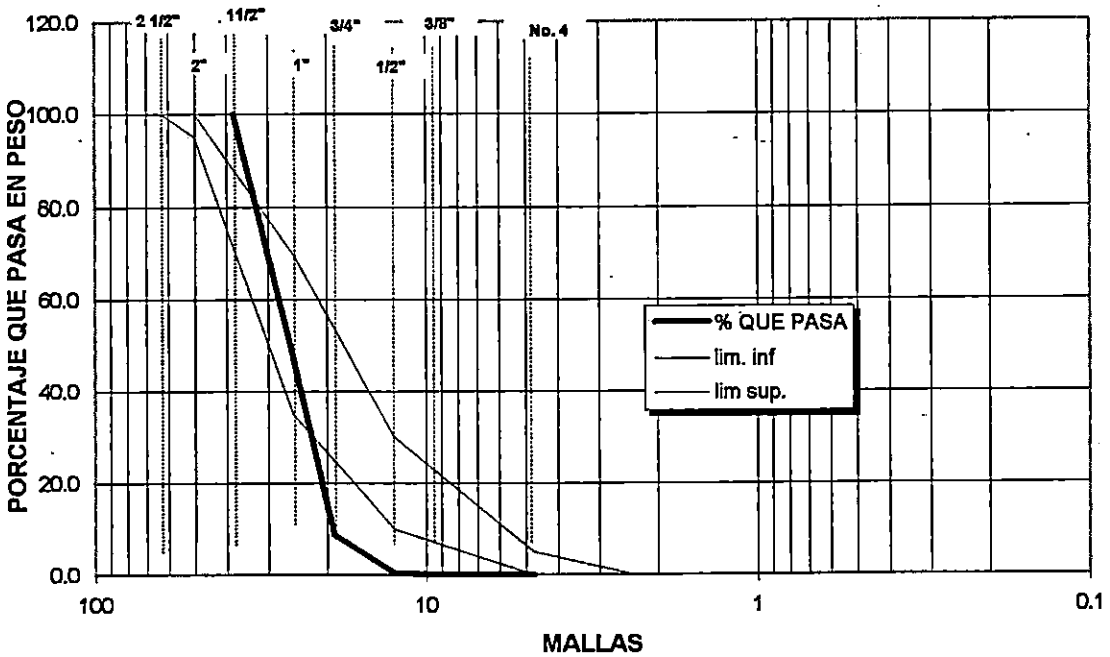


FIGURA N° 4.160

4.11 TABLAS Y GRAFICOS DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 DE LA PEDRERA DE ATEOS

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 1

PESO DE MUESTRA: 20069.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/07/97

TABLA N° 4.161

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	209.00	1.04	1.04	99.0
1"	25.400	10849.00	54.06	55.10	44.9
3/4"	19.000	7929.00	39.51	94.61	5.4
1/2"	12.500	832.00	4.15	98.75	1.2
3/8"	9.500	202.00	1.01	99.76	0.2
No. 4	4.750	48.00	0.24	100.00	0.0
SUMAS		20069.00	100.0	448.2	

MF = 4.48

ANALISIS GRANULOMETRICO

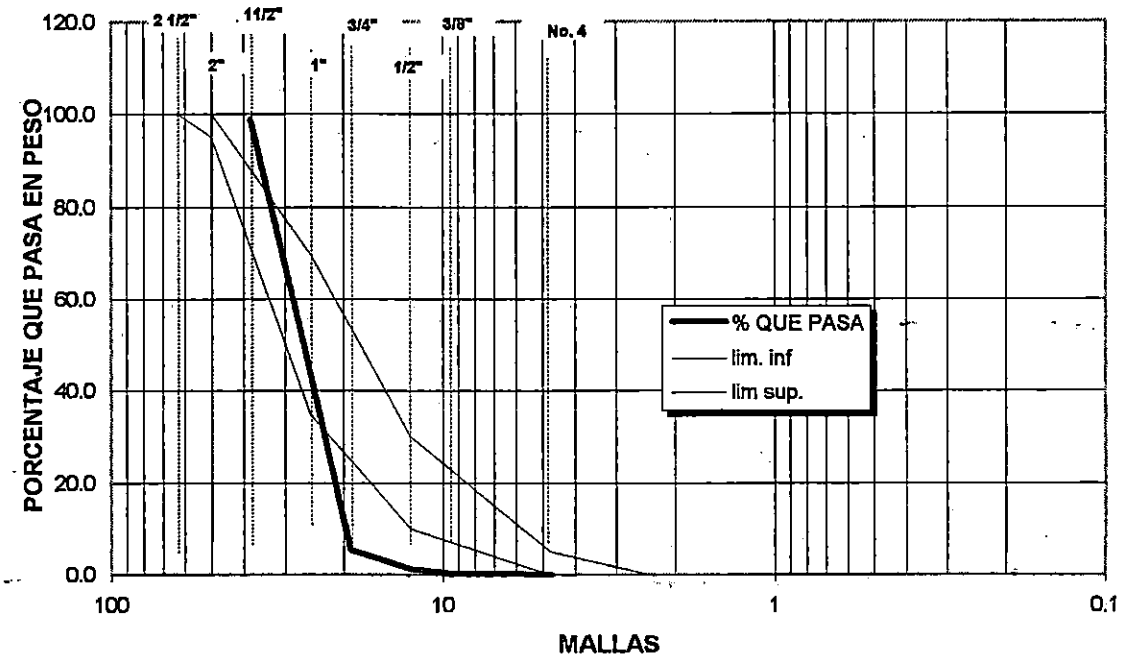


FIGURA N° 4.161

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 2

PESO DE MUESTRA: 20128.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/07/97

TABLA N° 4.162

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	243.00	1.21	1.21	98.8
1"	25.400	10909.00	54.20	55.41	44.6
3/4"	19.000	7833.00	38.92	94.32	5.7
1/2"	12.500	899.00	4.47	98.79	1.2
3/8"	9.500	192	0.95	99.74	0.3
No. 4	4.750	52.00	0.26	100.00	0.0
SUMAS		20128.00	100.0	448.3	

MF = 4.48

ANALISIS GRANULOMETRICO

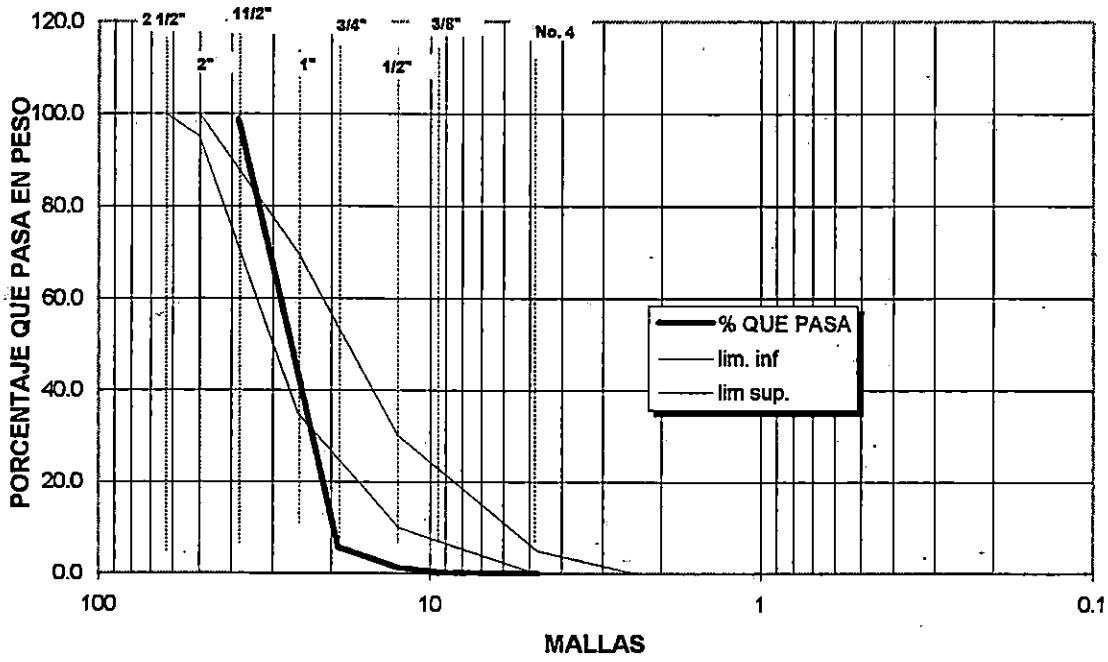


FIGURA N° 4.162

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 3

PESO DE MUESTRA: 19971.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/08/97

TABLA N° 4.163

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	80.00	0.40	0.40	99.6
1"	25.400	9597.00	48.05	48.46	51.5
3/4"	19.000	8951.00	44.82	93.28	6.7
1/2"	12.500	1245.00	6.23	99.51	0.5
3/8"	9.500	98	0.49	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		19971.00	100.0	441.2	

MF = 4.41

ANALISIS GRANULOMETRICO

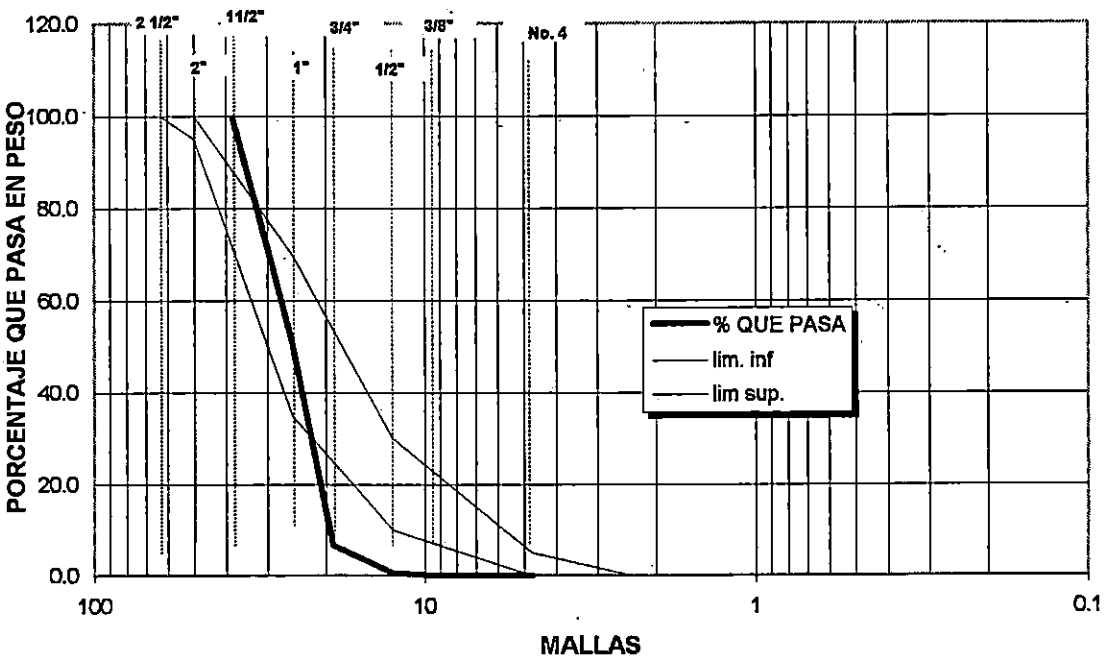


FIGURA N° 4.163

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 4

PESO DE MUESTRA: 20114.3 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/08/97

TABLA N° 4.164

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	201.00	1.00	1.00	99.0
1"	25.400	10477.60	52.09	53.09	46.9
3/4"	19.000	7189.60	35.74	88.83	11.2
1/2"	12.500	1843.60	9.17	98.00	2.0
3/8"	9.500	393.1	1.95	99.95	0.0
No. 4	4.750	9.40	0.05	100.00	0.0
SUMAS		20114.30	100.0	439.9	

MF = 4.40

ANALISIS GRANULOMETRICO

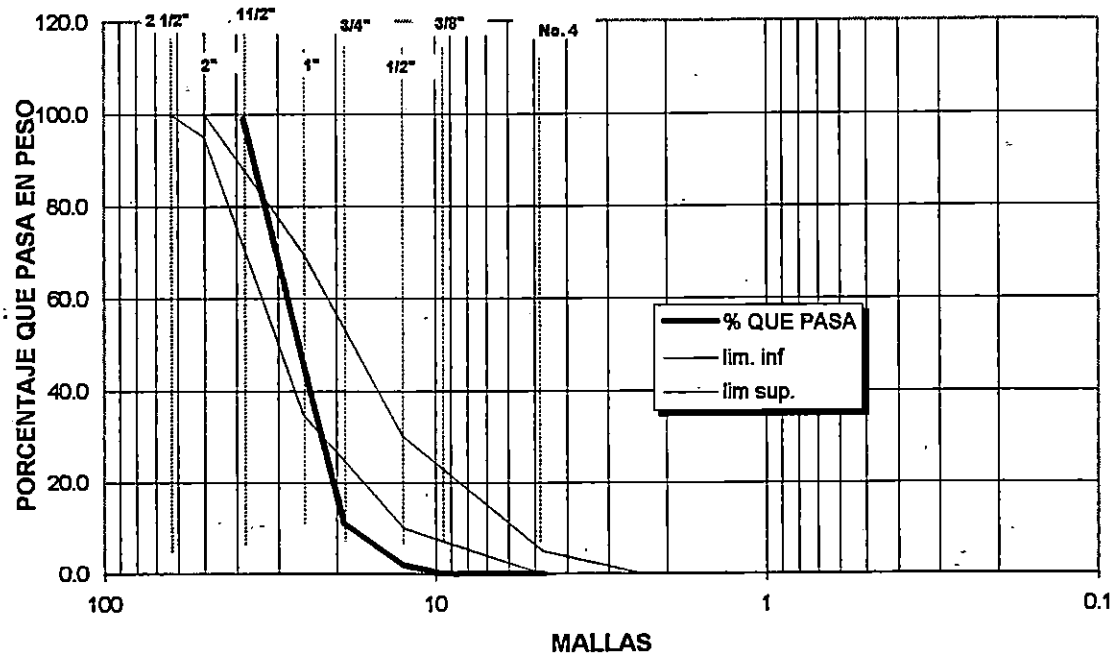


FIGURA N° 4.164

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 5

PESO DE MUESTRA: 19429.1 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/09/97

TABLA N° 4.165

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	448.20	2.31	2.31	97.7
1"	25.400	9154.60	47.12	49.42	50.6
3/4"	19.000	7589.60	39.06	88.49	11.5
1/2"	12.500	1843.60	9.49	97.98	2.0
3/8"	9.500	393.1	2.02	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		19429.10	100.0	435.9	

MF = 4.36

ANALISIS GRANULOMETRICO

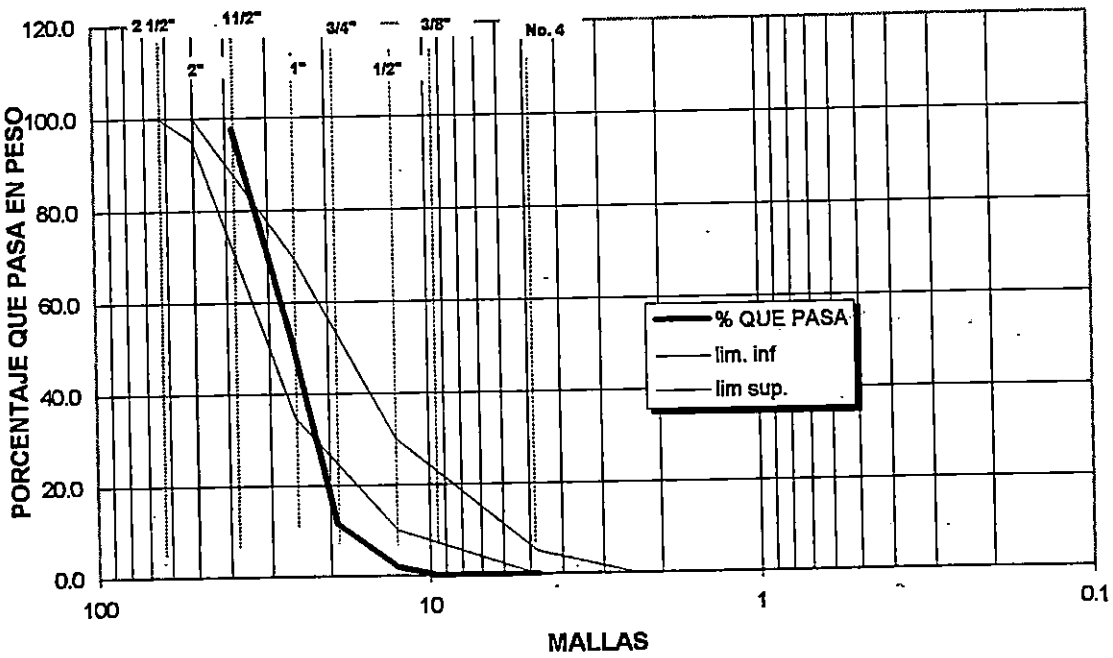


FIGURA N° 4.165

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 6

PESO DE MUESTRA: 19649.3 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/09/97

TABLA N° 4.166

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	291.30	1.48	1.48	98.5
1"	25.400	10634.10	54.12	55.60	44.4
3/4"	19.000	6496.00	33.06	88.66	11.3
1/2"	12.500	2105.30	10.71	99.38	0.6
3/8"	9.500	120.6	0.61	99.99	0.0
No. 4	4.750	2.00	0.01	100.00	0.0
SUMAS		19649.30	100.0	443.6	

MF = 4.44

ANALISIS GRANULOMETRICO

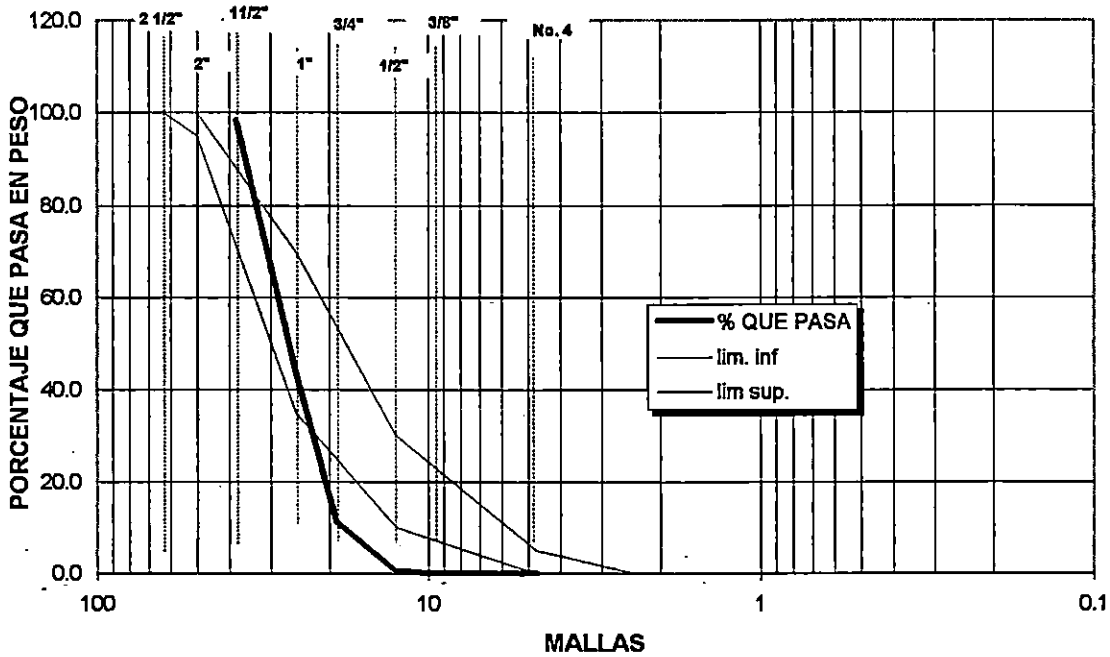


FIGURA N° 4.166

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 7

PESO DE MUESTRA: 21000.5 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/10/97

TABLA N° 4.167

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	229.20	1.09	1.09	98.9
1"	25.400	7292.10	34.72	35.81	64.2
3/4"	19.000	12262.80	58.39	94.21	5.8
1/2"	12.500	932.70	4.44	98.65	1.4
3/8"	9.500	283.7	1.35	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		21000.50	100.0	428.7	

MF = 4.29

ANALISIS GRANULOMETRICO

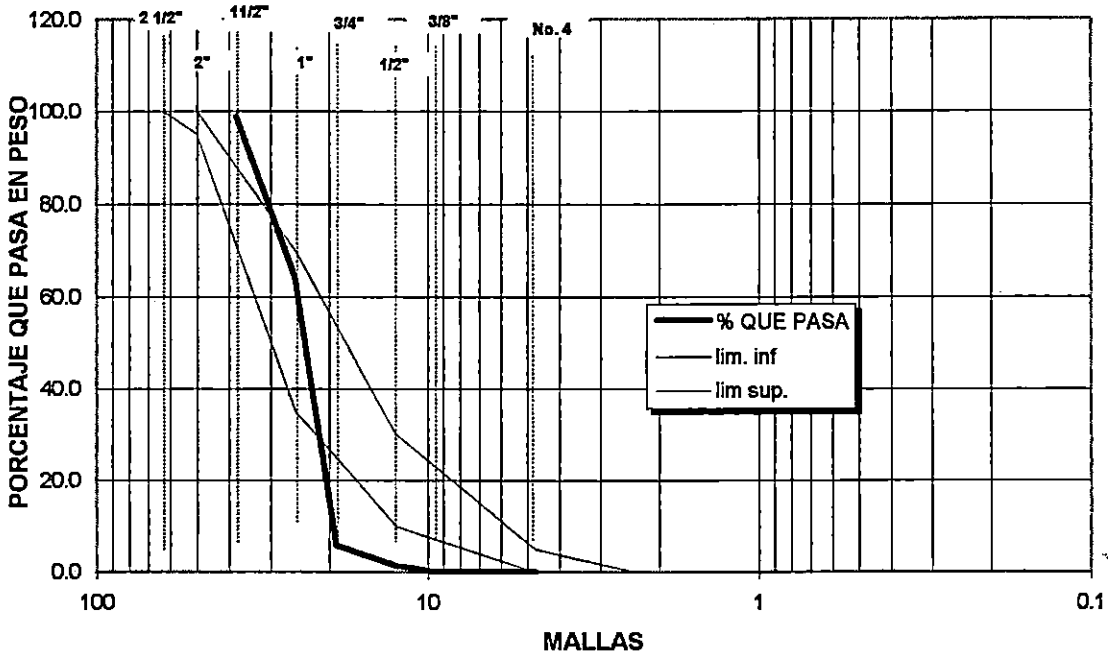


FIGURA N° 4.167

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 8

PESO DE MUESTRA: 20094.5 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/10/97

TABLA N° 4.168

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	337.00	1.68	1.68	98.3
1"	25.400	10045.00	49.99	51.67	48.3
3/4"	19.000	7981.00	39.72	91.38	8.6
1/2"	12.500	1534.20	7.63	99.02	1.0
3/8"	9.500	197.3	0.98	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		20094.50	100.0	442.1	

MF = 4.42

ANALISIS GRANULOMETRICO

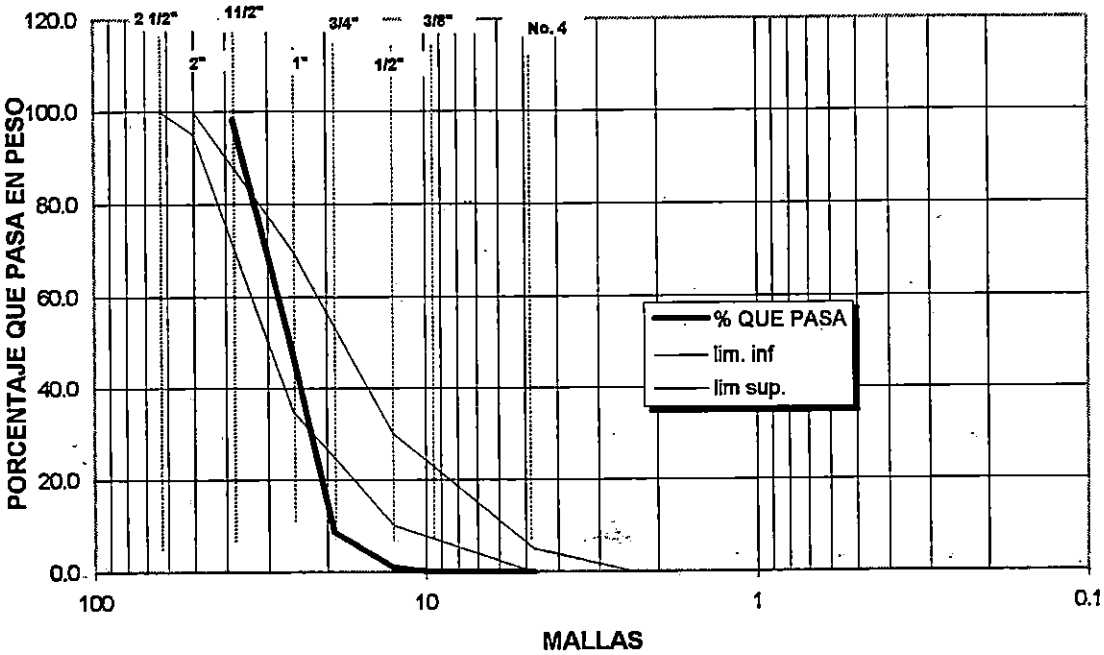


FIGURA N° 4.168

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 9

PESO DE MUESTRA: 22322.8 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/11/97

TABLA N° 4.169

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	200.00	0.90	0.90	99.1
1"	25.400	12502.30	56.01	56.90	43.1
3/4"	19.000	7069.10	31.67	88.57	11.4
1/2"	12.500	2354.10	10.55	99.12	0.9
3/8"	9.500	197.3	0.88	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		22322.80	100.0	444.6	

MF = 4.45

ANALISIS GRANULOMETRICO

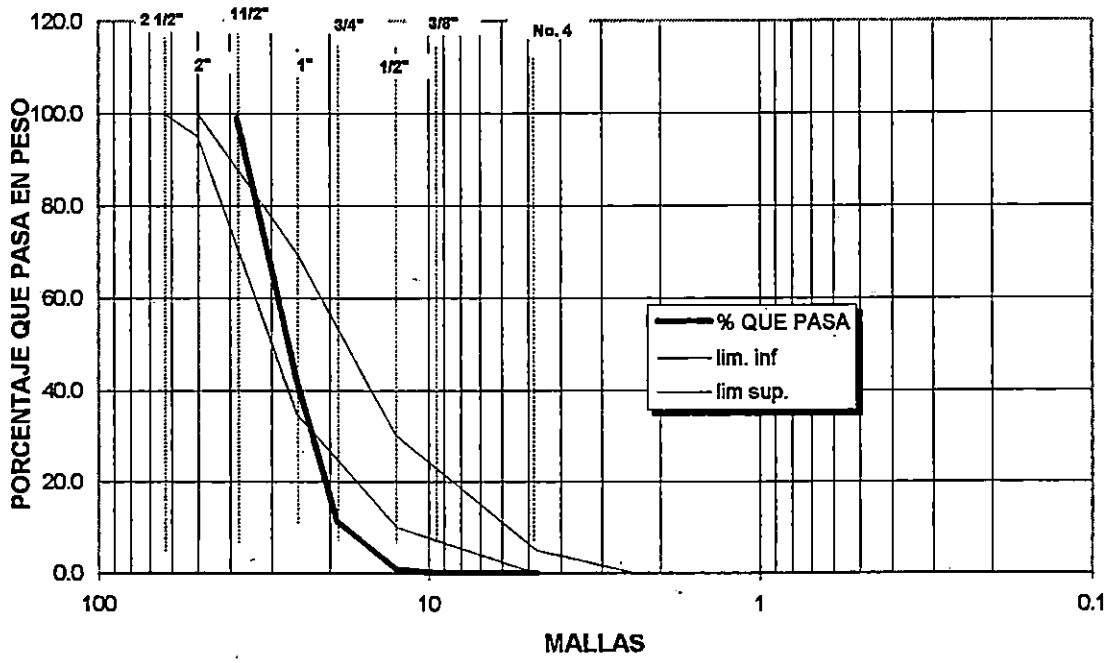


FIGURA N° 4.169

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 10

PESO DE MUESTRA: 21621.1 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/11/97

TABLA N° 4.170

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	243.00	1.12	1.12	98.9
1"	25.400	8752.10	40.48	41.60	58.4
3/4"	19.000	10529.00	48.70	90.30	9.7
1/2"	12.500	1787.50	8.27	98.57	1.4
3/8"	9.500	309.5	1.43	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		21621.10	100.0	430.5	

MF = 4.30

ANALISIS GRANULOMETRICO

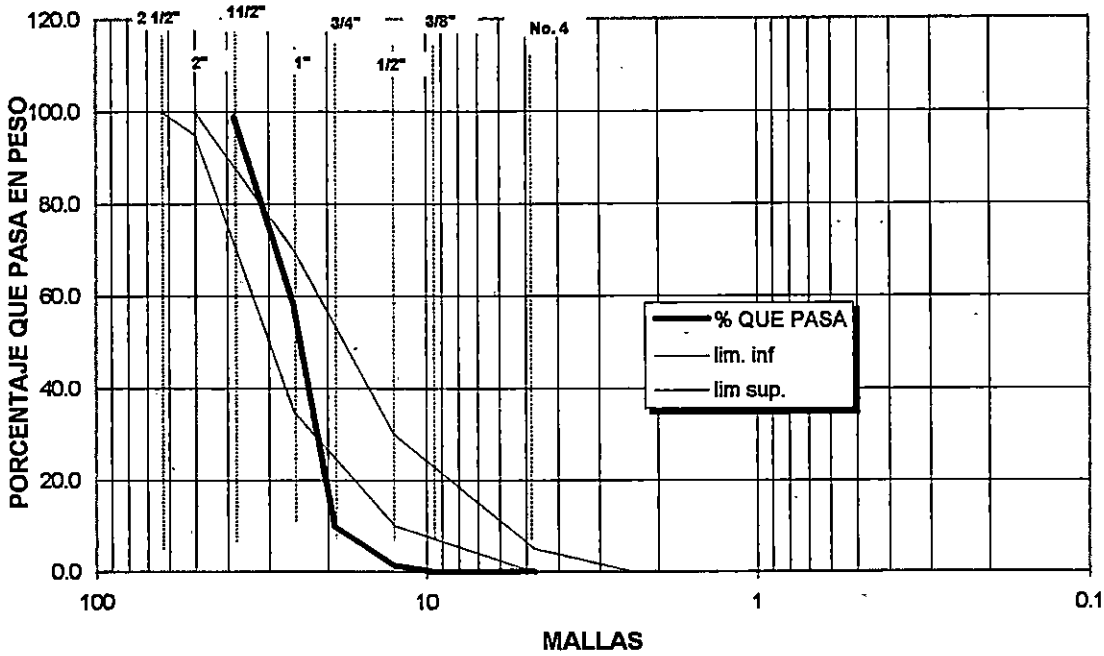


FIGURA N° 4.170

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 11

PESO DE MUESTRA: 20733.6 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/12/97

TABLA N° 4.171

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	93.30	0.45	0.45	99.5
1"	25.400	12109.20	58.42	58.87	41.1
3/4"	19.000	7427.00	35.83	94.70	5.3
1/2"	12.500	829.10	4.00	98.70	1.3
3/8"	9.500	270	1.30	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		20728.60	100.0	452.3	

MF = 4.52

ANALISIS GRANULOMETRICO

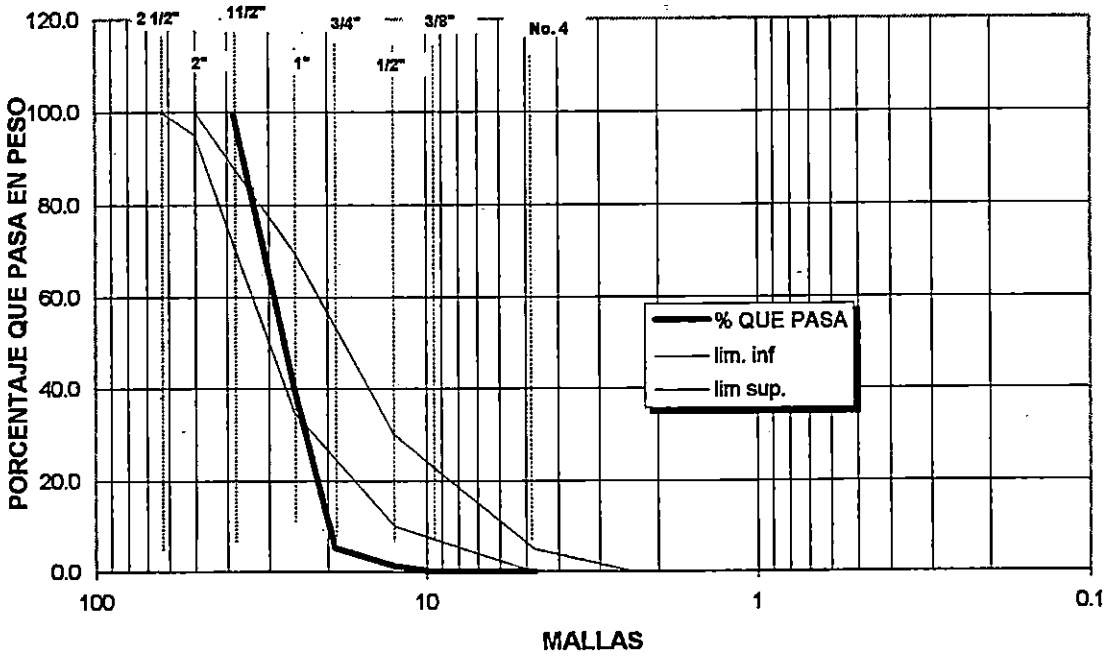


FIGURA N° 4.171

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: ATEOS
MUESTRA N°: 12

PESO DE MUESTRA: 19527.6 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/12/97

TABLA N° 4.172

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	9859.00	50.49	50.49	49.5
3/4"	19.000	7893.10	40.42	90.91	9.1
1/2"	12.500	1578.30	8.08	98.99	1.0
3/8"	9.500	197.2	1.01	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		19527.60	100.0	440.4	

MF = 4.40

ANALISIS GRANULOMETRICO

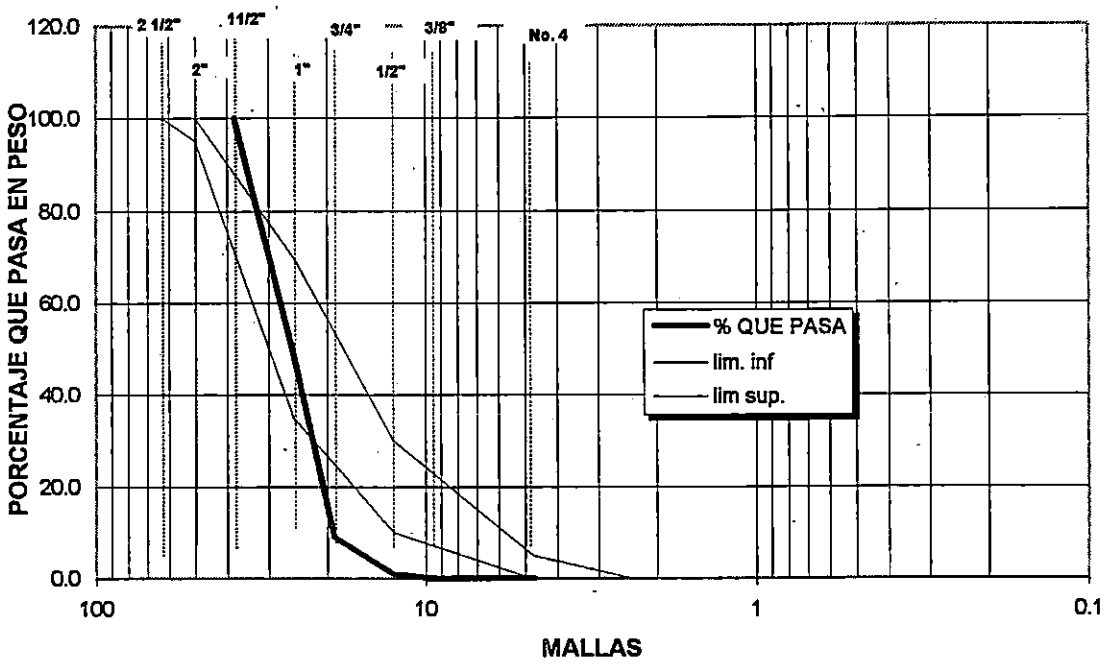


FIGURA N° 4.172

4.12 TABLAS Y GRAFICOS DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 DE LA MINA DE ARAMUACA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA — PESO DE MUESTRA: 20304.4 gr
MUESTRA N°: 1 — FECHA DE MUESTREO: 01/07/97

TABLA N° 4.173

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	17871.50	88.02	88.02	12.0
3/4"	19.000	1971.10	9.71	97.73	2.3
1/2"	12.500	452.90	2.23	99.96	0.0
3/8"	9.500	8.90	0.04	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		20304.40	100.0	485.7	

MF = 4.86

ANALISIS GRANULOMETRICO

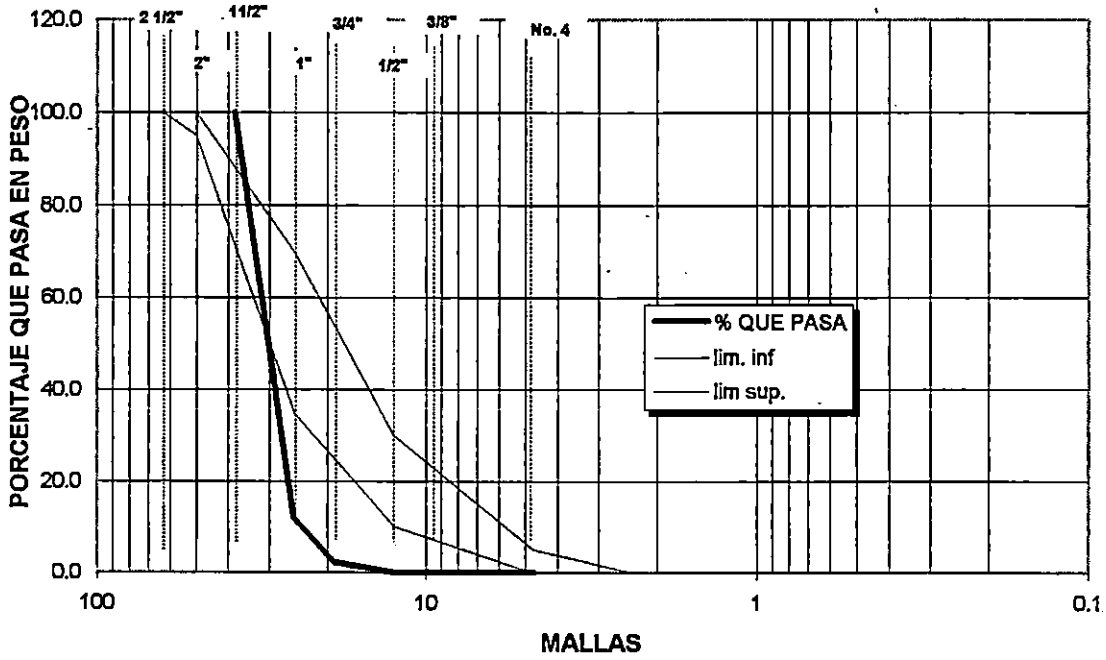


FIGURA N° 4.173

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 2

PESO DE MUESTRA: 19742.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/07/97

TABLA N° 4.174

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	15668.00	79.36	79.36	20.6
3/4"	19.000	3744.00	18.96	98.33	1.7
1/2"	12.500	320.00	1.62	99.95	0.1
3/8"	9.500	6.00	0.03	99.98	0.0
No. 4	4.750	4.00	0.02	100.00	0.0
SUMAS		19742.00	100.0	477.6	

MF = 4.78

ANALISIS GRANULOMETRICO

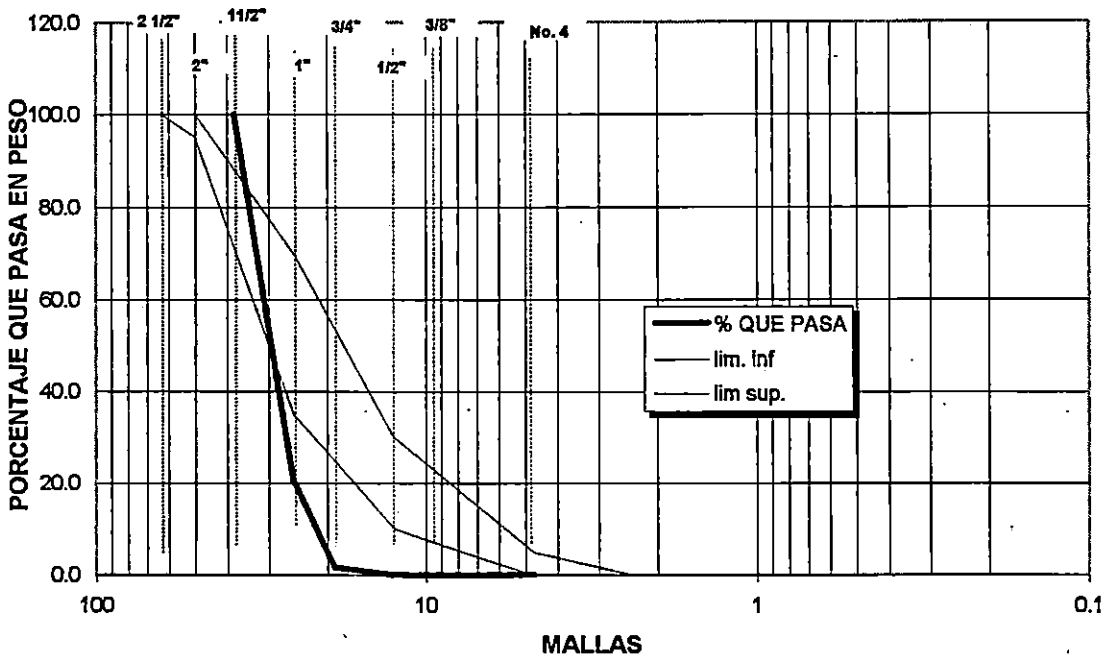


FIGURA N° 4.174

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 3

PESO DE MUESTRA: 19044.5 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/08/97

TABLA N° 4.175

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	14583.00	76.57	76.57	23.4
3/4"	19.000	4203.00	22.07	98.64	1.4
1/2"	12.500	253.70	1.33	99.97	0.0
3/8"	9.500	4.80	0.03	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		19044.50	100.0	475.2	

MF = 4.75

ANALISIS GRANULOMETRICO

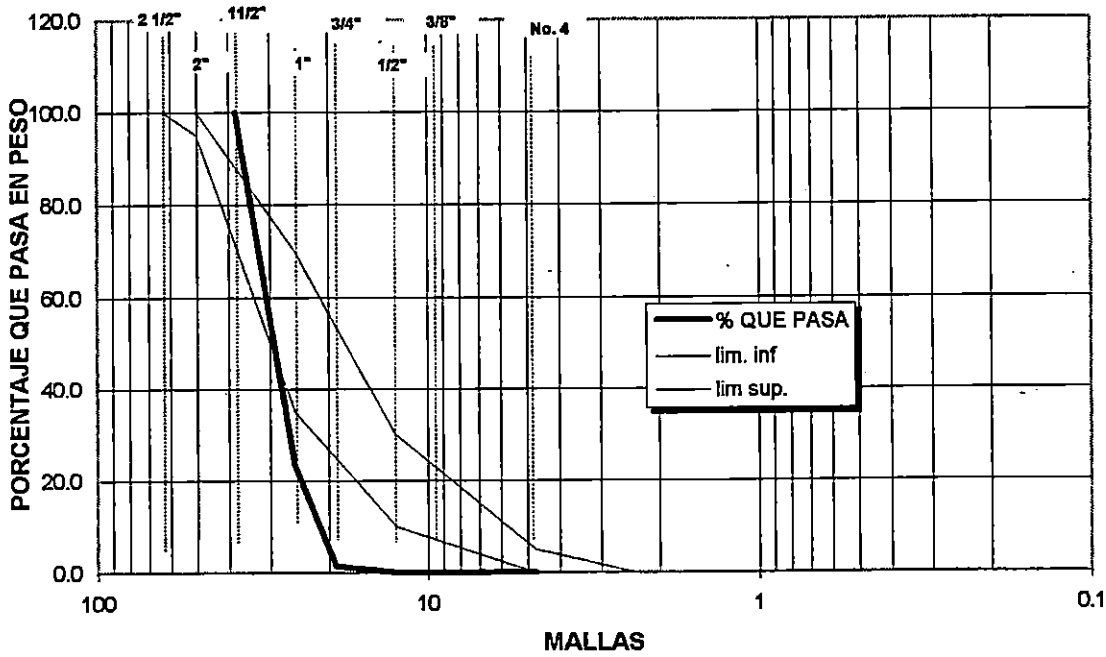


FIGURA N° 4.175

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 4

PESO DE MUESTRA: 19964.4 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/08/97

TABLA N° 4.176

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	12485.00	62.54	62.54	37.5
3/4"	19.000	7200.00	36.06	98.60	1.4
1/2"	12.500	265.10	1.33	99.93	0.1
3/8"	9.500	14.30	0.07	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		19964.40	100.0	461.1	

MF = 4.61

ANALISIS GRANULOMETRICO

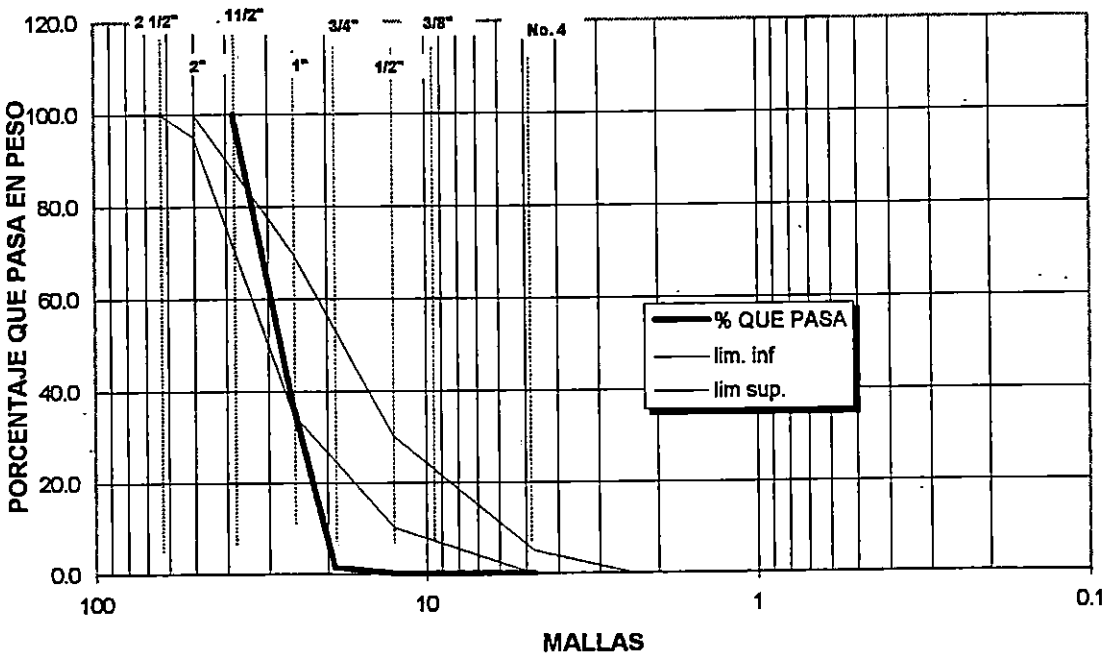


FIGURA N° 4.176

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 5

PESO DE MUESTRA: 19915.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/09/97

TABLA N° 4.177

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	425.00	2.13	2.13	97.9
1"	25.400	16505.00	82.88	85.01	15.0
3/4"	19.000	2950.00	14.81	99.82	0.2
1/2"	12.500	35.00	0.18	100.00	0.0
3/8"	9.500	0.00	0.00	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		19915.00	100.0	484.8	

MF = 4.85

ANALISIS GRANULOMETRICO

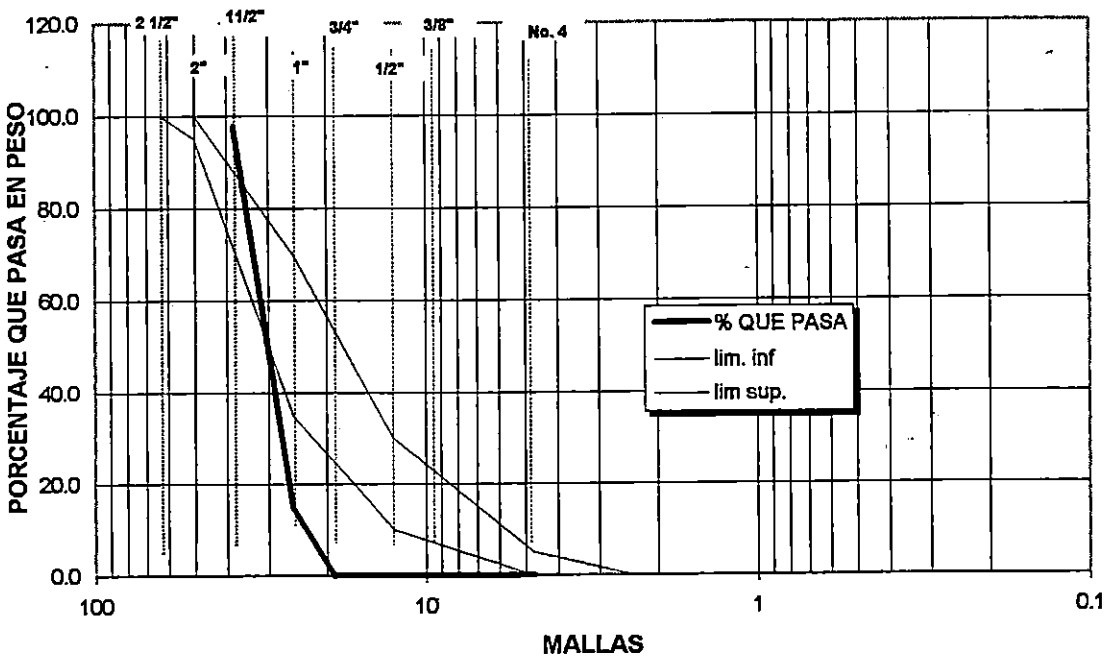


FIGURA N° 4.177

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 6

PESO DE MUESTRA: 20100.8 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/09/97

TABLA N° 4.178

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	13525.00	67.29	67.29	32.7
3/4"	19.000	6205.00	30.87	98.16	1.8
1/2"	12.500	325.80	1.62	99.78	0.2
3/8"	9.500	45.00	0.22	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		20100.80	100.0	465.2	

MF = 4.65

ANALISIS GRANULOMETRICO

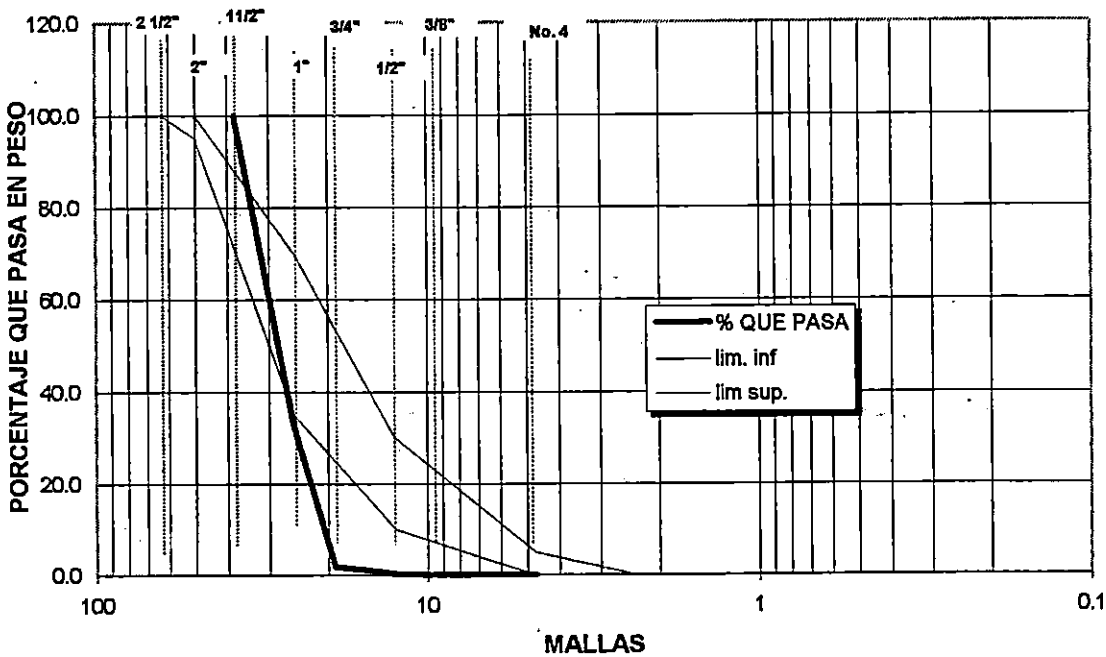


FIGURA N° 4.178

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 7

PESO DE MUESTRA: 21049.6 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/10/97

TABLA N° 4.179

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	450.00	2.14	2.14	97.9
1"	25.400	15910.70	75.60	77.74	22.3
3/4"	19.000	4590.30	21.81	99.55	0.5
1/2"	12.500	70.60	0.34	99.88	0.1
3/8"	9.500	25.00	0.12	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		21046.60	100.0	477.2	

MF = 4.77

ANALISIS GRANULOMETRICO

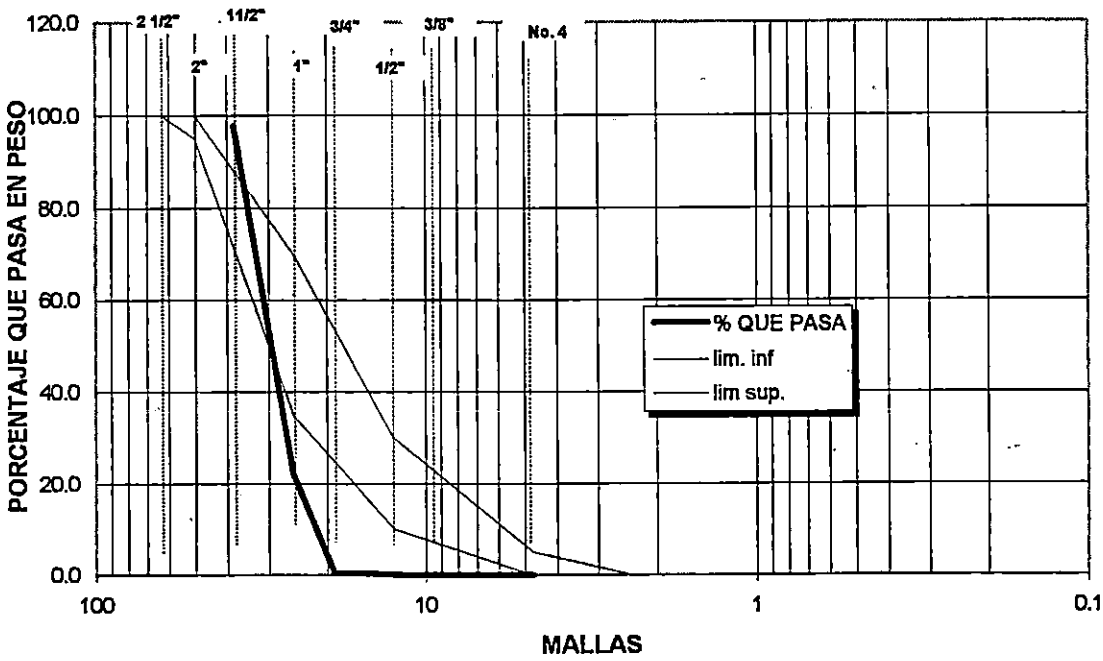


FIGURA N° 4.179

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 8

PESO DE MUESTRA: 20684.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/10/97

TABLA N° 4.180

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	490.00	2.37	2.37	97.6
1"	25.400	18725.00	90.53	92.90	7.1
3/4"	19.000	1384.00	6.69	99.59	0.4
1/2"	12.500	78.00	0.38	99.97	0.0
3/8"	9.500	7.00	0.03	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		20684.00	100.0	492.5	

MF = 4.92

ANALISIS GRANULOMETRICO

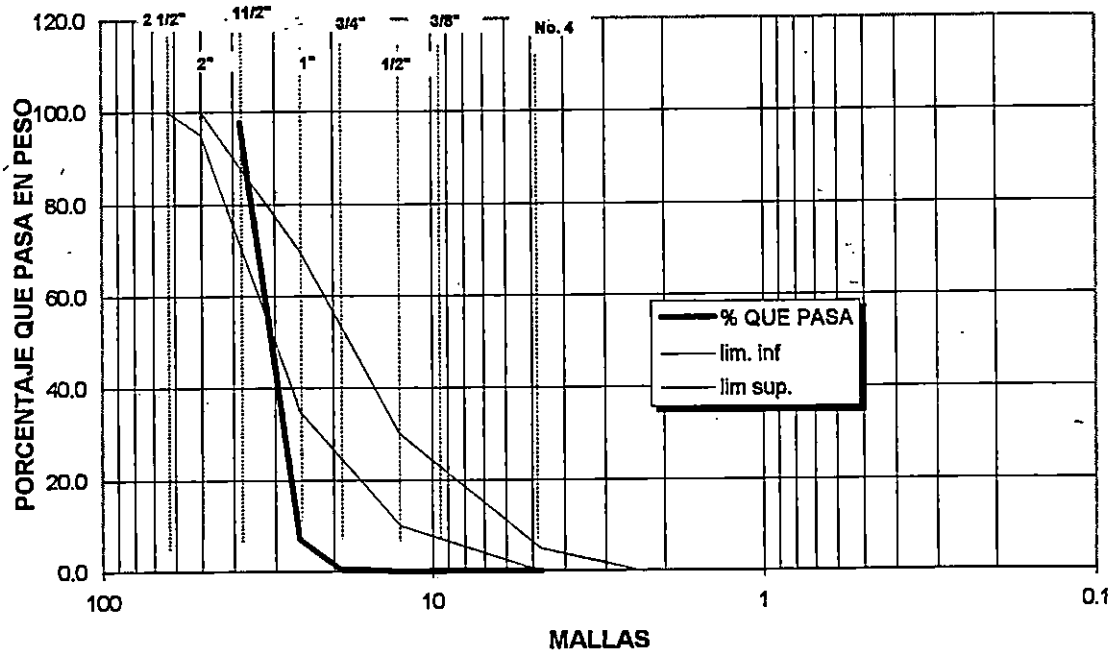


FIGURA N° 4.180

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 9

PESO DE MUESTRA: 20731.3 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/11/97

TABLA N° 4.181

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	599.00	2.89	2.89	97.1
1"	25.400	17342.00	83.65	86.54	13:5
3/4"	19.000	2650.30	12.78	99.32	0.7
1/2"	12.500	115.00	0.55	99.88	0.1
3/8"	9.500	15.00	0.07	99.95	0.0
No. 4	4.750	10.00	0.05	100.00	0.0
SUMAS		20731.30	100.0	485.7	

MF = 4.86

ANALISIS GRANULOMETRICO

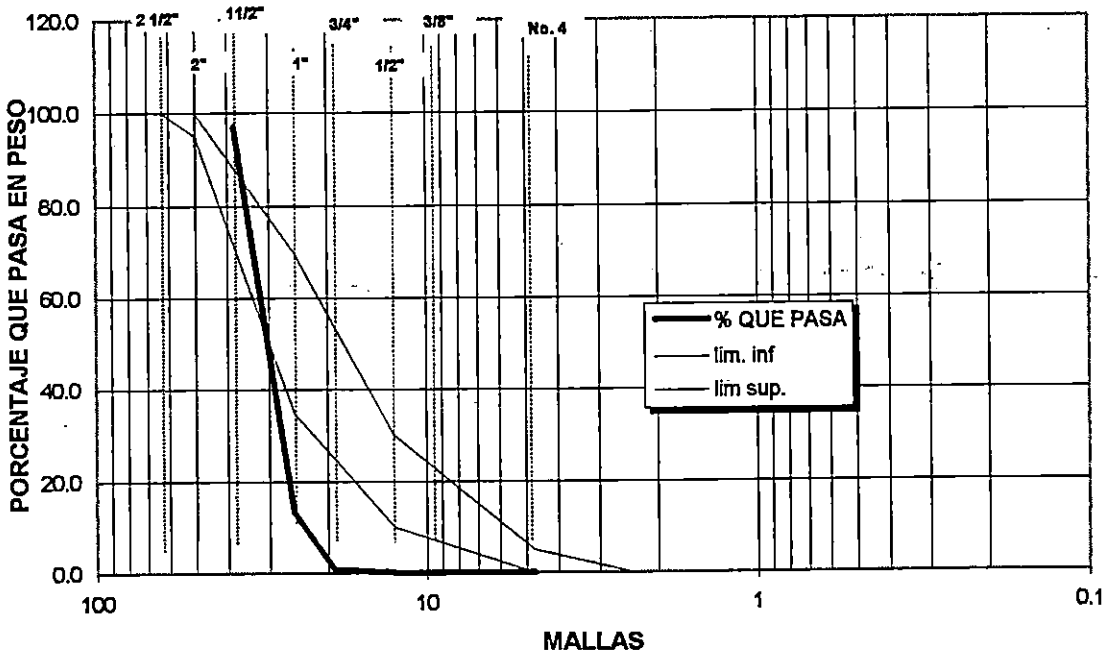


FIGURA N° 4.181

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 10

PESO DE MUESTRA: 20130.4 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/11/97

TABLA N° 4.182

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	491.00	2.44	2.44	97.6
1"	25.400	15478.00	76.89	79.33	20.7
3/4"	19.000	4045.00	20.09	99.42	0.6
1/2"	12.500	84.00	0.42	99.84	0.2
3/8"	9.500	29.00	0.14	99.98	0.0
No. 4	4.750	3.40	0.02	100.00	0.0
SUMAS		20130.40	100.0	478.6	

MF = 4.79

ANALISIS GRANULOMETRICO

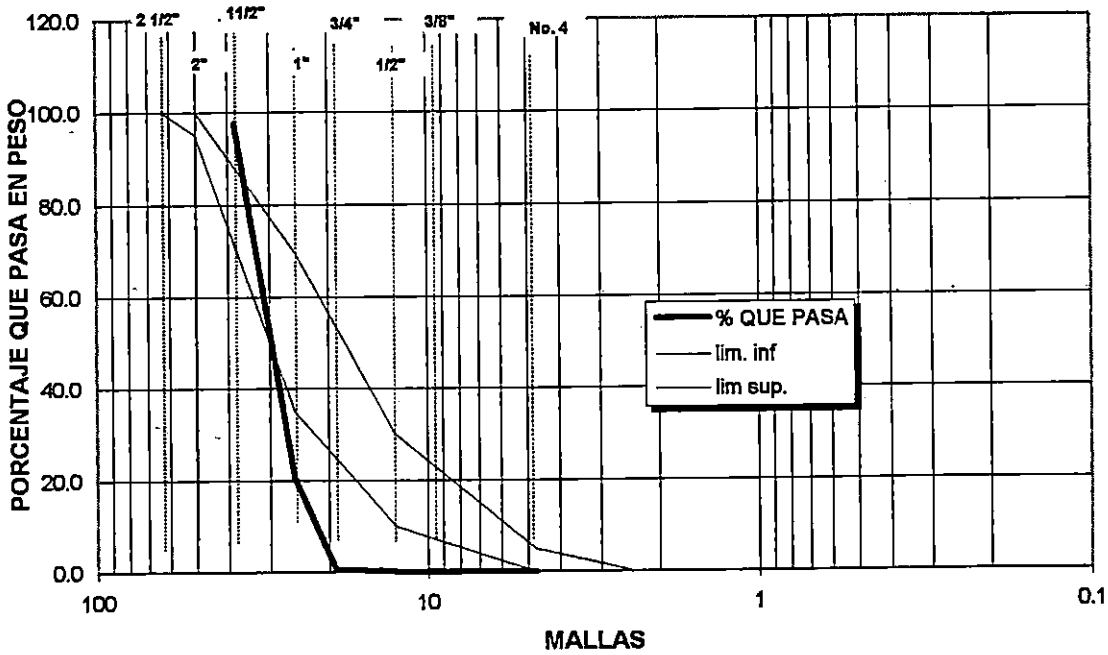


FIGURA N° 4.182

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 11

PESO DE MUESTRA: 21048.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/12/97

TABLA N° 4.183

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	241.20	1.15	1.15	98.9
1"	25.400	18501.00	87.90	89.05	11.0
3/4"	19.000	2152.30	10.23	99.27	0.7
1/2"	12.500	145.00	0.69	99.96	0.0
3/8"	9.500	6.00	0.03	99.99	0.0
No. 4	4.750	2.50	0.01	100.00	0.0
SUMAS		21048.00	100.0	488.3	

MF = 4.88

ANALISIS GRANULOMETRICO

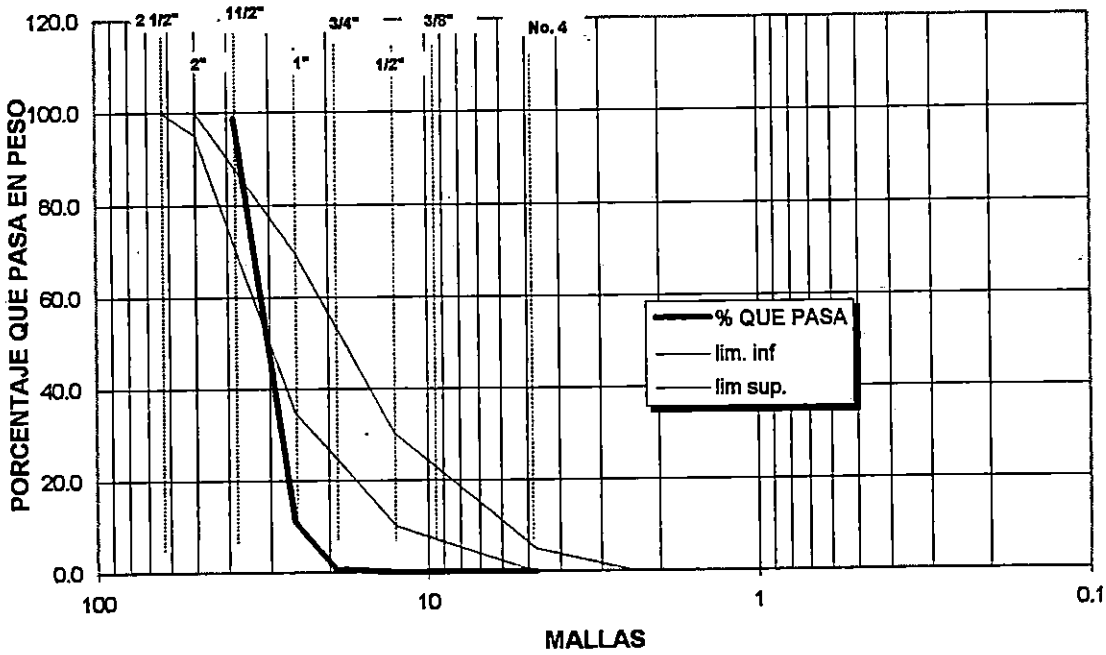


FIGURA N° 4.183

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: MINA DE ARAMUACA
MUESTRA N°: 12

PESO DE MUESTRA: 20316.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/12/97

TABLA N° 4.184

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	16992.00	83.64	83.64	16.4
3/4"	19.000	3284.00	16.16	99.80	0.2
1/2"	12.500	25.00	0.12	99.93	0.1
3/8"	9.500	15.00	0.07	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		20316.00	100.0	483.4	

MF = 4.83

ANALISIS GRANULOMETRICO

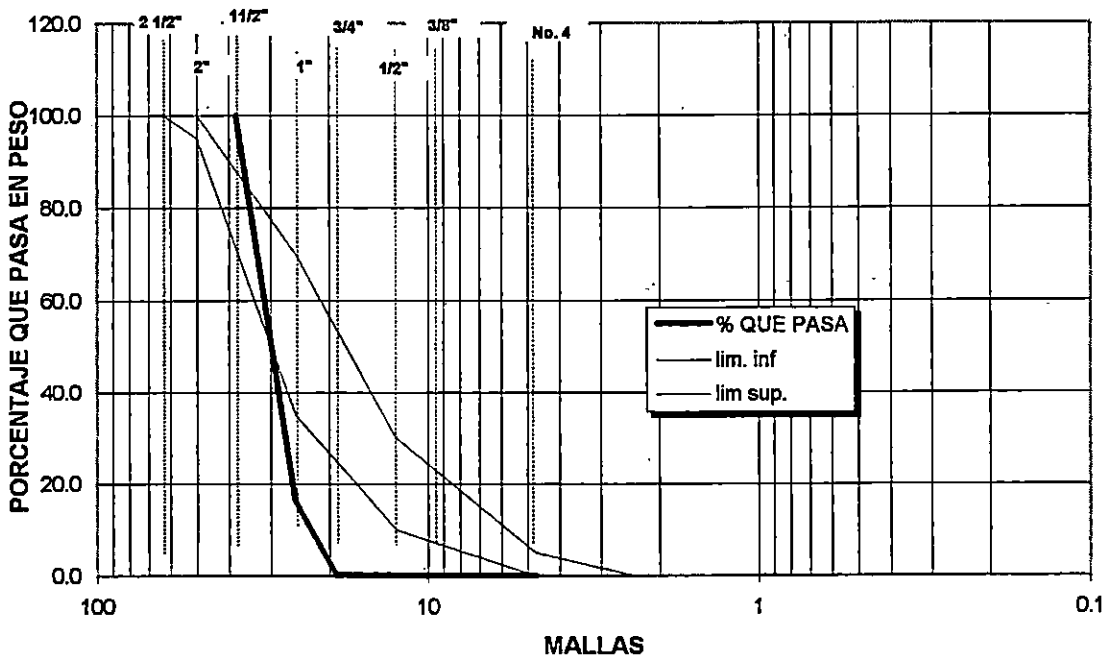


FIGURA N° 4.184

4.13 TABLAS Y GRAFICOS DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 DE LA PEDRERA DE PANCHIMALCO

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 1

PESO DE MUESTRA: 18865.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/07/97

TABLA N° 4.185

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	637.00	3.38	3.38	96.6
1"	25.400	9834.00	52.13	55.50	44.5
3/4"	19.000	6431.00	34.09	89.59	10.4
1/2"	12.500	1429.00	7.57	97.17	2.8
3/8"	9.500	154.20	0.82	97.99	2.0
No. 4	4.750	379.80	2.01	100.00	0.0
SUMAS		18865.00	100.0	440.3	

MF = 4.40

ANALISIS GRANULOMETRICO

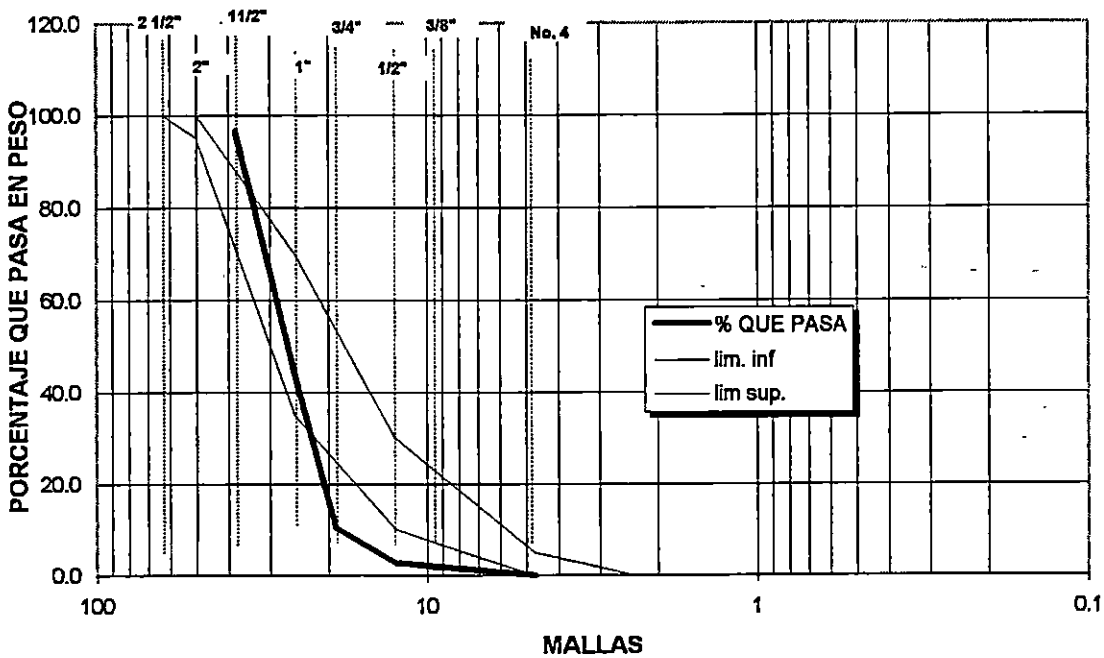


FIGURA N° 4.185

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 2

PESO DE MUESTRA: 20897.2 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/07/97

TABLA N° 4.186

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	749.00	3.58	3.58	96.4
1"	25.400	10534.00	50.41	53.99	46.0
3/4"	19.000	8138.00	38.94	92.94	7.1
1/2"	12.500	854.60	4.09	97.03	3.0
3/8"	9.500	134.30	0.64	97.67	2.3
No. 4	4.750	487.30	2.33	100.00	0.0
SUMAS		20897.20	100.0	441.6	

MF = 4.42

ANALISIS GRANULOMETRICO

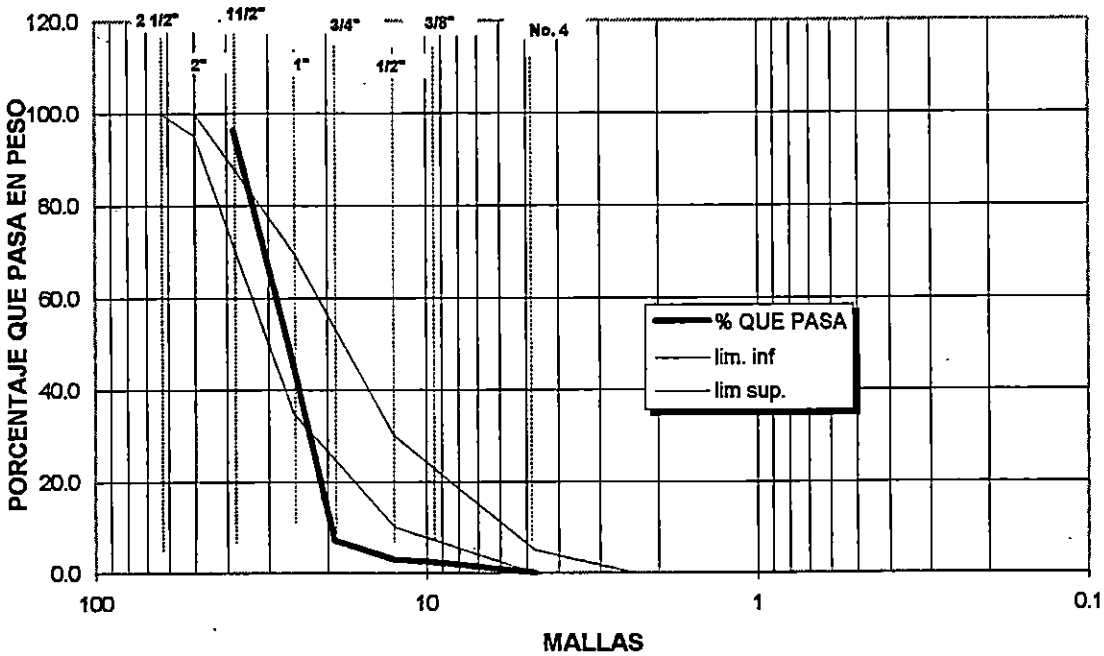


FIGURA N° 4.186

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 3

PESO DE MUESTRA: 22417.5 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/08/97

TABLA N° 4.187

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	582.90	2.60	2.60	97.4
1"	25.400	13894.40	61.98	64.58	35.4
3/4"	19.000	6251.00	27.88	92.46	7.5
1/2"	12.500	944.40	4.21	96.68	3.3
3/8"	9.500	124.80	0.56	97.23	2.8
No. 4	4.750	620.00	2.77	100.00	0.0
SUMAS		22417.50	100.0	451.0	

MF = 4.51

ANALISIS GRANULOMETRICO

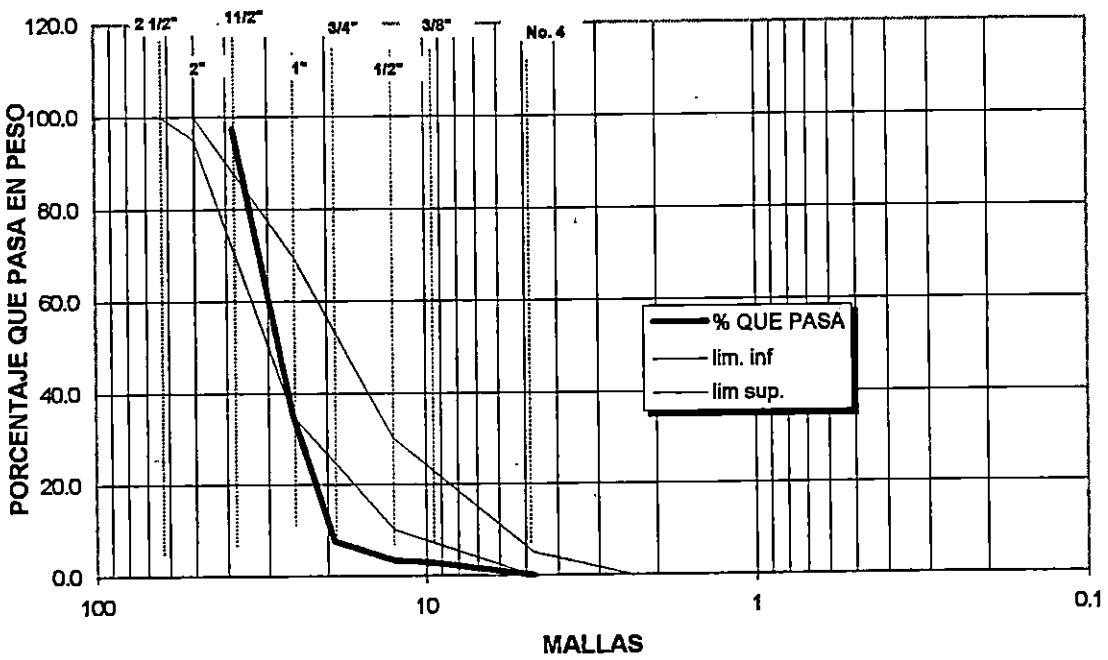


FIGURA N° 4.187

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 4

PESO DE MUESTRA: 21477.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/08/97

TABLA N° 4.188

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	610.00	2.84	2.84	97.2
1"	25.400	8824.00	41.09	43.93	56.1
3/4"	19.000	5174.00	24.09	68.02	32.0
1/2"	12.500	6544.00	30.47	98.49	1.5
3/8"	9.500	130.00	0.61	99.09	0.9
No. 4	4.750	195.00	0.91	100.00	0.0
SUMAS		21477.00	100.0	409.5	

MF = 4.10

ANALISIS GRANULOMETRICO

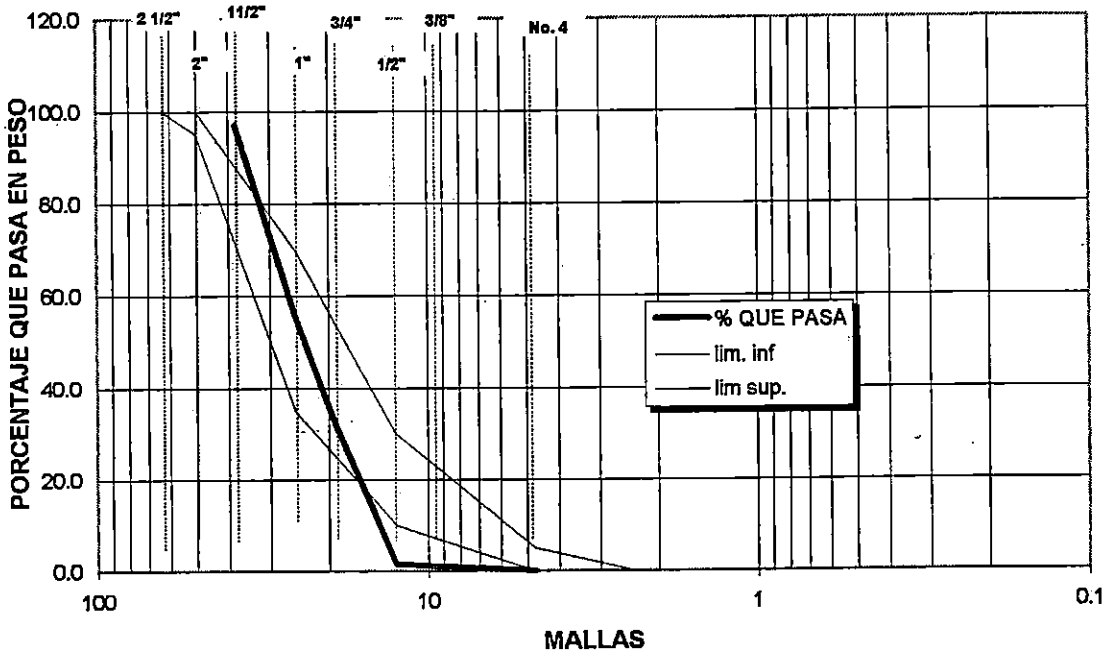


FIGURA N° 4.188

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 5

PESO DE MUESTRA: 22618.6 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/09/97

TABLA N° 4.189

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	124.60	0.55	0.55	99.4
1"	25.400	12652.70	55.94	56.49	43.5
3/4"	19.000	8192.00	36.22	92.71	7.3
1/2"	12.500	929.30	4.11	96.82	3.2
3/8"	9.500	192.50	0.85	97.67	2.3
No. 4	4.750	527.50	2.33	100.00	0.0
SUMAS		22618.60	100.0	443.7	

MF = 4.44

ANALISIS GRANULOMETRICO

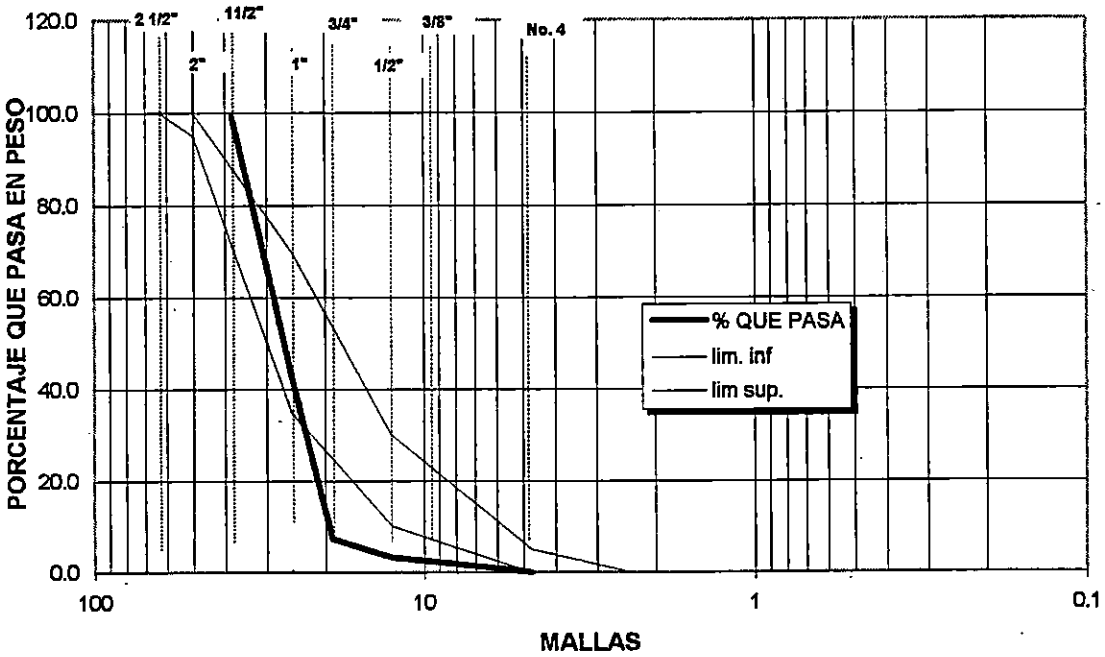


FIGURA N° 4.189

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 6

PESO DE MUESTRA: 18882.6 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/09/97

TABLA N° 4.190

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0
1"	25.400	9834.00	52.08	52.08	47.9
3/4"	19.000	4042.70	21.41	73.49	26.5
1/2"	12.500	4838.20	25.62	99.11	0.9
3/8"	9.500	142.70	0.76	99.87	0.1
No. 4	4.750	25.00	0.13	100.00	0.0
SUMAS		18882.60	100.0	424.5	

MF = 4.25

ANALISIS GRANULOMETRICO

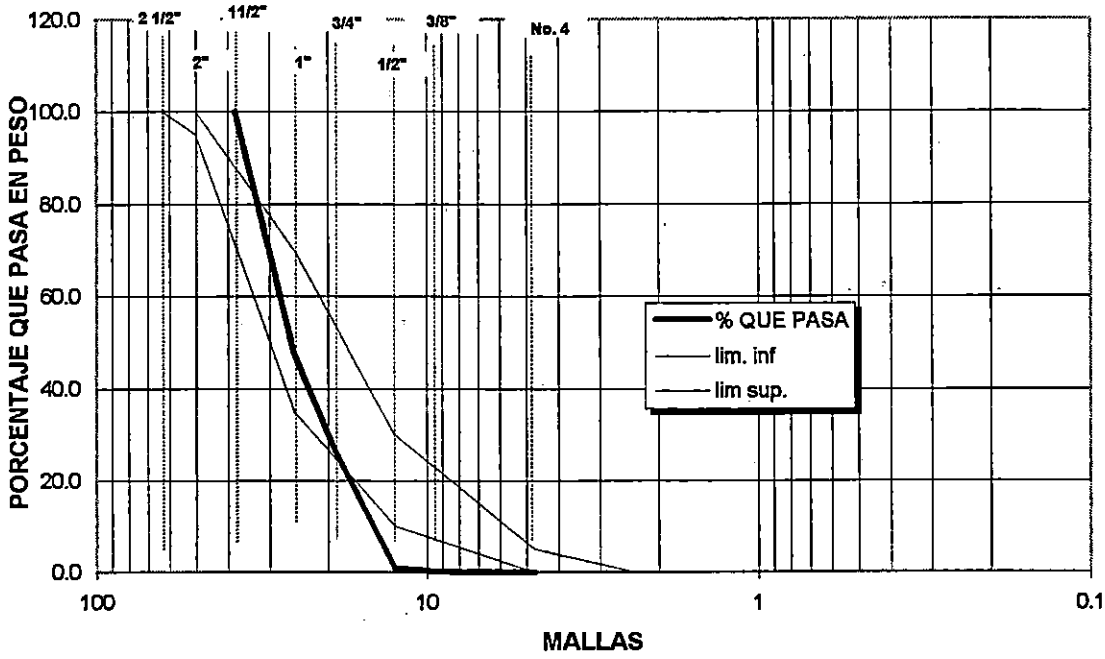


FIGURA N° 4.190

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 7

PESO DE MUESTRA: 21089.4 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/10/97

TABLA N° 4.191

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	102.30	0.49	0.49	99.5
1"	25.400	6984.40	33.12	33.60	66.4
3/4"	19.000	12226.30	57.97	91.58	8.4
1/2"	12.500	1451.20	6.88	98.46	1.5
3/8"	9.500	325.20	1.54	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		21089.40	100.0	423.6	

MF = 4.24

ANALISIS GRANULOMETRICO

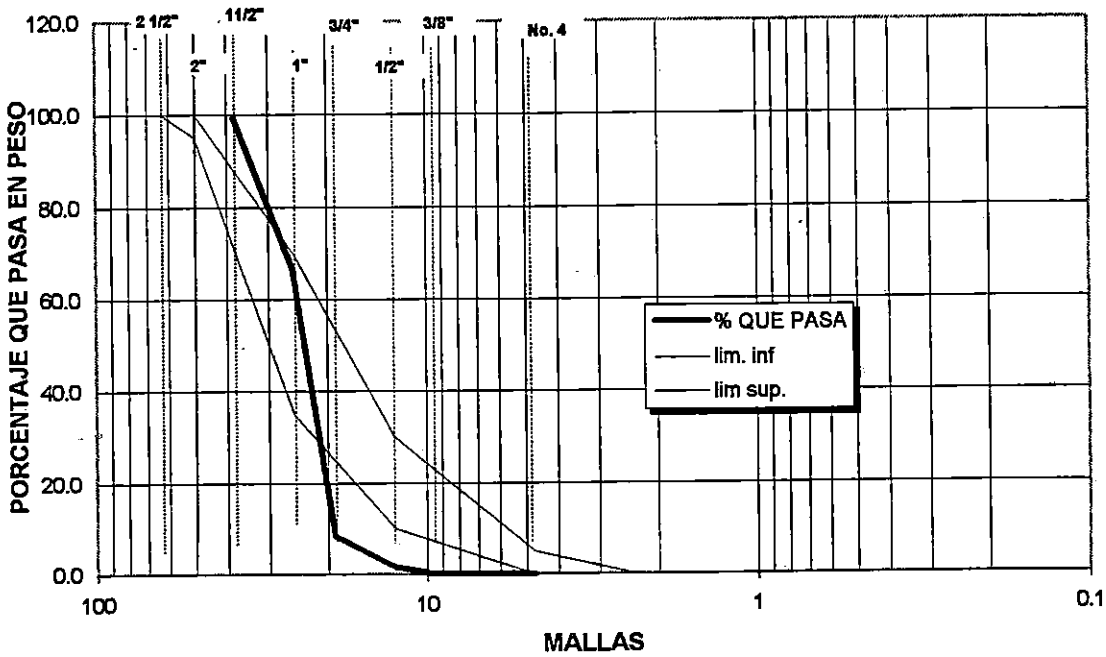


FIGURA N° 4.191

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 8

PESO DE MUESTRA: 21637.7 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/10/97

TABLA N° 4.192

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	612.00	2.83	2.83	97.2
1"	25.400	7251.00	33.51	36.34	63.7
3/4"	19.000	12498.10	57.76	94.10	5.9
1/2"	12.500	859.30	3.97	98.07	1.9
3/8"	9.500	294.90	1.36	99.43	0.6
No. 4	4.750	122.30	0.57	100.00	0.0
SUMAS		21637.60	100.0	427.9	

MF = 4.28

ANALISIS GRANULOMETRICO

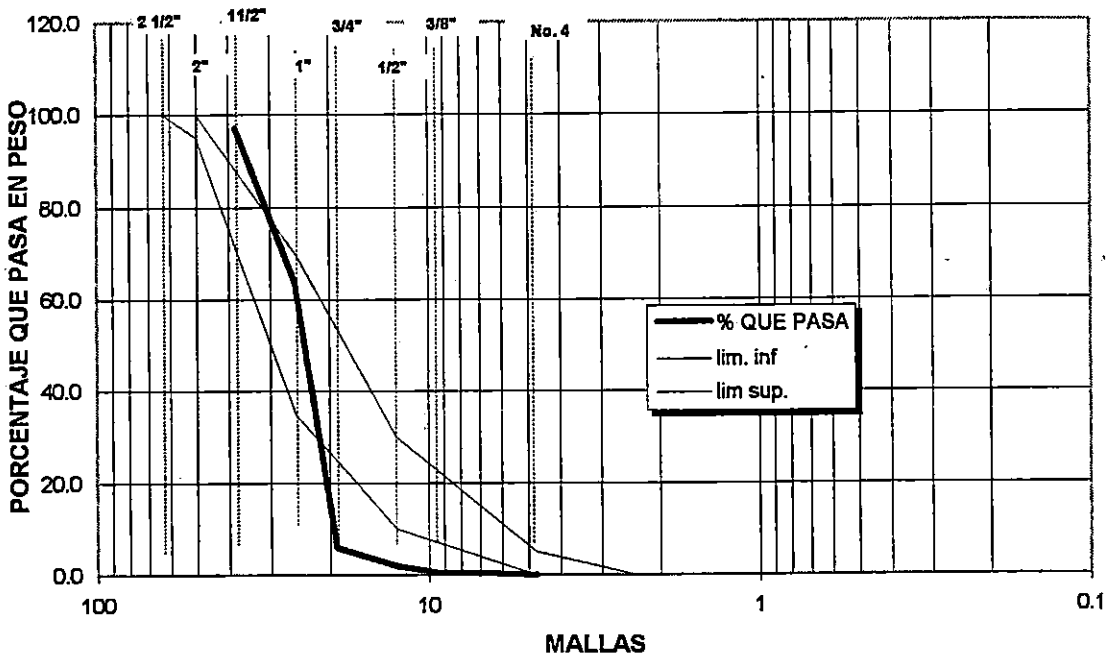


FIGURA N° 4.192

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 9

PESO DE MUESTRA: 19138.0 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/11/97

TABLA N° 4.193

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	200.00	1.04	1.04	99.0
1"	25.400	12043.00	62.92	63.97	36.0
3/4"	19.000	5343.40	27.92	91.89	8.1
1/2"	12.500	1242.70	6.49	98.38	1.6
3/8"	9.500	234.70	1.23	99.61	0.4
No. 4	4.750	75.00	0.39	100.00	0.0
SUMAS		19138.80	100.0	453.8	

MF = 4.54

ANALISIS GRANULOMETRICO

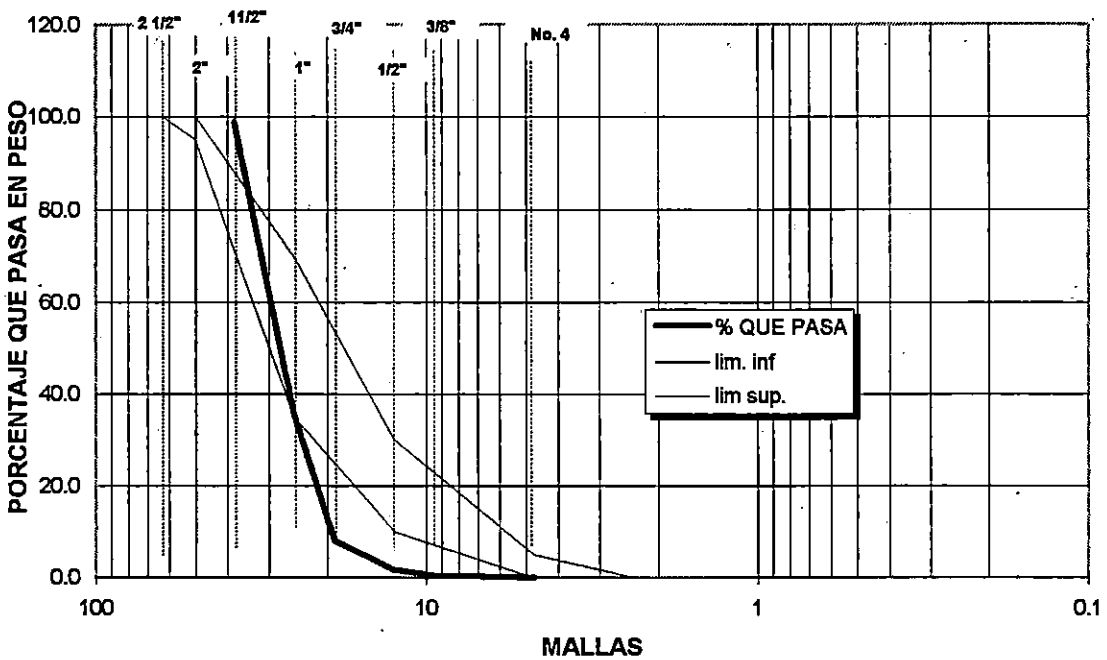


FIGURA N° 4.193

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 10

PESO DE MUESTRA: 20029.6 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/11/97

TABLA N° 4.194

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	392.10	1.96	1.96	98.0
1"	25.400	14281.00	71.30	73.26	26.7
3/4"	19.000	3831.40	19.13	92.39	7.6
1/2"	12.500	1025.10	5.12	97.50	2.5
3/8"	9.500	500.00	2.50	100.00	0.0
No. 4	4.750	0.00	0.00	100.00	0.0
SUMAS		20029.60	100.0	463.1	

MF = 4.63

ANALISIS GRANULOMETRICO

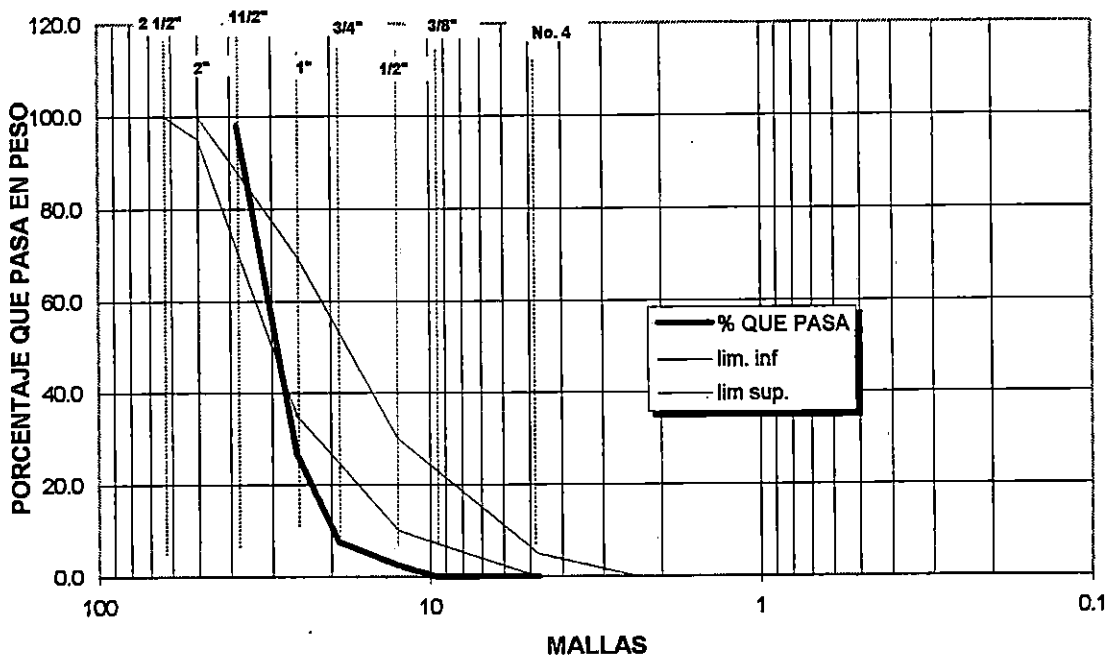


FIGURA N° 4.194

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 11

PESO DE MUESTRA: 19351.1 gr
FECHA DE MUESTREO: 01/07/97

TABLA N° 4.195

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	693.00	3.58	3.58	96.4
1"	25.400	8589.00	44.39	47.97	52.0
3/4"	19.000	7932.00	40.99	88.96	11.0
1/2"	12.500	1618.30	8.36	97.32	2.7
3/8"	9.500	259.50	1.34	98.66	1.3
No. 4	4.750	259.30	1.34	100.00	0.0
SUMAS		19351.10	100.0	432.9	

MF = 4.33

ANALISIS GRANULOMETRICO

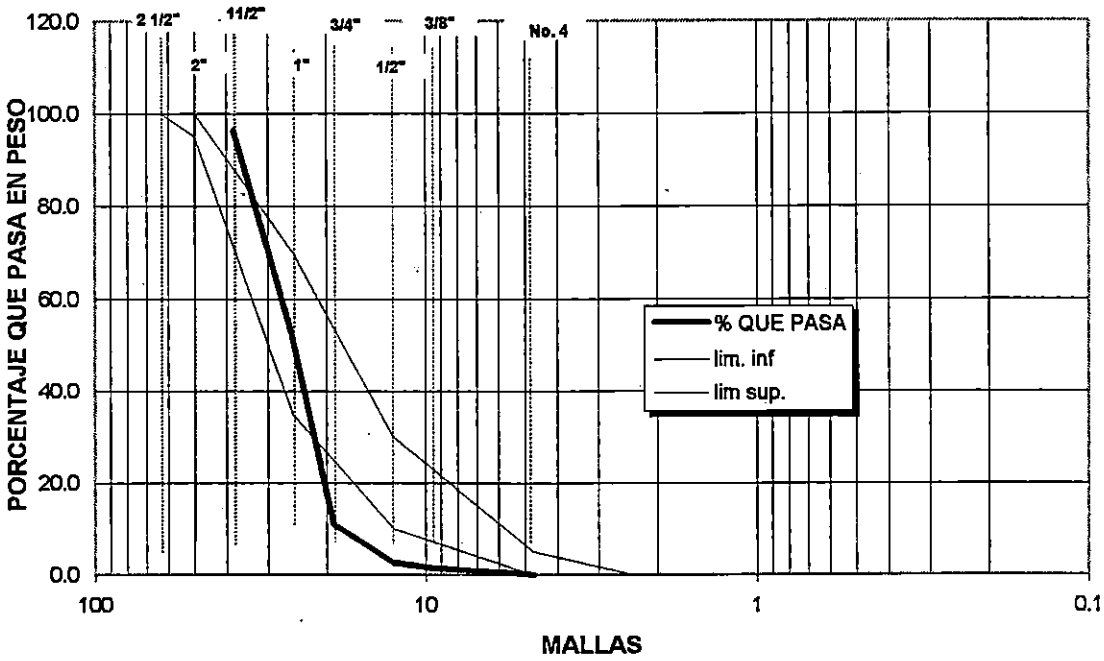


FIGURA N° 4.195

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
GRANULOMETRIA DE GRAVA N° 2 PARA CONCRETO

PROCEDENCIA: PANCHIMALCO
MUESTRA N°: 12

PESO DE MUESTRA: 20835.6 gr
FECHA DE MUESTREO: 15/12/97

TABLA N° 4.196

MALLAS U.S. ESTANDAR	DIAMETRO DE LAS PARTICULAS (mm)	PESO RETENIDO (grs.)	% DE PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA MALLA
1 1/2"	38.100	192.00	0.92	0.92	99.1
1"	25.400	15292.00	73.39	74.32	25.7
3/4"	19.000	4305.50	20.66	94.98	5.0
1/2"	12.500	783.90	3.76	98.74	1.3
3/8"	9.500	167.20	0.80	99.54	0.5
No. 4	4.750	95.00	0.46	100.00	0.0
SUMAS		20835.60	100.0	467.6	

MF = 4.68

ANALISIS GRANULOMETRICO

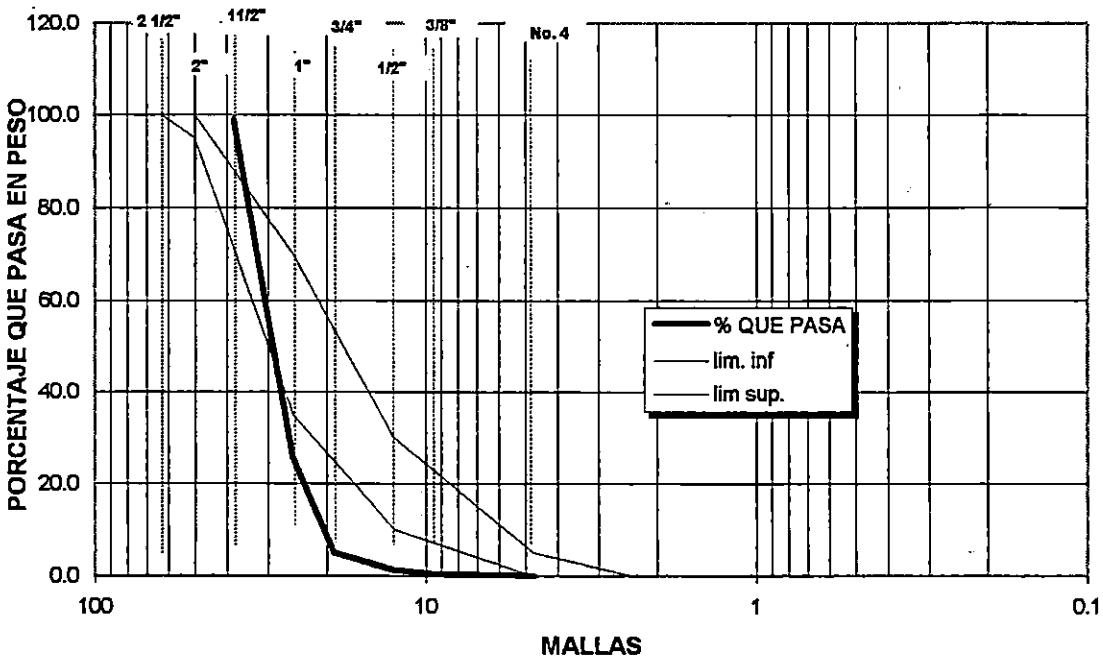


FIGURA N° 4.196

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 INTRODUCCION

Este capitulo contiene las conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada a los agregados pétreos empleados en la elaboración de concreto de peso normal en las canteras más importantes del país.

Se desarrollaran conclusiones por cada lugar de explotación interpretando cada una de los ensayos realizados durante el periodo que va desde inicios de Julio y finales de Diciembre; las conclusiones se darán en el siguiente ordenen:

Conclusiones para agregado grueso, grava N° 1.

- Pedrera de San Diego
- Pedrera de Ateos
- Mina de Aramuaca
- Pedrera de Panchimalco

Conclusiones para agregado fino

- Mina de aramuaca
- Banco de arena del Río Jiboa
- Banco de arena del Río Las Cañas Soyapango
- Banco de arena del Río Las Cañas Apopa

Conclusiones para agregado grueso, grava N° 2

El orden del análisis será el mismo de la grava N° 1

Una vez realizadas las conclusiones de cada ensayo, se determinara todas las posibles relaciones que guarden las ensayos entre si.

Las recomendaciones se darán en general por cada cantera y se detallaran siguiendo el orden de las conclusiones.

5.2 CONCLUSIONES

5.2.1 AGREGADO GRUESO GRAVA N° 1

5.2.1.1 PEDRERA DE SAN DIEGO

5.2.1.1.1 Sanidad utilizando sulfato de sodio.

Como se puede observar en la figura N°4.1 Los resultados tienen un comportamiento uniforme, las pérdidas oscilan entre 0.97% y 1.54% siendo el promedio de los cuatro ensayos del 1.21% , de acuerdo al método estadístico presentado en el capitulo III el gráfico presenta la tendencia de una corrida, esta dispersión no representa inconvenientes ya que se encuentra alejada del limite de control que establece la norma, demostrando la excelencia del agregado en este ensayo ya que el porcentaje máximo que permite la norma ASTM C - 88 es del 12% cuando se usa sulfato de sodio, por lo tanto este material **cumple** con la norma ASTM.

5.2.1.1.2 Gravedad Especifica y Absorción

Puede observarse que los datos de la figura N° 4.2, según el método estadístico que se muestra en el capitulo III de este documento presenta la tendencia de una corrida. Sus valores oscilan entre 2.53 y 2.65 siendo su promedio de 2.60 para la gravedad especifica, estos valores están dentro del rango esperado que es entre 2.4 y 2.9. Los valores de la absorción varían de 0.45 a 1.47% con un promedio del 0.93%.

Según puede observarse en las figuras N° 4.2 y N° 4.3 que corresponden a la gravedad especifica y absorción respectivamente, guardan una relación inversa ya que un aumento en la gravedad especifica debe esperarse que la absorción disminuya, la norma no establece limites para rechazar o aceptar un agregado, la norma ASTM C-33 no la considera como determinante para estos fines, pero generalmente el agregado utilizado

para elaborar concreto de peso normal tiene valores de gravedad especifica que oscila entre 2.4 y 2.9 por lo que se puede considerar que este es un material aceptable y **cumple** con este rango.

5.2.1.1.3 Resistencia a la Degradación por Abrasión en la Maquina de los Angeles

Según la teoría de las cartas de control los datos de la figura N° 4.4 presenta la tendencia de una corrida, pero esto no representa ningún problema ya que los datos se encuentra alejados del límite de control

El material es bastante resistente al desgaste con valores que oscilan entre 17.84% y el 21.21% con un promedio de 18.84%, la norma establece un porcentaje del 50% de desgaste como máximo para agregados que serán utilizados en concretos hidráulicos por lo tanto, el material **cumple** con la norma para la elaboración de este.

5.2.1.1.4 Análisis de Malla

Observando cuidadosamente los doce ensayos se puede observar que la granulometría tiende a salirse por el límite inferior, lo que indica que es una granulometria gruesa.

En las muestras 1 y 2 existe una mayor retención en las mallas ¾, ½ y. De la muestra 3 a la 7 la granulometria se sale en las malla de ½ a la 4; en la muestra 8 se corrigió pero siempre tiende a salirse del lado de los gruesos pero aun se encuentra dentro de los límites; en la siguiente muestra se desajusto la granulometria del lado de los gruesos, degenerándose más el problema hasta la muestra 12, saliéndose desde la malla de ¾ a la N° 4. De lo anterior se observa que el material se mantiene mal graduado, prácticamente no existió un control constante en cuanto al ajuste del equipo de trituración. Durante los seis meses que duro el muestreo una sola vez fue ajustado el equipo. Este descontrol en la distribución de tamaños no resulta ser tan perjudicial dado que el material siempre tiene la tendencia de salirse por un solo lado manteniendo una

granulometría gruesa lo cual puede compensarse aumentando las proporciones de arena y pasta de cemento.

Lo anterior puede provocar contracciones en el concreto y estas aumentaran aun más, cuando se utiliza concreto tipo bomba porque no se utiliza grava de ¾ si no de ½ para que la bomba no se obstruya, demandando más cantidad de finos. Debido a este tipo de granulometría resulta prácticamente imposible no obtener contracciones que provoquen agrietamientos en el concreto.

De lo anterior se establece que este material **no cumple** con la norma ASTM.

5.2.1.1.5 Grumos de Arcilla y Partículas Desmenuzables.

Sus valores oscilan desde 0.054% hasta 1.95% teniendo un promedio de 0.6% según la teoría de las cartas de control presentada en el capitulo III, la gráfica muestra la tendencia de una corrida, sin embargo no presenta gran cantidad de partículas desmenuzables y grumos de arcilla que se acerquen ni mucho menos sobrepasen el limite de control establecido por la norma que es del 10% para agregados gruesos.

Como se puede observar este porcentaje disminuye a medida transcurre el tiempo, debido a las lluvias que tuvieron lugar durante ese período lavando el material de recubrimiento y arrastrando grumos de arcilla, de acuerdo a lo anterior el material **cumple** con los requisitos de la norma ASTM.

5.2.1.1.6 Partículas Planas y Alargadas

Como se puede observar en la figura N° 4.18 todos los ensayos cumplen con lo establecido por la norma, los porcentajes de las partículas planas oscilan entre 0% y 2..55% con un promedio de 1.27% y las alargadas oscilan entre 0 y 0.46%, con un promedio de 0.043% los doce ensayos del indicando que el agregado es apropiado para la elaboración de concreto de peso normal, ambos gráficos presentan la tendencia de una corrida según el método estadístico presentado en el capitulo III, pero la dispersión de

puntos permanece alejada de el limite de control., por lo tanto este material **cumple** con los requisitos establecidos por la norma ASTM.

TABLA Nº 5.1 CUADRO RESUMEN DE PEDRERA DE GRAVA Nº 1 SAN DIEGO

CARACTERISTICA	ESPECIFICACION DE LOS ENSAYOS.					
	ASTM C-88	ASTM C-127	ASTM C-131	ASTM C-136	ASTM C-142	ASTM D-4791
NOMBRE DEL ENSAYO	Sanidad	Gravedad y Absorción	Desgaste M. de los ángeles	Granulometría	Partículas desmenuzables	Partículas planas y alargadas
LIMITE DE LA NORMA	12%	2.4 – 2.9	50%	Lo especificado	10%	3%
# DE ENSAYOS QUE PASAN LA NORMA	4 de 4	12 de 12	12 de 12	1 de 12	12 de 12	12 de 12
	cumple	cumple	Cumple	No cumple	cumple	Cumple

5.2.1.2 PEDRERA DE ATEOS

5.2.1.2.1 Sanidad Utilizando Sulfato de Sodio

En la fig. N° 4.19 se puede observar que los porcentajes de perdidas oscilan entre 2.44 a 6.75 % con un promedio de 5.04 %. De acuerdo al método estadístico , los datos presentan la forma de una corrida, pero ninguna de las muestras tiene un porcentaje de perdida mayor del que permite la norma (12%) por lo tanto, esta pedrera **cumple** satisfactoriamente con los requisitos de calidad para este ensayo.

5.2.1.2.2 Gravedad Especifica y Absorción

Según se observa en la fig. N° 4.20 los datos oscilan entre 2.68 y 2.73, teniendo un promedio de 2.70 para la gravedad especifica., generalmente los valores de la gravedad se mantiene entre 2.4 y 2.9, por lo tanto este material **cumple** con la calidad que deben poseer los pétreos en la elaboración del concreto.

comparando las figuras N° 4.20 y la N° 4.21 se puede apreciar que se relacionan mutuamente en forma inversa , ya que un incremento en la gravedad corresponde a decremento en el valor de la absorción .

Este comportamiento era de esperarse, de manera que a una mayor gravedad, el agregado es más sólido y no contiene poros en cantidad que sean causante de absorber agua por afectos de capilaridad

5.2.1.2.3 Resistencia a la Degradación por Abrasión en la Máquina de los Angeles

El comportamiento de este agregado es bastante uniforme, los datos obtenidos varían entre 20.48% y 27.23% siendo su promedio 23.56% . Los porcentajes más altos de desgaste se obtienen durante todo el mes de agosto y en la ultima quincena de octubre. Al observar la figura N° 4.22 los datos muestran la tendencia de una de acuerdo al método estadístico; pero este comportamiento no representa ningún problema debido a que la dispersión de los resultados de los ensayos de laboratorio se encuentran alejados de los limites de control establecido por la norma ASTM ni tampoco muestran tendencias a sobrepasarlos. De acuerdo a lo anterior esta agregado **cumple** con lo especificado para concreto hidráulico.

5.2.1.2.4 Análisis de Malla.

Analizando las doce muestras se observa que al igual que la pedrera de San Diego, todas tienden a salirse por el límite inferior de control lo que indica una granulometria gruesa. El mayor problema de esta pedrera (para este ensayo) es el exceso de partículas de ½ y de ⅜, lo que se puede ver desde la muestra N° 2 a la N° 12 en donde los datos sobrepasan el límite inferior ; lo anterior se debe a la falta de control en el proceso de trituración, esto se trato de corregir en el periodo que corresponde a las muestras 1, 2,

3, 7, 8 y 10; pero solo fue efectiva en las muestras 1 y 10 ya que estas se encuentran totalmente dentro de los límites de control.

De acuerdo al análisis estadístico esta pedrera **no cumple** con el ensayo de granulometria.

5.2.1.2.5 Grumos de Arcilla y Partículas Desmenuzables

Los porcentajes de estas partículas oscilan entre 0.32 al 5.74% con un promedio del 1.71%. El valor de 5.74% se obtuvo en la primera quincena de agosto para luego disminuir considerablemente durante todo el periodo de estudio. La dispersión de los datos presenta la tendencia de una corrida (ver figura N° 4.35) sin embargo, estos datos son inferiores al límite superior por lo que este agregado **cumple** con lo establecido por la norma ASTM.

5.2.1.2.6 Partículas Planas y Alargadas

Las partículas planas se encuentran en exceso en esta pedrera, sus porcentajes van desde 0.32% y 5.74% teniendo un promedio de 1.63 %, cumpliendo únicamente con la norma las muestras 5 , 10 y la 12 correspondientes a la primer quincena de septiembre y la ultima quincena de noviembre respectivamente.

Respecto a las partículas alargadas, estas se encuentran por debajo del limite de control, sin embargo las muestra N° 1 tiene el porcentaje más alto (1.31 %)que corresponde a principios del mes julio, el resto se mantiene abajo del 0.5 % .

La presencia de partículas planas y alargadas depende más que todo de la naturaleza de roca ya que ésta puede encontrarse en forma de bloques sólidos o estar dispuestas en forma laminar, lo que favorece la formación de estas partículas.

La dispersión de los datos de las partículas planas y alargadas presentan la tendencia de una corrida. En general esta pedrera **no cumple** con los requisitos que dicta la norma ASTM.

TABLA N° 5.2 CUADRO RESUMEN DE PEDRERA DE GRAVA N° 1 ATEOS

CARACTERISTICA	ESPECIFICACION DE LOS ENSAYOS.					
	ASTM C-88	ASTM C-127	ASTM C-131	ASTM C-136	ASTM C-142	ASTM D-4791
NOMBRE DEL ENSAYO	Sanidad	Gravedad y Absorción	Desgaste M. de los ángeles	Granulometría	Partículas desmenuzables	Partículas planas y alargadas
LIMITE DE LA NORMA	16%	2.4 – 2.9	50%	Lo especificado	10%	3%
# DE ENSAYOS QUE PASAN LA NORMA	4 de 4	12 de 12	12 de 12	2 de 12	12 de 12	3 de 12
	Cumple	cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple

5.2.1.3 MINA DE ARAMUACA

5.2.1.3.1 Sanidad Utilizando Sulfato de Sodio.

Los porcentajes de pérdida oscilan entre 3.30% y el 7.84% teniendo un promedio del 5.96%, este valor máximo se obtuvo durante la primera quincena de noviembre. Se observa en la figura 4.37 que la dispersión de puntos presentan una tendencia ascendente, indicando que la perdida del agregado aumenta durante todo el periodo de estudio.

Los resultados demuestran que el material extraído de esta pedrera para este ensayo en particular es aceptable y **cumplen** con la norma ya que los valores se encuentran por debajo del limite de control establecido por la misma que es del 12% .

5.2.1.3.2 Gravedad Especifica y Absorción.

El comportamiento de este material en este ensayo es bastante uniforme (ver figura 4.38) con valores que oscilan entre 2.61 y 2.69 con un promedio de 2.65, generalmente la gravedad específica de estos pétreos se encuentra entre 2.4 y 2.9 por lo que estos valores se mantienen en un rango aceptable.

Si se compara cuidadosamente con su absorción se observa que en la mayoría de los ensayos guardan una relación directa, es decir que un aumento en una variable obedece a un aumento en la otra. Solamente las muestras 11 y 12 muestran una relación inversa, esto se debe a que el material de Aramuaca es una escoria volcánica la cual posee una estructura alveolar que puede ser abierta o cerrada, es decir que los vacíos en el interior de las partículas pueden estar comunicados o totalmente aislados de la superficie. Si los vacíos internos se encuentran aislados no penetra agua en su interior, reduciendo de esta manera el peso sumergido y por ende su gravedad específica, este material **cumple** con la calidad requerida para elaborar concreto para este ensayo.

5.2.1.3.3 Resistencia a la Degradación por Abrasión en la Máquina de los Angeles

Los ensayos demuestran un desgaste bastante uniforme con valores que oscilan entre 22.9% y el 27.04% siendo su promedio de 25.54%, entre la primer quincena de agosto a la primera quincena de octubre se obtuvo un aumento en la resistencia al desgaste de este material.

La figura 4.40 muestra que la dispersión de los datos obtenidos presentan la tendencia de una corrida pero no existe problema alguno ya que los datos distan del limite de control establecido por la norma ASTM que es del 50% por lo que este material **cumple** con la norma y puede ser utilizado en la elaboración de concreto de peso normal.

5.2.1.3.4 Análisis de Malla.

La distribución granulometrica de esta pedrera se encuentra en altas variaciones, todos los ensayos demuestran que las gravas están mal graduadas, por lo tanto es evidente que no existe un control en el proceso de trituración., el agregado para este ensayo en particular **no cumple** con la norma ASTM.

5.2.1.3.5 Grumos de Arcilla y Partículas Desmenuzables.

Sus valores se encuentran entre el 1.45% y el 3.97% con un promedio de 2.31%, El valor máximo se obtuvo durante la ultima quincena de agosto demostrando la manera de como esta cantera tiende a aumentar el contenido de estas partículas deletéreas en la época seca.

Según la teoría de las cartas de control, los datos de la figura N° 4.53 presenta la tendencia de una corrida, pero tampoco representa problemas adversos ya que su contenido es bajo respecto al limite de control que establece la norma que es del 10%., por lo tanto este material **cumple** con las especificaciones y puede ser utilizado para la elaboración de concreto.

5.2.1.3.6 Partículas Planas y Alargadas.

El máximo valor obtenido de partículas planas es del 0.98 % siendo el promedio de 0.23 % y el de las alargadas del 0.46 % con un promedio de 0.039% .

Se puede observar en la figura 4.54 que esta pedrera, presenta el menor numero de estas partículas casi todas las muestras tienen valores del 0.0 % de, por lo tanto **cumple** con los requisitos establecidos para este ensayo.

TABLA Nº 5.3 CUADRO RESUMEN DE PEDRERA DE GRAVA Nº 1 MINA DE ARAMUACA

CARACTERISTICA	ESPECIFICACION DE LOS ENSAYOS.					
	ASTM C-88	ASTM C-127	ASTM C-131	ASTM C-136	ASTM C-142	ASTM D-4791
NOMBRE DEL ENSAYO	Sanidad	Gravedad y Absorción	Desgaste M. de los ángeles	Granulometría	Partículas desmenuzables	Partículas planas y alargadas
LIMITE DE LA NORMA	16%	2.4 – 2.9	50%	Lo especificado	10%	3%
# DE ENSAYOS QUE PASAN LA NORMA	4 de 4	12 de 12	12 de 12	0 de 12	12 de 12	12 de 12
CUMPLE LA NORMA	cumple	cumple	Cumple	No cumple	Cumple	Cumple

5.2.1.4 PEDRERA DE PANCHIMALCO.

5.2.1.4.1 Sanidad Utilizando Sulfato de Sodio.

Los porcentajes de pérdida para este material oscilan entre el 3.03% y el 7.94% siendo su promedio de 5.54%, según el método estadístico presentado en el capitulo III el gráfico representa la tendencia de una periodicidad porque los puntos se mueven a intervalos iguales hacia arriba y hacia abajo. Los resultados son razonablemente aceptables ya que **cumplen** con el porcentaje que establece la norma ASTM que es del 12%.

5.2.1.4.2 Gravedad Específica y Absorción

El material de esta pedrera presenta valores de gravedad específica altos, estos oscilan entre 2.66 a 2.86 con un promedio de 2.80 esto demuestra que las partículas son bastante sólidas y resistentes.

La gravedad especifica y absorción de esta pedrera guardan una relación inversa en la mayoría de las muestras.

De acuerdo al método estadístico presentado en el capitulo III, la dispersión de los datos de gravedad y de absorción corresponde a la de una corrida, como se estableció anteriormente, este ensayo no es determinante para la aceptabilidad del agregado.

5.2.1.4.3 Resistencia a la Degradación por Abrasión en la Maquina de los Angeles

Presenta una dispersión con una tendencia a una corrida, sus valores van desde 17.63 a 20.25% de desgaste con un promedio de 19.03%, en su mayoría los resultados están por debajo del 20%; siendo esta pedrera la de mayor resistencia a la degradación. Dada las características anteriores, el material **cumple** con los requisitos establecidos por la norma ASTM, por lo tanto es apto para la elaboración de concreto hidráulico.

5.2.1.4.4 Análisis de Malla

De los doce ensayos realizados a esta pedrera se observa que siempre que la granulometria se sale de los límites lo hace por el lado de los gruesos en la siguiente forma :

En la muestra N° 1 la granulometria se sale levemente por la malla de ¾ en la muestra N° 2, existe una mayor retención entre las mallas de la 1" a la de 3/8" por lo que la gráfica se sale en este rango . La muestra tres demuestra que se realizo una corrección en el equipo de trituración de la pedrera , pero en el periodo correspondiente a las muestras N° 5 , la granulometria se descontrola de nuevo en el rango de la de 1" a la N° 4 ; en la muestra N° 6 y 7 se corrige de nuevo luego, en la muestra N° 8 la granulometria cae fuera de los limites en los rangos de 1" a la de 3/8" , para la muestras 9 y 10 la granulometria cae dentro de los límites, por lo que este ensayo no **cumple** con la norma ASTM en algunas pruebas y en otras si, por lo que presenta irregularidades necesitando controles más seguidos.

5.2.1.4.5 Partículas Desmenuzables

Los resultados varían de 0.58 a 2.67% con un promedio de 1.64%,, el comportamiento de este material durante los meses de agosto hasta diciembre se mantiene con cierto grado de uniformidad.

Según el método estadístico presentado en el capitulo III, La dispersión de datos presenta la tendencia de una corrida, pero el contenido de partículas adheridas a los agregados y los grumos de arcilla se encuentran en cantidades que no resultan ser perjudiciales para el concreto, por lo tanto, este material **cumple** con la norma por lo que puede ser utilizado para la elaboración del concreto hidráulico.

5.2.1.4.6 Partículas Planas y Alargadas.

Según se observa a simple vista en la figura N° 4.72 el contenido de partículas planas es excesivo con valores que oscilan entre 1.85 % y 5.85 % y el promedio es de 3.45 %, los únicos datos que cumplieron fueron las muestras N° 4, 7 y 12 que corresponden a la ultima quincena de agosto, la primera quincena de octubre y la ultima quincena de diciembre respectivamente.

Con respecto a las partículas alargadas, las muestras 3 y 11 se acercan demasiado al límite de control demostrando inestabilidad, ya que de un momento a otro esta partículas sobrepasaran los limites.

La presencia de partículas planas y alargadas se debe a la naturaleza de la roca, a la separación de discontinuidades que forman planos débiles, dando lugar a la forma laminar lo que favorece la formación de partículas planas y alargadas.

De lo anterior se establece que el material **no cumple** con los requisitos de la norma ASTM.

TABLA N° 5.4 CUADRO RESUMEN DE PEDRERA DE GRAVA N° 1 PANCHIMALCO

CARACTERISTICA	ESPECIFICACION DE LOS ENSAYOS.					
	ASTM C-88	ASTM C-127	ASTM C-131	ASTM C-136	ASTM C-142	ASTM D-4791
NOMBRE DEL ENSAYO	Sanidad	Gravedad y Absorción	Desgaste M. de los ángeles	Granulometría	Partículas desmenuzables	Partículas planas y alargadas
LIMITE DE LA NORMA	16%	2.4 – 2.9	50%	-	10%	3%
# DE ENSAYOS QUE PASAN LA NORMA	12 de 12	-	12 de 12	4 de 12	12 de 12	3 de 12
	cumple	cumple	Cumple	No cumple	cumple	No cumple

5.2.1.5 COMPARACION ENTRE ENSAYOS PARA AGREGADO GRUESO.

5.2.1.5.1 Mina de Aramuaca

Durante todo el periodo de estudio se puede apreciar la relación que guardan los ensayos, partículas planas y alargadas con la maquina de los ángeles, ya que si las primeras aumentan su contenido la degradación por abrasión e impacto será mayor. Esto se debe a que las partículas planas y alargadas poseen planos de falla bien definidos, por lo que son susceptibles a resquebrajarse por cargas de impacto.

También se puede observar que a partir de la muestra N° 5, correspondiente a la primera quincena de septiembre el porcentaje de desgaste aumento, esto corresponde al incremento de grumos de arcilla para ese mismo periodo, las que son relativamente blandas.

El ensayo de sanidad con las partículas desmenuzables para esta pedrera, guardan una relación directa, cuanto más partículas desmenuzables contenga el agregado, mayor será el porcentaje de perdida en este ensayo

5.2.1.5.2 Pedrera de Ateos

Se observa en las gráficas correspondientes a los ensayos de la máquina de los ángeles, partículas desmenuzables y partículas planas y alargadas, guardan gran relación, se tiene que en las muestras N° 3 y 4 que corresponden al mes de agosto y en la muestra N° 9 correspondiente a la primera quincena de noviembre, fueron las que mostraron un mayor desgaste durante todo el estudio, lo anterior se justifica por que en el mes de agosto se encontraron grumos de arcilla en un mayor porcentaje las cuales, afectan el desgaste en la prueba de los ángeles; y en el periodo de noviembre no fueron estas partículas las que afectaron al desgaste sino el contenido de partículas planas y alargadas, ya que en este mismo período se obtuvo un porcentaje alto de las mismas

5.2.1.5.3 Pedrera de Panchimalco

Este material presenta una densidad mayor que el resto de las pedreras analizadas en este trabajo, parte de esta característica se debe a que el material es muy sólido lo que puede evidenciarse al observar los valores de la gravedad especifica el promedio es de 2.8 cuyo valor es superior al obtenido en el resto de las canteras .

La relación que guardan las partículas planas y alargadas con la maquina de los ángeles , se puede observar en las muestras N° 2, 6, 9, y 11 donde el porcentaje de las partículas planas y alargadas es alto y esto corresponde también a un incremento en el desgaste del material para el mismo periodo. Con respecto al ensayo de sanidad específicamente en la muestra N° 5, se obtuvo la menor perdida lo que corresponde también a una disminución en el desgaste de la maquina de los ángeles.

5.2.1.5.4 Pedrera de San Diego

Observando el ensayo de los ángeles y las partículas planas y alargadas se ve claramente que en la muestra 2 y 3 que corresponden al mes de julio y primera quincena del mes de agosto, el ensayo de la determinación de las partículas planas y alargadas presenta un aumento en el porcentaje de partículas planas, lo que corresponde al máximo porcentaje de desgaste en el ensayo de los ángeles, a esto se le suma el contenido de partículas desmenuzables ya que también sufre un aumento de estas ultimas en el mismo periodo.

El aumento en el desgaste en la máquina de los ángeles en la muestra 5 que corresponde a la primera quincena de agosto obedece al aumento en el contenido de las partículas planas y alargadas las que favorecen en gran medida el desgaste del agregado.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

CUADRO COMPARATIVO ENTRE PEDRERAS DE AGREGADO GRUESO.

TABLA N° 5.5

BANCO DE AGREGADO GRUESO	ESPECIFICACION DE ENSAYOS						OBSERVACIONES
PEDRERA	ASTM C-88	ASTM C-127	ASTM C-131	ASTM C-136	ASTM C-142	ASTM D-4791	
	Sanidad	Gravedad Especifica	Desgaste en la M. de los Angeles	Granulometría	Partículas Desmenuzables	Partículas Planas y Alargadas	
SAN DIEGO							
# de ensayos que cumplen con la norma	4 de 4 *	12 de 12	12 de 12	1 de 12	12 de 12	12 de 12	
rango en el que varian los datos	0.97 - 1.54	2.53 - 2.65	17.84 - 21.21		0.054 - 1.95	0 - 2.55	
ATEOS							
# de ensayos que cumplen con la norma	4 de 4 *	12 de 12	12 de 12	2 de 12	12 de 12	3 de 12	
rango en el que varian los datos	2.44 - 6.75	2.68 - 2.73	20.48 - 27.23		0.32 - 5.74	0.32 - 5.74	
MINA DE ARAMUACA							
# de ensayos que cumplen con la norma	4 de 4 *	12 de 12	12 de 12	0 de 12	12 de 12	12 de 12	
rango en el que varian los datos	3.30 - 7.84	2.61 - 2.69	22.9 - 27.04		1.45 - 3.97	0 - .098	
PANCHIMALCO							el % de partículas planas y alargadas se debe
# de ensayos que cumplen con la norma	4 de 4 *	12 de 12	12 de 12	4 de 12	12 de 12	3 de 12	a la estructura de la roca (laminar), haciendola
rango en el que varian los datos	3.03 - 7.94	2.66 - 2.86	17.63 - 20.25		0.58 - 2.67	1.85 - 5.85	propensa a formar este tipo de partículas.
Límite permitido pr la norma C-33	12%	2.4 - 2.9 °	50%		10%	3%	

* estos datos representan los ensayos que pasan la norma y el numura de ensayos realizos en todo el periodo de estudio

° estos valores no son dados por la norma sin embargo en el libro Diseño y Control de Mezclas establece este rango

5.2.2 GREGADO FINO.

5.2.2.1 BANCO DE ARENA MINA DE ARAMUACA.

5.2.2.1.1 Sanidad Utilizando Sulfato de Sodio

Según puede observarse en la figura N° 4.73 y siguiendo el método estadístico presentado en el capitulo III, el comportamiento de la gráfica refleja una tendencia durante el período de muestreo, los valores oscilan entre 7.94% y 2.69% , La gráfica representa el desgaste constante de las arenas durante los primeros cuatros meses del muestreo; luego la gráfica demuestra una tendencia descendente manifestando su aumento a la resistencia al desgaste; el límite máximo permitido por la norma ASTM C - 33, este es 12% para el sulfato de sodio, por lo que se puede afirmar que este material **cumple** con los requisitos establecidos por la norma ASTM.

5.2.2.1.2 Gravedad Especifica Aparente y Absorción.

Las figuras N° 4.74 y N° 4.75 contienen los resultados de la gravedad especifica y absorción respectivamente. Las arenas de las minas de Aramuaca tienen una gravedad especifica que oscila entre 2.62 y 2.79, estos valores están dentro del rango en que generalmente se encuentra la gravedad especifica de los pétreos o sea entre 2.4 y 2.9.

La absorción de las arenas representadas en el gráfico tienen una constante variación durante los 6 meses de muestreo, sus porcentajes oscilan entre 2.92% y 6.52% los que corresponden al mes de diciembre y julio respectivamente, sin embargo, esta norma no es determinante con respecto a la aceptabilidad del agregado.

5.2.2.1.3 Análisis de Malla

Durante las tres primeras muestras, se observa que la granulometría se sale del limite superior en la porción fina (malla N°50 en adelante), en las muestras 4 y 5 la granulometria tiende a salirse entre las mallas 3/8 y N° 30 por el lado de los gruesos sin embargo se puede observar claramente que la distribución granulometrica tiende a salirse desde la malla N°4 hasta la malla N°8 por el limite superior, desde la muestra 4 hasta la muestra 11, se puede comprobar este resultado visualmente ya que las arenas de Aramuaca contiene considerables cantidades de material fino que en su mayoría es el producto de la trituración de la roca, debido a los resultados obtenidos, el ensayo **no cumple** con la norma y de acuerdo al análisis estadístico este material (para este ensayo en particular) no debe utilizarse para la elaboración de concreto.

5.2.2.1.4 Grumos de Arcilla y Partículas Desmenuzables

Según se observa en la figura N° 4.88, el porcentaje de partículas desmenuzables en las arenas tienen un valor mínimo de 0.47% y un valor máximo de 4.85% según la teoría de la carta de control el gráfico presenta la tendencia de una corrida.

La dispersión de los resultados está por debajo del límite establecido por la norma que es del 5% por lo que este material **cumple** los requisitos establecidos por la norma ASTM.

5.2.2.1.5 Impurezas Orgánicas.

La cantidad de impurezas orgánicas se mantienen constantes en el valor de 1 de la placa orgánica .

Estos resultados pueden verse en la figura N° 4.89 son bastante favorables ya que el contenido mínimo perjudicial para elaborar concreto según esta norma ASTM representada en la placa orgánica es de el color 3 catalogado como estándar, por lo que

este material **cumple** con la norma ASTM y por lo tanto se puede realizar concreto de peso normal con este material.

5.2.2.1.6 Material que pasa la Malla 200

La cantidad de material más fino que la malla 200 permitido por la norma ASTM C - 33 es del 1%, los doce ensayos realizados durante el periodo de estudio tienen la tendencia de una corrida, el rango en el que oscila la gráfica es de 7.94% en la muestra 5 y de 14.6% en la muestra 3, (obsérvese la figura N° 4.90) estos valores indican que las arenas contienen un exceso se material fino, que en su mayoría es polvo proveniente de la trituración de la roca por lo que este material **no cumple** con la norma ASTM.

5.2.2.1.7 Partículas de Peso Ligero

Esta mina no contiene materiales cuya densidad sea menor que dos, puede observarse este resultado en la figura N° 4.91 generalmente lo que más se obtiene en los bancos de arena como partículas de peso ligero son materiales pumíticos y no carbón y lignito como lo establece la norma, de acuerdo a los resultados el gráfico presenta valores de cero, mostrando una línea horizontal en el valor de cero. De acuerdo a lo anterior el material **cumple** con la norma ASTM y es apto para la elaboración de concreto de peso normal.

TABLA N° 5.6 CUADRO RESUMEN DE BANCOS DE AGREGADOS FINOS, ARAMUACA.

CARACTERISTICAS	ESPECIFICACION DE ENSAYO						
	ASTM C-40	ASTM C-88	ASTM C-117	ASTM C-123	ASTM C-128	ASTM C-136	ASTM C-142
NOMBRE DEL ENSAYO	Impurezas Orgánicas	Sanidad	Material que pasa malla 200	Partículas de Peso Ligero	Gravedad Especifica	Granulometría	Partículas Desmenuzables
LIMITE DE LA NORMA	3	12%	1%	1%	2.4-2.9	Lo especificado	5%
# DE ENSAYO QUE PASAN LA NORMA	12 de 12	4 de 4	0 de 12	12 de 12	12 de 12	0 de 12	12 de 12
	cumple	cumple	No cumple	Cumple	cumple	No cumple	Cumple

5.2.2.2 BANCO DE ARENA RIO JIBOA

5.2.2.2.1 Sanidad Utilizando Sulfato de Sodio.

Según lo muestra la figura N° 4.92 La gráfica representa los cuatro ensayos que se realizaron durante los seis meses de muestreo, los cuales corresponden al mes de agosto, septiembre, noviembre y diciembre con el objetivo de obtener resultados en los extremos de la época de invierno y verano; según las cartas de control, la gráfica presenta la tendencia de una periosidad, con un valor de pérdida mínimo de 4.28% y un valor máximo de 8.64%, el porcentaje de pérdida obtenido, no representa ningún peligro para elaborar concreto ya que el limite de control establecido por la norma es del 12%, por lo que el material **cumple** con la norma ASTM y puede utilizarse en la elaboración para concreto de peso normal.

5.2.2.2.2 Gravedad Especifica y Absorción

Su valores oscilan entre 2.44% y 2.67% con un promedio de 2.52% , nótese la relación inversa que guardan la absorción y la gravedad especifica aparente al observar las figuras N°4.93 y N°4.94, estos valores se mantienen dentro del rango que generalmente suelen andar los agregados pétreos (2.4 y 2.9)

5.2.2.2.3 Análisis de Malla

Observando los doce ensayos realizados a este banco se puede advertir que tiene una fuerte tendencia a ser una granulometria fina, en la muestra N° 7 su distribución granulometrica esta totalmente fuera de los límites de control mostrando un modulo de finura de 1.57 lo que indica que hay finos en exceso en este período; con respecto al resto de los ensayos los resultados tienden al límite superior y entre ellas las muestras N° 3, 5, 8 y 9 sobrepasan ligeramente este límite.

De acuerdo a lo establecido en el análisis estadístico, con el hecho de que un dato sobrepase el límite de control y además, que las muestras se encuentran en un punto inminente de salirse de los límites, este banco **no cumple** con la norma ASTM.

5.2.2.2.4 Grumos de arcilla y partículas desmenuzables.

En el banco del río Jiboa la presencia de las partículas desmenuzables es bastante variable durante todo el período de muestreo. Según el método estadístico presentado en el capitulo III de este documento, la gráfica presenta la tendencia de una corrida, con valores que oscilan entre el 0.09% y el 0.75%, lo cual puede observarse en la figura N° 4.107 estos porcentajes están por debajo del límite de control establecido por la norma que es del 5%; por lo tanto su contenido no afecta en forma adversa las propiedades del concreto por lo que este agregado **cumple** con la norma ASTM.

5.2.2.2.5 Impurezas Orgánicas.

Este banco de arena no presenta un contenido orgánico que sea desfavorable para las propiedades del concreto ya que no sobrepasa el color estándar según la placa orgánica, los valores van desde 3 para la muestra N° 1. correspondiente a la primera quincena de julio,(obsérvese la tabla y gráfico N° 4.108) desde la muestra 2 hasta la 8., luego esta valor sube al valor de 2 durante la primera quincena de noviembre manteniéndose este valor hasta el final del estudio, el material **cumple** la norma ASTM.

5.2.2.2.6 Material mas fino que la malla 200

Durante el período de estudio los resultados de los ensayos varían continuamente representando un valor máximo de 4.30% y un valor mínimo de 0.72%, obsérvese el gráfico y tabla N° 4.109, de los doce ensayos realizados, cuatro han sobrepasado el limite

de control entre las cuales figuran la 3, 4, 6 y 8 por lo tanto este material **no cumple** con los requisitos establecidos por la norma ASTM.

5.2.2.2.7 Partículas de Peso Ligero.

La figura N° 4.110 presenta valores que oscilan entre 6.34% y 16.83% teniendo un promedio de 12.01%; es la piedra pómez el material que predomino en este ensayo, este contenido sobrepasa considerablemente el limite de control del 1%, por lo que **no cumple** la norma ASTM y por lo tanto no es aconsejable utilizar este material para la elaboración del concreto de peso normal.

TABLA N° 5.7 CUADRO RESUMEN DE BANCOS DE AGREGADOS FINOS, JIBOA.

CARACTERISTICAS	ESPECIFICACION DE ENSAYO						
	ASTM C-40	ASTM C-88	ASTM C-117	ASTM C-123	ASTM C-128	ASTM C-136	ASTM C-142
NOMBRE DEL ENSAYO	Impurezas Orgánicas	Sanidad	Material que pasa malla 200	Partículas de Peso Ligero	Gravedad Especifica	Granulometria	Partículas Desmenuzables
LIMITE DE LA NORMA	3	12%	1%	1%	-	Lo especificado	5%
# DE ENSAYO QUE PASAN LA NORMA	11 de 12	4 de 4	4 de 12	0 de 6	-	5 de 12	12 de 12
	No cumple	Cumple	No cumple	No cumple	cumple	No cumple	cumplen

5.2.2.3 BANCO DE ARENA RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO.

5.2.2.3.1 Sanidad Utilizando Sulfato de Sodio.

La perdida promedio obtenido utilizando sulfato de sodio es del 5.94%, el gráfico presenta un valor mínimo de perdida del 5.37% y un máximo del 6.36% se visualiza claramente en la figura N° 4.111 que los valores son más altos que el limite de control

establecido por la norma que es del 12% por lo que este agregado **no cumple** la norma ASTM

5.2.2.3.2 Gravedad especifica y absorción.

Según el método estadístico establecido en el capitulo III, el comportamiento de la gráfica presenta la tendencia de una corrida y sus valores máximos y mínimos oscilan entre 2.1% y el 2.7%. Nótese la relación inversa que tiene la gravedad especifica con la absorción de este material observando las figuras N° 4.112 y N° 4.113, estos datos eran de esperarse ya que cuando aumenta la gravedad especifica indica que las partículas son más sólidas disminuyendo su absorción.

5.2.2.3.3 Análisis de Malla

El análisis granulométrico de los doce ensayos realizados muestran un resultado bastante aceptable ya que la mayoría de las distribuciones granulometrica se encuentran dentro de los límites que establece la norma las cuales son: muestra N° 2, 5, 6, 7, 8, y 9, el resto de las muestras se salen levemente de los limites excepto la muestra N° 4 correspondiente a la segunda quincena del mes de agosto en donde, los datos se salen considerablemente del límite superior, lo que indica una granulometria fina, desde la malla #30 hasta la #100; de lo anterior se establece que este ensayo **no cumple** la norma ASTM.

5.2.2.3.4 Grumos de Arcilla y Partículas Desmenuzables.

El límite máximo permitido por la norma es del 5%, observando la figura y tabla N° 4.126 la dispersión de datos presenta un promedio de 0.34%. Tiene como valor máximo 1.01% y el mínimo del 0.13%, se observa que la mayoría de ensayos oscilan por el 0.3%, con excepción de la muestra # 5 correspondiente al mes de septiembre que

es el valor máximo. El contenido de estás partículas no afectan a las propiedades del concreto por lo tanto este material **cumple** con la norma ASTM.

5.2.2.3.5 Impurezas Orgánicas.

La figura N° 4.127 presenta un contenido de impurezas según la escala de la placa orgánica de 2, durante la primer quincena del mes de diciembre , manteniéndose en los demás ensayos con un valor igual a 1. Excepto la muestra N° 11 cuyo valor es de 2

Lo anterior demuestra que el contenido de orgánico es razonablemente bajo, por lo que su contenido no es perjudicial para fabricar concreto y por lo tanto **cumple** la norma ASTM.

5.2.2.3.6 Material que Pasa la Malla 200.

Según puede observarse en la figura N° 4.128 el gráfico en general además de tener una variación muy grande entre los datos se mantiene siempre arriba del límite de control que en este caso es del 1%, por lo que este material no **cumple** con la norma ASTM.

5.2.2.3.7 Partículas de Peso Ligero.

La figura N° 4.129 presenta valores que oscilan entre el 10.05% y 24.53%; estos porcentajes son excesivamente altos con respecto al límite de control que es le 1%., por lo tanto este material **no cumple** con los requisitos establecidos por la norma ASTM.

TABLA N° 5.8 .CUADRO RESUMEN DE BANCOS DE AGREGADOS FINOS, LAS CAÑAS SOYAPANGO.

CARACTERISTICAS	ESPECIFICACION DE ENSAYO						
	ASTM C-40	ASTM C-88	ASTM C-117	ASTM C-123	ASTM C-128	ASTM C-136	ASTM C-142
NOMBRE DEL ENSAYO	Impurezas Orgánicas	Sanidad	Material que pasa malla 200	Partículas de Peso Ligero	Gravedad Especifica	Granulometría	Partículas Desmenuzables
LIMITE DE LA NORMA	3	12%	1%	1%	2.4 – 2.9	Lo especificado	5%
# DE ENSAYO QUE PASAN LA NORMA	12 de 12	4 de 4	0 de 12	0 de 6	12 de 12	6 de 12	12 de 12
	cumple	Cumple	No cumple	No cumple	cumple	No cumple	Cumple

5.2.2.4 BANCO DE RENA RIO LAS CAÑAS APOPA.

5.2.2.4.1 Sanidad Utilizando Sulfato de Sodio.

La perdida de los agregados finos en el banco de Apopa se observa que se mantienen uniforme durante todo el período de muestreo oscilando entre valores que van del 6.14% al 6.81%, (obsérvese la figura N° 4.130), según la teoria de las cartas de control este gráfico presenta la tendencia de una corrida, los datos se mantienen por debajo de los límites de control que es el 12%; por lo que este material **cumple** la norma ASTM y por lo tanto puede utilizarse este material en la elaboración de concreto.

5.2.2.4.2 Gravedad Especifica y Absorción.

La gráfica presenta valores muy uniformes en el tiempo, sus valores oscilan entre el 2.46% y 2.69%; la dispersión de datos acusa una tendencia según las cartas de control de una corrida.

Dicha dispersión permanece en el rango en el varia la gravedad especifica esperada de los agregados pétreos.

5.2.2.4.3 Análisis de Malla.

Las gráficas muestran una arena mal graduada, tendiendo la granulometria en la mayoría de los ensayos al límite inferior lo que indica una distribución de tamaños gruesa por lo tanto puede clasificarse la arena como tal. Lo anterior puede apreciarse en el modulo de finura de las muestras N° 1, 5, 8, 9, y 11; los cuales presentan valores mayores que el 3.2. Unicamente la muestra N° 2 cumple con los limites de la norma, de lo anterior se establece que este agregado **no cumple** con la norma ASTM.

5.2.2.4.4 Partículas Desmenuzables.

La figura N° 4.145 muestra la tendencia de una corrida mostrando un valor máximo de 1.48% y 0.05%, por lo tanto los valores sostenidos no afectan las propiedades del concreto por que son considerablemente bajos con respecto al límite de control por lo que este agregado **cumple** con la norma ASTM.

5.2.2.4.5 Impurezas Orgánicas.

La presencia de las impurezas orgánicas en el banco de Apopa, es aceptable para la elaboración de concreto ya que los valores máximos que muestra la figura N° 4.146 se encuentran por debajo de el límite permitido por la norma (3%); la gráfica se mantiene contante durante todo el período de ensayo con un valor de 1.0, con la excepción de la muestra N° 4 del mes de agosto y la muestra # 12 del mes de diciembre que tiene un valor de 2.0. De lo anterior se establece que el agregado **cumple** con la norma ASTM.

5.2.2.4.6 Material que Pasa Malla 200.

Según se puede observar en la figura N° 4.147 la cantidad de material más fino que la malla 200 permitido por la norma ASTM C - 33 es de 1.0, la forma del gráfico representa la tendencia de una corrida con un valor máximo del 3.17% y un mínimo de

0.66% manteniendo la mayor cantidad de puntos por encima del valor permitido. Por lo tanto este material **no cumple** la norma ASTM.

5.2.2.4.7 Partículas de peso ligero

Este banco contiene un alto porcentaje de piedra pómez, prácticamente es el 50% del contenido de la muestra, todo este material floto en el liquido pesado ya que su densidad es mucho menor que 2, la figura 4.148 refleja valores de 8.53% y de 18.71%, todos los valores que forman el gráfico están por encima del valor permitido por la norma ASTM, por lo que este material **no cumple** con los requisitos de calidad de los agregados en está prueba especifica.

TABLA Nº 5.9 CUADRO RESUMEN DE BANCOS DE AGREGADOS FINOS, LAS CAÑAS APOPA.

CARACTERISTICAS	ESPECIFICACION DE ENSAYO						
	ASTM C-40	ASTM C-88	ASTM C-117	ASTM C-123	ASTM C-128	ASTM C-136	ASTM C-142
NOMBRE DEL ENSAYO	Impurezas Orgánicas	Sanidad	Material que pasa malla 200	Partículas de Peso Ligero	Gravedad Especifica	Granulometría	Partículas Desmenuzables
LIMITE DE LA NORMA	3	12%	1%	1%	2.4 – 2.9	Lo especificado	5%
# DE ENSAYO QUE PASAN LA NORMA	12 de 12	4 de 4	2 de 12	0 de 6	12 – 12	1 de 12	12 de 12
	cumple	Cumple	No cumple	No cumple	cumple	No cumple	cumple

5.2.2.5 COMPARACION ENTRE LOS ENSAYOS DEL AGREGADO FINO.

5.2.2.5.1 MINA DE ARAMUACA.

Las impurezas orgánicas, la cantidad que pasa la malla 200, las partículas de peso ligero (densidad menor que 2), y las partículas desmenuzables; en conjunto se les denomina como partículas deletéreas ó partículas que afectan negativamente a las

características del concreto. La mina de Aramuaca se caracteriza por tener una arena con un modulo de finura bajo lo que nos da un parámetro de la finura de la arena, por ende la cantidad de material que pasa la malla N° 200 es bastante representativa pero tiene la cualidad que son partículas del mismo material ósea polvo de roca; en relación con las partículas desmenuzables no es alarmante las cantidades que se obtuvieron y además se trata de partículas de la misma roca. La presencia de impureza orgánica en este agredo es nula por lo tanto se considera arenas limpias.

5.2.2.5.2 RIO JIBOA.

Al realizar todos los ensayo que determinan el contenido de partículas deletéreas en las arenas del río Jiboa, se determino, que durante el período de estudio se mantiene un exceso de material que pasa la malla N° 200, con respecto al material de peso ligero (material pumitico) se mantiene fuera del límite de la norma ASTM durante toda la investigación, la cantidad de impureza orgánica es tolerante para la elaboración de concreto. La presencia de partícula desmenuzable no es de mucha preocupación ya que se encuentra por debajo de los límites permitidos por la norma. En relación a la gravedad especifica y a la absorción se dice que tiene una relación constante ya que cada una de ella se mantiene individualmente en un intervalo determinado.

5.2.2.5.3 RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO.

Los materiales perjudiciales para la elaboración de concreto de las arenas del río las Cañas Soyapango tienden a dar una alarma por las cantidades encontradas en el estudio; en relación a las impurezas orgánicas no se tiene ningún problema para su uso. La gravedad especifica y la absorción tienen una relación inversamente proporcional; la cantidades de agua absorbida de este material se debe a las cantidades enormes de material pumítico; las cantidades de partículas desmenuzables no presentan problemas al concreto ya que están dentro de lo permitido por la norma ASTM. El material mas fino

que la malla 200 en todas las pruebas se encontró cantidades arriba de lo permitido por la norma. Con relación a las partículas de peso ligero se puede mencionar que existen grandes cantidades que si se evaluaran en términos de volumen el resultado seria más representativo que al hacerlo en peso, demostrando así el grave problema que presenta este banco en cuanto a estas partículas.

RIO LAS CAÑAS APOPA.

Todas las características mencionadas en el numeral anterior, se mencionan en este con mucho más detalles por la razón de encontrar cantidades de cada una de ellas cada vez mayores; las cantidades de impurezas orgánicas presentes en este banco es el único que dio un resultado aceptable ya que los máximos valores se encuentran por debajo de los límites de la norma; con relación a la gravedad especifica y absorción, la gravedad especifica se mantiene en un valor moderado pero la absorción presenta valores muy grandes y se debe a las enormes cantidades de material pumítico. Las cantidades de partículas desmenuzables se pueden considerar no muy alarmantes ya que solo dos muestras dieron fuera de los límites; con relación a la cantidad que pasa la malla 200 es tan grande que solo en la muestra # 7 y 11 caen dentro de lo permitido por la norma.

La cantidad de material pumítico es un factor determinante para la aceptación de un banco de material y con mucha más razón cuando se encuentra cantidades tan grandes como en este río, ya que en el banco de Apopa se encuentran valores del 20% de partículas de peso ligero.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

CUADRO COMPARATIVO ENTRE BANCOS DE ARENA.

TABLA N° 10

BANCO DE ARENA	ESPECIFICACION DE ENSAYOS							OBSERVACIONES
	ASTM C-40	ASTM C-88	ASTM C-117	ASTM C-123	ASTM C-128	ASTM C-136	ASTM C-142	
	Impurezas Orgánicas	Sanidad	pasa Malla #200	Partícula de peso ligero	Gravedad Especifica	Granulometría	Partículas Desmenuz.	
MINA DE ARAMUACA								
# de ensayos que cumplen con la norma	12 de 12 *	4 de 4	0 de 12	12 de 12	12 de 12	0 de 12	12 de 12	
rango en el que varian los datos	0 - 1	2.69 - 7.94	7.94 - 14.6	0 - 0	2.62 - 2.79		0.47 - 4.85	
RIO JIBOA								las particulas de peso ligero sobre pasa por mucho los limites de la norma por lo que no utilizarse este agregado para concreto
# de ensayos que cumplen con la norma	11 de 12, *	4 de 4	4 de 12	0 de 6	12 de 12	5 de 12	12 de 12	
rango en el que varian los datos	2 - 3	4.28 - 8.64	0.72 - 4.30	6.34 - 16.83	2.44 - 2.67		0.09 - 0.75	
RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO								de acuerdo a la cantidad de particulas de peso ligero que presentan estos bancos, la demanda de estas fuentes y el efecto de estas particulas en el concreto; se suglere no utilizar estos agregados para concreto
# de ensayos que cumplen con la norma	12 de 12 *	4 de 4	0.de 12	0 de 6	12 de 12	6 de 12	12 de 12	
rango en el que varian los datos	1. - 2	5.37 - 6.36	1.66 - 4.20	10.05 - 24.5	2.1 - 2.7		0.13 - 1.0	
RIO LAS CAÑAS APOPA								
# de ensayos que cumplen con la norma	12 de 12 *	4 de 4	2 de 12	0 de 6	12 de 12	1 de 12	12 de 12	
rango en el que varian los datos	1. - 2	6.14 - 6.81	0.66 - 3.17	8.53 - 18.71	2.46 - 2.69		0.05 - 1.5	
Límite permitido pr la norma C-33	3	12%	1%	1%	2.4 - 2.9 °		5%	

* estos datos representan los ensayos que pasan la norma y el numura de ensayos realizos en todo el periodo de estudio

° estos valores no son dados por la norma sin embargo en el libro Diseño y Control de Mezclas establece este rango

5.2.3 AGRAGADO GRUESO GRAVA N° 2

5.2.3.1 PEDRERA DE SAN DIEGO

Todos los ensayos realizados en esta pedrera caen fuera de los límites establecidos por la norma, existiendo una gran presencia de partículas de ¾" y de 1" en todas las muestras. Las partículas de 1 1/2" y de 2" prácticamente no existen.

5.2.3.2 PEDRERA DE ATEOS

Ni una de las muestras cumple con las normas, las partículas de 1", ¾", 1/2" y de la N° 4 tienden a salirse del lado de los gruesos . En general se tiene una granulometria gruesa.

5.2.3.3 MINA DE ARAMUACA

Al igual que en las otras pedreras ni un ensayo cumplió con las normas, todas las partículas tienden a salirse por el lado de los gruesos, la presencia de partículas de 1 ½" es relativamente pequeña , con respecto a la de 2" no existen .

5.2.3.4 PEDRERA DE PANCHIMALCO

Al Igual que las otras pedreras ni un ensayo cumplió con las normas, todas las partículas tienden a salirse por el lado de los gruesos pero no tanto como las demás canteras, pero las partículas de 1" si caen dentro de los rangos que establece la norma.

Durante los seis meses de la investigación su tuvo un invierno irregular, con períodos prolongados de lluvia y otros secos, situación que se dio hasta el mes de Noviembre lo que afecto en cierto grado los resultados de algunos ensayos.

5.3 RECOMENDACIONES

5.3.1 AGREGADO GRUESO GRAVA N° 1

5.3.1.1 PEDRERA DE SAN DIEGO

Dado que el comportamiento de las distribuciones de tamaño en el tiempo, tienden hacia el límite inferior, demostrando una granulometría gruesa, y que en la mayoría de las muestras caen fuera de la norma ASTM, se recomienda realizar ajustes de control del equipo triturador y clasificador del material en forma periódica a fin de salvar tal anomalía

5.3.1.2 PEDRERA DE ATEOS

Al igual que en la pedrera de San Diego el agregado de Ateos tiene el mismo problema en la granulometría por lo que la recomendación para solucionar este problema será el mismo que se dio para San Diego.

En cuanto a las partículas planas y alargadas que es un problema en esta pedrera y que dependen de la forma de las discontinuidades del manto rocoso, se recomienda dosificar adecaudamente las cantidades de agregado grueso y fino, con el propósito de disminuir los vacíos y mejorar la trabajabilidad del concreto.

5.3.1.3 MINA DE ARAMUACA

El material grueso, grava N° 1 acusa una granulometría gruesa fuera de la norma ASTM empleada para concreto por lo que se recomienda mejorar la trituración y el tamizado controlándolo periodicamente.

5.3.1.4 PEDRERA DE PANCHIMALCO

El problema de esta cantera es la presencia de partículas planas y alargadas, al igual que en la pedrera de Ateos con la diferencia que el agregado de Panchimalco es más resistente, se recomienda dosificar adecuadamente las cantidades de agregado grueso y fino para mejorar la trabajabilidad y disminuir la cantidad de vacíos.

La granulometría tiene un comportamiento irregular por lo que deberá controlarse la forma de explotación y el tamizado periódico para mantener la granulometría dentro de los limites de la norma ASTM.

5.3.2 AGREGADO FINO

5.3.2.1 MINA DE ARAMUACA

A pesar que la distribución granulometrica esta fuera de los límites, que posee una cantidad considerable de material mas fino que la malla N° 200 , el material esta libre de impurezas orgánicas y partículas de peso ligero las cuales tienen una gran influencia en la resistencia del concreto , por lo tanto se puede recomendar el uso de este agregado para la elaboración de concreto hidráulico.

5.3.2.2 BANCO DE ARENA RIO JIBOA

La arena cumple con las pruebas realizadas de acuerdo a las normas ASTM, aunque la granulometría es bastante irregular en el tiempo y contiene un porcentaje de partículas ligeras que afectan la calidad del concreto y del mortero por lo que su uso debe ser muy cuidadoso.

5.3.2.3 BANCO DE ARENA RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO

Este material no es recomendable para la elaboración de mortero, mucho menos para concreto de peso normal. Esto de acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos, realizados donde el porcentaje de partículas desmenuzables, partículas finas, y ligeras se salen totalmente de los límites de la norma ASTM, cabe resaltar la presencia de material pumítico que a pesar de haber sido calculado en base a su peso, su porcentaje es demasiado alto . el análisis de estas partículas sería más objetivo si se calculara en base a su volumen, dada la densidad del material pumítico que es muy baja. Este agregado puede usarse para ciertos tipos de concretos de peso ligero, donde la presencia de estas partículas forma parte de las características propias del mismo.

5.3.2.4 BANCO DE ARENA RIO LAS CAÑAS APOPA

Las arenas que se están extrayendo en el río las cañas en el tramo ubicado en Apopa ; por lo general tiene las mismas características de las arenas de Soyapango, solo que la contaminación por materia orgánica se encuentran en mayores cantidades , debido a que este banco esta ubicado al final de las descargas de aguas de desecho de todo San Salvador; en cuanto a las partículas de peso ligero y las cantidades de material que pasan la malla N° 200, es alarmante la presencia de estas en el agregado . esta arena presenta una granulometría irregular en el tiempo por lo que su uso podría lamentarse en un futuro. Las recomendaciones para este banco son las mismas que las del banco de Soyapango.

Debido a que el material que transporta río Las Cañas en un gran porcentaje es materia orgánica, materia producto de la erosión y pómez ; se recomienda buscar otro banco de explotación.

5.3.3 AGRAGADO GRUESO GRAVA N° 2

Debido a que ni una de las muestras de las cuatro pedreras cumplió con los límites que establece la norma ASTM, y que las distribuciones de tamaños presentan un comportamiento similar , la recomendación será la misma para las cuatro pedreras .

Se recomienda verificar constante la granulometria del agregado y corregir esta cuando sea necesario, ajustando el equipo de trituración y tamizado.

En General, es notable las variaciones que presentan en el tiempo las características y propiedades de las gravas y arenas muestreadas en las principales fuentes de explotación de pétreos del país. Por lo que se recomienda finalmente realizar un estudio profundo de los agregados extraídos de los lugares antes citados, para que las obras civiles realizadas con este material puedan ser confiables y de buena calidad.

BIBLIOGRAFIA

- Agregados – Control de Calidad , Normas ASTM, Seminario denominado Aplicaciones de las Normas de Control de Calidad de los Materiales de Construcción..

- Concrete and Mineral Agregate, vol 04 – 02, American Society for Testing y Materials, Filadelphia, 1984.

- Diseño y Control de Mezclas de Concreto, Steven H. Kosmatka y William C. Panarese, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 1994.

- Elementos de Estadística Descriptiva y Probabilidad, Gilberto Bonilla, UCA Editores.

- Manual Tecnico de Control de Calidad, Manuel Mayorga G. (Ing Industrial)

- Revista Agregados para Concreto, Limusa Noriega, IMCYC, 1990

- Tecnología del Concreto, Tomo I, IMCYC 1re Edición, 1977.

ANEXOS

ANEXO N° 1

FACTORES PARA GRAFICOS DE CONTROL POR VARIABLES

TAMAÑO DE LA MUESTRA	PROMEDIOS		RANGOS			
	A_1	A_2	D_1	D_2	D_3	D_4
2	3.760	1.880	0.000	3.686	0.000	3.267
3	2.394	1.023	0.000	4.358	0.000	2.575
4	1.880	0.729	0.000	4.698	0.000	2.282
5	1.596	0.577	0.000	4.918	0.000	2.115
6	1.410	0.483	0.000	5.078	0.000	2.004
7	1.277	0.419	0.205	5.203	0.076	1.924
8	1.175	0.373	0.387	5.307	0.136	1.864
9	1.094	0.337	0.546	5.394	0.184	1.816
10	1.028	0.308	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.973	0.285	0.812	5.534	0.256	1.744
12	0.925	0.266	0.924	5.592	0.284	1.716
13	0.884	0.249	1.026	5.646	0.308	1.692
14	0.848	0.235	1.121	5.693	0.329	1.671
15	0.816	0.223	1.207	5.737	0.348	1.652
16	0.788	0.212	1.285	5.779	0.364	1.636
17	0.762	0.203	1.359	5.817	0.379	1.621
18	0.738	0.194	1.426	5.854	0.392	1.608
19	0.717	0.187	1.490	5.888	0.404	1.596
20	0.697	0.180	1.548	5.922	0.414	1.586
21	0.679	0.173	1.606	5.950	0.425	1.575
22	0.662	0.167	1.659	5.979	0.434	1.566
23	0.647	0.162	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.632	0.157	1.710	6.031	0.452	1.548
25	0.619	0.153	1.804	6.058	0.459	1.541
mas de 25	3/ n					

TABLA TOMADA DEL ASTM MANUAL ON QUALITI CONTROL OF MATERIAL

ANEXO N° 2

LAS NOTAS QUE SE PRESENTAN CONSTITUYEN EXTRACTOS DE LA NORMA QUE SE INDICA, Y SON PRODUCTO DE UNA TRADUCCION LIBRE DE ALGUNAS DE SUS PARTES. SE PRESENTAN LAS TABLAS A QUE LA NORMA HACE REFERENCIA.

ASTM C 123 (Edición 1994)
Standard Test Method for
Lightweight Pieces in aggregate

1.0 Objetivo.

Este método cubre la determinación de las piezas de peso ligero en agregados por separación por flotación en un liquido pesado de densidad específica conocida.

2.0 Especificaciones pertinentes ASTM.

C 33 Epesification for Concrete Aggregates
C 127 Test Method for Spesific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate
C 128 Test Method for Spesific Gravity and Absorption of Fine Aggregate.
C 702 Methods for Reducing Field Samples of Aggregate to Testing Size..
D 75 Practice for Sampling Aggregates
E 11 Spesification for Wire-Cloth Sieves for Testing Purposes
E 100 Spesification for ASTM Hydrometers

3.0 Importancia y uso de este ensayo

Este método es usado para determinar conforme a lo estipulado en la norma ASTM C-33, pertenecientes al monto de las partículas de peso ligero en agregado grueso y agregado fino para concreto, un liquido con una gravedad especifica de 2.0 es utilizado para separar partículas que pueden ser clasificadas como carbón y lignito.

4.0 Aparatos

- Balanza para pesar agregado fino se usará una balanza que tenga una capacidad de no menos de 500 gr con una sensibilidad no menos de 0.1 gr.; para pesar agregado grueso se usará una balanza que tenga una capacidad de no menos de 5000 gr, y una sensibilidad de al menos 1 gr.
- Recipientes: unos adecuados para secar la muestra de agregados y otros apropiados para contener el liquido pesado durante la separación por flotación

- Escurridor; un pedazo de malla N° 50, que cumpla lo establecido en ASTM E-11.
- Horno
- Mallas N° 50 y 4

5.0 Liquido pesado.

El liquido pesado será uno de los que se indica a continuación:

Una solución de cloruro de Cink en agua (con una gravedad especifica de 2.0) una mezcla de tetracloruro de carbono o querosina (gas) con tetrabromoetano, o bromoformo con bénceno, en proporciones tales que se obtenga las gravedades especificas deseadas.

6.0 Muestra

Las muestras deberán obtenerse según el procedimiento establecido en ASTM D-75, debiendo secarse a 105-110°C, antes de la prueba, hasta obtener un peso constante.
El tamaño mínimo de la muestra de prueba será el que se indica a continuación:

Tamaño nominal máximo Del agregado plg. (mm)	peso mínimo de la muestra en gr.
¼ (6.3)	200
¾ (19.0)	3000
1½ (38.1)	5000
3 (75.0)	10000

7.0 Procedimiento

Agregado fino
Déjese enfriar a temperatura ambiente la muestra que se a secado, antes de tamizarla por la malla 50, hasta que menos del 1% del material retenido pase por la malla en un lapso de un minuto de tamizado continuo. Pese el material más grueso que la malla 50 aproximándolo a 0.1 gr. más cercano y lleve el material a la condición saturado superficialmente seco mediante el procedimiento especificado en la sección 3 de ASTM C – 128, colocándolo después en el líquido pesado, usando un recipiente adecuado, el volumen del líquido debe ser al menos el triple del volumen neto del agregado. Pase el líquido a otro recipiente, decantándolo a través del escurridor, teniendo cuidado de que solamente las partículas flotantes se viertan con el y de que no se arrastre con el parte del resto de la arena. Regrese al primer recipiente el líquido que se halla recogido en el segundo y después de revolver la muestra con un agitador, repita el proceso de decantación descrito anteriormente hasta que la muestra este libre de partículas flotantes. Con todos los líquidos pesados, menos con el cloruro de zinc, se debe lavar las partículas recogidas en el escurridor con tetracloruro de carbono o alcohol, trabajando de bajo de la campana o en el exterior. Cuando se use una solución de cloruro de zinc; lave las partículas en agua. Después de remover el líquido pesado, por lavado, póngase a secar las partículas. Pase con una brocha las partículas ya secas que se retuvieron en el escurridor, aun

platillo de una balanza y péselas aproximando este a 0.1 gr.

Agregado Grueso

Dejar enfriar el espécimen de agregado grueso mayor que la malla N° 4 a temperatura ambiente y péselo y aproximarlo al más cercano 1.0 gr. y llevarlo a la condición saturado superficialmente seco por el procedimiento especificado en la norma ASTM C – 127. Introduzca el líquido pesado hasta un tirante libre de 1/3 del volumen del agregado. Remover el agregado con un agitador hasta que las partículas ligeras floten, pasar el liquido a un segundo contenedor a través de la malla N° 4 repetir todo este proceso hasta que la muestra quede libre de partículas flotantes. Lavar las partículas decantadas y secarlas, obtener su peso aproximando al más cercano 1.0 gr.

8.0 Calculo

Calcule el porcentaje de las partículas de peso ligero con las siguientes expresiones;

Para agregado fino

$$L = W_1 / W_2 * 100$$

Para agregado grueso

$$L = W_1 / W_3 * 100$$

Donde:

L = porcentaje de partículas de peso ligero
W_1 = peso seco de las partículas que flotan
W_2 = peso seco de la porción del espécimen mayor que la malla N° 50
W_3 = peso seco de la porción del espécimen mayor que la malla N° 4

ANEXO N° 3

LAS NOTAS QUE SE PRESENTAN CONSTITUYEN EXTRACTOS DE LA NORMA QUE SE INDICA, Y SON PRODUCTO DE UNA TRADUCCION LIBRE DE ALGUNAS DE SUS PARTES. SE PRESENTAN LAS TABLAS A QUE LA NORMA HACE REFERENCIA.

ASTM C 131-89 (Edición 1994)
Standard Test Method for
Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate
by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine .

1.0 Objetivo.

Este método comprende un procedimiento para determinar la resistencia a la abrasión del agregado grueso menor de 1 1/2".
Para agregados con tamaño mayor de 3/4" , refiérase a ASTM C 535.

2.0 Especificaciones pertinentes ASTM.

C 535	Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine.
C 136	Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.
C 670	Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials.
C 702	Practice for Reducing Field Samples of Aggregate to Testing Size.
D 75	Practice for Sampling Aggregates.
E 11	Specification for Wire-Cloth Sieves for Testing Purposes.

3.0 Resumen del método.

El ensayo de Los Angeles proporciona una medida de la degradación de los agregados minerales de granulometría estándar, como resultado de acciones combinadas que le producen abrasión, impacto y molido, en un tambor cilindrico de acero que contiene una cantidad especificada de esferas de acero, cuyo número depende de la granulometria de la muestra.
A medida que el cilindro gira sobre su eje, la paleta que se encuentra interiormente fijada, recoge el material y lo levanta hasta que por su posición caen por gravedad a la parte inferior del cilindro, creándose un efecto de impacto y trituración. El material es entonces internamente arrastrado lo que

produce abrasión y molienda, hasta que la paleta nuevamente lo recoge y el proceso descrito se repite.
Despues de un número especificado de revoluciones, el material es retirado del cilindro y es tamizado, y la perdida del mismo ocurrida en el proceso es entonces determinada en porcentaje por peso.

4.0 Importancia y uso de este ensayo.

El ensayo de Los Angeles ha sido ampliamente utilizado como indicador de la calidad relativa o competencia de varias fuentes de agregados que tienen una composición mineralogica similar.
Los resultados no permiten comparar automaticamente agregados de diferentes fuentes, con diferentes orígenes, composición o estructura.
Límites de especificación basados en este ensayo deben ser asignados con extremo cuidado, tomando en consideración: Los tipos de agregados disponibles y su comportamiento en usos específicos.

5.0 Aparato.

Máquina los Angeles.

El equipo consta de un cilindro hueco de acero, cerrado en ambos extremos, con un diámetro y una longitud interiores de 28" ± 0.2" y 20" ± 0.2" respectivamente; montado sobre un eje que no penetra en él y alrededor del cual gira el tambor.
El cilindro tiene una abertura con una tapa hermética sujeta por tornillos u otros aditamentos, que impide el paso del polvo.
Perpendicular a la superficie interior del cilindro se encuentra fija una paleta desmontable que sobresale hacia dentro 3.5" ± 0.1" en dirección radial.

Tamices.

Se utilizarán tamices de acuerdo a ASTM E 11.

Balanza.

La balanza tendrá una precisión de 0.1% del valor de la carga de ensayo, en el rango de aplicación de la misma.

Carga utilizada.

Consta de esferas de acero con un diámetro promedio de 1 27/32" y con un peso que varía de 390 a 445 g cada una.

La carga depende de la granulometría de la muestra de ensayo, tal como se muestra a continuación,

Granulometría	Cantidad de esferas	Peso de la carga (g)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

6.0 Muestreo.

La muestra de campo debe ser obtenida de acuerdo con ASTM D 75 y su tamaño reducido para el ensayo de acuerdo con la ASTM C 702.

7.0 Muestra de ensayo.

- La muestra de ensayo deberá ser lavada y secada al horno a una temperatura entre 105° y 110° C hasta alcanzar sustancialmente un peso constante.
- Posteriormente la muestra será tamizada con el objeto de separarla en porciones y por tamaño.
- De cada una de las porciones anteriores, se tomarán cantidades según se indica en la Tabla 1, y se combinarán para producir una mezcla que corresponda lo más cercanamente posible al rango de tamaños suministrados para el trabajo.
- El peso de la muestra antes de iniciar el ensayo, será anotado con 1 g de precisión.
- Si el agregado se encuentra esencialmente libre polvo o partículas adheridas, el requisito de lavado antes y después del ensayo, puede ser omitido.

8.0 Procedimiento..

- Se coloca la muestra de ensayo y la carga de bolas en la máquina de Los Angeles, haciendo girar ésta a una velocidad de 30 a 33 revoluciones por minuto (RPM) hasta completar 500 revoluciones.
- Completado el número de revoluciones, el material se descarga de la máquina.
- Se lleva a cabo una separación preliminar de la muestra ensayada en un tamiz mayor que el No 12.
- Posteriormente la porción que pasa la malla utilizada, se tamizará con la malla No 12.
- El material más grueso que la malla No 12 se lavará y secará en el horno a una temperatura entre 105° y 110° C, hasta lograr sustancialmente un peso constante.
- El material resultante será pesado con una aproximación de 1 g.

9.0 Cálculos.

Exprésese la diferencia entre el peso inicial y el peso final de la muestra ensayada, como un porcentaje del peso inicial de la muestra.

Tabla 1. Granulometría de la muestra de ensayo.

Tamiz		peso (g)			
Aberturas cuadradas		Granulometría			
Pasa	Retiene	**A**	**B**	**C**	**D**
1 1/2"	1"	1250 ± 25			
1"	3/4"	1250 ± 25			
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10		
1/2"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10		
3/8"	1/4"			2500 ± 10	
1/4"	No. 4			2500 ± 10	
No. 4	No. 8				5000 ± 10
TOTAL		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

ANEXO N° 4

LAS NOTAS QUE SE PRESENTAN CONSTITUYEN EXTRACTOS DE LA NORMA QUE SE INDICA, Y SON PRODUCTO DE UNA TRADUCCION LIBRE DE ALGUNAS DE SUS PARTES. LAS FIGURAS A LAS CUALES SE HACE REFERENCIA NO SE PRESENTAN.

ASTM D 4791 - 89 (Edición 1994)
Standard Test Method for
Flat or Elongated Particles in Coarse Aggregate

1.0 Objetivo.

Este método de ensayo cubre la determinación de las partículas planas o alargadas para los agregados gruesos.

2.0 Especificaciones pertinentes ASTM.

C 125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregate
C 136 Test Methods for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates
C 702 Methods for Reducing Field Samples of Aggregate to Testing Size.
D 75 Practice for Sampling Aggregates.
E 11 Specification for Wire-Cloth Sieves for Testing Purposes

3.0 Terminología.

Partículas planas o alargadas de los agregados, son aquellas partículas de agregados que tienen una relación de ancho a espesor o largo a ancho mayor que un valor especificado.

4.0 Resumen del método.

Se miden las partículas individuales de los agregados retenidos en mallas específicas, para determinar las relaciones de ancho a espesor y largo a ancho.

5.0 Significado y uso.

El uso de partículas planas o alargadas en algunas obras, puede interferir con la trabajabilidad, y producir materiales difíciles de colocar.
Este método de ensayo proporciona un medio para verificar si los agregados cumplen o no, con especificaciones que limitan tales partículas, o determinan las características de forma de los agregados gruesos.

6.0 Equipo.

- El aparato a utilizar deberá ser el apropiado para ensayar las partículas de agregados, de acuerdo con la definición presentada en Terminología.
- Un calibrador, como por ejemplo el que se muestra en las Figuras 1 y 2, el cual está constituido por una placa de base, dos pequeños postes verticales fijos en posición, un brazo móvil montado entre ellos, de tal manera que la abertura entre los brazos y los postes mantengan una relación constante.
- La posición del eje puede ser ajustado y proporcionar la relación deseada en las dimensiones de la abertura.
- La Figura 1, muestra un dispositivo el cual puede ser ajustado a las relaciones de 1:2, 1:3 y 1:5.
- Una balanza con una precisión de medida del 0.5% del peso de la muestra.

7.0 Muestreo.

La muestra deberá ser obtenida de acuerdo a ASTM D 75 y mezclada exhaustivamente para ser reducida de tamaño hasta la cantidad de ensayo según los procedimientos descritos en ASTM C 702.
La muestra para el ensayo deberá poseer el peso seco deseado aproximadamente.
No deberá se permitirá reducir el tamaño de la muestra para obtener una cantidad exacta de material.

La cantidad mínima de la muestra que será ensayada estará de acuerdo a la siguiente tabla:

Tamaño Máximo Nominal Abertura Cuadrada mm (pulg.)	**Peso Mínimo para Muestra de ensayo kg (lb.)**
9.5 (3/8)	**1 (2)**
12.5 (1/2)	**2 (4)**
19.0 (3/4)	**5 (11)**
25.0 (1)	**10 (22)**
37.5 (1 1/2)	**15 (33)**
50 (2)	**20 (44)**
63 (2 1/2)	**35 (65)**
75 (3)	**60 (130)**

90 (3 1/2)	**100 (220)**
100 (4)	**150 (330)**
112 (4 1/2)	**200 (440)**
125 (5)	**300 (660)**
150 (6)	**500 (1100)**

8.0 Procedimiento.

- Si se los resultados se requieren por peso, la muestra deberá secarse a una temperatura de 110° ± 5° C hasta alcanzar un peso constante.
- Si la determinación se hará por conteo de las partículas, el secado no será necesario.
- Tamícese la muestra de agregado grueso a ser ensayada de acuerdo a ASTM C 136.
- Las porciones retenidas en la malla de 3/8" y menores, no serán consideradas para el ensayo de partículas planas y alargadas.
- Se verificará que la cantidad retenida en cada malla mayor que la de 3/8", sea como mínimo el 10% del peso de la muestra original.
- Las porciones retenidas mayor del 10% de la muestra original, serán reducidas de tamaño de acuerdo a ASTM C 702, hasta obtener aproximadamente 100 partículas para cada una de ellas.
- De cada una de las porciones, se ensayará cada una de las partículas y se clasificará como 1) plana, 2) alargada o 3) ninguna de las anteriores.
- El calibrador mostrado en la figura 2, deberá ser usado como sigue:

a) Para el ensayo de partículas planas, hágase la abertura más grande igual al ancho de la partícula a ensayar. Se considerará que la partícula es plana si su espesor es menor que la abertura más pequeña.

b) Para el ensayo de partículas alargadas, hágase la abertura más grande igual al largo de la partícula. Se considerará que la partícula es alargada si su ancho es menor que la abertura más pequeña.

- Después que las partículas han sido clasificadas como planas, alargadas o ninguna de las dos, determínese por conteo o por peso, el porcentaje de cada tipo en cada malla.

9.0 Cálculo.

- Calcúlese el porcentaje de partículas planas o alargadas aproximando el resultado al 1% para cada uno de los tipos retenidos en cada malla arriba de la de 3/8".
- Cuando se requiera un promedio de mayor peso para una muestra, asúmase que el porcentaje que corresponde al tamaño de la malla no ensayada (menor del 10% de la muestra total), es igual al porcentaje de las partículas planas o alargadas de la malla próxima superior o inferior, o el promedio de ambas.

ANEXO N° 5

LA NOTAS QUE SE PRESENTAN CONSTITUYEN EXTRACTOS DE LA NORMA QUE SE INDICA, Y SON PRODUCTO DE UNA TRADUCCION LIBRE DE ALGUNAS DE SUS PARTES. NO SE PRESENTAN LAS TABLAS A QUE LA NORMA HACE REFERENCIA.

ASTM C127-88 (Edición 1994)
Standard Test Method for
Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate

1.0 Objetivos.

Esta especificación comprende aspectos relacionados con la determinación de la gravedad específica y la absorción de los agregados gruesos.
La gravedad específica puede ser expresada como gravedad específica bulk (en bruto), gravedad específica bulk saturada superficialmente seca (SSD), o gravedad específica aparente.
La gravedad específica (SSD) y la absorción, están basadas en agregados sumergidos 24 horas en agua.
Este método no es apropiado para ser utilizado con agregados livianos.

2.0 Especificaciones pertinentes ASTM y AASHTO.

C29/C29M	Test Method for Unit Weight and Voids in Aggregate.
C125	Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates.
C128	Test Method for Specific Gravity an Absorption of Fine Aggregate.
C136	Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.
C566	Test Method for Total Moisture Content of Aggregate by Drying.
C670	Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials.
C702	Practice for Reducing Field Samples of Aggregate to Testing Size.
D75	Practice for Sampling Aggregates.
D448	Classification for Sizes of Aggregate for Road and Bridge Construction.
E11	Specification for Wire-Cloth Sieves for Testing Purposes.
E12	Terminology Relating to Density and Specific Gravity of Solids, Liquids, and Gases.
AASHTO	T85 Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate.

3.0 Terminología.

Absorción: incremento en el peso del agregado debido al agua que se encuentra atrapada en los poros del material; no se incluye el agua que se adhiere a la superficie del material. La absorción se expresa como un porcentaje del peso seco del material.
El material se considera seco cuando se mantiene a una temperatura de 110° ± 5° centígrados durante el tiempo suficiente hasta que alcance un peso constante, y el agua superficial sea evaporada.

Gravedad específica: relación entre la masa (o peso al aire) de una unidad de volumen de un material y la masa del mismo volumen de agua a temperaturas establecidas. No tiene dimensiones.

Gravedad específica aparente: relación entre el peso al aire de una unidad de volumen de la parte impermeable del agregado y la del peso al aire del mismo volumen de agua destilada sin burbujas. Ambos a temperaturas definidas.

Gravedad específica bulk: relación entre el peso de una unidad de volumen del agregado (incluye los vacíos permeables e impermeables de las partículas; no se incluyen los vacíos entre las partículas) y la del peso al aire del mismo volumen de agua destilada sin burbujas. Ambos a temperaturas definidas.

Gravedad específica bulk (SSD): relación entre el peso al aire de una unidad de volumen del agregado que incluyendo el peso del agua dentro de los vacíos (no se deben incluir los vacíos entre las partículas) y la del peso al aire del mismo volumen de agua destilada sin burbujas. Ambos a temperaturs definidas.

4.0 Resumen del método.

Se sumerge durante 24 horas una muestra del agregado en agua, para llenar esencialmente los poros del mismo.
Se retira entonces la muestra del agua, se seca superficialmente y se pesa.
Se repite el pesaje de la muestra, pero esta vez sumergida en agua.
Posteriormente se introduce la muestra al horno, y se repite el pesaje hasta que la muestra alcanza un peso constante.
Con los tres pesos determinados con este procedimiento, y utilizando algunas fórmulas, se pueden obtener las tres gravedades específicas y la absorción del material.

5.0 Significado y uso de este ensayo.

La gravedad específica bulk es la característica usualmente utilizada para determinar el volumen ocupado por el agregado en diferentes mezclas, como por ejemplo en concreto de cemento portland, concreto bituminoso, así como otras mezclas que son proporcionadas o analizadas por volumen.
La gravedad específica bulk es también empleada para determinar los vacíos en un agregado de acuerdo al método de ensayo C29.

La gravedad específica (SSD) se emplea si el agregado se encuentra húmedo, es decir, si su absorción **ha sido satisfecha.**
La gravedad específica bulk (secada al horno) se emplea si el agregado se encuentra seco o se asume que se encuentra seco.
La gravedad específica aparente está relacionada con la densidad relativa del material sólido, sin incluir el volumen de vacíos que puede ser ocupado por el agua.
Los valores de absorción se emplean para determinar el cambio de peso del agregado debido al agua absorbida, cuando se considera que el agregado se ha encontrado expuesto durante tiempo suficiente al contacto con el agua.
Para un agregado que ha estado en contacto con el agua, el porcentaje de humedad superficial puede ser determinado restando la cantidad absorbida de la cantidad total de humedad determinada con el ensayo C566.
Los poros de los agregados livianos pueden o no llenarse completamente de agua al sumergirlos durante 24 horas; de hecho, muchos agregados de este tipo pueden permanecer sumergidos en agua durante varios días, sin alcanzar el potencial de absorción que poseen. Debido a lo anterior, este método de ensayo no es aplicable a tales agregados.

6.0 Equipo requerido.

Balanzas con precisión de 0.5 gr. ó de 0.05% del peso de la muestra, una canasta de alambre para colgar la muestra de la balanza, un tanque de agua para introducir la muestra y una malla No. 4, u otros tamaños si fueran requeridos.

7.0 Muestreo.

- Muestree el agregado de acuerdo a ASTM-D75 y redúzcase el tamaño, si fuera necesario, según ASTM-C702.
- Rechace todo el material que pasa la malla No. 4; tamice el material en condición seca y posteriormente lávese bien para retirar el polvo de la superficie del agregado. Si la muestra tiene cantidades apreciables de material que pasa la No 4, empléese la malla No.8
- Separe el material que pase la No.4 y efectúese con él, la prueba de acuerdo a ASTM-C128.
- El mínimo peso de la muestra de prueba a usar está especificado en la tabla 1.
- En ocasiones puede ser deseable ensayar la muestra de agregado grueso en diferentes porciones. Si la muestra contiene mas del 15% retenido en la malla de 1 1/2", ensaye el material mayor de 1 1/2" en una o más porciones; el resto se ensayará en una sóla operación.
- Cuando un agregado es ensayado por partes, según lo indicado anteriormente, el peso mínimo de la muestra de prueba para cada porción, será igual a la diferencia de pesos establecidos para el tamaño máximo y mínimo de la porción, de acuerdo a la tabla.
- Si se ensaya la muestra en más de dos porciones, determínese la granulometría de acuerdo al ASTM C 136, incluyendo las mallas usadas para la separación de las porciones por este método.

- En el cálculo del porcentaje de material en cada porción, ignórese la cantidad de material más fino que la malla No.4 (ó numero 8), cuando esa malla es usada de acuerdo a lo establecido.

8.0 Procedimiento.

- Séquese la muestra a 110° C ± 5°C hasta alcanzar un peso constante; déjese enfriar durante 1 a 3 horas, para muestras de ensayo con agregado de tamaño máximo nominal de 37.5 mm (1-1/2"), o durante un tiempo mayor si el tamaño máximo del agregado es mayor, hasta que alcance una temperatura manejable (aprox 50° C).
- Posteriormente, introdúzcase la muestra en agua a temperatura ambiente durante 24 ± 4 horas.
- Séquese el material a peso constante y déjese enfriar hasta que el agregado se encuentre a una temperatura manejable (aprox. 50° C), es decir, de 1 a 3 horas.
  Inmediatamente después, sumérjase en agua a temperatura ambiente durante 24 ± 4 horas.
- Retírese del agua y séquese con una franela absorbente hasta que la película superficial de agua sea eliminada.
  Séquense las partículas grandes indvidualmente; evítese la evaporación de agua durante el secado y pésese la muestra en la condición saturada superficie seca (SSS).
- Inmediatamente colóquese la muestra en la condición SSS en el contenedor y determínese el peso sumergido.
  Deberá removerse todo el aire atrapado entre las partículas, agitando el contenedor, mientras este se encuentra sumergido.
  El agua deberá encontrarse a 23° C con una correspondiente densidad de 997 ± 2 kg/m3.
- Séquese la muestra a 110° C, hasta alcanzar un peso constante; déjese enfriar a temperatura ambiente de una a tres horas o hasta que la musetra sea manejable, y pésese.

9.0 Cálculos.

$$\text{Gravedad específica bulk} = \frac{\text{peso seco al horno}}{\text{peso saturado superficie seca - peso saturado sumergido}}$$

$$\text{Gravedad específica bulk (SSD)} = \frac{\text{peso saturado superficie seca}}{\text{peso saturado superficie seca - peso saturado sumergido}}$$

$$\text{Gravedad específica aparente} = \frac{\text{peso seco al horno}}{\text{peso seco al horno - peso saturado sumergido}}$$

$$\text{Absorción \%} = \frac{\text{peso saturado superficie seca - peso seco al horno}}{\text{peso saturado superficie seca}} \times 100$$

10.0 Informe.

Si los valores de absorción y gravedad específica fueron determinados sin secar el material, el Informe de los ensayos efectuados deberá incluir tal información.

TABLA PARA LA DETERMINACION DEL PESO DE MUESTRA.

TAMAÑO NOMINAL MAXIMO. MM (IN).	PESO MINIMO DE MUESTRA DE PRUEBA. KG. (LB).
12.5 (1/2) O menores	2.0 (4.4)
19.0 (3/4)	3.0 (6.6)
25.0 (1.0)	4.0 (8.8)
37.5 (1 1/2)	5.0 (11.0)
50.0 (2.0)	8.0 (18.0)
63.0 (2 1/2)	12.0 (26.0)
75.0 (3.0)	18.0 (40.0)
90.0 (3 1/2)	25.0 (55.0)
100.0 (4.0)	40.0 (88.0)
112.0 (4 1/2)	50.0 (110.0)
125.0 (5.0)	75.0 (165.0)
150.0 (6.0)	125.0 (276.0)

ANEXO N° 6

LA NOTAS QUE SE PRESENTAN CONSTITUYEN EXTRACTOS DE LA NORMA QUE SE INDICA, Y SON PRODUCTO DE UNA TRADUCCION LIBRE DE ALGUNAS DE SUS PARTES. NO SE PRESENTAN LAS TABLAS A QUE LA NORMA HACE REFERENCIA.

ASTM C128-93 (Edición 1994)
Standard Test Method for
Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate

1.0 Objetivos.

Esta especificación comprende aspectos relacionados con la determinación de la gravedad específica bulk, gravedad específica aparente y la absorción de los agregados gruesos.

Es importante notar que el subcomité se encuentra considerando revisar las normas C127 y C128 para utilizar el término "densidad" en lugar de "gravedad específica".

2.0 Especificaciones pertinentes ASTM y AASHTO.

C29/C29M	Test Method for Unit Weight and Voids in Aggregate.
C70	Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate.
C125	Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates.
C127	Test Method for Specific Gravity an Absorption of Coarse Aggregate.
C188	Test Method for Density of Hydraulic Cement.
C566	Test Method for Total Moisture Content of Aggregate by Drying.
C670	Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials.
C702	Practice for Reducing Field Samples of Aggregate to Testing Size.
D75	Practice for Sampling Aggregates.
D448	Classification for Sizes of Aggregate for Road and Bridge Construction.
E12	Terminology Relating to Density and Specific Gravity of Solids, Liquids, and Gases.

3.0 Significado y uso de este ensayo.

La gravedad específica bulk es la característica usualmente utilizada para determinar el volumen ocupado por el agregado en diferentes mezclas, como por ejemplo en concreto de cemento portland, concreto bituminoso, así como otras mezclas que son proporcionadas o analizadas por volumen.
La gravedad específica bulk es también empleada para determinar los vacíos en un agregado de acuerdo al método de ensayo C29 y la determinación de la humedad del agregado por desplazamiento en agua, en el ensayo C70.
La gravedad específica (SSD) se emplea si el agregado se encuentra húmedo, es decir, si su absorción ha sido satisfecha.
La gravedad específica bulk (secada al horno) se emplea si el agregado se encuentra seco o se asume que se encuentra seco.

La gravedad específica aparente está relacionada con la densidad relativa del material sólido, y no incluye los vacíos de las partículas que pueden ser ocupados por el agua.

Los valores de absorción se emplean para determinar el cambio de peso del agregado debido al agua absorbida, cuando se considera que el agregado se ha encontrado expuesto durante tiempo suficiente al contacto con el agua.

4.0 Aparato.

- Una balanza de 1 kg o más de capacidad, sensibilidad de 0.1 gr o menos, y una precisión de 0.1 % de la carga de ensayo.
  La balanza tendrá además una precisión de 0.1 gr en un rango de lectura de 100 gr.

- Un picnómetro con una capacidad de 500 gr.
- Un molde metálico en forma de cono truncado, de 40 mm de diámetro superior, 90 mm de diámetro inferior y 75 mm de altura.
- Un pisón de 340 ± 15 gr de peso, y con un diámetro circular plano de 25 mm.

5.0 Muestreo.

Se debe hacer el muestreo de acuerdo a ASTM-D75 y reducirlo de tamaño de acuerd a ASTM-C702.

6.0 Preparación de la muestra.

- Obténgase aprox. un 1 kg de agregado fino según ASTM C 702; séquese a peso constante, enfríese hasta alcanzar una temperatura manejable; sumérjase en agua y almacénese durante 24 ± 4 horas.
- Decántese el exceso de agua evitando la perdida de finos.

- Extiéndase la muestra sobre una superficie no absorbente; expóngase a un suave movimiento de aire caliente y revuélvase frecuentemente para producir un secado homogéneo.
  Puede utilizar ciertos accesorios como agitadores para alcanzar la condición deseada.
- Continúese la operación hasta que la muestra se acerque a la condición en que las partículas puedan desplazarse sin adherirse entre sí.
- Efectúese la prueba del cono para determinar la condición saturada superficie seca (SSS).

Se pretende que la primera prueba del cono sea efectuada con el material todavía conteniendo agua superficial; el ensayo se repetirá a intervalos frecuentes con la misma muestra, la que perderá humedad paulatinamente, hasta alcanzar la condición SSS.

Si el primer ensayo indica que la muestra se encuentra más seca que la condición SSS, mézclense unos cuantos mililitros de agua, colóquese la muestra en un depósito durante 30 minutos, y reiniciese el proceso de secado y prueba a intervalos frecuentes para encontrar la condición SSS.

Ensayo del cono.

- Colóquese el molde con el diámetro mayor hacia abajo, y sosténgase firmemente sobre una superficie no absorbente,
- Colóquese una porción del agregado parcialmente seco y suelto en el molde, llenándolo completamente hasta derramarse y acumulándose material adicional en la parta superior, moldeando con la mano un poco de material adicional.
- Apisone levemente el agregado fino en el molde con 25 pequeñas caídas del apisonador. Cada golpe deberá corresponder a una caída de 5 mm sobre el nivel de la superficie del agregado.
- Ajústese la altura de cada caída según lo indicado anteriormente, y distribúyanse los golpes sobre toda la superficie.
- Remuévase el material suelto que se encuentra alrededor de la base, y levántese el molde con cuidado.
- Si se encuentra humedad superficial todavía, la muestra mantendrá la forma del molde.
  Un leve asentamiento (slump) de la muestra indica que se ha alcanzado la condición SSS. Este leve asentamiento lleva asociado pequeños desprendimientos de material.

Ensayo alternativo del cono.

Para materiales que no asientan con facilidad, también se ha empleado el procedimiento siguiente:
- Llénese el molde y aplíquense 10 golpes del pisón, para compactar la muestra.
- Adiciónese más agregado y aplíquense otros 10 golpes.
- Adiciónese agregado dos oportunidades más, y aplíquense a la muestra tres y dos golpes respectivamente.
- Nivélese el material, remuévase el material suelto de la base y levántese el molde cuidadosamente.

7.0 Procedimiento.

- Llénese el pignómetro con agua.

- Introdúzcanse 500g de material en la condición SSS y llénese hasta el 90% de su capacidad.
- Ruédese, inviértase y agítese el picnómetro, hasta eliminar las burbujas de aire dentro del material, manténgase a 23° ± 1.7° C, y llévese el nivel de agua hasta la capacidad calibrada del picnómetro.
- Detérminese el peso total del picnómetro, el agua y el del agregado.
- Remuévase el agregado fino del picnómetro; séquese a 110° ± 5° C hasta alcanzar un peso constante; déjese enfriar durante 1 ± 1/2 horas, y pésese.
- Determínese el peso del picnómetro a 23° ± 1.7° C, lleno hasta su capacidad calibrada.

8.0 Cálculos.

Haciendo,

A = peso al del espécimen seco
B = peso del picnómetro lleno con agua
S = peso saturado superficialmente seco del espécimen
C = peso del picnómetro con el espécimen y el agua

se tiene,

$$\text{Gravedad específica bulk} = \frac{A}{B + S - C}$$

$$\text{Gravedad específica bulk (SSS)} = \frac{S}{B + S - C}$$

$$\text{Gravedad específica aparente} = \frac{A}{B + A - C}$$

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{S - A}{A} \times 100$$

ANEXO N° 7

LAS NOTAS QUE SE PRESENTAN CONSTITUYEN EXTRACTOS DE LA NORMA QUE SE INDICA, Y SON PRODUCTO DE UNA TRADUCCION LIBRE DE ALGUNAS DE SUS PARTES. SE PRESENTAN LAS TABLAS A QUE LA NORMA HACE REFERENCIA.

ASTM C136-93 (Edición 1994)
Standard Test Method for
Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

1.0 Objetivos.

El ensayo comprende la determinación por tamizado de la distribución granulométrica de los agregados finos y gruesos.

2.0 Especificaciones pertinentes ASTM.

C 117 Test Method for Materials Finer Than 75 □m (N_o 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing.
C 125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates.
C 670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials.
C 702 Practice for Reducing Field Samples of Aggregate to Testing Size.
D 75 Practice for Sampling Aggregates.
E 11 Specification for Wire Cloth Sieves for Testing Purposes.
E 380 Practice for Use of the International System of Units (SI) (the Modernized Metric System).
AASHTOT27 Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.

3.0 Terminología.
Las definiciones correspondientes aparecen en C125.

4.0 Resumen del método.
Una muestra de agregado debidamente secado y pesado, se separa en tamaños progresivamente más pequeños por medio de mallas o tamices, con el objeto de determinar la distribución del tamaño de las partículas.

5.0 Significado y uso de este ensayo.

Se emplean los resultados para determinar si la granulometría del agregado cumple con los requisitos especificados, y para controlar la producción de los mismos.
La información también puede ser útil para desarrollar relaciones con la porosidad y compactación.
Solamente con este método no se pueden determinar con precisión los agregados más finos que la malla N_o 200 (75-µm); para tal caso se puede utilizar el método C117 que involucra el lavado de los agregados.

6.0 Aparatos.

Balanzas.

- Una balanza para el agregado fino legible hasta 0.1 g y con una precisión de 0.1 g ó 0.1% de la carga de ensayo, la que sea mayor en cualquier punto dentro del rango de uso.
- Una balanza para el agregado grueso o mezclas de fino y grueso, legible y precisa hasta 0.5 ó 0.1% de la carga de ensayo, la que sea mayor en cualquier punto dentro del rango de uso.

Tamices.

- Un juego de tamices montados en marcos construidos de tal manera que prevengan pérdidas del material, durante el proceso.
- Los tamices cumplirán con la especificación ASTM E 11.
  Los tamices con abertura mayor de 125 mm (5") deberán tener una variación permisible de 2% de la abertura y estarán constituidos con alambre de diámetro nominal mayor de 8.0 mm (5/16").
- Para agregados gruesos se recomiendan mallas mayores de 8" de diámetro.

Sacudidor mecánico.

- Si se utiliza, el sacudidor mecánico deberá transmitir a los tamices que contienen las partículas de un movimiento vertical o vertical y lateral, produciendo que las partículas salten y cambien su orientación sobre la superficie de cada malla.
- La acción de tamizado será tal que el criterio para un adecuado cribado, descrito mas adelante sea ejecutado en un tiempo razonable.
- Se recomienda el uso de un sacudidor mecánico cuando el tamaño de la muestra es de 20 kg o más; puede usarse para muestras más pequeñas incluyendo el agregado fino.
- La aplicación del sacudidor mecánico para el tamizado puede producir la degradación de las partículas.
- Un mismo sacudidor mecánico puede no ser práctico para todos los tamaños de la muestra, puesto que se necesita mayor área de tamizado, para un tamizado práctico de agregados de tamaño máximo nominal mayores.

Horno.

- Capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 °C ± 5°C.

7.0 Muestreo.

- Muestree el agregado de acuerdo a ASTM D 75.
- El peso de la muestra de campo será como se indica en ASTM D 75 o cuatro veces el peso requerido, según la cantidad de agregado que se indica para agregado fino y grueso, que se presenta más adelante, lo que sea mayor.
- Mézclese completamente la muestra y redúzcase de tamaño conforme a ASTM C 702.
- La muestra de ensayo deberá tener el peso deseado cuando esté seca, aproximadamente, y además, ser el resultado final de la reducción de tamaño.
- No se permitirá reducir el tamaño de la muestra a un valor exacto fijado de antemano.
- Cuando el propósito del ensayo sea solamente el análisis granulométrico, incluyendo la cantidad mas fina que la malla No 200 (75 μm), el tamaño de la muestra podrá ser reducido en el campo para evitar el envío de una excesiva cantidad de material al laboratorio.

Peso de la Muestra.

- La muestra de agregado fino deberá pesar después de ser secada, como se indica a continuación,

TAMAÑO DE MUESTRA	CANTIDAD g.
- Agregado que como mínimo pase un 95 % a través del tamiz No. 8	100.0
- Agregado que como mínimo pase un 85 % a través del tamiz No. 4 y se retenga más de 5 % en el tamiz No. 8	500.0

- La muestra de agregado grueso deberá pesar después de ser secada, como se indica a continuación,

TAMAÑO NOMINAL MAXIMO. ABERTURAS CUADRADAS, mm (in)	PESO MINIMO MUESTRA DE PRUEBA, Kg (Lb)
9.5 (3/8)	1.0 (2.0)
12.5 (1/2)	2.0 (4.0)
19.0 (3/4)	5.0 (11.0)
25.0 (1.0)	10.0 (22.0)
37.5 (1 1/2)	15.0 (33.0)
50.0 (2.0)	20.0 (44.0)
63.0 (2 1/2)	35.0 (77.0)
75.0 (3.0)	60.0 (130.0)
90.0 (3 1/2)	100.0 (220.0)
100.0 (4.0)	150.0 (330.0)
112.0 (4 1/2)	200.0 (440.0)
125.0 (5.0)	300.0 (660.0)
150.0 (6.0)	500.0 (1100.0)

- Para mezclas de agregado fino y grueso, la cantidad de la muestra deberá pesar lo mismo que para el agregado grueso.
- El tamaño requerido de la muestra para agregados con tamaño máximo nominal elevado, obliga a efectuar el ensayo utilizando sacudidores mecánicos de mayor tamaño.
  Sin embargo, el propósito del método se satisface para una muestra de agregado cuyo tamaño máximo nominal sea mayor de 50 mm, si se emplean muestras con pesos pequeños, si el criterio de aceptación o rechazo del material se encuentra basado en el promedio de los resultados indivuales, con tal que el tamaño reducido de la muestra usada multiplicado por el número de muestras promediadas sea igual al peso mínimo estipulado para la muestra.

8.0 Procedimiento.

1 Séquese la muestra a 110° ± 5° C, hasta alcanzar un peso constante.
2 Para propósitos de control, particularmente cuando se desean resultados a corto tiempo, el secado del agregado grueso no es necesario para el tamizado.
  El resultado del ensayo es afectado poco por el contenido de humedad, si se cumple que:
  - El tamaño máximo nominal es menor de 1/2" (12.5 mm).
  - El agregado grueso contiene una cantidad apreciable de material fino menor que la malla No 4 (4.75 mm).

  - El agregado grueso es altamente absorvente, por ejemplo, un agregado liviano.
3 Como alternativa a lo anterior, la muestra podría ser secada en un "hot plate" a alta temperatura sin afectar el resultado: a) si se deja escapar el vapor y así evitar presiones que pueden fracturar las partículas.

b) si la temperatura no produce una descomposición química del agregado.

4 Seleccione el tamaño de las diferentes mallas para determinar la información requerida del material a ensayar.

5 Pueden emplearse más mallas para obtener información adicional, tal como el módulo de finura o para regular la cantidad de material sobre las mallas.

6 Colóquense las mallas con número de orden de manera decreciente de tamaño de aberturas, de arriba hacia abajo. Colóquese la muestra en la malla superior.

7 Agítense las mallas manualmente o utilizando un aparato mecánico durante un tiempo suficiente, verificando por prueba y error, el tiempo requerido de agitación para un tamizado adecuado.

8 Limítese la cantidad de material sobre cada malla para que todas las partículas tengan la oportunidad de pasar por las aberturas, durante la operación de mezclado.

8.1 Para mallas con aberturas menores que la malla No 4, el peso retenido sobre cualquier malla al final de la operación de tamizado, no excederá de 6 kg/m2 de la superficie de la malla.

8.2 Para mallas con aberturas No 4 y mayores, el peso en kg/m2 no excederá del producto de 2.5 multiplicado por la abertura de la malla en mm. En ningún caso el peso será tan grande que cause deformación permanente de la malla.

9 La cantidad de material retenido en una malla puede ser regulado por:

a) Introducción de una o varias mallas con aberturas mayores, inmediatamente arriba de la malla dada.

b) Ensayando la muestra por porciones.

10 Continúese el tamizado durante un tiempo suficiente de tal manera que después de completar el tamizado, no más del 1% del peso del material retenido en cualquier malla, pase esa malla durante un 1 minuto de tamizado manual contínuo, llevado a cabo como sigue:

10.1 Colóquese la pana y la cubierta a la malla seleccionada.

10.2 Golpéese 25 veces a 150 golpes/minuto, el talón de la mano con el borde inferior de la malla y gírese la misma 1/6 de vuelta, repitiendo el proceso.

10.3 Para determinar el tiempo requerido para el tamizado de agregados de tamaño mayor que la malla No 4, deberá colocarse sobre la malla únicamente una capa de partículas.

10.4 Si el tamaño de la malla utilizada dificulta los movimientos, se podrán usar mallas de 8" de diámetro para verificar el tiempo suficiente de tamizado.

11 En el caso de mezclas de agregado grueso y agregado fino, la porción de la muestra más fina que la No 4 puede ser distribuida entre dos o más juegos de mallas para prevenir sobrecarga de las mallas individuales.

12 Alternativamente, la parte de la muestra más fina que la No 4 puede ser reducida de tamaño, empleando un separador mecánico. Si se sigue este procedimiento, determínese el peso retenido en cada malla, en base a la muestra original, con la expresión,

$$A = \frac{W_1}{W_2} . B$$

en donde,

A = peso retenido en cada malla en base a la muestra original.

W1= peso de la porción más fina que la malla No 4, en base a la muestra original.

W2= peso de la porción reducida de tamaño del material más fino que la No 4, que fue tamizada.

B = peso retenido en cada malla, de la porción tamizada.

13 A menos que se emplee un sacudidor mecánico, tamícense manualmente las partículas mayores que 3" (75 mm), determinando la menor abertura de malla por la cual cada partícula puede pasar. Iníciese el ensayo con la malla más pequeña que será utilizada. Si es necesario, gire en diferentes direcciones las partículas para determinar si las mismas pasan por las aberturas; no se forcen las partículas para que pasen por las aberturas.

14 Determínese con una precisión de 0.1% del peso seco total de la muestra, el peso de cada porción retenida. El peso total del material después del tamizado deberá ser muy similar al peso original.
Si la diferencia entre ambos es mayor del 0.3% del peso seco original de la muestra seca, el resultado no podrá ser empleado para efectos de aceptación.

15 Si el peso del agregado más fino que la malla No 200 ha sido obtenido previamente por lavado según ASTM C 117, adiciónese tal peso al determinado por este método.

9.0 Cálculos.

1 Calcúlense los porcentajes que pasan, los porcentajes retenidos, o los porcentajes en las diferentes mallas, en base al peso inicial seco, redondeando los porcentajes al primer decimal.

2 Si la muestra fue previamente lavada según ASTM C 117, adicione el peso del agregado más fino que la malla No 200 obtenido en el lavado, al peso total seco de la muestra inicial tamizada.

3 Cuando se requiera determinar el módulo de finura de la muestra, súmense los porcentajes retenidos acumulativos de las mallas No 100, No 50, No 30, No 16, No 8; No 4, 3/8", 3/4", 1 1/2", y mayores, aumentando en relación 2 a 1, y divida la suma entre 100.

10.0 Reporte.

Dependiendo de las especificaciones para el uso del material bajo ensayo, el reporte deberá incluir lo siguiente:

- porcentaje acumulativo que pasa cada malla
- porcentaje acumulativo que retiene cada malla

- porcentaje de material retenido entre mallas consecutivas

Si el porcentaje que pasa la malla No 200 es menor del 10%, tal porcentaje será reportado aproximándolo al primer decimal; para las mallas mayores que la No 200, los porcentajes deberán reportarse aproximados al número entero más próximo.

El módulo de finura será reportado aproximándolo a la segunda cifra decimal.

ANEXO N° 8

LAS NOTAS QUE SE PRESENTAN CONSTITUYEN EXTRACTOS DE LA NORMA QUE SE INDICA, Y SON PRODUCTO DE UNA TRADUCCION LIBRE DE ALGUNAS DE SUS PARTES. SE PRESENTAN LAS TABLAS A QUE LA NORMA HACE REFERENCIA.

ASTM C88-90 (Edición 1994)
Standard Test Method for
Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate

1.0 Objetivos.

Se presenta el método de ensayo de los agregados para estimar su sanidad cuando los mismos son sometidos a la acción del clima en el concreto o en otras aplicaciones.
El ensayo consiste en sumergir el agregado en una solución saturada con sodio o magnesio, secando después el mismo en el horno para deshidratar parcial o totalmente la sal depositada en los poros permeables del agregado. La fuerza interna de expansión que se produce al rehidratar el agregado por una reinmersión posterior, simula la expansión que puede sufrir el agua al congelarse.
Este método proporciona información útil para juzgar la sanidad del agregado cuando no se dispone de información adecuada sobre el comportamiento del mismo en condiciones climáticas similares.

2.0 Especificaciones pertinentes ASTM.

C33	Specifications for Concrete Aggregates.
C136	Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.
C670	Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials.
C702	Practice for Reducing Field Samples of Aggregate to Testing Size.
D75	Practice for Sampling Aggregates.
D3665	Practice for Random Sampling of Construction Materials.
E11	Specification for Wire Cloth Sieves for Testing Purposes.
E100	Specifications for ASTM Hydrometers.
E323	Specification for Perforated-Plate Sieves for Testing Purposes.

3.0 Significado y uso de este ensayo.

Este procedimiento permite estimar la sanidad de los agregados para emplear en el concreto o en otras aplicaciones. Los valores obtenidos pueden ser comparados con lo que requieren otras especificaciones, por ejemplo la C33. Ya que la precisión de este método es pobre, el mismo puede no ser apropiado para rechazar enfáticamente un agregado, por lo que se requerirá la confirmación de otros ensayos más directamente relacionados con el uso pretendido del agregado.
Los porcentajes permisibles de pérdida de agregado según este procedimiento, son usualmente diferentes para los agregados finos y gruesos.
Los valores obtenidos con las sales indicadas, son considerablemente diferentes entre sí, por lo que los límites permisibles a establecer deberán ser fijados con cuidado. Cuando se emplea el sulfato de magnesio, el ensayo es usualmente más severo sobre el agregado, por lo que los límites para el porcentaje de pérdida del agregado son mayores en este caso, que cuando se trata con sulfato de sodio.

4.0 Aparatos.

Tamices.

Para el tamizado de la muestra se emplearán mallas con aberturas cuadradas de acuerdo a la especificación ASTM E 11 o ASTM E 323, según se indica a continuación.

malla	tamaño
No 100	150 µm
No 50	300 µm
No 30	600 µm
No 16	1.18 mm
No 8	2.36 mm
No 5	4.0 mm
No 4	4.75 mm
5/16"	8.0 mm
3/8"	9.5 mm
1/2"	12.5 mm
5/8"	16.0 mm
3/4"	19.0 mm
1.0"	25.0 mm
1 1/4"	31.5 mm
1 1/2"	37.5 mm
2.0"	50.0 mm
2 1/2"	63.0 mm

Contenedores.

- La solución utilizada será colocada en un depósito apropiado.

- El agregado a ensayar se colocará en una canasta fabricada con un alambre adecuado, de tal manera que el agregado no escape de la misma.

Regulador de Temperatura.

Deberá ser adecuado para regular la temperatura de la muestra durante la inmersión de la solución.

Balanzas.

- La balanza para agregado fino deberá proporcionar una precisión de 0.1 g en el rango de la prueba.
- Para pesar el agregado grueso proporcionará una precisión de 0.1% o 1 g, lo que sea mayor, en el rango de la prueba.

Horno para secar la muestra.

- Deberá ser capaz de mantener una temperatura constante de 110°C ± 5°C.

Medición de la gravedad específica.

- Se pueden emplear hidrómetros que cumplan los requisitos de la especificación ASTM E 100 o una combinación adecuada de cristalería graduada y balanzas, para medir la gravedad específica de la solución con una precisión de ± 0.001.

5.0 Soluciones requeridas.

Con sulfato de sodio.

- Prepárese la solución en la que se sumergirá la muestra de ensayo.
- Disuélvase en agua a 25°C – 30°C, una USP o una sal de iguales características.
- Añádase suficiente sal anhídrida ($Na_2 SO_4$) o en forma cristalina ($Na_2 SO_4 10H_2 O$), para asegurar no solamente saturación sino también la presencia de cristales en adicionales, al momento de realizar el ensayo.
- Agítese completamente la mezcla al adicionar la sal y revuélvase a intervalos frecuentes hasta al momento de ser utilizada.
- Cúbrase la solución para prevenir su contaminación y evaporación.
- Manténgase la solución a 21° ± 1° C, y déjese reposar durante 48 horas antes de ser utilizada.
- Inmediatamente antes de emplear la solución, dilúyanse los trozos de sal que puedan encontrarse en el fondo; revuélvase completamente la solución y determínese su gravedad específica.

Al momento de ser utilizada la solución tendrá una gravedad específica no menor que 1.151 y no más de 1.174

- Deséchese la solución si se observa un color más pálido que lo usual, o filtrese y revísese su gravedad específica.
- 215 g de sal anhídrida por litro de agua, o 700 g de sal decahidratada serán suficientes para producir la saturación de la solución a 22°C.
  Sin embargo dado que estas sales no son completamente estables y que es deseable que un exceso de cristales esté presente, es conveniente usar una cantidad mínima de 350 g de sal anhídrida o 750 g de sal decahidratada, por litro de agua.

Con sulfato de magnesio.

- Prepárese la solución en la que se sumergirá la muestra de ensayo.
- Disuélvase en agua a 25°-30° C, una USP o una sal de iguales características.
- Añádase suficiente sal anhídrida ($Mg\ SO_4$) o en forma cristalina ($Mg\ SO_4\ 7H_2O$), para asegurar no solamente saturación sino también la presencia de cristales en adicionales, al momento de realizar el ensayo.
- Agítese completamente la mezcla al adicionar la sal y revuélvase a intervalos frecuentes hasta al momento de ser utilizada.
- Cúbrase la solución para prevenir su contaminación y evaporación.
- Manténgase la solución a 21° ± 1° C, y déjese reposar durante 48 horas antes de ser utilizada.
- Inmediatamente antes de emplear la solución, dilúyanse los trozos de sal que puedan encontrarse en el fondo; revuélvase completamente la solución y determínese su gravedad específica.
  Al momento de ser utilizada la solución tendrá una gravedad específica no menor que 1.295 y no más de 1.308
- Deséchese la solución si se observa un color más pálido que lo usual, o filtrese y revísese su gravedad específica.
- 350 g de sal anhídrida por litro de agua, o 1230 g de sal heptahidratada serán suficientes para producir la saturación de la solución a 22° C.
  Sin embargo dado que estas sales no son completamente estables y la sal hidratada es la más estable y que además, es deseable que un exceso de cristales esté presente, es conveniente usar una cantidad mínima de 1400 g de sal heptahidratada por litro.

6.0 y 7.0 Muestreo y preparación de la muestra.

- La muestra de agregado deberá ser obtenida de acuerdo a ASTM D 75 y reducida al tamaño de ensayo, de acuerdo a ASTM C 702.

Agregado fino.

- La muestra anterior se hará pasar por la malla de 3/8", y lo que pase será considerado como la muestra fina original.
- La muestra fina original será tamizada de acuerdo a ASTM C 136.
- Las porciones para el ensayo de sanidad se obtendrá lavando, secando (110° ± 5° C hasta alcanzar peso constante) y tamizando la muestra original anterior con la malla No 50.
- La muestra anterior será tamizada en una sola acción, con las mallas que se indican a continuación,

PASADO EN LA MALLA.	RETENIDO EN LA MALLA.
600 g (No.30)	300 m (No.50)
1.18 mm (No.16)	600 m (No.30)
2.36 mm (No. 8)	1.18 mm(No.16)
4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No.8)
9.5 mm (3/8 in)	4.75 mm (No.4)

- De lo retenido en cada una de las mallas anteriores, se obtendrán 100 g de material, a menos que el porcentaje retenido en la correspondiente malla sea menor del 5 %.

Agregado grueso.

- El agregado grueso a considerar será el retenido sobre la malla No 4, lo que será considerado como la muestra gruesa original.
- La muestra gruesa original será tamizada de acuerdo a ASTM C 136.
- Las porciones para el ensayo de sanidad se obtendrá lavando y secando a 110° ± 5° C, hasta alcanzar peso constante.
- La muestra anterior será tamizada en una sóla acción, con las mallas que se indican a continuación,
- De lo retenido en cada una de las mallas anteriores, se obtendrán los pesos de material que se indican a continuación, a menos que el porcentaje retenido en la correspondiente malla sea menor del 5%.

TAMAÑOS (MALLAS ABERTURA CUADRADA)	PESO GR.
- 4.75 mm (No.4) a 9.5 mm (3/8 in)	300 ± 5
- 9.5 mm (3/8 in) a 19.0 mm (3/4 in)	1000 ± 10
Distribuido de la siguiente manera:	
9.5 mm (3/8 in) a 12.5 mm (1/2 in)	330 ± 5
12.5 mm(1/2 in) a 19.0 mm (3/4 in)	670 ± 10
- 19.0 mm (3/4 in) a 37.5 mm (1 1/2 in)	1500 ± 50
Distribuido de la siguiente manera:	
19.0 mm (3/4 in) a 25.0 mm (1.0 in)	500 ± 30
25.0 mm (1.0 in) a 37.5 mm (1 1/2 in)	1000 ± 50
- 37.5 mm (1 1/2 in) a 63 mm (2 1/2 in)	5000 ± 300
Distribuido de la siguiente manera:	
37.5 mm (1 1/2 in) a 50.0 mm (2.0 in)	2000 ± 200
50.0 mm (2.0 in) a 63 mm (2 1/2 in)	3000 ± 300

- Cuando el agregado que será ensayado contiene cantidades apreciables de material fino y grueso, y además tiene una granulometría con más del 10% en peso de agregado grueso mayor que la malla de 3/8" y también más del 10% en peso de finos que la malla No 4, las muestras deberán ser ensayadas de manera separada (la fracción menor que la malla No 4 y la fracción mayor que la No 4), de acuerdo con los procedimientos para agregados finos y para agregados gruesos. Los resultados serán reportados separadamente, pero los porcentajes estarán referidos al peso de la muestra total.

- En el caso de tamaños mayores que la malla 3/4", anote la cantidad de partículas en la muestra de ensayo.

8.0 Procedimiento.

Almacenamiento de Muestras en la Solución:

- Sumérjanse en un depósito las muestras en la solución preparada con sulfato de sodio o de magnesio durante no menos de 16 horas ni más de 18, de tal manera que la solución cubra la muestra, como mínimo, hasta 1/2" sobre su parte superior.
- Cúbrase el depósito para reducir la evaporación y prevenir la adición accidental de partículas extrañas.
- Manténgase la muestra sumergida en la solución a una temperatura de 21° ± 1° C durante todo el tiempo.

Secado posterior de la muestra.

- Después de extraer la muestra de la solución, la misma se deberá dejar drenar durante 15 min ± 5 min, antes introducir en un horno a una temperatura de 110° ± 5° C.
- La diferencia en peso entre dos lecturas consecutivas tomadas a un intervalo de 4 horas, no deberán diferir en más del 0.1%.
- Después que la muestra haya alcanzado un peso constante, déjese enfriar hasta alcanzar la temperatura ambiente.
- Repítase todo el proceso, sumergiendo la muestra en la solución tal como se indicara anteriormente.

- Número de Ciclos.

- Repítase el proceso de inmersión y secado de la muestra, hasta alcanzar el número de ciclos requerido.

9.0 Examen cuantitativo de la muestra.

Después del último ciclo requerido y que la muestra logre la temperatura ambiente, lávese la misma completamente con agua fresca a fin de remover la solución. La remoción completa de la solución en la muestra se verificará, tomando una porción del agua de lavado, aplicándole cloruro de bario y observando la coloración del agua. Repítase el proceso hasta que el agua de lavado se vea cristalina.

Agregado fino.

- Séquese la muestra al horno según se especifica.
- Tamícese con la misma malla que fuera utilizada antes del ensayo.
- Determínese el porcentaje de peso que pasa, con respecto al peso inicial.

Agregado grueso.

- Séquese la muestra al horno según se especifica.
- Tamícese con las mallas que se presentan a continuación.

TAMAÑO DEL AGREGADO.	TAMIZ USADO PARA DETERMINAR LA PERDIDA.
37.5 mm (1 1/2 in) a 63.0 mm (2 1/2 in)	31.5 mm (1 1/4 in)
19.0 mm (3/4 in) a 37.5 mm (1 1/2 in)	16.0 mm (5/8 in)
9.5 mm (3/8 in) a 19.0 mm (3/4 in)	8.0 mm (5/16 in)
4.75 mm (No. 4) a 9.5 mm (3/8)	4.0 mm (No. 5)

- Determínese el porcentaje de peso que pasa, con respecto al peso inicial.

En ningún caso deberá sobremanipularse las muestras tratando que pasen las mallas indicadas, lo que podría producir rotura adicional de las partículas.

10.0 Examen cualitativo.

Lo que sigue es aplicable únicamente a muestras con partículas mayores de 3/4".

- Sepárense las partículas de cada muestra ensayada, de acuerdo al afecto producido en ellas por el ensayo.
- Anote el número de partículas que manifieste el mismo tipo de daño (desintegración, partículas partidas, desmenuzadas, agrietadas, en forma de hojuelas, etc.).

ANEXO N° 9

LA NOTAS QUE SE PRESENTAN CONSTITUYEN EXTRACTOS DE LA NORMA QUE SE INDICA, Y SON PRODUCTO DE UNA TRADUCCION LIBRE DE ALGUNAS DE SUS PARTES. SE PRESENTAN LAS TABLAS A QUE LA NORMA HACE REFERENCIA.

ASTM C 40-92 (Edición 1994)
Standard Test Method for
Organic Impurities in Aggregates for Concrete

1.0 Objetivos.

Se presenta un método que determina aproximadamente, la presencia de impurezas orgánicas dañinas en el agregado fino, que es usado en la elaboración de morteros o concretos de cemento hidráulico.

2.0 Especificaciones pertinentes ASTM.

C 33	Specification for Concrete Aggregates.
C 87	Test Method for Effect of Organic Impurities in Fine Aggregate on Strength of Mortar.
C 702	Practice for Reducing Field Sample of Aggregate to Testing Size
D 75	Practice for Sampling Aggregates.
D 1544	Test Method for Color Of Transparent Liquids (Gardner Color Scale).

3.0 Significado y uso de este ensayo.

Este procedimiento es utilizado en la determinación preliminar de la aceptabilidad del agregado fino con respecto a los requerimientos de la especificación ASTM C 33, relativo a las impurezas orgánicas.
El principal mérito del método es que provee un llamado de atención que cantidades dañinas de impurezas orgánicas, pueden estar presentes en un agregado.

Cuando una muestra de material que es sujeta a este ensayo produce un color más oscuro que la solución de referencia, es conveniente realizarle el ensayo ASTM C88, para determinar el efecto de las impurezas orgánicas sobre la resistencia a la compresión de un mortero fabricado con este agregado.

4.0 Aparato.

Botes de Vidrio.

- Deberán tener una capacidad aproximada de 12 a 16 onzas. Deberán estar graduados, ser incoloros, de sección transversal ovalada y equipados con tapaderas herméticas0no solubles en la solución utilizada.
- En ningún caso el espesor lateral máximo de los botes, medido a lo largo de la línea de la visual, será mayor de 2 1/2" (60 mm) o menor de 1 1/2" (40 mm).
- La graduación de los botes estará en onzas de los E.U., o mililitros.
  Si se emplean botes sin graduación, estos deberán ser previamente calibrados y marcados por el usuario. En este caso, sólo se requiere marcar los botes en los tres puntos siguientes,
  Nivel del color de referencia .....2 1/2 onzas
  Nivel para el agregado fino .....4 1/2 onzas
  Nivel para la solución NaOH .....7 onzas

5.0 Reactivo y color de la solución de referencia.

Solución de hidróxido de sodio al 3 % grado reactivo.

- Disuélvanse tres (3) partes por peso, de la solución de hidróxido de sodio grado reactivo, en 97 partes por peso, de agua.

Solución estándar del color de referencia.

- Deberá ser preparada disolviendo 0.250 g de dicromato de potasio grado reactivo, en 100 ml de ácido sulfúrico concentrado
- El ácido sulfúrico deberá tener una gravedad específica de 1.84
- La solución deberá ser recientemente elaborada para su uso como color de comparación
- Usese un poco de calentamiento para agilizar la preparación de la solución.

6.0 Muestreo.

La muestra deberá ser obtenida de acuerdo a la práctica establecida en ASTM D 75.

7.0 Muestra de ensayo.

- La muestra de ensayo deberá tener un peso aproximado de una (1) libra (450 g).
- Deberá tomarse de la muestra de campo, utilizando cualquier método establecido en ASTM C 702.

8.0 Procedimiento.

- Colóquese el agregado fino a ser ensayado en el bote de vidrio, hasta la marca de 4 1/2 onzas.
- Añádase la solución de hidróxido de sodio hasta que el volumen del agregado fino y del liquido conjuntamente, sea de 7 onzas, indicado después de agitar el bote.
- Tapase el bote, agítese vigorosamente, y déjese reposar durante 24 horas.

9.0 Determinación de la medida del color.

Procedimiento estándar.

- Al final del período de 24 horas de la muestra anteriormente preparada, llénese un bote con la solución estándar del color de referencia, hasta que indique un volumen de 2 1/2 onzas, preparada previamente a su uso, dos (2) horas antes como máximo.
- Compárese el líquido del bote con la muestra, con el de la solución de referencia; anótese si esta más claro, más oscuro o es del mismo color que el de la solución de referencia.
- La comparación debe realizarse sosteniendo los dos botes muy cerca uno del otro y observándolos.

Procedimiento alternativo.

- Para definir con mayor precisión el color del líquido de la muestra de ensayo, pueden usarse cinco (5) vidrios de colores estándar, como los descritos en el método de ensayo ASTM D 1544.
  Los colores son los siguientes:

Color "Gardner" Estándar No.	Placa orgánica No
5	1
8	2
11	3 (estándar)
14	4
16	5

- Un instrumento con frecuencia utilizado, consiste de unos vidrios de color montados en una tabla plástica. El instrumento está provisto con los colores correspondientes al número de la placa orgánica.

El procedimiento estándar descrito anteriormente deberá ser el utilizado, excepto que si se usa el número de la placa orgánica, deberá reportarse el número de color, más cercano al del líquido arriba del de la muestra de ensayo.

Cuando se utiliza el procedimiento alternativo, no se requiere preparar la solución estándar del color de referencia.

10.0 Interpretación del resultado.

Si el color del liquido de la muestra de ensayo es más oscuro que el color de referencia, debe considerarse que el agregado fino ensayado puede contener posiblemente impurezas orgánicas dañinas, por lo que deberá ser sometido a ensayos adicionales, antes de ser aceptado para su uso en la fabricación de concretos.

ANEXO N° 10

LAS NOTAS QUE SE PRESENTAN CONSTITUYEN EXTRACTOS DE LA NORMA QUE SE INDICA, Y SON PRODUCTO DE UNA TRADUCCION LIBRE DE ALGUNAS DE SUS PARTES. SE PRESENTAN LAS TABLAS A QUE LA NORMA HACE REFERENCIA.

ASTM C 117 (Edición 1994)
Standard Test Method for
Materials Finer than 75-µm (N° 200) Sieve in
Minereal Aggregates by Washing.

1.0 Objetivo.

Este método cubre la determinación de el contenido de material más fino que la malla de 75-µm (N° 200) en agregados por lavado, partículas de arcilla y otras son dispersas por el agua de lavado.

2.0 Espesificaciones pertinentes

C 136 Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

C 670 Practice for Preparing Precision Statements for Test Methods for Construction Materials

C 702 Methods for Reducing Field Samples of Aggregate to Testing Size.

D 75 Practice for Sampling Aggregates.
E 11 Specification for Wire-Cloth Sieves for Testing purposes.
T 11 Method of Test for Amount of Material Finer than 0.075-mm in aggregate.

3.0 Importancia y Uso de Este Ensayo

El material más fino que la malla 200 puede separarse de las partículas gruesas mucho más eficiente y completamente por tamizado húmedo que a través del tamizado en seco. Sin embargo se desea exactitud en la determinación de finos menores que 75-µm (N° 200) en agregado grueso o fino.

Este método se usara con una muestra tamizada en seco primeramente según ASTM C-136, los resultados son incluidos en el calculo en el método C-136 y la cantidad total de material más fino que 75-µm por lavado que adicionalmente se obtuvo en el tamizado seco de la misma muestra , se reportan juntos con los resultados del método C-136.

Usualmente la cantidad adicional de material más fino que la malla 200 obtenido por tamizado seco de la muestra de prueba es una pequeña cantidad. Si es grande la eficiencia de la operación de lavado debe revisarse. Esto podría ser una indicación de la degradación del agregado.

4.0 Aparatos.

- Balanza con lectura y exactitud al 0.1% de la carga de ensayo o 0.1 gr.
- Mallas: N°200 y N°16
- Contenedor con tapa
- Horno

5.0 Preparación de la muestra

Muestreese el material según la norma ASTM D-75.

Si la muestra se probó de acuerdo al método C-136 la masa mínima debe ser como se describe en ese ensayo, en otro caso, la masa de la muestra despues de secado debe cumplir con lo que sigue:

Tamaño máximo Nominal	Masa mínima gr.
4.75 mm (N°4) o más pequeño	300
9.5 mm (3/8 in)	1000
19.0 mm (3/4 in)	2500
37.5 mm (1 ½ in)	5000

6.0 Procedimiento

a) seque la muestra a peso constante a una temperatura de 110 +/- 5°C (230 +/- 9°f), determine la masa al 0.1% de la masa de la muestra más cercano.
b) Si la especificación aplicable requiere que la cantidad que pasa la malla 200 debe ser determinada sobre una porción de la muestra pasando una malla más pequeña que el tamaño máximo nominal del agregado, separe la muestra en la malla designada y determine el material que pasa la malla aproximando al 0.1 gr. de la masa más cercano de esa porción de la muestra como la muestra original en los cálculos.

c) Despues del secado y determinación de la masa , coloque la muestra en un contenedor y agregue suficiente agua para cubrirla, ningún agente detergente ni dispersante debe agregarse al agua, agite la muestra con suficiente vigor que resulte en una separación completa de todas las partículas finas menores que la malla 200 y poder poner el material fino en suspención. Inmediatamente ponga el agua de lavado conteniendo los sólidos suspendidos y disueltos bajo el juego de mallas teniendo el cuidado de no decantar las particulas gruesas que estan depositadas en el contenedor , repita el procedimiento hasta que el agua de lavado este clara, seque las partículas lavadas en el horno

7.0 Cálculos.

Calcule la cantidad de material que pasa la malla 200 por lavado como sigue:

$$A = [(B - C) / B] * 100$$

Donde:

A = porcentaje de material más fino que la malla 200
B = masa seca original de la muestra
C = masa seca de la muestra despues del lavado

ANEXO N° 11

LA NOTAS QUE SE PRESENTAN CONSTITUYEN EXTRACTOS DE LA NORMA QUE SE INDICA, Y SON PRODUCTO DE UNA TRADUCCION LIBRE DE ALGUNAS DE SUS PARTES. NO SE PRESENTAN LAS FIGURAS A QUE LA NORMA HACE REFERENCIA.

ASTM C702-93 (Edición 1994)
Standard Practice for
Reducing Samples of Aggregate to Testing Size

1.0 Objetivos.

Esta práctica describe tres métodos para la reducción de muestras grandes de agregado a un tamaño apropiado para ser ensayada, utilizando técnicas que tienden a minimizar la variación entre las características de la muestra seleccionada y las de la muestra original.

2.0 Especificaciones pertinentes ASTM.

C125	Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates.
C128	Test Method for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate.
D75	Practice for Sampling Aggregates.

3.0 Terminología.

Los términos utilizados en esta Práctica están definidos en C125.

4.0 Significado y uso de este ensayo.

Si los demás factores se mantienen constantes, las muestras más grandes tienden a ser más representativas, por lo que si no se cumple lo indicado en esta Práctica podría producir una muestra no representativa.
El objetivo de los métodos que se presentan es el de obtener muestras representativas.

Es importante hacer notar que bajo ciertas circunstancias, la reducción de una muestra grande antes de los ensayos puede no ser recomendable, ya que las diferencias entre ambas muestras puede ser inevitable; por ejemplo, en el caso de agregados que tienen muy pocas partículas grandes, las leyes del azar indican que estas pocas partículas grandes pueden distribuirse de manera no uniforme en la muestra

reducida. Otro caso lo podría constituir la contaminación de algunas de las partículas de una muestra. En tales casos, la muestra original completa deberá ser ensayada.

5.0 Selección del método.

Método A: Con reductor mecánico.

a) Muestras de agregado fino que se encuentran más secas que la condición saturada-superficie-seca (SSD).
b) Muestras de agregado grueso o mezclas de grueso y fino (preferible este método).

Método B: Reducción por cuarteo.

a) Muestras de agregado fino que tienen humedad libre en la superficie.
b) Muestras de agregado grueso o mezclas de grueso y fino (preferible el método A).

Método C: Apilado en miniatura.

a) Muestras de agregado fino que tienen humedad libre en la superficie.

Si se desean utilizar los métodos B o C, pero las partículas no se encuentran humedecidas como se ha indicado, las mismas pueden ser humedecidas para lograr tal condición, para luego ser completamente mezcladas y entonces efectuarse la reducción de tamaño.

Si se desea emplear el método A pero las partículas tienen humedad en la superficie, la muestra completa puede ser secada por lo menos hasta alcanzar la condición superficie-seca utilizando temperaturas que no excedan ninguna de las especificadas para ningún ensayo, y entonces llevarse a cabo la reducción de tamaño de la muestra.

No se permite emplear el método C para agregado grueso o mezcla de material fino y grueso.

6.0 Métodos de muestreo.

Método A.
Utilización de un aparato separador para reducir el tamaño de la muestra a ser ensayada ensayada.

Requisitos del aparato:

- Deberá tener un número igual de deslizaderos hacia un lado que hacia el otro, inclinados alternadamente a cada lado, para descargar el material. Todos los deslizaderos tendrán el mismo ancho; la cantidad total de los mismos no será menor de ocho para agregado grueso, ni doce para agregado fino.
- Para agregado grueso y mezclas de agregado, el ancho mínimo de los deslizaderos debe ser 50% mayor que la mayor partícula de la muestra.
- Para agregado en estado seco, fino, y que la muestra total pase por la malla de 3/8", se deberá emplear deslizaderos con un ancho entre 12.5 mm y 20 mm.
- Deberá tener dos depósitos en los que caerán las dos muestras producidas.
- Una tolva con un ancho igual o menor que el ancho total de los deslizaderos.

- La muestra debe fluir sin restricción o pérdida de material.

Procedimiento:

- Para material grueso, colóquese dicho material en la tolva del separador.
- Para material fino, se colocará la muestra en una pana; se depositará la muestra en la tolva cuidadosamente, y se pondrá en contacto el borde de la pana con el de la tolva para distribuir la muestra uniformemente en el separador y así descargar igual cantidad de material en todos los deslizaderos.
- La velocidad a la que se vertirá la muestra en la tolva del separador será tal que el material fluya libremente por los deslizaderos hacia los depósitos.
- Reintroduzca en el separador el contenido de uno de los depósitos tantas veces como sea necesario, hasta producir la muestra de prueba.
- La porción restante puede servir para otros ensayos.

Método B. Cuarteo de la muestra.

Equipo requerido:

- Cucharón de fondo plano y borde recto, pala, o cuchara de albañil; una escoba o brocha, y una lona de 2 x 2.5 m aproximadamente.

Procedimiento:

- Coloque la muestra sobre una superficie dura, limpia y nivelada, en la que no se produzca pérdida de material ni a dicion de material extraño.
- Mezcle cuidadosamente el material dándole vuelta tres veces; en la ultima accíon, hágase una pila cónica depositando paladas en la parte superior de la pila.
- Aplane cuidadosamente la pila sobre su cúspide hasta llevarla a un espesor constante, de tal manera que cada cuadrante contenga el material original. El diámetro del material aplanado deberá tener entre cuatro y ocho veces su espesor.
- Divídase con una cuchara o pala la masa aplanada, en cuatro partes iguales; remuévanse las partes diagonalmente opuestas, incluyendo el material fino, con una brocha.
- Repítase el proceso anterior, hasta reducir la muestra al tamaño requerido.

Procedimiento alterno.

- Cuando se tenga una superficie irregular, colóquese la muestra sobre una lona y mezclese con una pala como se indicó anteriormente o levántese la lona de cada esquina, y acerquela a la esquina opuesta lo que produce que el material ruede. Aplane y divida el material según el procedimiento ya descrito.
- Alternativamente a lo indicado en el párrafo anterior, insértese un palo o tubo bajo la lona y levantense los extremos del mismo, dividiendo la muestra en dos partes iguales. Retírese el palo lo que producirá un doblez en la lona.
  Insértese nuevamente el palo perpendicularmente al doblez, y levántense sus extremos, lo que producirá que la muestra sea dividida en cuatro partes iguales.

Remuévanse las partes diagonalmente opuestas, incluyendo el material fino y repítase el procedimiento hasta que la muestra sea reducida al tamaño deseado.

Método C. Apilado en miniatura.

Este procedimiento se aplica únicamente a agregado fino y húmedo.

Equipo requerido:

- Cucharón pequeño de fondo plano y borde recto, pala, o cuchara de albañil para mezclar el agregado y una cuchara pequeña.

Procedimiento:

- Coloque la muestra sobre una superficie dura, limpia y nivelada, en la que no se produzca pérdida de material ni a dicion de material extraño.
- Mezcle cuidadosamente el material dándole vuelta tres veces; en la ultima acción, hágase una pila cónica depositando paladas en la parte superior de la pila.
- Si se desea, aplane cuidadosamente la pila sobre su cúspide hasta llevarla a un espesor constante, de tal manera que cada cuarta parte contenga el material original.
- Se tomarán cinco porciones para constituir una muestra de prueba. Las porciones indicadas serán tomadas al azar de la pila original o de la pila aplanada.

ANEXO N° 12

LAS NOTAS QUE SE PRESENTAN CONSTITUYEN ESTRACTOS DE LA NORMA QUE SE INDICA, Y SON PRODUCTO DE UNA TRADUCCION LIBRE DE ALGUNAS DE SUS PARTES. NO SE PRESENTAN LAS TABLAS A QUE LA NORMA HACE REFERENCIA.

PRACTICA NORMALIZADA PARA EL MUESTREO DE AGREGADOS.
ASTM D75-87 (EDICION 1994)

ASTM D75-87 (Edición 1994)
Standard Practice for
Sampling Aggregates

1.0 Objetivos.

Se considera el muestreo de agregados finos y gruesos, para los siguientes propósitos:
- investigación preliminar de las fuentes de abastecimiento potenciales.
- control del producto en la fuente.
- control de las operaciones en la obra.
- aceptación o rechazo del material.

2.0 Especificaciones pertinentes ASTM.

C702	Practice for Reducing Field Samples of Aggregate to Testing Size.
D2234	Test Method for Collection of a Gross Sample of Coal.
D3665	Practices for Random Sampling of Construction Materials.
E105	Practice for Probability Sampling of Materials.
E122	Practice for Choice of Sample Size to Estimate the Average Quality of a Lot or Process.
E141	Practice for Acceptance of Evidence Based on the Results of Probability Sampling.

3.0 Significado y uso de este ensayo.

El muestreo es tan importante como el ensayo, y la persona a responsable de esta actividad deberá tomar cualquier precaución con el objeto de obtener muestras representativas de la naturaleza y condiciones de los materiales

4.0 Procedimiento.

4.1. Muestreo de un flujo de agregados.

- Se seleccionan las unidades de producción usando un método aleatorio.
- Se obtienen tres muestras (3), aproximadamente iguales en cantidad, para combinarlas y formar una sola muestra de campo, cuya masa sea al menos igual a la recomendada por la tabla 1.
- Para tomar las muestras, se debe usar una pana del tamaño suficiente para interceptar todo el chorro de la descarga.

4.2. Muestreo en una banda transportadora.

- Se seleccionan las unidades de la producción a muestrear, utilizando un método aleatorio.
- Se obtienen tres (3) muestras aproximadamente iguales en cantidad, para combinarlas y formar una sola muestra de campo, cuya masa sea al menos igual a la recomendada por la tabla 1.
- Para la obtención de la muestra, deténgase la banda mientras la muestra está siendo obtenida, para lo cual coloque dos plantillas (trozos de madera, por ejemplo), espaciadas de tal manera que el material contenido entre ellas produzca la cantidad requerida. Retire el material, incluyendo los finos usando una brocha.

4.3. Muestreo del material en vías terrestres. (bases y subbases)

- Seleccione el material del tramo a muestrear, por un método aleatorio.
- Marque claramente las zonas de donde las muestran serán obtenidas.
- Obténganse tres (3) muestras similares en cantidad, para combinarlas y formar una sola muestra de campo, cuya masa será al menos igual a la recomendada en la tabla 1.
- Tómense muestras representativas del material de la pista, en todo su espesor.

4.4. Muestreo en apilamientos o camiones transportadores

Evítese el muestreo de agregados en apilamientos o unidades de transporte, particularmente cuando se efectúa para la determinación de características que dependen de la distribución de las partículas del agregado. Si es necesario, se deberá diseñar un plan de muestreo que genere confianza en los resultados, para lo cual deberá existir un acuerdo entre todas las partes involucradas.

a) Muestreo en apilamientos (Acopios)

Para agregados gruesos y mezcla de gruesos y finos.

- Trátese en lo posible de emplear equipo mecanizado para producir una pequeña pila con material obtenido de diferentes lugares y niveles de la pila principal, después de lo cual varias muestras de la pila pequeña serán combinadas para producir la muestra de campo.

- De no contar con equipo mecanizado, la muestra será obtenida con porciones representativas del tercio superior, de la zona media y del tercio inferior.
- Antes de tomar las muestras, se recomienda colocar una tabla vertical arriba del punto de muestreo, con el objeto de evitar segregación adicional

Para agregados finos.

- Se deberá retirar la capa exterior de la pila, que podría estar segregada, y tomar la muestra del material bajo la misma.
- Se deberá utilizar un tubo muestreador con un diámetro de 1 1/4" como min, 6 pies de longitud como mínimo, e insertarlo en la pila en puntos al azar, y extraer un mínimo de cinco porciones para formar la muestra de campo.

b) Muestreo en unidades de transporte.

Agregado grueso.

- Trátese en lo posible de emplear equipo mecanizado para exponer a la vista el material de diferentes lugares y niveles del vehículo, después de lo cual se toman las muestras requeridas para producir la muestra de campo.

- En donde no es posible emplear equipo mecanizado, se deberán efectuar en el material transportado, tres zanjas transversales con un fondo aproximadamente plano, de un pie de ancho y de un pie de profundidad.
  Se tomarán tres porciones del material a distancias uniformes a lo largo de cada zanja, utilizando una pala para tal efecto.

Agregado Fino.

- Se deberá retirar la capa exterior de la pila, que podría estar segregada, y tomar la muestra del material bajo la misma.
- Se deberá utilizar un tubo muestreador con un diámetro de 1 1/4" como min, 6 pies de longitud como mínimo, e insertarlo en la pila en puntos al azar, y extraer un mínimo de cinco porciones para formar la muestra de campo.

5.0 Número y cantidad de muestras de campo.

Los tamaños indicados de la muestra que se indican en la tabla 1, son tentativas. Las cantidad a emplear dependerá del tipo y número de ensayos a efectuar.

La cantidad de muestras representativas deberá ser la suficiente para proporcionar la confiabilidad deseada.

Generalmente, la cantidad especificada en la tabla 1 proveerá el material adecuado para el análisis rutinario de la granulometría y un análisis de la calidad del material. La muestra deberá extraerse de la muestra de campo usando el método establecido en ASTM-C702.

6.0 Envío de la muestra.

Envíense las muestras en bolsas o depósitos apropiados para evitar pérdidas o contaminación del material.

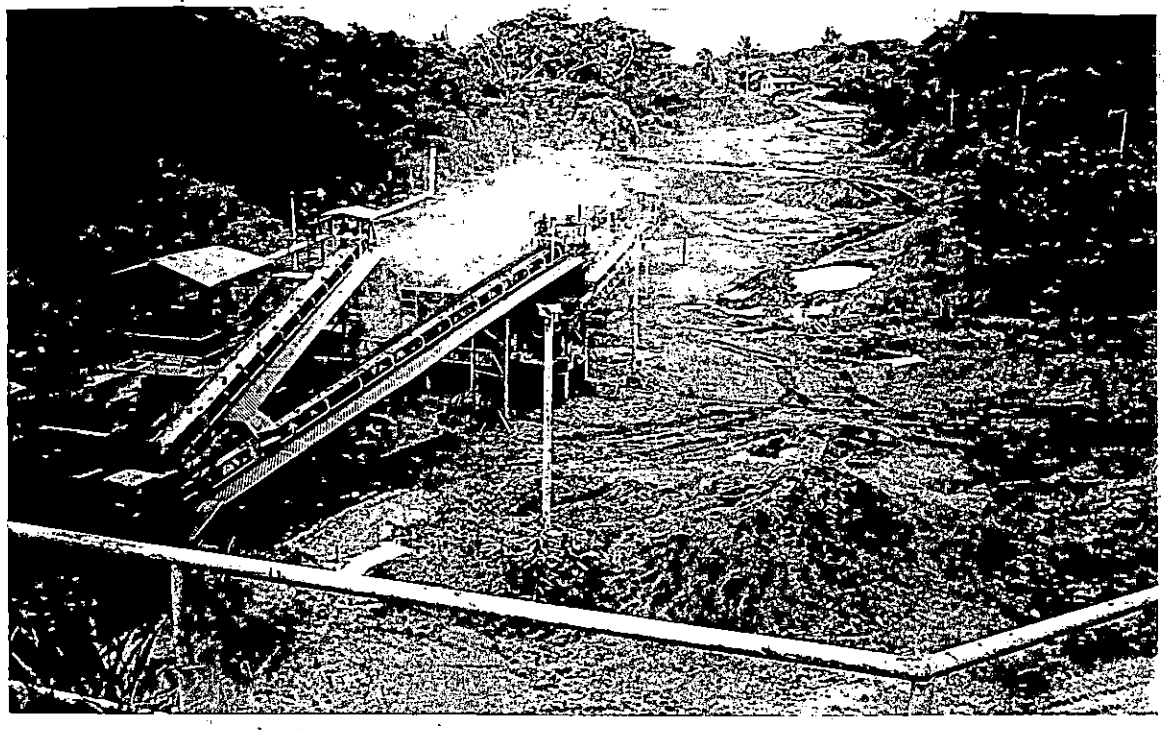
Las bolsa o depósitos deberán identificarse apropiadamente, para referenciar las muestras adecuadamente.

TABLA 1 TAMAÑO DE MUESTRAS

TAMANO MAX.NOMINAL	CANTIDAD APROX. DE LA MUESTRA
AGREGADO FINO	
No. 8 (2.36 mm)	25 (10)
No. 4 (4.75 mm)	25 (10)
AGREGADO GRUESO	
3/8" (9.5 mm)	25 (10)
1/2" (12.5 mm)	35 (15)
3/4" (19.0 mm)	55 (25)
1" (25.0 mm)	110 (50)
1 1/2" (37.5 mm)	165 (75)
2" (50.0 mm)	220 (100)
2 1/2" (63.0 mm)	275 (125)
3" (75.0 mm)	330 (150)
3 1/2" (90.0 mm)	385 (175)

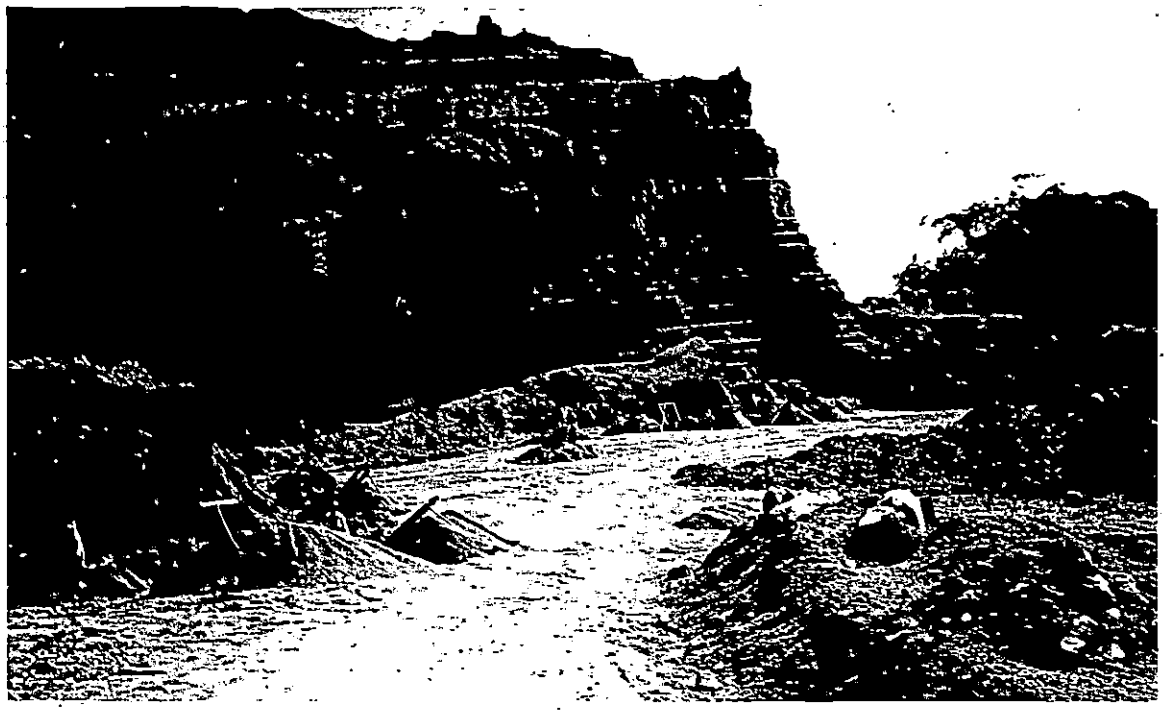
ANEXO N° 13

FRENTE DE EXPLOTACION
PEDRERA LA CANTERA S,A, , SAN DIEGO
CONCRETERA SALVADOREÑA



EQUIPO DE TRITURACION Y ACOPIO DE MATERIAL
PEDRERA LA CANTERA S.A.

ANEXO N° 14

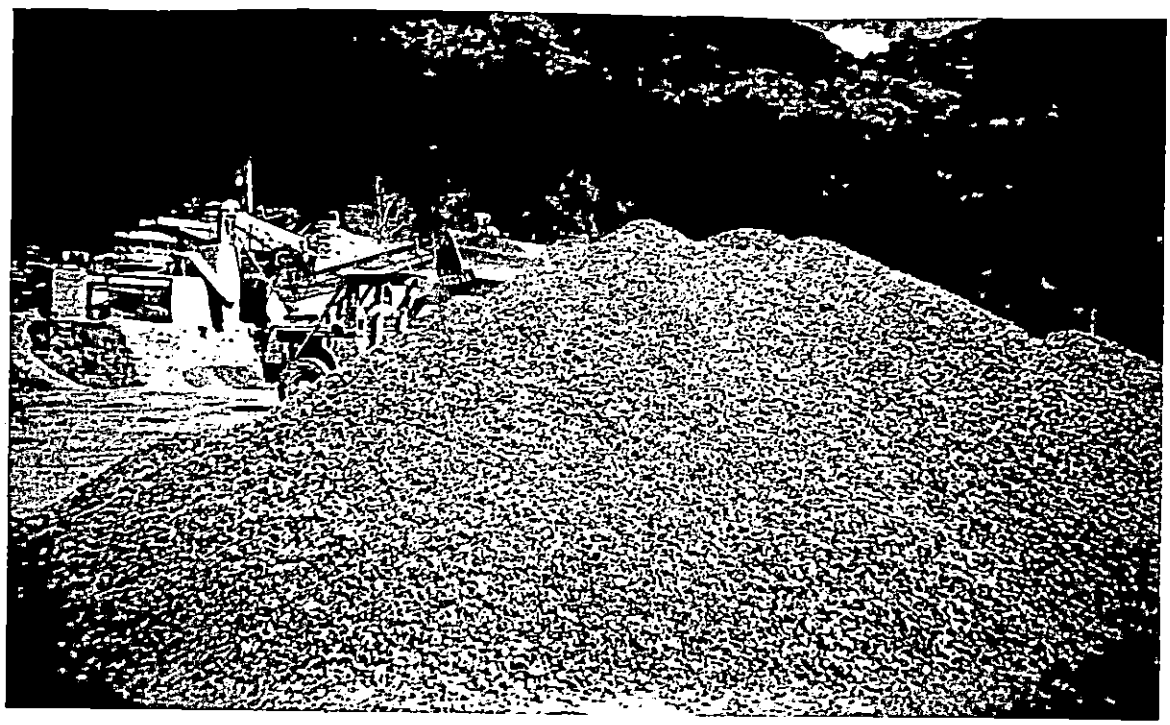


FRENTE DE EXPLOTACION DE GRANA N° 1, 2 Y ARENA NATURAL PEDRERA MINA DE ARAMUACA

ACOPIO DE GRAVA N° 1 Y 2, MINA DE ARAMUACA

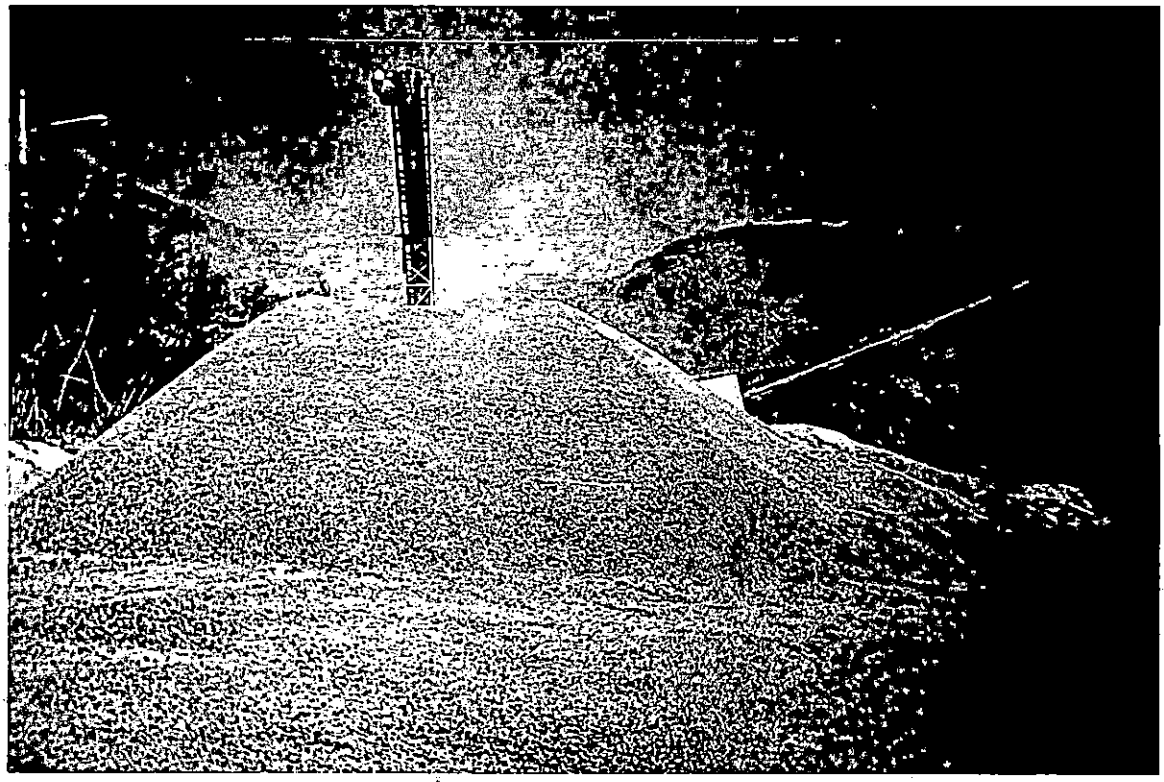
ANEXO N° 15

ACOPIO DE GRAVA N° 1 PEDRERA LA ROCA
PANCHIMALCO



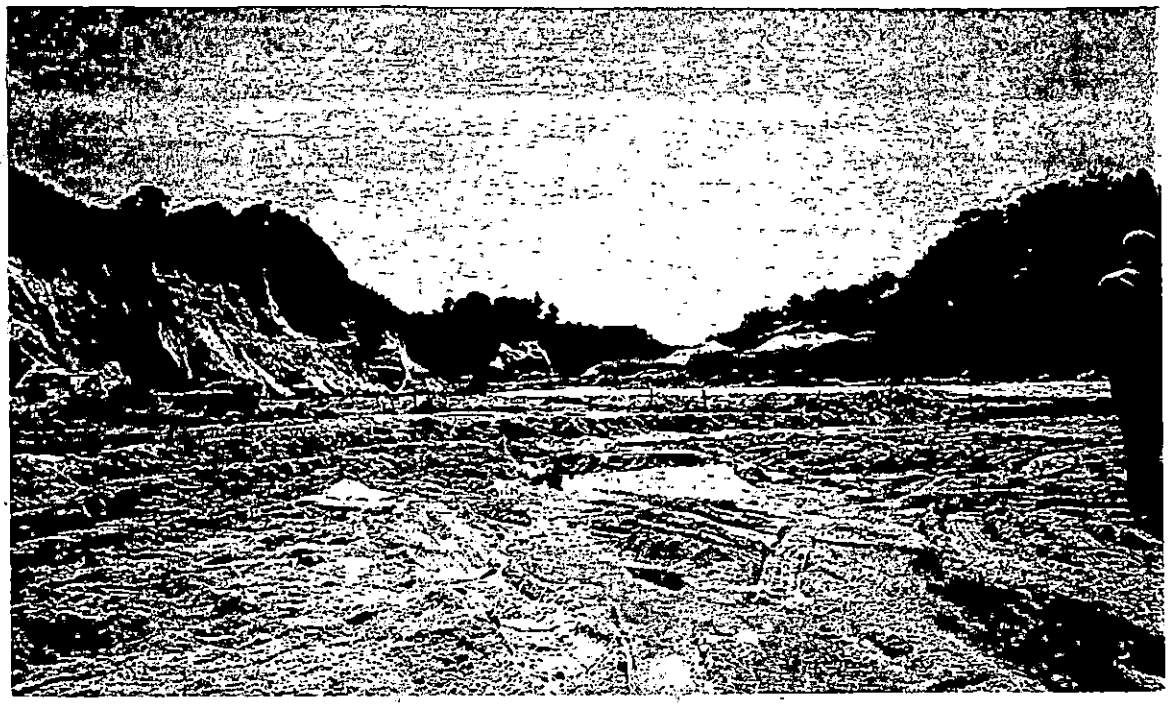
ACOPIO DE GRAVA N° 2 PEDRERA LA ROCA
PANCHIMALCO

ANEXO N° 16

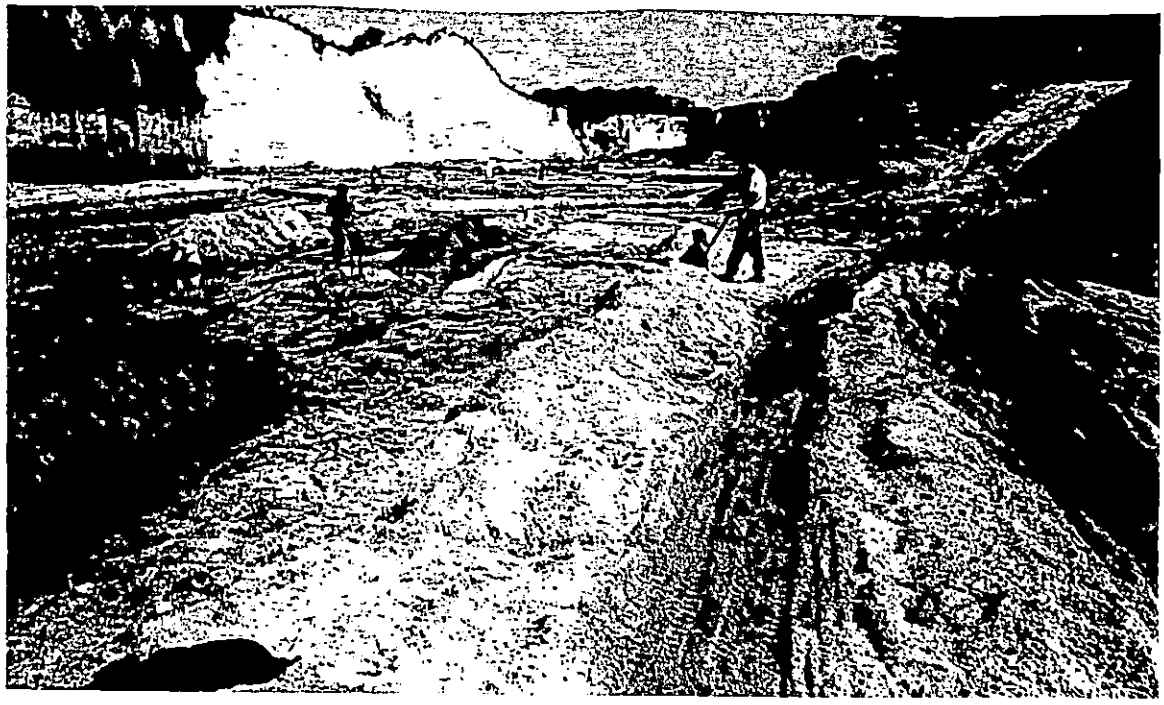


ACOPIO DE GRAVA N° 1 PEDRERA PROTERSA ATEOS
CONCRETERA MIXTO LISTO

ANEXO N° 17



BANCO DE ARENA RIO LAS CAÑAS SOYAPANGO



BANCO DE ARENA RIO LAS CAÑAS APOPA