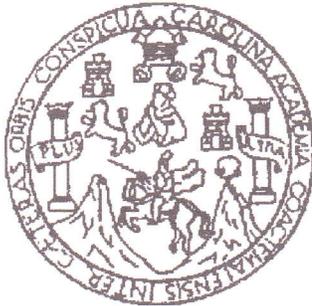


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS: FÍSICAS, MECÁNICAS,
QUÍMICAS Y PETROGRÁFICAS DE AGREGADOS, EXTRAÍDOS DEL RÍO
VILLA LOBOS, KILÓMETRO 22 DE LA RUTA NACIONAL 1 JURISDICCIÓN
DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES, GUATEMALA, PARA SU USO EN LA
INDUSTRIA DEL CONCRETO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

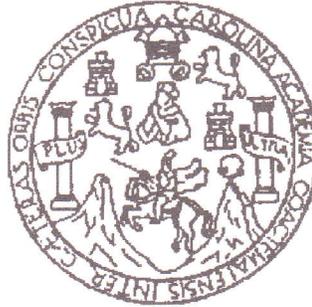
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

KARLA LILIANA CHAVEZ CHANCHAVAC

ASESORADO POR: INGA. DILMA YANET MEJICANOS JOL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL
GUATEMALA, OCTUBRE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maríza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	Agr. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz
EXAMINADOR	Ing. Juan Ramón Ordoñez Hernández
EXAMINADOR	Ing. Mario Enrique Beteta Jeréz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS: FÍSICAS, MECÁNICAS, QUÍMICAS Y PETROGRÁFICAS DE AGREGADOS, EXTRAÍDOS DEL RÍO VILLA LOBOS, KILÓMETRO 22 DE LA RUTA NACIONAL 1 JURISDICCIÓN DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES, GUATEMALA, PARA SU USO EN LA INDUSTRIA DEL CONCRETO

tema que me fuera asignado por la Dirección de Ingeniería Civil, en febrero de 2010.

KARLA LILIANA CHÁVEZ CHANCHAVAC



Guatemala, 14 de Julio de 2 010

Ingeniero José Gabriel Ordoñez Morales
Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil
Área de Materiales y Construcciones Civiles
Coordinador

Ingeniero Ordoñez

Me dirijo a usted para informarle, que he revisado el trabajo de graduación **“DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS: FÍSICAS, MECÁNICAS, QUÍMICAS Y PETROGRÁFICAS DE AGREGADOS, EXTRAÍDOS DEL RÍO VILLA LOBOS, KILOMETRO 22 DE LA RUTA NACIONAL 1 JURISDICCIÓN DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES, GUATEMALA, PARA SU USO EN LA INDUSTRIA DEL CONCRETO”** elaborado con la estudiante universitaria Karla Liliana Chávez Chanchavac, quien conto con la asesoría de la suscrita.

Considerando que el trabajo desarrollado por la estudiante universitaria Chávez Chanchavac satisface los requisitos exigidos en el reglamento de graduación, por lo cual recomiendo su aprobación.

Atentamente,

“Id y enseñad a todos”



Inga. Civil Dilma Yanet Mejicanos Jol

Col. 5947
ASESORA

Dilma Y. Mejicanos Jol
Ingeniera CMI
Col. 5947



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
3 de agosto de 2010

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos
Guatemala

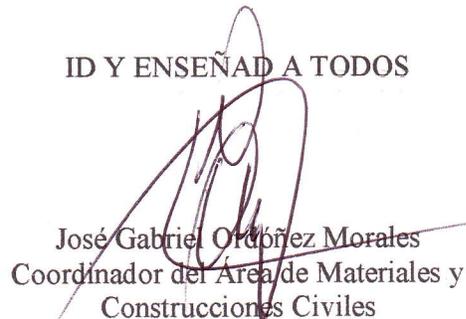
Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS: FÍSICAS, MECÁNICAS, QUÍMICAS Y PETROGRÁFICAS DE AGREGADOS, EXTRAÍDOS DEL RÍO VILLA LOBOS, KILÓMETRO 22 DE LA RUTA NACIONAL 1 JURISDICCIÓN DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES, GUATEMALA, PARA SU USO EN LA INDUSTRIA DEL CONCRETO**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Karla Liliana Chávez Chanchavac, quien contó con la asesoría de la Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol.

Considero que el trabajo realizado por la estudiante Chávez Chanchavac, satisface los objetivos para los que fue planteado, por lo que recomiendo su aprobación.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

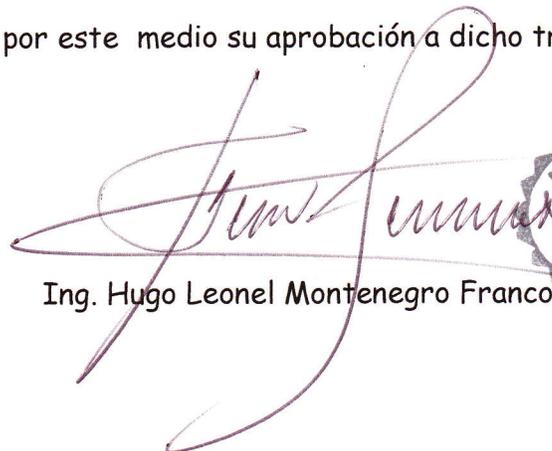

José Gabriel Ordóñez Morales
Coordinador del Área de Materiales y
Construcciones Civiles



FACULTAD DE INGENIERIA
AREA DE MATERIALES Y
CONSTRUCCIONES CIVILES
USAC



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol y del Coordinador del Área de Materiales y Construcciones Civiles, Ing. José Gabriel Ordóñez Morales, al trabajo de graduación del estudiante Karla Liliana Chávez Chanchavac, titulado DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS: FÍSICAS, MECÁNICAS, QUÍMICAS Y PETROGRÁFICAS DE AGREGADOS, EXTRAÍDOS DEL RÍO VILLA LOBOS, KILÓMETRO 22 DE LA RUTA NACIONAL 1 JURISDICCIÓN DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES, GUATEMALA, PARA SU USO EN LA INDUSTRIA DEL CONCRETO, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



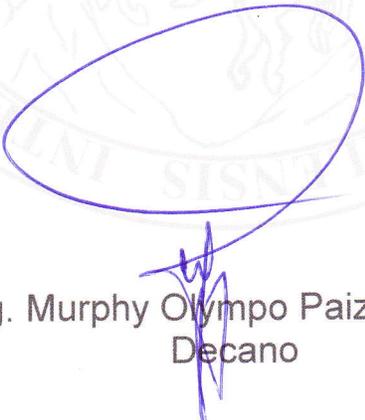
Guatemala, octubre de 2010

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS: FÍSICAS, MECÁNICAS, QUÍMICAS Y PETROGRÁFICAS DE AGREGADOS, EXTRAÍDOS DEL RÍO VILLA LOBOS, KILÓMETRO 22 DE LA RUTA NACIONAL 1 JURISDICCIÓN DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES, GUATEMALA, PARA SU USO EN LA INDUSTRIA DEL CONCRETO**, presentado por la estudiante universitaria **Karla Liliana Chávez Chanchavac**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, octubre de 2010

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por guiar mi camino, darme sabiduría y perseverancia para lograr alcanzar esta importante meta.

MI PADRE

Marco Tulio Chávez, por su amor, cariño, apoyo y consejos; gracias por estar conmigo siempre y por ser ejemplo en mi vida.

MI MADRE

Juana de Chávez, por su amor incomparable, su paciencia, sus consejos, por que se que desde el cielo estas orgullosa de mi.

MI ESPOSO

Vittorio Zaghi, por estar a mi lado y siempre mostrarme su amor, comprensión y apoyo en todos los momentos que hemos compartido juntos. Lo logramos amor, este triunfo es de los dos.

MI HIJO

Vittorio Zaghi, por ser la mayor bendición de mi vida, por ser la luz de cada día, el motivo de lucha y razón para cumplir mis metas y sueños.

MIS HERMANOS

Byron, Sandy y Josué, por compartir conmigo cada uno de los momentos importantes de mi vida.

MIS ABUELOS

Por sus consejos y por el gran cariño que me han brindado.

MI FAMILIA

Que me han brindado su apoyo y cariño.

FAMILIA URIZAR

Por demostrarme su cariño y haber sido un gran apoyo para poder llegar hasta aquí.

MIS AMIGOS

Por su valiosa amistad, y por todos los momentos que hemos compartido juntos.

MI ASESORA

Ingeniera Dilma Mejicanos por brindarme su guía y su apoyo para la realización de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES		VII
GLOSARIO		IX
RESUMEN		XV
OBJETIVOS		XVII
INTRODUCCIÓN		XIX
1. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS, SEGÚN NORMA ASTM C-33		
1.1	Agregado fino	1
1.1.1	Granulometría ASTM C-136	1
1.1.2	Impurezas orgánicas ASTM C-40	2
1.1.3	Tamiz 200 ASTM C-117	2
1.1.4	Bondad de los agregados por el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio ASTM C-88	3
1.1.5	Porcentaje de absorción ASTM C-128	3
1.1.6	Porcentaje de humedad ASTM C-566	3
1.1.7	Pesos unitarios ASTM C-29	4
1.1.8	Pesos específicos ASTM C-128	4
1.1.9	Módulo de finura ASTM C-136	5
1.2	Agregado grueso	5
1.2.1	Granulometría ASTM C-136	6

	1.2.2	Bondad de los agregados por el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio ASTM C-88	6
	1.2.3	Pesos unitarios ASTM C-29	7
	1.2.4	Pesos específicos ASTM C-127	8
	1.2.5	Porcentaje de absorción ASTM C-127	8
IV	1.2.6	Porcentaje de humedad ASTM C-566	9
XI	1.3	Análisis de las propiedades mecánicas del agregado grueso	9
XV	1.3.1	Abrasión en la Máquina de los Ángeles ASTM C-131	10
XVII	1.3.1.1	Equipo y maquinaria	10
XIX	1.3.1.2	Muestra de ensayo	11
	1.3.1.3	Procedimiento	11
	1.4	Examen petrográfico de agregados según Norma ASTM C-295	12
	1.4.1	Importancia y usos de los exámenes petrográficos	13
	1.4.2	Toma de muestras	14
	1.4.3	Arena, grava natural, roca triturada y roca anaquel	15
	1.4.4	Examen de grava, arena natural, roca triturada y roca expuesta o anaquel	16
	1.4.4.1	Examen de grava	16
	1.4.4.2	Examen de la arena natural	16
	1.4.4.3	Examen de la roca triturada	17
	1.4.4.4	Examen de la roca expuesta o anaquel	17
	1.4.5	Clasificación de grava, arena natural, roca triturada y roca anaquel	17
	1.4.6	Condiciones de la muestras	18
	1.4.7	Registros	18

38	1.4.8	Informes y cálculos	18
	1.5	Reactividad potencial de los agregados ASTM C-289	
38		aplicación y uso	19
38	1.5.1	Selección y preparación de la muestra	20
	1.5.2	Procedimiento	21
38	1.5.3	Interpretación de los resultados	21
38	1.5.4	Componentes del Cemento Pórtland	23
37			
9	2.	PRINCIPALES NORMAS RELACIONADAS Y SU	
		FACTIBILIDAD DE APLICACIÓN	25
41	2.1	Método de la barra de mortero para determinar la reactividad	
42		potencial de los álcalis en combinaciones cemento –	
42		agregado ASTM C-277	25
43	2.1.1	Factibilidad de aplicación de la norma ASTM C-277	26
48	2.2	Bondad de los agregados por el uso de sulfatos de sodio	
		ASTM C-88	27
	2.2.1	Factibilidad de aplicación de la norma ASTM C-88	27
47	2.3	Reactividad potencial de los álcalis en rocas carbonáticas	
47		ASTM C-586	28
	2.3.1	Factibilidad de aplicación de la norma ASTM C-586	28
47	2.4	Cambio potencial de volumen en combinaciones de cemento	
		– agregado ASTM C-342	29
48	2.4.1	Factibilidad de aplicación de la norma ASTM C-342	29
48			
4	3.	LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS BANCOS	31
	3.1	Descripción y localización del banco seleccionado	31

3.2	Localización y aspectos geológicos de la zona	33
4. MARCO EXPERIMENTAL		
4.1	Tabulación, análisis e interpretación de resultados	36
4.2	Resultados según la norma ASTM C-131 Abrasión en la Máquina de los Ángeles	36
4.3	Resultados según la norma ASTM C-33	36
4.3.1	Agregado fino	37
4.3.2	Agregado grueso	39
4.4	Resultados según la norma ASTM C-88, uso de sulfato de sodio	41
4.5	Resultado según norma ASTM C- 289	42
4.6	Resultado según norma ASTM C-295	42
4.6.1	Agregado fino	43
4.6.2	Agregado grueso	46
4.7	Ensayos para determinar la resistencia a compresión de cilindros de concreto elaboradas con los agregados estudiados, ASTM C 39	47
4.7.1	Ensayo de cilindros de concreto a compresión	47
4.7.1.1	Mezcla No. 1 para resistencia de 210 kg/cm ²	47
4.7.1.2	Mezcla No. 2 para resistencia de 280 kg/cm ²	48
4.7.1.3	Interpretación de resultados	49
4.7.1.4	Cálculo de la desviación estándar	49

4.7.1.5	Cálculo de la resistencia promedio requerida	52
CONCLUSIONES		55
RECOMENDACIONES		57
BIBLIOGRAFÍA		59
ANEXOS		61
	Informe de la norma ASTM C-33 para agregado fino, banco río Villa Lobos	63
	Informe de la norma ASTM C-33 para agregado grueso, banco río Villa Lobos	65
	Informe de la norma ASTM C-131 del agregado grueso, del río Villa Lobos	67
	Informe de desgaste por sulfato del sodio ASTM C-88 agregado fino, banco río Villa Lobos	69
	Informe de desgaste por sulfato del sodio ASTM C-88 agregado grueso, banco río Villa Lobos	71
	Informe de la norma ASTM C-289 de agregado grueso y fino, del río Villa Lobos	73
	Resultado gráfico de la norma ASTM C-289 para los agregados extraídos, del río Villa Lobos	75
	Informe de la norma ASTM C-39 resistencia de cilindros de concreto de la mezcla de 210kg/cm^2	77
	Informe de la norma ASTM C-39 resistencia de cilindros de concreto de la mezcla de 281kg/cm^2	79

78	Informe de la norma ASTM C-39 resistencia de cilindros de concreto de la mezcla de 281kg/cm ²
77	Informe de la norma ASTM C-39 resistencia de cilindros de concreto de la mezcla de 210kg/cm ²
76	extrados del río Villa Lobos
75	Resultado gráfico de la norma ASTM C-289 para los agregados del río Villa Lobos
74	Informe de la norma ASTM C-289 de agregado grueso y fino
73	agregado grueso, banco río Villa Lobos
72	Informe de desgaste por sulfato del sodio ASTM C-88
71	agregado fino, banco río Villa Lobos
70	Informe de desgaste por sulfato del sodio ASTM C-88
69	Informe de la norma ASTM C-131 del agregado grueso del río
68	río Villa Lobos
67	Informe de la norma ASTM C-33 para agregado fino, banco río
66	Villa Lobos
65	ANEXOS
64	BIBLIOGRAFÍA
63	RECOMENDACIONES
62	CONCLUSIONES
61	4.7.1.5 Cálculo de la resistencia promedio
60	repuenda

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	División entre agregados inocuos y dañinos	22
2.	Fotografía del lugar de extracción de agregado fino y grueso, río Villa Lobos, Villa canales, Guatemala	32
3.	Fotografía del lugar de apilamiento de agregados fino y grueso, río Villa Lobos, Villa Canales, Guatemala	32
4.	Localización del banco de agregados en estudio del río Villa Lobos	34
5.	Curva granulométrica del agregado fino	37
6.	Curva granulométrica del agregado grueso	40
7.	Distribución de los diferentes componentes del agregado fino según el número de tamiz	45
8.	Contenido promedio de los componentes del agregado fino	45

TABLAS

I.	Límites de granulometría para el agregado fino según Norma ASTM C 33	1
II.	Clasificación de la arena por su módulo de finura	5
III.	Tipo de abrasión según granulometría, utilizando 5000 gramos de muestra	12
IV.	Cantidades de material de muestreo para el análisis petrográfico	15
V.	Composición y constitución del Cemento Pórtland	23
VI.	Granulometría agregado fino	37
VII.	Características físicas del agregado fino	38
VIII.	Granulometría del agregado grueso	39
IX.	Características físicas del agregado grueso	40
X.	Pérdidas por uso de sulfato de sodio	41
XI.	Determinación de la reactividad potencial de los agregados según la norma ASTM C-289	42
XII.	Conteo de los tipos de partículas que componen el agregado fino del río Villa Lobos	43
XIII.	Porcentaje de partículas que componen el agregado fino por tamiz del río Villa Lobos	44
XIV.	Resultado del ensayo a compresión mezcla de 3000 psi (210 kg/cm ²)	48

XV.	Resultado del ensayo a compresión mezcla de 4000 psi (280 kg/cm ²)	49
XVI.	Factores de corrección	52
XVII.	Resistencia a la compresión promedio	53

49	XV	Resultado del ensayo a compresión mezcla de 4000 psi (280 kg/cm ²)
52	XVI	Factores de corrección
53	XVII	Resistencia a la compresión promedio

GLOSARIO

Afanítica

La textura afanítica que se puede encontrar en rocas ígneas y consiste en una masa compuesta de cristales pequeños y sin forma definida, que demuestran que la roca en cuestión enfría rápidamente, no permitiendo llegar a los cristales más grandes o de forma regular.

Álcalis

Hidróxido que se forma cuando elementos alcalinos entran en contacto con el agua. En el cemento Pórtland estos elementos alcalinos son el sodio y el potasio.

Andesita

La andesita es una roca ígnea volcánica de composición intermedia. Su composición mineral comprende generalmente plagioclasa, piroxeno y/u hornblenda. La andesita puede tener colores como el negro azabache a verde plomizado según su constitución.

Cuarzo

Mineral formado por sílice, su fórmula química es SiO_2 , de fractura concoidea, su brillo es vítreo; incoloro cuando es puro, pero es frecuente que esté teñido por impurezas, con

una dureza de siete en la escala de Mohs y una densidad relativa de 2,65; es tan duro que raya el acero. Es el mineral más abundante y frecuente de la corteza terrestre.

Extrusiva

Son aquellas rocas que han sido llevadas a la superficie de la tierra por la fuerza volcánica, su granulometría es fina.

Geomorfología

Es la ciencia que estudia las formas del relieve terrestre; pues, según las partículas que componen el término, “geo” es tierra, “morfo” es una forma y “logía” es tratado o estudio. Se remite solo al estudio de la topografía.

Lignito

Carbón mineral cuya composición es de 60% a 75% de carbono, 20% a 30% de oxígeno y 5,5% de hidrógeno.

Limo

Material sedimentario detrítico constituido por partículas de tamaño comprendido entre 1/16 y 1/256 mm. Los limos están formados esencialmente por sílice y son típicos de lagos, pantanos y aguas tranquilas, aunque también pueden ser de origen eólico.

Mortero	Mezcla constituida por agua, arena y aglomerante como el <u>C</u> emento Portland. Puede contener además un aditivo.
Pómez	Vidrio volcánico muy poroso. Este es ligero debido a la liberación de los gases que contenía la lava de la que procede.
Porfídica	Cuando el proceso de enfriamiento en una roca se interrumpe o cambia de velocidad se forman cristales de gran tamaño (fenocristales).
Roca ígnea	Rocas formadas por el enfriamiento y la solidificación de materia rocosa fundida, conocida como magma. Según las condiciones bajo las que el magma se enfríe, las rocas que resultan pueden tener granulado grueso o fino.
Vidrio volcánico	Los vidrios son soluciones, excesivamente viscoso y grandes, sobre enfriadas en las cuales las moléculas o los grupos atómicos están desordenados y no en un orden definido tal como en los cristales.

Mezcla constituida por agua, arena y aglomerante como el Cemento Portland. Puede contener además un aditivo

Mortero

Vidrio volcánico muy poroso. Este es ligero debido a la liberación de los gases que contiene la lava de la que procede

Pómez

Cuando el proceso de enfriamiento en una roca se interrumpe o cambia de velocidad se forman cristales de gran tamaño (fenocristales)

Porfíricos

Rocas formadas por el enfriamiento y la solidificación de masas rocosas fundidas, conocidas como magma. Según las condiciones bajo las que el magma se enfría, las rocas que resultan pueden tener granulado grueso o fino

Rocas ígneas

Los vidrios son soluciones excesivamente viscosas y grandes, sobre enfriadas en las cuales las moléculas o los grupos atómicos están desordenados y no en un orden definido tal como en los cristales

Vidrio volcánico

RESUMEN

En este trabajo de graduación se analiza la calidad de agregados para concreto de un banco ubicado en el río Villa Lobos en el municipio de Villa canales, Guatemala. Para este fin se tomaron dos muestras, una de agregado fino y una de agregado grueso, que fueron trasladadas a los laboratorios del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), en donde se practicaron los ensayos respectivos para determinar sus propiedades físicas, mecánicas, químicas y mineralógicas.

Los ensayos realizados fueron hechos bajo las normas ASTM respectivas, con los datos proporcionados por los ensayos de laboratorio se determinó que los agregados de estos bancos no son recomendables para fabricar concreto con cemento Pórtland, ya que no llegaron a su máximo las propiedades mecánicas y por lo tanto no cumplen con los límites y requisitos que establecen las normas antes mencionadas. Ya que por su alto contenido de piedra pómez se tiene un material con bajo peso unitario y un alto porcentaje de absorción, teniendo que hacer corrección de contenido de agua en el diseño de mezcla.

Debido a la ubicación geográfica donde se encuentra el río Villa Lobos, está expuesto a que se arrastre gran cantidad de vidrio volcánico y afectando las propiedades de los materiales, ya que esto evita que haya una buena adherencia con la pasta agua cemento, ocasionando agrietamientos que brindan una mala apariencia y poca durabilidad del concreto.

También se ve afectado porque muchas industrias y residencias ubicadas a los alrededores, utilizan el río como desfogue de sus aguas negras, y esto obliga a que el material sea sometido a un proceso de lavado previamente a la fabricación del concreto.

Por lo tanto, es recomendable utilizar una desviación estándar mayor, según los datos del ACI 318 sección 5.3.2, este requisito es importante para obtener un concreto aceptable.

OBJETIVOS

- **GENERAL**

Determinar las propiedades físicas, mecánicas, químicas y petrográficas del banco de agregados, utilizados en la industria de la construcción, provenientes del río Villa Lobos en el municipio de Villa Canales, Guatemala, aplicando las normas ASTM para determinar su calidad como agregados para concreto.

ESPECÍFICOS

1. Determinar las especificaciones estándar de los agregados, según la norma ASTM C-33 de las muestras y las propiedades de resistencia a la abrasión e impacto del agregado grueso, según la norma ASTM C-131 , así como su bondad según norma ASTM C-88 y el método de ensayo estándar para desgaste de agregados por el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.
2. Extraer información de los agregados del banco ubicado en el río Villa Lobos, del municipio de Villa Canales, Guatemala, como aporte a la industria del concreto, que pueden abastecerse del material proveniente de este banco.

3. Determinar características químicas, como la reactividad potencial de las muestras de agregado fino y de agregado grueso, provenientes del banco del río Villa Lobos.
4. Realizar el examen petrográfico de las muestras aplicando la norma ASTM C-295, para determinar si existen minerales o sustancias dañinas para el concreto.

ESPECÍFICOS

1. Determinar las especificaciones estándar de los agregados, según la norma ASTM C-33 de las muestras y las propiedades de resistencia a la abrasión e impacto del agregado grueso, según la norma ASTM C-131, así como su pondaje según norma ASTM C-88 y el método de ensayo estándar para desgaste de agregados por el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.
2. Extraer información de los agregados del banco ubicado en el río Villa Lobos, del municipio de Villa Canales, Guatemala, como aporte a la industria del concreto, que pueden abastecerse del material proveniente de este banco.

INTRODUCCIÓN

El concreto es un material durable y resistente, dado que en su proceso de reacción toma forma plástica, prácticamente puede adquirir cualquier forma. Esta combinación de características es la razón principal por la que se define como un material de construcción resistente y de larga duración, brindando así seguridad y calidad a las estructuras.

En Guatemala se cuenta con una diversidad de bancos de agregados, como el caso de la cuenca del río Villa Lobos, ubicado en el municipio de Villa Canales, Guatemala; por esta razón, vale la pena realizar el análisis correspondiente para determinar la calidad que cada uno de ellos posee para el mejoramiento del concreto en la construcción.

Para efectuar este análisis de calidad de agregados para concreto se aplicaron las normas internacionales: ASTM C-127, ASTM C-29, ASTM C-33, ASTM C-40, ASTM C-131, ASTM C-88, ASTM C-295, ASTM C-289, ASTM C-128, ASTM C-39, ASTM C-136 y ASTM C-117; las cuales cubren los ensayos para determinar la buena calidad de agregados en lo que a propiedades físicas, mecánicas, químicas y petrográficas se refiere.

Los ensayos se realizarán en las secciones de Concreto y Química Industrial del Centro de Investigaciones de Ingeniería; y en el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Su descripción teórica, así como los procedimientos a seguir se presentan en el primer capítulo; luego se describen y analizan las principales normas relacionadas y como estas se vinculan con las aplicadas en este trabajo; se muestra la localización y descripción de los bancos en estudio y por último se tienen los ensayos de laboratorio y su análisis respectivo.

1. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS, SEGÚN NORMA ASTM C-33

1.1. Agregado fino

Se determina así al material que pasa por el tamiz No. 4 hasta el tamiz No. 100 y se clasifica como arena natural, de canto rodado o de río, roca triturada o combinación de ambas.

1.1.1. Granulometría ASTM C-136

La granulometría y el tamaño máximo de agregado afectan las proporciones relativas de los agregados, así como los requisitos de agua y cemento, la trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción y durabilidad del concreto. El agregado fino deberá estar graduado dentro de los límites que se establecen en la tabla I, según norma ASTM C 33.

Tabla I. Límites de granulometría para el agregado fino según Norma ASTM C 33

TAMIZ	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100
% QUE PASA	100%	100%	100%	85%	50%	30%	10%
% QUE NO PASA		0%	0%	15%	50%	70%	90%

1.1.2. Impurezas orgánicas ASTM C-40

Se realiza esta prueba para determinar la contaminación del agregado fino, el contenido de impurezas orgánicas se obtiene por medio de la prueba colorimétrica. Los agregados sujetos a esta prueba y que produzcan un color más oscuro que el del número 3; que es el que la norma permite, deberán ser rechazados, a no ser que cumplan alguna de las condiciones siguientes.

- Puede usarse un agregado fino que no haya cumplido con la prueba, si se comprueba que la decoloración se produjo debido a la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas similares, o si existe la posibilidad de un lavado o estabilización de ácidos.

- Puede usarse un agregado fino que no haya cumplido con la prueba, si cuando se ensaye, posee propiedades adecuadas para la fabricación de morteros y estos presenten una resistencia a la compresión no menor del 95 % a los 7 días, calculada según la norma ASTM C - 87.

1.1.3. Tamiz 200 ASTM C-117

El agregado fino estará formado por arena natural, de canto rodado o de río, roca triturada o combinación de ambas, obtenida de las fuentes previamente seleccionadas y analizadas en laboratorio, para determinar su calidad. El tamaño mínimo será el retenido en el tamiz No. 200, mediante el procedimiento del lavado se determina el porcentaje que pasa el tamiz 200, está representado por limo, arcilla y materia orgánica, este a su vez es perjudicial para el concreto y no deberá ser mayor que el 3% según la norma.

1.1.4. Bondad de los agregados por el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio ASTM C-88

El método del uso de sulfato de sodio en agregados, se utiliza para determinar la resistencia a la desintegración, cuando están sujetos a la acción del clima en el concreto u otras aplicaciones.

Esto se logra sumergiendo la muestra por ciclos en soluciones de sulfato de sodio, seguido de un secado al horno para secar total o parcialmente la sal en los poros del agregado y se calcula el porcentaje de pérdida de masa. Proporciona una información valiosa para juzgar la bondad de los agregados sujetos a la acción de la intemperie.

1.1.5. Porcentaje de absorción ASTM C-128

Se puede definir la absorción, como la cantidad de agua absorbida por el agregado sumergido en el agua durante 24 horas. Se expresa como un porcentaje del peso del material seco, que es capaz de absorber, de modo que se encuentre el material saturado superficialmente seco.

El porcentaje de absorción de un agregado sirve para corregir el peso del material en las mezclas de concreto.

1.1.6. Porcentaje de humedad ASTM C-566

En los agregados existen poros, los cuales al encontrarse en la intemperie pueden estar llenos con agua, estos poseen un grado de humedad, el cual esto

de gran importancia, ya que con él se podría saber si aporta agua a la mezcla.

1.1.7. **Peso unitario ASTM C-29**

El peso unitario es la relación entre la masa del material y un volumen ocupado por el mismo, expresado en kg/m^3 . Hay dos valores para esta relación; el peso unitario suelto y el peso unitario apisonado, en ambos casos, este peso se debe obtener con material en estado seco-saturado.

El valor del peso unitario o peso volumétrico suelto se utiliza:

- a) Para el diseño de mezclas de concreto
- b) Para convertir pesos a volumen y viceversa

1.1.8. **Pesos específicos ASTM C-128**

El peso específico es una característica generalmente utilizada para el cálculo del volumen ocupado por el agregado en varias mezclas incluido concreto portland, concreto bituminoso y otro tipo de mezclas cuyas proporciones son analizadas en base a su volumen absoluto, el peso específico es también usado en el cálculo de vacíos en el agregado.

El ensayo para el peso específico debe realizarse con 200 gramos de material en condición seco-saturado- La capacidad de la probeta debe ser de 500 mililitros. Se debe realizar tres pruebas con diferentes probetas, para obtener un promedio significativo.

1.1.9. Módulo de finura ASTM C-136

El módulo de finura deberá estar entre los rangos 2,3 y 3,1. Si el agregado no cumple con estos requisitos más del 0,20 del valor asumido al seleccionar las proporciones para concreto, deberá ser rechazado; a menos que se verifiquen ajustes adecuados con el objeto de compensar la diferencia de graduación. La importancia de esto es que si el agregado fino es muy grueso no cumple su función de llenado de vacíos, y si el agregado fino es muy grueso presenta mayor absorción en la mezcla de concreto.

La clasificación del agregado fino por su módulo de finura se presenta en la tabla II.

Tabla II. Clasificación de la arena por su módulo de finura

TIPO DE ARENA	MÓDULO DE FINURA
Gruesa	2,90 – 3,20
Media	2,20 – 2,90
Fina	1,50 – 2,20
Muy fina	1,50

1.2. Agregado grueso

El agregado grueso estará formado por grava, grava triturada, piedra triturada, escoria de hornos de explosión, concreto de cemento hidráulico triturado o una combinación de ellos. Se considera agregado grueso el retenido a partir del tamiz No. 4. El agregado grueso debe ser duro resistente, limpio y

sin recubrimiento de materiales extraños o de polvo, los cuales, en caso de presentarse, deberán ser eliminados inmediatamente.

La forma de las partículas más pequeñas del agregado grueso de roca o grava triturada deberá ser generalmente cúbica y deberá estar razonablemente libre de partículas delgadas, planas o alargadas en todos los tamaños. Las formas angulosas o planas hacen más difícil el amasado y colocación del concreto, debido a la misma forma, además, no existe la adherencia adecuada ni uniformidad apropiada.

1.2.1. Granulometría ASTM C-136

La granulometría consiste en un análisis de separación para conocer los % de granos de cada tamaño. El agregado debe tener una graduación dada de acuerdo con su tamaño máximo y dentro de los límites fijados por las especificaciones de la norma.

Los agregados gruesos deben conformar los requerimientos descritos en la norma ASTM C-33 para cada número de tamiz, según el tamaño de agregado a utilizar. El tamaño del agregado se encuentra en función de las necesidades específicas para el diseño del concreto.

1.2.2. Bondad de los agregados por el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio ASTM C-88

Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

Establece un método de ensayo para determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio. Consiste que a la muestra, en este caso los agregados, se le someterá a un agente químico (sulfato de sodio), durante cinco ciclos. Finalmente se pesa el material que no sufrió alteraciones físicas, previamente lavado y secado en el horno, y se calcula el porcentaje de pérdida de masa para ver si este cumple con las exigencias de la norma, pues la presión interna que se establece con el crecimiento de los cristales de sal en los poros del agregado, se asemeja por aquella producida por el congelamiento del agua.

1.2.3. Pesos unitarios ASTM C-29
Es el peso con respecto a su volumen. Este término es el más utilizado en las especificaciones de la norma ASTM C-29. Es aplicable a condiciones de trabajo, tomando como volumen unitario el metro cúbico o el pie cúbico.

El peso unitario de un agregado da una medida de los vacíos en un volumen unitario de agregado. Este valor es necesario para determinar la cantidad de agregado grueso que puede ser acomodado en una mezcla de hormigón. Los vacíos en los agregados dependen de varios factores como: tamaño, forma, textura de superficie, granulometría y compactación.

Al determinar el peso unitario se observa que está influenciado por el grado de asentamiento y por el contenido de humedad, por lo que debe calcularse con el material seco suelto y apisonado. El primero se usa para conversiones de peso a volumen, para conocer el consumo de agregados por

metro cúbico de concreto. El segundo se usa para conocer el volumen de materiales apilados.

1.2.4. Pesos específicos ASTM C-127

El peso específico (densidad relativa) de un agregado es la relación de su peso respecto al peso de un volumen absoluto igual de agua (agua desplazada por inmersión). Se usa en ciertos cálculos para dosificación de mezclas y control, por ejemplo, en la determinación del volumen absoluto ocupado por el agregado.

El peso específico aparente relativo es la relación entre el peso de un volumen aparente (el volumen sin descontar los poros y espacios libres) de un cuerpo y el peso de otro volumen aparente de otro cuerpo tomado como comparación, a igual intensidad de la gravedad y en las mismas condiciones de temperatura y presión.

El peso específico, como se define en la especificación ASTM E-12, corresponde al peso específico relativo y para agregados finos se determina por métodos descritos en la norma ASTM C-128 y para agregado grueso ASTM C-127 que consiste en medir el desplazamiento del agua, producido por un peso conocido de agregado en condición saturada y de superficie seca; se usa para este objeto una probeta calibrada.

1.2.5. Porcentaje de absorción ASTM C-127

La capacidad de absorción se determina encontrando el peso de un agregado bajo condición seca saturada y en condición seca. La diferencia en

pesos expresada como por ciento del peso seco es la capacidad de absorción. Esta información se requiere para balancear las necesidades de agua en la mezcla de concreto.

1.2.6. Porcentaje de humedad ASTM C-566

Los agregados pueden tener algún grado de humedad lo cual está directamente relacionado con la porosidad de las partículas. La porosidad depende a su vez del tamaño de los poros, su permeabilidad y la cantidad o volumen total de poros. Con el contenido de humedad podemos deducir qué cantidad de agua nos aporta el agregado a la mezcla.

1.3. Análisis de las propiedades mecánicas del agregado grueso

La resistencia a la abrasión, desgaste, o dureza de un agregado, es una propiedad que depende principalmente de las características de la roca madre. Este factor cobra importancia cuando las partículas van a estar sometidas a un roce continuo, para lo cual los agregados que se utilizan deben ser duros. La resistencia al desgaste (abrasión), y la resistencia al rayado de un agregado a menudo es empleado como índice general de su calidad.

Para determinar la resistencia al desgaste de los agregados se emplea el ensayo en la Máquina de los Ángeles, de acuerdo con la norma ASTM C-131, consiste, básicamente, en colocar el agregado dentro de un cilindro rotatorio con una carga de bolas de acero por un período de tiempo especificado en la norma anterior, después de lo cual se determina el porcentaje de desgaste sufrido.

1.3.1. Abrasión en la Máquina de los Ángeles ASTM C-131

Este método cubre el procedimiento para ensayos de agregado grueso menores de 1½ pulgadas (37,5 mm), para determinar su resistencia al desgaste en la Máquina de los Ángeles.

Se utiliza material de diferentes graduaciones, para clasificar el tipo de desgaste, el cual se lleva a cabo por fricción entre las esferas de acero por un período de tiempo específico y el material debe estar en condición seca-seca; después de lo cual se determina el porcentaje de desgaste sufrido. El agregado grueso ensayado a desgaste no deberá mostrar una pérdida según los medios de extracción y uso que esta especificado para las diferentes estructuras. Para carretera menor del 50% en peso o desgaste, y para concreto un 40%.

1.3.1.1. Equipo y maquinaria

Se usa la Máquina de los Ángeles que satisfaga las características descritas por la norma ASTM C-131. La máquina consistirá en un cilindro hueco cerrado en ambos extremos, teniendo un diámetro interno de 28 pulgadas y el largo interior de 20 pulgadas.

El cilindro será montado en ejes, acoplados a los extremos del cilindro pero sin atravesarlo, y será montado de manera que pueda girar estando su eje en posición horizontal. El cilindro será provisto de una abertura para poder introducir la muestra de ensayo. La abertura cerrará de modo que sea a prueba de polvo, lo que se logra con una tapadera que se amolde al cilindro y se atornille al mismo.

A lo largo de una línea de la superficie interior del cilindro se colocará una placa o paleta de acero removible, proyectada radialmente hacia el centro del cilindro de 3½ pulgadas y extendida a todo lo largo del mismo. Las cargas abrasivas consistirán en esferas de acero de un diámetro aproximado de 46,8 mm y un peso de entre 390 a 445 gramos.

TIPO	TAMICES	RETENIDO (gr)	ESFERAS	TIEMPO (min)
A	1", 1 1/2", 2"	1 250 (+)	17	17
B	1", 1 1/2"	2 500 (+)	17	17

1.3.1.2. Muestra de ensayo

La muestra de ensayo consistirá en agregado que ha sido lavado y secado al horno a temperatura 105 °C a 110 °C, hasta obtener peso constante. Si la cantidad de material requerido en cada tamiz no cumple con la granulometría que especifica la tabla en la norma, pero si contiene partículas mayores, es posible triturarlas para completar los pesos.

1.3.1.3. Procedimiento

- Se encuentra la granulometría con una cantidad representativa para obtener los porcentajes y cantidades retenidas, para identificar el tipo de abrasión.
- De acuerdo con la cantidad de material se clasifica el tipo de desgaste, de acuerdo la siguiente tabla.

Tabla III Tipo de abrasión según granulometría, utilizando 5 000 gramos de muestra

TIPO	TAMICES	PESO RETENIDO (gr)	No. DE ESFERAS	REV	TIEMPO (min)
A	1", 3/4", 1/2", 3/8"	1 250 (+/-) 10	12	500	17
B	1/2" y 3/8"	2 500 (+/-) 10	11	500	17
C	1/4" y No. 4	2 500 (+/-) 10	8	500	17
D	No. 8	5 000	6	500	17

- c) La diferencia entre el peso inicial y el peso final de la muestra de ensayo, se expresará en forma de porcentaje del peso inicial de la muestra de ensayo. Este valor será expresado como porcentaje de desgaste.

1.4. Examen petrográfico de agregados, según Norma ASTM C-295

Se utiliza para determinar la presencia de minerales y sustancias que provocan reacciones con la pasta de cemento Pórtland a corto, mediano y largo plazo.

Lo más importante es determinar si hay componentes que puedan afectar el comportamiento de un agregado en una aplicación específica, como por ejemplo, determinar y cuantificar los componentes reactivos potenciales de álcali-sílice y álcali-carbonato y recomendar ensayos que confirmen o no la reacción. Esta norma es aplicable a bancos que están en explotación y a bancos susceptibles de ser explotados.

1.4.1. Importancia y usos de los exámenes petrográficos

Los exámenes petrográficos son hechos con los siguientes propósitos.

- Determinar las características físicas y químicas del material que será observado y determinar el comportamiento del material para el uso que será destinado.
- Describir y clasificar los componentes que tiene la muestra.
- Para comparar muestras de agregados de nuevos bancos con las muestras de agregados de uno o más bancos, y que los datos estén disponibles en archivos.
- El examen petrográfico debe establecer si el conjunto contiene minerales químicamente inestables como sulfatos solubles, sulfuros inestables que puede formar el ácido sulfúrico o crear peligro en concreto expuesto a altas temperaturas durante el servicio, o volumétricamente materiales inestables como esmectitas (alta capacidad de hinchamiento).
- Ayuda a determinar la forma de las partículas: cúbica, esférica, elipsoidal, partículas piramidales, tabulares, planas y alargadas en la muestra.
- Determina la posible presencia de contaminantes en los agregados, tales como: vidrio sintético, cenizas, escoria o ceniza de carbón, óxido de magnesio, óxido de calcio, o ambos, yeso, tierra, hidrocarburos y productos químicos que puedan afectar el comportamiento establecido del concreto.

1.4.2. Toma de muestras

La toma de muestras debe realizarse por un experto, familiarizado con los requerimientos para muestreo aleatorio de agregados para concreto, debiendo considerarse la localización, la geología y otros datos importantes del sitio donde se sustrajo la muestra.

Las canteras no desarrolladas se muestrearán por medio de núcleos perforados, a través de toda la profundidad que se espera explotar; la perforación se realizará perpendicularmente a la característica estructural dominante de las rocas. Las rocas masivas se muestrearán con núcleos de cincuenta y tres milímetros de diámetro y para estratificaciones delgadas o materiales complejos deberán tomarse núcleos no menores de 100 mm de diámetro. Se deberá contar con un número adecuado de perforaciones a cubrir los límites de los depósitos propuestos para el proyecto.

Para canteras en operación de gravas y arenas, las muestras se representan por no menos de 45 kilogramos o 300 piezas de las más grandes de cada tamaño de material.

Para afloramientos de canteras no productoras, donde los apilamientos regulares del material no son disponibles, las muestras no deben ser menos de 2 kilogramos de cada estrato, con piezas que no pesen menos de 0,5 kilogramos o por núcleo perforado descrito anteriormente.

Los depósitos de arenas y gravas no desarrollados, deberán ser muestreados por medio de pruebas en trincheras excavadas a mano, para anticipar la futura producción económica.

Las muestras consistirán en no menos de las cantidades de material indicadas en la tabla IV, seleccionando, tanto como sea posible, la representatividad de los depósitos.

Tabla IV. Cantidades de material de muestreo para el análisis petrográfico

ABERTURA DE TAMIZ	CANTIDAD		
	kg	lb	Piezas
Mayores de 150 mm (6")	--	--	*
75 a 150 mm (3" a 6")	--	--	--
37,5 a 75 mm (1 ½" a 3")	180	400	300
19 a 37,5 mm (¾" a ½")	90	200	--
4,75 a 19 mm (No. 4 a ¾")	45	100	--
Menores de 4,75 mm (No. 4)**	23	50	--

* No menos de una pieza de cada tipo aparente de roca.

** Agregado fino

1.4.3. Arena, grava natural, roca triturada y roca anaquel

Las muestras se tamizan en seco para obtener muestras de cada tamaño de tamiz. Cada fracción tamizada será examinada por separado, iniciando con el tamaño mayor para facilitar su identificación; puede necesitarse el uso del microscopio estereoscópico para facilitar la identificación de pequeñas partículas, o el uso del microscopio petrográfico.

La reducción de partículas de cada fracción tamizada se realiza por medio de cuarteos hasta obtener un mínimo de 150 partículas; del número de partículas depende el grado de precisión que se requiera, el cual se contará al iniciarse el examen, luego de identificarse las partículas, se deben contar nuevamente.

1.4.4. Examen de grava, arena natural, roca triturada y roca expuesta o anaquel

CANTIDAD		ABERTURA DE TAMIZ	
1.4.4.1. Examen de la grava			
			Mayor de 75 mm (3")

Las gravas se examinan para establecer si presentan revestimiento externo, si existe, se determinará si consiste en materiales potencialmente dañinos para el concreto y que tan firme es el revestimiento. Si cada fracción tamizada puede clasificarse fácilmente, dentro de los tipos de rocas, mediante un examen visual, las demás identificaciones pueden omitirse. Las rocas de grano fino que no se pueden identificar macroscópicamente y que pueden contener componentes dañinos para el concreto, serán examinadas mediante microscopía petrográfica.

1.4.4.2. Exámenes de la arena natural

Estos exámenes son similares a los de la grava, con la diferencia que se requiere el uso del microscopio estereoscópico, disco de Petri, pinzas y aguja de disección.

Para granos más finos que los de tamiz No. 30 se reducen por cuarteo a aproximadamente 4 o 5 gramos, el volumen será normalmente menor que una cucharadita rasa, tomando en cuenta que el número de partículas no debe ser menor de 150. El examen puede realizarse como el de los granos superiores al tamiz No. 30 y si es posible, auxiliarse con el microscopio petrográfico.

1.4.4.3. Examen de la roca triturada

El procedimiento para este examen se necesitará datos cuantitativos que deben ser obtenidos por conteo de partículas, como se describe en la sección de grava y arena natural; inciso 1.4.3.

1.4.4.4. Examen de la roca expuesta o anaquel

El procedimiento en este tipo de roca debe ser el estudio de la roca individual. La muestra consiste en una cantidad relativamente grande de roca fracturada, se debe examinar la muestra completa, ya que de esta forma se determina la variedad relativa de las partículas presentes en la muestra.

1.4.5. Clasificación de grava, arena natural, roca triturada y roca anaquel

Los fragmentos de roca deben ser clasificados por medio del método visual, esto puede realizarse si existen uno o más grupos de fragmentos que sean fácilmente identificables y separados de forma manual, ya sea en una superficie natural, una superficie fracturada, una superficie perforada o un examen de acidez. Puede que no sea necesario realizar una evaluación demasiado extensa.

En las rocas de grano fino es necesario realizar el examen por medio de microscopio estereoscópico para verificar la existencia de sustancias dañinas para el concreto. La cantidad en una muestra será determinada por la cantidad de este material que se necesite para un trabajo determinado.

1.4.6. Condiciones de la muestras

Las muestras se examinan en grupos separados, según el número de tamiz, si existiera algún grupo de partículas de alguna condición en particular se debe separar para analizar su comportamiento con el concreto.

De cada tamiz, se van separando las rocas por su condición y así se lleva el conteo de las distintas partículas por las que está formado nuestro agregado.

1.4.7. Registros

Al llevar a cabo el procedimiento del examen petrográfico, se debe tomar en cuenta la composición de las muestras separadas por tamices y la granulometría de la muestra en el momento de haber sido tomada.

1.4.8. Informes y cálculos

Se deberá calcular la composición de cada fracción retenida en los tamices de una muestra heterogénea y expresarla como un porcentaje de la cantidad total. Se construye una tabla para representar la composición de cada fracción tamizada. Reportando los valores aproximados a números enteros, y las

cantidades de componentes menores del 5% de la fracción tamizada o de la muestra completa como residuos.

El reporte del examen petrográfico debe contener los datos esenciales necesarios para identificar la muestra, la fuente, propósito de uso e incluye una descripción dando la composición y propiedades del material. El informe debe incluir los procedimientos empleados en la prueba, y una descripción de la naturaleza y las características de cada constituyente importante de la muestra, acompañado de tablas y fotografías según sea necesario.

Cuando en una muestra han sido encontradas propiedades o constituyentes conocidos por sus propiedades dañinas al concreto, estas deben ser descritos cualitativamente y su posible magnitud de forma cuantitativa. Los efectos desfavorables que se espera sucedan deben mencionarse, así como incluir recomendaciones; considerando un examen petrográfico adicional, químico, físico, o investigación geológica que deba ser necesaria para evaluar propiedades adversas que fueron indicadas en el examen petrográfico.

1.5. Reactividad potencial de los agregados ASTM C-289 aplicación y uso

Existen agregados con alto contenido de sílice, estos pueden producir reacciones dañinas con sustancias alcalinas (Na_2O y K_2O) en un concreto. Estas reacciones pueden ser lentas o tardías, y consisten en la generación de hidróxidos de elementos alcalinos cuando éstos entran en contacto con el agua, posteriormente al combinarse con sílice hidratada generan un gel de silicato de sodio hidratado que conlleva un aumento de volumen de hasta el 50 %.

Este cambio de volumen produce fisuras en los agregados, provocando mal desempeño en la función estructural del concreto y en casos severos pueden darse incluso explosiones internas.

Este ensayo describe un método químico para determinar la reactividad potencial de un agregado con álcalis, en un concreto elaborado con cemento Pórtland, de acuerdo con la magnitud de la reacción que ocurre durante 24 horas a 80 °C, entre una solución de hidróxido de sodio 1 N y un agregado que ha sido triturado y cernido de forma que pase por un tamiz No. 50 y quede retenido en un tamiz No. 100, se mide la cantidad de sílice disuelta desde el agregado y la reducción en la alcalinidad de la disolución.

Los resultados de este método pueden ser obtenidos rápidamente, aunque no son completamente fiables en todos los casos, proveen datos valiosos que pueden mostrar la necesidad de obtener información adicional a través de los métodos descritos en las normas ASTM C-227 y ASTM C-295 (método de la barra de mortero y análisis petrográfico, respectivamente).

1.5.1. Selección y preparación de la muestra

Este ensayo es aplicable tanto a agregados finos como gruesos; cuando los agregados finos y gruesos provengan del mismo material, puede aplicarse para el agregado total.

La muestra de ensayo debe ser preparada de una porción representativa del agregado triturándolo hasta que pase el tamiz de No. 50, reservar como muestra para el ensayo. Debe evitarse tanto como sea posible la proporción de finos que pasan el tamiz No. 100.

1.5.2. Procedimiento

Pesar tres porciones representativas de $25,00 \pm 0,05$ gr de la muestra seca comprendida entre los tamices No. 50 y No. 100. Colocar cada porción en uno de los tres recipientes y agregar por medio de una pipeta 25 cm^3 de la solución de NaOH 1 000 N. En un cuarto recipiente, utilizando una pipeta agregar 25 cm^3 de la misma solución NaOH para usarla como solución blanca. Sellar los cuatro envases después de agitarlos suavemente para liberar el aire atrapado.

Inmediatamente después de haber sellado los envases, se colocan en un baño líquido, o de aire mantenido a $80 \pm 1,0$ °C. Después de $24 \pm \frac{1}{4}$ de hora se sacan los envases del baño y se enfrían bajo una corriente de agua por 15 ± 2 minutos hasta menos de 30 °C. Inmediatamente después de haberse enfriado los recipientes se filtra la solución del residuo del agregado.

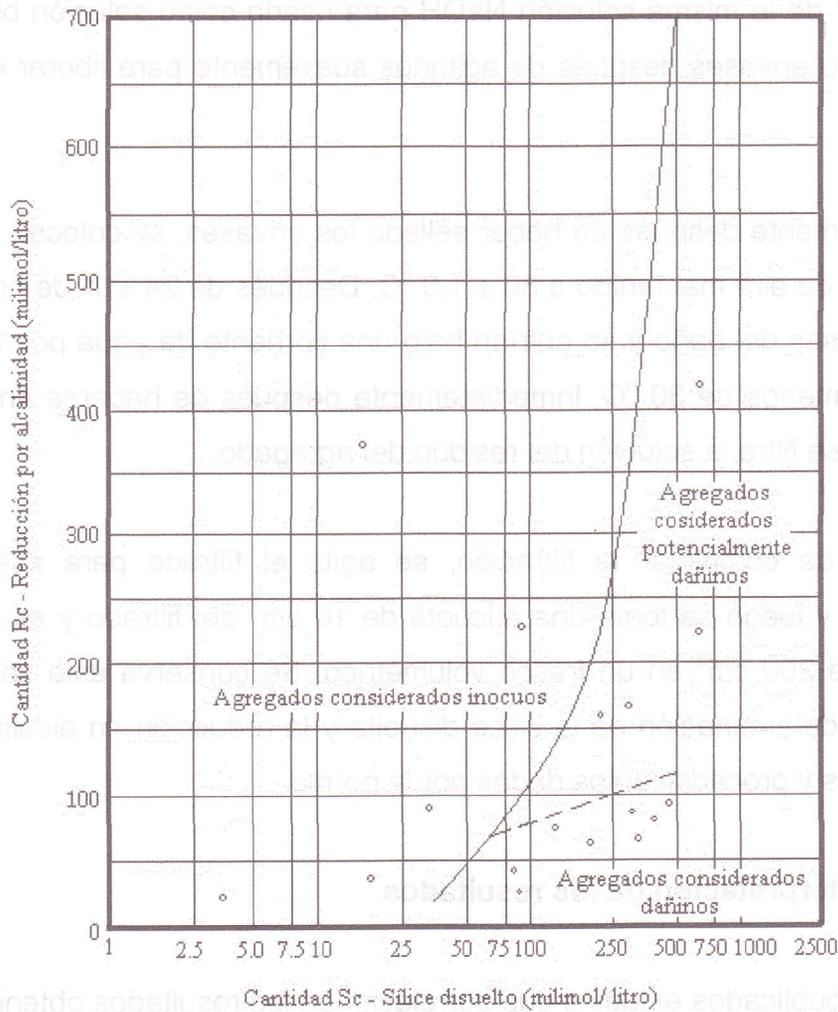
Después de completar la filtración, se agita el filtrado para asegurar homogeneidad y luego se toma una alícuota de 10 cm^3 del filtrado y se diluye con agua hasta 200 cm^3 en un frasco volumétrico. Se conserva esta solución diluida para la determinación de la sílice disuelta y la reducción en alcalinidad, con las fórmulas y procedimientos dados por la norma.

1.5.3. Interpretación de los resultados

Han sido publicados estudios que correlacionan los resultados obtenidos a partir de este método con el comportamiento de los agregados en estructuras de concreto, con la expansión de barras de morteros elaborados con cemento de alto contenido de álcali y con los exámenes petrográficos de los agregados.

A continuación se muestra la división entre agregados inofensivos y dañinos:

Figura 1. División entre agregados inocuos y dañinos



Fuente: Normas de la Asociación Americana para el Ensayo de Materiales, Vol. 1

04.02 Pág. 164

1.5.4. Componentes del cemento Pórtland

En la tabla siguiente se identifican los componentes principales del cemento Pórtland que comúnmente es utilizado para la elaboración de concreto.

Tabla V. Composición y constitución del cemento Pórtland

COMPONENTE	FORMA QUÍMICA	COMPOSICIÓN (%)
Sílice	SiO ₂	14 - 22
Alumina	Al ₂ O ₃	4 - 7
Óxido de hierro	Fe ₂ O ₃	2 - 4
Cal	CaO	62 - 65
Sulfato	SO ₃	1,5 - 2
Magnesio	MgO	1 - 4
Óxidos alcalinos	Na ₂ O + K ₂ O	0,3 - 1

1.3.4. Componentes del cemento Portland

En la tabla siguiente se identifican los componentes principales del cemento Portland que comúnmente es utilizado para la elaboración de concreto.

Tabla V. Composición y constitución del cemento Portland

COMPONENTE	FÓRMULA QUÍMICA	COMPOSICIÓN (%)
Silicea	SiO ₂	14 - 22
Alumina	Al ₂ O ₃	4 - 7
Oxido de hierro	Fe ₂ O ₃	2 - 4
Cal	CaO	52 - 62
Sulfato	SO ₃	1,8 - 2
Magnesio	MgO	1 - 4
Oxidos alcalinos	Na ₂ O + K ₂ O	0,3 - 1

2. PRINCIPALES NORMAS RELACIONADAS Y SU FACTIBILIDAD DE APLICACIÓN

En este análisis se han utilizado cuatro normas para analizar de forma más completa los agregados en estudio, evaluando propiedades físicas, mecánicas y químicas. Sin embargo, las normas ASTM son muy específicas cuando se trata de un agregado utilizado para un propósito en particular, es aquí donde se debe decidir qué ensayos realizar.

Además de las normas incluidas en la especificación ASTM C-33 y las normas ASTM C-295, C-289 y C-131, se consideran para el objetivo de este análisis como normas complementarias o en algunos casos como sustitutas de las aplicadas, las normas que se describen a continuación.

2.1. Método de la barra de mortero para determinar la reactividad potencial de los álcalis en combinaciones cemento – agregado ASTM C-277

Este método de ensayo sirve para determinar la expansión potencial debida a reactividad de los álcalis en las combinaciones de cemento y agregados, midiendo la expansión desarrollada por las combinaciones en barras de mortero, durante el almacenaje bajo condiciones prescritas por el ensayo.

Se reconocen dos tipos de reactividad de los álcalis con los agregados: la primera es la reacción álcali-sílice, que involucra ciertas rocas silíceas, minerales y vidrio natural o artificial y la segunda es la reacción álcali-carbonato que involucra dolomita, calcita y calizas dolomíticas. Este método no se recomienda cuando se trata de álcali-carbonato, debido a que la expansión en esta reacción es mucho más pequeña que la producida por el álcali-sílice teniendo a largo plazo los mismos efectos perjudiciales.

2.1.1. Factibilidad de aplicación de la norma ASTM C-277

Esta norma sólo puede ser usada para la reacción álcali-sílice y es complementaria a la de reactividad potencial por el método químico y el análisis petrográfico, posee la ventaja de medir físicamente las expansiones producidas por las reacciones químicas, condición que ninguno de los otros dos ensayos logra para este tipo de reacción.

Este ensayo es idóneo para una cantera que aún está en fase de estudios previos a la explotación y tiene potencial para producir por muchos años, ya que su realización toma largo tiempo, desde un mínimo de un año para tener suficiente información, hasta varios años después si se desea. Por otro lado, si se requiere información sobre agregados que ya han sido usados, el análisis petrográfico brinda información rápida aunque no cuantitativa de los daños que pueden causar los minerales dañinos.

Si bien el método de la barra de mortero puede dar una buena idea sobre reactividad en los primeros años de un concreto, no permite establecer qué sucederá varias décadas después de su elaboración, pero se estima que la vida

útil de cualquier estructura es de 20 años aproximadamente, bajo condiciones de mantenimiento.

2.2. Bondad de los agregados por el uso de sulfatos de sodio ASTM C-88

Establece un método de ensayo para determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio. Suministra información útil para determinar la alterabilidad de los agregados sometidos y su comportamiento cuando son expuestos a condiciones atmosféricas reales o ataque directo de suelos sulfatados.

Este método provee un procedimiento para hacer una estimación preliminar de la calidad de los agregados. Los valores obtenidos pueden ser comparados con la especificación C-33, que fue diseñada para indicar las características apropiadas que deben tener los agregados. La precisión de este método es baja, por lo que no es adecuado para rechazar agregados sin una confirmación de otras pruebas relacionadas con el servicio específico que se pretende.

2.2.1. Factibilidad de aplicación de la norma ASTM C-88

Esta prueba brinda resultados rápidos y la norma indica que solamente son preliminares, por lo que deben ser comparados con la especificación ASTM C-33, ya que la ASTM C 88 no es por si misma lo suficientemente fiable como para calificar determinado agregado además, debe tenerse cuidado para fijar los límites de los resultados de esta norma en cualquier especificación, debido a

que el ensayo varía considerablemente en el porcentaje de masa perdido dependiendo de la sal que sea utilizada.

2.3. Reactividad potencial de los álcalis en rocas carbonáticas ASTM C-586

Este método de ensayo tiene por objeto dar una indicación relativamente rápida de la reactividad potencial expansivo de determinadas rocas carbonatadas que pueden ser utilizados como agregados de concreto.

El método de ensayo se ha utilizado con éxito en investigación y en el análisis preliminar de las fuentes de agregados para indicar la presencia de material con un potencial de expansión nocivos cuando se utiliza en el concreto.

Este ensayo pretende ser un complemento de los datos obtenidos de los exámenes petrográficos de la norma ASTM C-295. Determina la expansión de una muestra de roca de carbonato mientras se está inmerso en una solución de hidróxido de sodio (NaOH) a temperatura ambiente. Los cambios de longitud que ocurren durante la inmersión determinan el nivel general de la reactividad de la roca.

2.3.1. Factibilidad de aplicación de la norma ASTM C-586

Debido a que la norma ASTM C-227 no es apropiada para rocas carbonáticas, debe utilizarse esta norma para evaluar los cambios de volumen en rocas de este tipo, teniendo el inconveniente de que al igual que la norma ASTM C-289, la información no es del todo confiable, por lo que nuevamente la

norma recurre a recomendar el análisis petrográfico para un análisis más amplio.

2.4. Cambio potencial de volumen en combinaciones de cemento – agregado ASTM C-342

El procedimiento de este ensayo establece la expansión potencial de las combinaciones cemento-agregado, mediante la medición de la expansión lineal desarrollado, por las combinaciones de barras de mortero sometidas a las variaciones de la temperatura y la saturación de agua durante el almacenamiento, en las condiciones prescritas en la norma.

2.4.1. Factibilidad de aplicación de la norma ASTM C-342

Existen agregados inertes que sufren cambios de volumen que no tienen que ver necesariamente con las propiedades químicas, sino más bien con las propiedades físicas como la temperatura y saturación de agua.

norma facere a recomendar el análisis petrográfico para un análisis más
amplio.

2.4 Cambio potencial de volumen en combinaciones de cemento - aregado ASTM C-345

El procedimiento de este ensayo establece la expansión potencial de las
combinaciones de cemento-aregado mediante la medición de la expansión lineal
desarrollada por las combinaciones de pastas de mortero sometidas a las
variaciones de la temperatura y la saturación de agua durante el
almacenamiento en las condiciones prescritas en la norma.

2.4.1 Factibilidad de aplicación de la norma ASTM C-345

Existen aregados finos que sufren cambios de volumen que no tienen
que ver necesariamente con las propiedades químicas sino más bien con las
condiciones físicas como la temperatura y saturación de agua.

3. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL BANCO

3.1. Descripción y localización del banco seleccionado

El banco en estudio se escogió debido a su importancia que incluye ubicación geográfica y volumen de extracción. En este lugar se extrae agregado fino y agregado grueso. El banco seleccionado se encuentra ubicado en el río Villa Lobos, kilómetro 22 de la ruta nacional 1, en jurisdicción del municipio de Villa Canales, Guatemala.

Por las condiciones geológicas del lugar, la extracción del material es bastante accesible, y las personas que residen en esta área se dedican principalmente a la extracción artesanal de estos agregados, los cuales en muchos lugares son extraídos y puestos a la venta a muy bajo costo, en los propios patios de las viviendas. También existen lugares en donde la extracción es más industrial, ya que es utilizada maquinaria para la realización de esta y el volumen de extracción es mayor. Aproximadamente el volumen de material extraído es de 120 m³ de agregado fino y de 30 m³ de agregado grueso por día, por cada arenera existente; en los alrededores se encuentran cinco areneras.

Estas extracciones no tienen el control requerido, ya que se está provocando socavaciones en los alrededores, provocando efectos negativos para el ambiente. Además, los materiales extraídos, son afectados por el desfogue de los drenajes; residenciales e industriales que se encuentran en los alrededores, provocando contaminación a la cuenca.

Figura 2. Fotografía del lugar de extracción de agregado fino y grueso, río Villa Lobos, Villa Canales, Guatemala

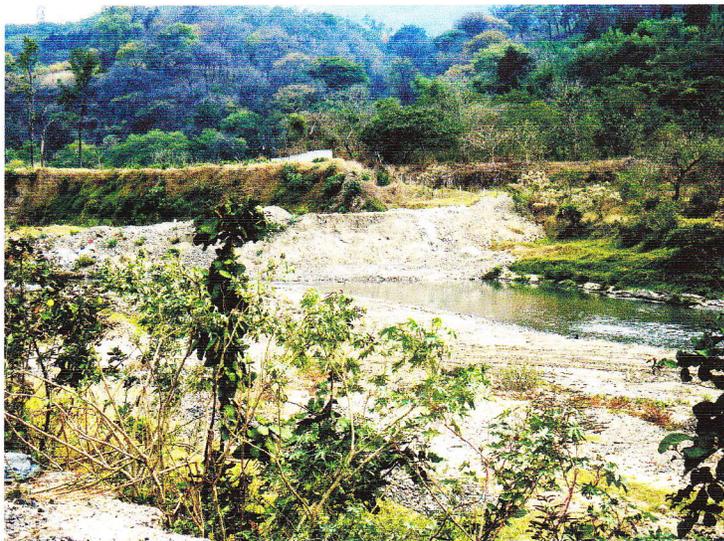


Figura 3. Fotografía del lugar de apilamiento de agregados fino y grueso, río Villa Lobos, Villa Canales, Guatemala



3.2. Localización y aspectos geológicos de la zona

La cuenca del Río Villa Lobos se encuentra situada dentro del sistema montañoso formado por la faja volcánica del pacífico que atraviesa al país, que se compone de rocas terciarias y cuaternarias. El valle es el resultado de una depresión de origen tectónico de dirección NE-SO en forma de recipiente alargado en una extensión aproximada de 800 km².

El río Villa Lobos es el tributario que drena sus aguas hacia el Lago de Amatitlán. Los ríos tributarios principales del río Villalobos son: Platanitos, Pínula, Las Minas, Tulujá, El Bosque, Molino, San Lucas y Parrameño.

Los municipios que integran el área de influencia de la cuenca son: Guatemala, Mixco, Villa Nueva, Villa Canales, Santa Catarina Pínula, Amatitlán y San Miguel Petapa. En el caso de Guatemala es importante señalar que la parte que pertenece a la cuenca es la que corresponde a las zonas 11,12, 13, 14 y 21.

En el cauce y banco del río Villa Lobos, se encuentran gravas y arenas que son explotadas comercialmente. La mayor parte del material que compone estos bancos es roca volcánica con moderado y alto contenido de sílice como andesitas y pómez.

Figura 4. Localización del banco de agregados en estudio del río Villa Lobos



4. MARCO EXPERIMENTAL

Se obtuvo las muestras directamente del lugar de donde son extraídos los agregados. Estas fueron llevadas al Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), donde se realizó los ensayos correspondientes a las propiedades: físicas (ASTM C-33); mecánicas (ASTM C-131) y químicas (ASTM C-289). El examen petrográfico (ASTM C-295) se realizó en el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas, como parte del análisis de propiedades químicas y mineralógicas.

Los ensayos que comprenden la determinación de las propiedades físicas que se realizaron para el agregado grueso fueron: peso específico, peso unitario, porcentaje de vacíos, porcentaje de absorción y granulometría, y para el agregado fino se realizaron además de los anteriores, los ensayos de contenido de materia orgánica y porcentaje de finos. Para las propiedades mecánicas del agregado grueso se utilizó el ensayo en la máquina de Los Ángeles. Además, se realizó el ensayo de reactividad potencial de reducción por alcalinidad y sílice disuelta, en el Área de Química Industrial del CII.

El examen petrográfico se realizó utilizando un microscopio estereoscópico, con el cual se clasificaron los minerales y componentes de las muestras según el número de tamiz.

Los informes entregados por los laboratorios mencionados se muestran en el Anexo al final de este documento.

4.1. Tabulación, análisis e interpretación de resultados

A continuación se presentan los resultados de las pruebas de laboratorio y su análisis respectivo, con base en la teoría descrita en la primera parte de este trabajo.

4.2. Resultados según la norma ASTM C-131 abrasión en la máquina de Los Ángeles

Se tamizó una cantidad representativa del material y según los porcentajes retenidos en cada tamiz se clasificó el tipo de desgaste como "A", la muestra fue sometida a un proceso de lavado. Al realizar el ensayo utilizando la máquina de Los Ángeles se obtuvo un desgaste del 30,56 por ciento. La norma establece que debe encontrarse entre 30% y 40% para concreto y para carreteras hasta un 50%, por lo tanto sí cumple e indica que se tiene un agregado grueso con dureza y tenacidad apto para concreto estructural.

4.3. Resultados según la norma ASTM C-33

Se procedió a realizar los ensayos de calidad y requerimientos en el Centro de Investigaciones de Ingeniería conforme lo indica la especificación C-33, siendo estas: granulometría, absorción y contenido de humedad, peso específico y peso unitario, la información obtenida se muestra y analiza a continuación.

4.3.1 Agregado fino

Tabla VI. Granulometría agregado fino

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
3/8" (9,5mm)	100
No. 4 (4,75mm)	96,82
No. 8 (2,36mm)	83,09
No. 16 (1,18mm)	65,25
No. 30 (600 μm)	38,41
No. 50 (300 μm)	4,92
No. 100 (150 μm)	1,16

Figura 5. Curva granulométrica del agregado fino

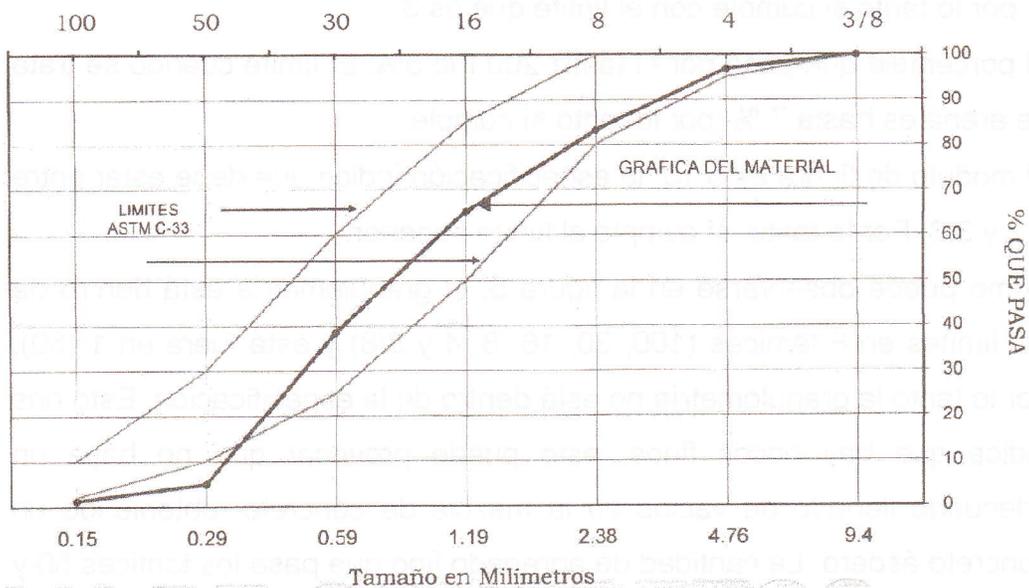


Tabla VII Características físicas del agregado fino

Peso específico	2,40
Peso unitario (kg/m³)	1 414,23
Peso unitario suelto (kg/m³)	1 338,49
Porcentaje de vacíos	41,07
Porcentaje de absorción	1,21
Contenido de materia orgánica	2
% Retenido tamiz 6,35	10,82
% porcentaje que pasa tamiz 200	5
Módulo de finura	3,10

Según los límites que establece la especificación ASTM C-33, del análisis de los resultados que aparecen en las tablas VI y VII se puede decir:

- El contenido de materia orgánica según la clasificación colorimétrica fue 2, por lo tanto sí cumple con el límite que es 3.
- El porcentaje que pasó por el tamiz 200 fue 5%. El límite cuando se trata de arena es hasta 7 %, por lo tanto sí cumple.
- El módulo de finura es 3,10, la especificación indica que debe estar entre 2,2 y 3,2. Por lo tanto, sí cumple al límite superior.
- Como puede observarse en la figura 5, la granulometría está dentro de los límites en 6 tamices (100, 30, 16, 8, 4 y 3/8) y está fuera en 1 (50), por lo tanto la granulometría no está dentro de la especificación. Esto nos indica que hay pocos finos, esto puede provocar que no haya un adecuado llenado de vacios en la mezcla de concreto, obteniendo un concreto áspero. La cantidad de agregado fino que pasa los tamices 50 y

100 afecta la manejabilidad, la facilidad para lograr buenos acabados y la textura superficial.

- El porcentaje de vacíos basado en la norma ASTM C 29 detalla que para el agregado fino el porcentaje se encuentra aproximadamente entre 40% y 50%. El agregado que se esta analizando cuenta con un 41,07%, por lo tanto se encuentra dentro del porcentaje establecido en la especificación de la norma, también es un índice de su porosidad, que es el espacio no ocupado por materia sólida.

El peso específico, peso unitario y porcentaje de absorción son características físicas propias de cada material, que sirven para elaborar la mezcla de concreto. Es así que se observa que este agregado cumple la mayor parte de las especificaciones estándar que da la norma ASTM C 33, por lo tanto se puede concluir, con base en los análisis, que es un material apto para la elaboración de concreto.

4.3.2. Agregado grueso

Tabla VIII. Granulometría de agregado grueso

TAMIZ NO.	PORCENTAJE QUE PASA
1 1/2"	98,64
1"	87,80
3/4"	58,83
1/2"	14
3/8"	5,15
No. 4	1,18
No. 8	0

Figura 6. Curva granulométrica del agregado grueso

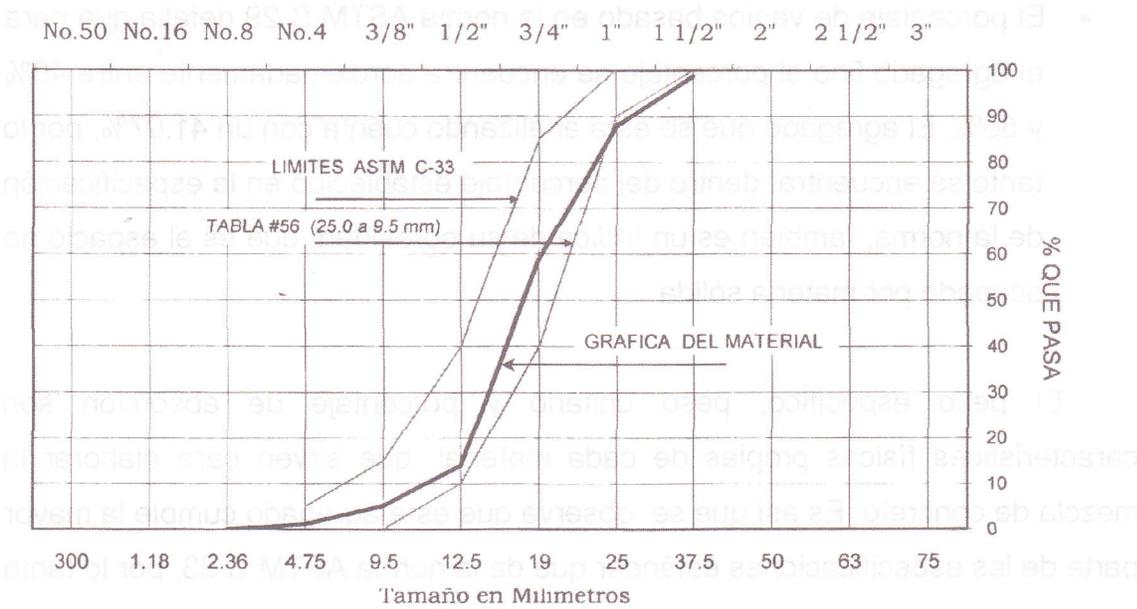


Tabla IX. Características físicas del agregado grueso

Peso específico	2,40
Peso unitario (kg/m³)	1 331,76
Peso unitario suelto (kg/m³)	1 228,24
Porcentaje de vacíos	44,50
Porcentaje de absorción	3,97
% tamiz 200	0,28

Según los límites que establece la especificación ASTM C-33, se puede observar en la figura 6, la granulometría está dentro de los límites en 4 tamices: 3/4", 1/2", 3/8" y No. 4 y está fuera en 2: 1" y 1 1/2". Por lo tanto cumplen con los límites establecidos en la especificación de la norma ASTM de la tabla 56, representados en la Figura 6. El resto de propiedades físicas proporcionadas en el informe del CII son propias de cada material y son consideradas al realizar la mezcla de concreto, en este caso se puede ver que se trata de un material muy poroso y absorbente debido al alto porcentaje de vacíos (44.50%), por lo que posee poca resistencia a la degradación mecánica.

4.4. Resultados según la norma ASTM C-88, uso de sulfato de sodio

Según lo establecido en la norma ASTM C-88, prueba de sulfato de sodio, señala que las pérdidas promedio pesadas después de 5 ciclos, no deberán exceder el 12% del peso inicial. Se observa que el agregado fino sufrió una pérdida de 7,62% y el agregado grueso un 3,56%, esto demuestra que ambos están dentro de lo permitido en la especificación de la norma, por lo que indica el uso con cemento UGC.

Tabla X Pérdidas por uso de sulfato de sodio

MATERIAL	PESO INICIAL g	PESO FINAL g	% PÉRDIDO
Agregado fino	500	461,90	7,62
Agregado grueso	2 800	2 700,30	3,56

4.5. Resultado según norma ASTM C- 289

El ensayo de reactividad potencial se le aplicó a ambas muestras (agregado fino y grueso), el resultado de ambas muestras fue inocuo, lo cual indica que los minerales silíceos que poseen no producirán una reacción dañina con los álcalis del cemento Portland. Sin embargo, esta norma aclara en su tercer inciso que la información obtenida con este ensayo no es completamente fiable en todos los casos y debe complementarse con otros métodos (ASTM C-295 y/o ASTM C-227).

Tabla XI. Determinación de la reactividad potencial de agregados según la norma ASTM C-289

MUESTRA	REDUCCIÓN	SÍLICE	RESULTADO
	ALCALINA (mmol/l)	DISUELTA (mmol/l)	
Agregado fino	640,32 ± 78,78	272 ± 19,24	INOCUO
Agregado grueso	576,48 ± 78,16	241,78 ± 14,33	INOCUO

4.6. Resultado según norma ASTM C-295

MATERIAL	PESO INICIAL g	PESO FINAL g	% PÉRDIDA
Agregado fino	500	270,30	46,06
Agregado grueso	800	700,30	12,54

El análisis petrográfico se realizó con un microscopio estereoscópico a los dos agregados, se realizó en el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El resultado se presenta y analiza a continuación.

4.6.1. Agregado fino

Se utilizó el material tamizado del ensayo de granulometría realizándole el análisis petrográfico para cada número de tamiz, haciendo cuarteos y contando un mínimo de 150 partículas. Luego, se clasificó el tipo de partículas y minerales que contenía cada muestra utilizando un microscopio estereoscópico.

Tabla XII. Conteo de los tipos de partículas que componen el agregado fino del río Villa Lobos

TIPO DE MINERAL	NÚMERO DE PARTÍCULAS POR TAMIZ					
	NO. 4	NO. 8	NO. 16	NO. 30	NO. 50	NO. 100
Vidrio volcánico	0	1	20	78	99	107
Andesita	5	19	0	0	46	0
Dacita	1	3	5	10	3	2
Brecha andesita	8	46	63	56	16	13
Obsidiana	0	0	14	14	11	36
Pómez	12	89	105	35	49	23
Totales	26	158	207	193	224	181

Tabla XIII. Porcentaje de partículas que componen el agregado fino por tamiz del río Villa Lobos

TIPO DE MINERAL	NÚMERO DE PARTÍCULAS POR TAMIZ					
	No. 4	No.8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100
Vidrio volcánico traslúcido	0	0,63	9,66	40,41	44,20	59,12
Andesita	19,23	12,03	0	0	20,54	0
Dacita	3,85	1,90	2,42	5,18	1,34	1,10
Brecha andesita	30,77	29,11	30,43	29,02	7,14	7,18
Obsidiana	0	0	6,76	7,25	4,91	19,89
Pómez	46,15	56,33	50,72	18,13	21,88	12,71
Totales	100	100	100	100	100	100

Como puede observarse, los resultados mostrados en las tablas X y XI muestran que la muestra de material está formada por distintas partículas, entre las que sobresalen, el alto contenido de pómez, le sigue el vidrio volcánico y la brecha andesita, esto se debe a que en un río se encausa todo tipo de materiales.

Para una mejor interpretación de los resultados obtenidos, se elaboraron las gráficas de las figuras 7 y 8 que muestran la distribución de los diferentes tipos de partículas por número de tamiz y el contenido promedio de los componentes de la muestra, respectivamente.

Figura 7. Distribución de los diferentes componentes del agregado fino según el número de tamiz

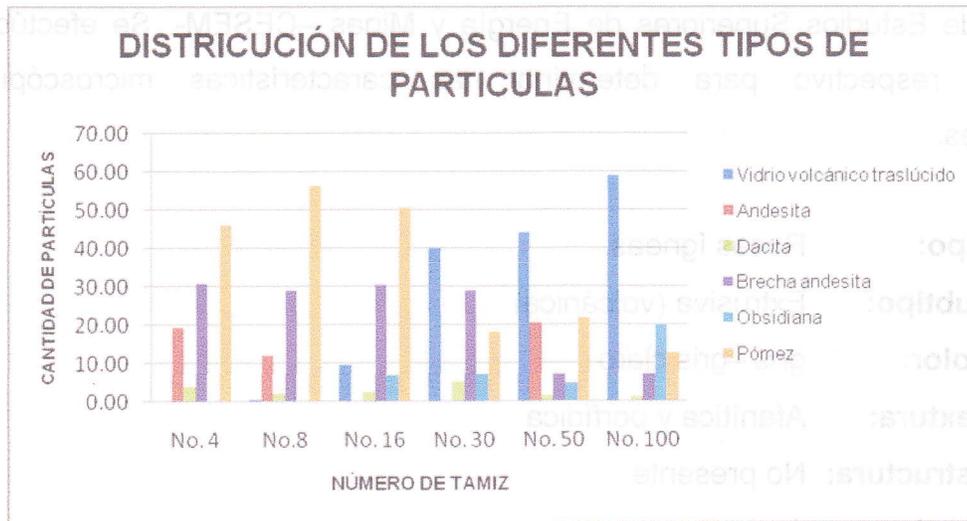


Figura 8. Contenido promedio de los componentes del agregado fino



4.6.2. Agregado grueso

El examen petrográfico del agregado grueso para concreto se realizó en el Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas –CESEM-. Se efectuó el examen respectivo para determinar las características microscópicas siguientes.

- **Tipo:** Rocas ígneas
- **Subtipo:** Extrusiva (volcánica)
- **Color:** gris –gris claro
- **Textura:** Afanítica y porfídica
- **Estructura:** No presente
- **Nombre:** Andesita

No presenta componentes reactivos dañinos para fabricación de concreto.

- **Tipo:** Rocas ígneas
- **Subtipo:** Extrusiva (volcánica)
- **Color:** Blanco o gris
- **Textura:** Porosa
- **Estructura:** No presente
- **Nombre:** Piedra pómez o pumita

No presenta componentes reactivos dañinos para fabricación de concreto. Solamente que al ser un agregado de baja densidad, podría dar como resultado un concreto ligero.

4.7. Ensayos para determinar la resistencia a compresión de cilindros de concreto elaboradas con los agregados estudiados, ASTM C 39

A continuación de haber efectuado los ensayos respectivos de cada uno de los agregados y haber obtenido sus características, se complementó el estudio demostrando el desempeño de estos elaborando mezclas de concreto.

El ensayo se realizó en la Sección de Concreto del Centro de Investigaciones de Ingeniería, llevando a cabo el procedimiento tal y como la norma nos lo indica.

4.7.1. Ensayo de cilindros de concreto a compresión

Se fundieron cilindros de concreto de 6" de diámetro y 12" de alto, según lo especifica la norma, para resistencias de 3000 psi (210 kg/cm²) y 4000 psi (281 kg/cm²). A continuación se llevó el proceso de curado y ensayados a los 14, 21 y 28 días. Los resultados se muestran a continuación.

4.7.1.1. Mezcla No. 1 para resistencia de 210 kg/cm²

Se diseñó la mezcla con las características siguientes:

- Proporción de la mezcla (en peso): 1: 2,29: 3,16: 0,57
- Arena: Pu suelto 1 338,49 kg/m³
- Piedrín: Pu suelto 1 128,24kg/m³
- F'c = 3 000 Psi
- Asentamiento: 6,5 cm
- Cemento UGC (4 000 psi o 281 kg/cm²) que cumple con la norma ASTM C-595

Tabla XIV. Resultado del ensayo a compresión mezcla de 3 000 psi (210 kg/cm²)

CILINDRO	EDAD	PESO (kg)	AREA (cm ²)	CARGA (lb)	f'c (kg/cm ²)	f'c (lb/plg ²)
1	14	11,608	180,34	42 694	107,38	1 527,31
2	14	11,617	179,62	54 958	138,78	1 973,85
3	21	11,748	179,08	66 625	168,76	2 400,27
4	21	11,749	178,91	68 071	172,57	2 454,54
5	28	11,812	182,82	72 998	181,12	2 576,14
6	28	11,708	182,17	72 998	181,76	2 585,17

4.7.1.2 Mezcla No. 2 para resistencia de 280 kg/cm²

Se diseñó la mezcla con las características siguientes:

- Proporción de la mezcla (en peso): 1 : 1,95: 2,70: 0,50
- Arena: Pu suelto 1 338,49 kg/m³
- Piedrín: Pu suelto 1 12824kg/m³
- F'c = 4 000 Psi
- Asentamiento: 8 cm
- Cemento UGC (4 000 psi o 281 kg/cm²) que cumple con la norma ASTM C-595

**Tabla XV. Resultado del ensayo a compresión mezcla de 4 000 psi
(280 kg/cm²)**

CILINDRO	EDAD	PESO (kg)	AREA (cm ²)	CARGA (lb)	f'c (kg/cm ²)	f'c (lb/plg ²)
1	14	10,952	181,70	62 288	155,50	2 211,69
2	14	11,083	180,67	58 915	147,92	2 103,89
3	21	11,266	181,86	63 252	157,77	2 243,95
4	21	11,357	179,15	61 324	155,26	2 208,32
5	28	11,239	183,37	70 534	174,47	2 481,59
6	28	11,186	182,25	69 549	173,09	2 461,95

4.7.1.3. Interpretación de resultados

Se puede observar que la resistencia máxima alcanzada a los 28 días fue, para la mezcla No. 1 de 181,76 kg/cm² y para la mezcla No. 2 de 174,47 kg/cm², donde se puede ver que ambos resultados están por debajo de los valores esperados. Así que con estos resultados no se espera que al pasar los días se llegue a la resistencia deseada. Por lo tanto se recomienda el aumento de la desviación estándar.

4.7.1.4. Cálculo de la desviación estándar

Método 1:

Si se posee un registro de resultados de ensayos de obras anteriores deberá calcularse la desviación estándar. El registro deberá:

a) Representar materiales, procedimientos de control de calidad y condiciones similares a aquellos que se espera en la obra que se va a iniciar.

b) Representar a concretos preparados para alcanzar una resistencia de diseño $F'c$ que este dentro del rango de $\pm 70 \text{ kg/cm}^2$ de la especificada para el trabajo a iniciar. Si se posee un registro de 3 ensayos consecutivos la desviación estándar se calculará aplicando la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

Donde:

S = Desviación estándar, en kg/cm^2

X_i = Resistencia de la probeta de concreto, en kg/cm^2

\bar{X} = Resistencia promedio de n probetas, en kg/cm^2

n = Número de ensayos consecutivos de resistencia

c) Consistir de por lo menos 30 ensayos consecutivos o dos grupos de ensayos consecutivos que totalicen por lo menos 30 ensayos. Si se cumple éste último, la desviación estándar promedio se calculará con la siguiente fórmula:

$$\bar{s} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) (S_1)^2 + (n_2 - 1) (S_2)^2}{(n_1 + n_2 - 2)}}$$

FACTOR DE MODIFICACIÓN	NÚMERO DE ENSAYOS
1.18	15
1.08	20
1.03	25

Donde:

- \bar{s} = Desviación estándar promedio en kg/cm².
- s_1, s_2 = Desviación estándar calculada para los grupos 1 y 2 respectivamente en kg/cm².
- n_1, n_2 = Número de ensayos en cada grupo, respectivamente.

Método 2:

Si solo se posee un registro de 15 a 29 ensayos consecutivos, se calculará la desviación estándar "s" correspondiente a dichos ensayos y se multiplicará por el factor de modificación para la desviación estandar indicado en la tabla XVI para obtener el nuevo valor de "s".

El registro de ensayos a que se hace referencia en este método deberá cumplir con los requisitos a) y b) del método 1, y representar un registro de ensayos consecutivos que comprenda un periodo de no menos de 45 días calendario.

Tabla XVI. Factores de corrección

NÚMERO DE ENSAYOS	FACTOR DE MODIFICACIÓN
Menos de 15	Usar tabla XVII
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30	1,00

4.7.1.5. Cálculo de la resistencia promedio requerida

Una vez que la desviación estándar ha sido calculada, la resistencia a compresión promedio requerida (F'_{cr}) se obtiene como el mayor valor de las ecuaciones (1) y (2). La ecuación (1) proporciona una probabilidad de 1 en 100 que el promedio de tres ensayos consecutivos estará por debajo de la resistencia especificada F'_c . La ecuación (2) proporciona una probabilidad similar a que en ensayos individuales pueda ser inferior a la resistencia especificada F'_c en más de 35 kg/cm².

- a) Si la desviación estándar se ha calculado de acuerdo a lo indicado en el método 1 o el método 2, la resistencia promedio requerida será el mayor de los valores determinados por las fórmulas siguientes usando la desviación estándar "s" calculada.

$$F'_{cr} = F'_c + 1.34s \quad (1)$$

$$F'_{cr} = F'_c + 2.33s - 35 \quad (2)$$

Donde:

s = Desviación estándar, en kg/cm^2

- b) Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizará la Tabla XVII para la determinación de la resistencia promedio requerida.

Tabla XVII Resistencia a la compresión promedio

$F'c$	$F'cr$
Menos de 210	$F'c + 70$
240 - 350	$F'c + 84$
Más de 350	$F'c + 98$

Donde:

s = Desviación estándar, en kg/cm^2

d) Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizará la Tabla XVII para la determinación de la resistencia promedio requerida.

Tabla XVII Resistencia a la compresión promedio

F'_{cr}	F'_c
$F'_c + 70$	Menos de 210
$F'_c + 84$	240 - 350
$F'_c + 98$	Más de 350

CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos del banco del río Villa Lobos, para agregado fino indican que los mismos no cumplen con las especificaciones de granulometría según norma ASTM C-33, su graduación no se encuentra dentro de los límites establecidos.
2. Con respecto al agregado grueso, según la Figura 6, se puede mencionar que tiene partículas muy gruesas; sin embargo, se encuentra cerca de los límites establecidos por la norma ASTM C-33. El agregado grueso cumple con el límite de desgaste proporcionado por la norma ASTM C-131, por lo tanto este agregado podría ser utilizado para la fabricación de mezclas de concreto.
3. Los resultados de reactividad potencial (ASTM C-289) indica que los agregados analizados son inocuos, y no presentan sustancias o elementos altamente reactivos. Por lo tanto los agregados no reaccionan con los sulfatos contenidos en el cemento Portland. Sin embargo, se puede observar que los agregados, tanto el agregado fino como el agregado grueso están en el límite para convertirse en materiales potencialmente deletéreos según el resultado gráfico de la norma ASTM C-289 para los agregados extraídos del río Villa Lobos.

4. En relación a los resultados del examen petrográfico que se llevo a cabo al agregado fino y grueso, indica que no existe ningún componente reactivo dañino para la fabricación de concreto. Solamente que al ser un agregado de baja densidad, por su alto contenido de piedra pómez y su alto porcentaje de vacíos, podría dar como resultado un concreto ligero.

5. El peso específico es un indicador de calidad en el análisis realizado según la norma ASTM C-33, se puede observa que el peso específico de ambos agregados está en el límite inferior, clasificándolos como agregados ligeros; generalmente indica que corresponde a un agregado absorbente y débil, viéndose afectada la resistencia mecánica adquirida en las mezclas de concreto.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario tomar en cuenta la granulometría de los agregados según la especificación ASTM C-33, al momento de la utilización de estos. Es recomendable someter los agregados a un proceso de tamizado, esto con el objeto de mejorar la granulometría y poder obtener una adecuada resistencia en la mezcla de concreto.
2. En la gráfica granulométrica del agregado grueso de la figura 6, se puede observar que este material contiene partículas muy gruesas, por lo tanto se recomienda considerar la trituración de tamaños mayores en exceso para producir tamaños menores faltantes, o bien, si resulta necesario buscar otra fuente de suministro para complementar las deficiencias de la fuente en estudio.
3. Según los resultados del ensayo de reactividad potencial de acuerdo con la norma ASTM C-289, se recomienda la utilización de cemento tipo V, o algún aditivo que controle las reacciones dañinas de álcali-silice en el concreto.
4. Es recomendable la utilización de un aditivo o el uso de un cemento de alta resistencia para poder alcanzar la resistencia deseada, ya que por las características no adecuadas de los agregados esta no se obtuvo.

5. Es recomendable mejorar las características de los agregados y así poder utilizar una desviación estándar mayor, según el ACI 318, ya que este es un factor de seguridad que permite diseñar para una resistencia mayor de la requerida y así poder obtener un concreto aceptable. Se recomienda diseñar para una resistencia requerida de 350 kg/cm^2 , para obtener una resistencia especificada alrededor de 280 kg/cm^2 . También es importante que el material sea llevado a un proceso de lavado, ya que se deriva de un río que es utilizado por el desfogue de drenajes domiciliarios e industriales.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ACI 318-05 American Concrete Institute**
Reglamento de las construcciones de concreto reforzado y comentarios. 491pp.
2. **American Society for Testing and Materials**
Annual Book of ASTM Standards. Volumen 04.02. EEUU: ASTM, 1990. 804 pp.
3. Beltranena, Emilio. Agregados para concreto. Trabajo de graduación Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1952. 255 pp.
4. García Makepeace, Ana Lucrecia. Evaluación de calidad de los agregados en el Departamento de Huehuetenango para su utilización en la producción de concreto. Trabajo de graduación Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 63 pp.
5. Luna Aroche, Julio Roberto. **Exámenes mineralógicos y petrográficos de agregados para concreto**. Centro de Estudios Superiores de

Energía y Minas, Facultad de Ingeniería – USAC. Guatemala.2008.
17pp.

6. Martens Kuck, Uwe. **Aplicaciones de la petrografía en el estudio de agregados y concretos**. Guatemala, Centro Universitario de Norte (CUNOR), 2003. 23 pp.

7. Ordoñez, Gabriel. Mejicanos, Dilma. Alvarado, Paulino. **Manual de laboratorio del curso de materiales de construcción**. Guatemala: 2002. 71pp.

8. Salguero Girón, Raúl. Examen de calidad de agregados para concreto de dos bancos en la ciudad de Quetzaltenango. Trabajo de graduación Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 59 pp.

ANEXOS

A continuación, se presentan los informes originales de los ensayos de laboratorio entregados por el Centro de Investigaciones de Ingeniería, estos son: especificaciones generales ASTM C-33 para agregado fino y grueso y desgaste por abrasión para el agregado grueso (ASTM C-131) contenido de materia orgánica (ASTM C-40) y reactividad potencial para el agregado grueso (ASTM C-289). Por último, se muestra el informe petrográfico para el agregado fino y grueso (ASTM C-295).

ANEXOS

A continuación, se presentan los informes originales de los ensayos de laboratorio entregados por el Centro de Investigaciones de Ingeniería, estos son: especificaciones generales ASTM C-33 para agregado fino y grueso y desgaste por abrasión para el agregado grueso (ASTM C-131) contenido de materia orgánica (ASTM C-40) y reactividad potencial para el agregado grueso (ASTM C-289). Por último, se muestra el informe petrográfico para el agregado fino y grueso (ASTM C-295).

Informe de la norma ASTM C-33 para agregado fino banco río Villa Lobos

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA	AGREGADO FINO PARA CONCRETO																																																																																																																																																							
INTERESADO: Karla Liliana Chavez Carnet: 1998-194220	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">INFORME No.</td> <td style="width: 30%;">S.C. - 204</td> <td style="width: 20%;">PROYECTO:</td> <td style="width: 20%;">Trabajo de Graduación "Determinación de las características: Físicas, Mecánicas, Químicas y Petrográficas de Agregados, del Río Villa Lobos, Km. 22, Ruta Nacional 1, Municipio de Villa Canales, Guatemala.</td> </tr> <tr> <td>MUESTRA:</td> <td>Agregado Fino</td> <td>O.T. No.</td> <td>26737</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>LAB:</td> <td>Concretos</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>FECHA:</td> <td>13/04/2010</td> </tr> </table>	INFORME No.	S.C. - 204	PROYECTO:	Trabajo de Graduación "Determinación de las características: Físicas, Mecánicas, Químicas y Petrográficas de Agregados, del Río Villa Lobos, Km. 22, Ruta Nacional 1, Municipio de Villa Canales, Guatemala.	MUESTRA:	Agregado Fino	O.T. No.	26737			LAB:	Concretos			FECHA:	13/04/2010																																																																																																																																							
INFORME No.	S.C. - 204	PROYECTO:	Trabajo de Graduación "Determinación de las características: Físicas, Mecánicas, Químicas y Petrográficas de Agregados, del Río Villa Lobos, Km. 22, Ruta Nacional 1, Municipio de Villa Canales, Guatemala.																																																																																																																																																					
MUESTRA:	Agregado Fino	O.T. No.	26737																																																																																																																																																					
		LAB:	Concretos																																																																																																																																																					
		FECHA:	13/04/2010																																																																																																																																																					
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Peso Especifico</td><td style="text-align: right;">2.40</td></tr> <tr><td>Peso Unitario (kg/m³)</td><td style="text-align: right;">1414.23</td></tr> <tr><td>Peso Unitario Suelto (kg/m³)</td><td style="text-align: right;">1338.49</td></tr> <tr><td>Porcentaje de Vacíos</td><td style="text-align: right;">41.07</td></tr> <tr><td>Porcentaje de Absorción</td><td style="text-align: right;">1.21</td></tr> <tr><td>Contenido de Materia Orgánica</td><td style="text-align: right;">2</td></tr> <tr><td>% Retenido en Tamiz 6.35</td><td style="text-align: right;">10.82</td></tr> <tr><td>% que pasa Tamiz 200</td><td style="text-align: right;">5.00</td></tr> <tr><td>Modulo de Finura</td><td style="text-align: right;">3.10</td></tr> </table>	Peso Especifico	2.40	Peso Unitario (kg/m ³)	1414.23	Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1338.49	Porcentaje de Vacíos	41.07	Porcentaje de Absorción	1.21	Contenido de Materia Orgánica	2	% Retenido en Tamiz 6.35	10.82	% que pasa Tamiz 200	5.00	Modulo de Finura	3.10	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">3/8</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td colspan="5"></td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="12" style="text-align: center;">GRAFICA DEL MATERIAL</td> </tr> <tr> <td colspan="12" style="text-align: center;">LIMITES ASTM C-33</td> </tr> <tr> <td colspan="12" style="text-align: center;">% QUE PASA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">60</td> <td style="text-align: center;">70</td> <td style="text-align: center;">80</td> <td style="text-align: center;">90</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.15</td> <td style="text-align: center;">0.29</td> <td style="text-align: center;">0.59</td> <td style="text-align: center;">1.19</td> <td style="text-align: center;">2.38</td> <td style="text-align: center;">4.76</td> <td style="text-align: center;">9.4</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="12" style="text-align: center;">Tamaño en Milímetros</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Tamiz No.</td> <td style="text-align: center;">9.40</td> <td style="text-align: center;">4.76</td> <td style="text-align: center;">2.38</td> <td style="text-align: center;">1.19</td> <td style="text-align: center;">0.59</td> <td style="text-align: center;">0.29</td> <td style="text-align: center;">0.15</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">% Que pasa</td> <td style="text-align: center;">100.00</td> <td style="text-align: center;">96.82</td> <td style="text-align: center;">83.09</td> <td style="text-align: center;">65.25</td> <td style="text-align: center;">38.41</td> <td style="text-align: center;">4.92</td> <td style="text-align: center;">1.16</td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>													100	50	30	8	4	3/8	0						0	GRAFICA DEL MATERIAL												LIMITES ASTM C-33												% QUE PASA												0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	0													0.15	0.29	0.59	1.19	2.38	4.76	9.4						Tamaño en Milímetros												Tamiz No.	9.40	4.76	2.38	1.19	0.59	0.29	0.15					% Que pasa	100.00	96.82	83.09	65.25	38.41	4.92	1.16				
Peso Especifico	2.40																																																																																																																																																							
Peso Unitario (kg/m ³)	1414.23																																																																																																																																																							
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1338.49																																																																																																																																																							
Porcentaje de Vacíos	41.07																																																																																																																																																							
Porcentaje de Absorción	1.21																																																																																																																																																							
Contenido de Materia Orgánica	2																																																																																																																																																							
% Retenido en Tamiz 6.35	10.82																																																																																																																																																							
% que pasa Tamiz 200	5.00																																																																																																																																																							
Modulo de Finura	3.10																																																																																																																																																							
100	50	30	8	4	3/8	0						0																																																																																																																																												
GRAFICA DEL MATERIAL																																																																																																																																																								
LIMITES ASTM C-33																																																																																																																																																								
% QUE PASA																																																																																																																																																								
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	0																																																																																																																																													
0.15	0.29	0.59	1.19	2.38	4.76	9.4																																																																																																																																																		
Tamaño en Milímetros																																																																																																																																																								
Tamiz No.	9.40	4.76	2.38	1.19	0.59	0.29	0.15																																																																																																																																																	
% Que pasa	100.00	96.82	83.09	65.25	38.41	4.92	1.16																																																																																																																																																	
OBSERVACIONES: a) Muestra proporcionada por el interesado. b) Contenido de materia orgánica máximo permisible No. 3.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.15</td> <td style="text-align: center;">0.29</td> <td style="text-align: center;">0.59</td> <td style="text-align: center;">1.19</td> <td style="text-align: center;">2.38</td> <td style="text-align: center;">4.76</td> <td style="text-align: center;">9.4</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="12" style="text-align: center;">Tamaño en Milímetros</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Tamiz No.</td> <td style="text-align: center;">9.40</td> <td style="text-align: center;">4.76</td> <td style="text-align: center;">2.38</td> <td style="text-align: center;">1.19</td> <td style="text-align: center;">0.59</td> <td style="text-align: center;">0.29</td> <td style="text-align: center;">0.15</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">% Que pasa</td> <td style="text-align: center;">100.00</td> <td style="text-align: center;">96.82</td> <td style="text-align: center;">83.09</td> <td style="text-align: center;">65.25</td> <td style="text-align: center;">38.41</td> <td style="text-align: center;">4.92</td> <td style="text-align: center;">1.16</td> <td colspan="4"></td> </tr> </table> <p style="text-align: right;"> Vo.Bo.  Inga. Telma Maricela Cano Morales Directora CII/USAC </p> <p style="text-align: right;"> Inga. Dharma Yanet Mojicanos Jol Jefa Sección de Concretos </p> <p style="text-align: right;"> E.R. </p>													0.15	0.29	0.59	1.19	2.38	4.76	9.4						Tamaño en Milímetros												Tamiz No.	9.40	4.76	2.38	1.19	0.59	0.29	0.15					% Que pasa	100.00	96.82	83.09	65.25	38.41	4.92	1.16																																																																																															
0.15	0.29	0.59	1.19	2.38	4.76	9.4																																																																																																																																																		
Tamaño en Milímetros																																																																																																																																																								
Tamiz No.	9.40	4.76	2.38	1.19	0.59	0.29	0.15																																																																																																																																																	
% Que pasa	100.00	96.82	83.09	65.25	38.41	4.92	1.16																																																																																																																																																	

Centro de Investigación y Desarrollo
 Laboratorios de Ensayos de Materiales
 A-1000

Sección: 10-2
 El Control de la calidad de los agregados de arena y grava
 El presente informe es el resultado de los ensayos de:

TRABAJOS DE ENSAJO

Alcance de la prueba	3.10
El tipo de agregado	3.00
El tipo de ensayo	3.05
Condiciones de ensayo	5
Estimación de la humedad	1.21
Gravimétrico	47.03
Sección de ensayo	1328.50
Sección de ensayo	11.12
Sección de ensayo	1.90

VER RESULTADOS COMPLETOS
 para obtener toda aplicación de
 los resultados de los ensayos de
 laboratorio

Alcance de la prueba	3.10	36.00	4.00	1.10
El tipo de agregado	3.00	3.00	0.00	0.00
El tipo de ensayo	3.05	3.00	0.00	0.00

Diagrama de Diferencias

SE DÍA PASA

Trabajo de Ensayo	13101.7010	10/11	6/10/2010
Realizado por	13101.7010	10/11	6/10/2010
Revisado por	13101.7010	10/11	6/10/2010

S.C. S.A.

TRABAJOS DE ENSAJO

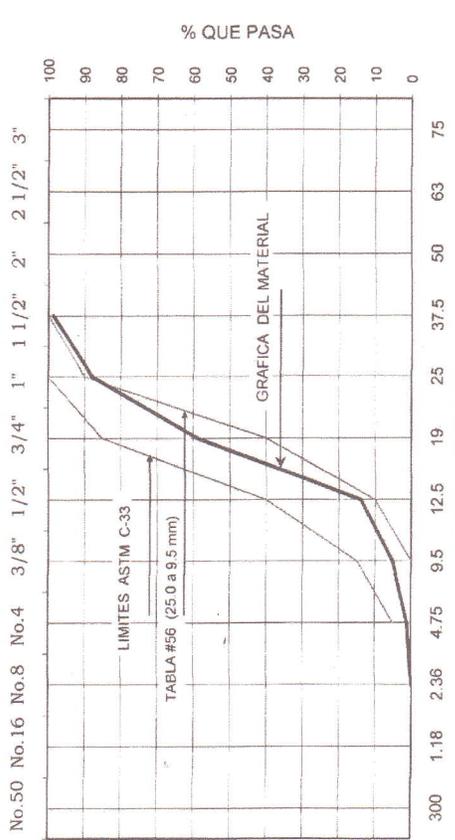
SECCIÓN DE ENSAJO

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO
 LABORATORIO DE ENSAJOS DE MATERIALES

Informe de la norma ASTM C-33 para agregado grueso banco río Villa Lobos

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA	INFORME No. S C - 205	PROYECTO: Trabajo de Graduación: "Determinación de las Características: Físicas, Mecánicas, Químicas y Petrográficas de Agregados, Río Villa Lobos, Km. 22, Ruta Nacional 1, Municipio de Villa Canales, Guatemala.	O.T. No. 26737 Lab. Concretos
AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO	Muestra: Agregado Grueso	Fecha: 13/04/2010	
INTERESADO: Karla Liliانا Chavez, Carnet: 1998-19420			
CARACTERISTICAS FISICAS:			
Peso Especifico	2.40		
Peso Unitario (kg/m ³)	1331.76		
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1228.24		
Porcentaje de Vacios	44.50		
Porcentaje de Absorcion	3.97		
% Tamiz 200	0.28		
% Desgaste por Sulfato de Sodio	-----		
% Desgaste por Abrasion	-----		
% Particulas Planas y alargadas	-----		
% Particulas Livianas	-----		

CARACTERISTICAS FISICAS:

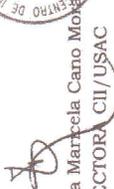
No.50	No.16	No.8	No.4	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"
											

Tamiz No.	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8
% Que pasa	98.64	87.80	58.83	14.00	5.15	1.18	0.00

Tamaño en Milímetros

OBSERVACIONES:
 a) Muestra proporcionada por el interesado.

Vo.Bo.


 Inga. Telma Marcela Cano Morales
 DIRECTORA CII/USAC



ER.



Informe de la norma ASTM C-131 del agregado grueso, del río Villa Lobos



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 14594

INFORME No. S.C. - 199

O.T. No. 26738

INTERESADO: Karla Liliana Chávez - Carné No. 1998-19420

ASUNTO: ENSAYO DE DESGASTE POR ABRASION EN MAQUINA DE LOS ANGELES PARA AGREGADO GRUESO

PROYECTO: Trabajo de Graduación "Determinación de las características Físicas, Mecánicas, Químicas y Petrográficas de Agregados, Río Villa Lobos, km. 22, Ruta Nacional 1, Municipio Villa canales, Guatemala"

PROCEDENCIA: Río Villa Lobos

FECHA: 09 de Abril de 2,010

REFERENCIAS	MUESTRA
1. Norma de Ensayo	ASTM C-131
2. Graduación	"A"
3. % Desgaste	30.56

OBSERVACIONES: a) Muestra proporcionada por el interesado.

ATENTAMENTE,


Inga Edma Yanez Mejicanos Jol
Jefa Sección de Concretos



Vo.Bo.


Inga. Telma Maricela Cano Morales
Directora CII/USAC



EMG

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Informe de la norma ASTM C-131 del agregado grueso, del río Villa Lobos



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA



No. 11004

C.T. No. 20170

INFORME No. I.C. 147

INTERESADO: Kelsi Liana Ochoa - Cams No. 1988-1983

ASUNTO: ENVÍO DE RESULTADOS POR ORDEN DE LABORATORIO PARA LABORATORIO QUÍMICO

PROYECTO: Trabajo de Graduación: Determinación de las características físicas, químicas y tecnológicas de agregados para Villa Lobos en el área nacional y municipio Villa Lobos Guatemala

PROVENIENCIA: Río Villa Lobos

FECHA: 20 de Abril de 2017

PROVENIENCIA	MUESTRA
1. Nombre de Empresa	ASTM C-131
2. Descripción	"A"
3. Nº de Muestra	30 50

OBSERVACIONES: El material es correspondiente por el laboratorio

ATENCIÓN: NTS

[Handwritten signature]
 Centro de Investigaciones de Ingeniería
 Universidad de San Carlos de Guatemala

[Handwritten signature]
 Centro de Investigaciones de Ingeniería
 Universidad de San Carlos de Guatemala

FEEL FREE TO CONTACT US AT:
 Calle 13, Zona 13, Guatemala, Guatemala
 Teléfono: +502 2440 2000 ext. 1001-1002-1003
 Email: info@ciingen.org

Informe de desgaste por sulfato de sodio ASTM C-88 agregado fino, del río Villa Lobos



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 14644

INFORME No. SC - 231

O.T. No. 26739

INTERESADO: Karla Liliana Chávez - Carné No. 1998-19420
ASUNTO: Ensayo de bondad en agregado fino
Material: Agregado Fino
Proyecto: Trabajo de Graduación "Determinación de las Características Físicas, Mecánicas, Químicas y Petrográficas de Agregados, Río Villa Lobos, Km.22, Ruta Nacional 1, Municipio Villa Canales, Guatemala"
Procedencia: Río Villa Lobos, Km. 22 Ruta Nacional 1 Villa Canales, Guatemala.
Solución utilizada: Sulfato de Sodio
FECHA: 21 de Abril de 2010

TAMAÑOS		Graduación por fracción	Antes de ensayo	Después de ensayo	% de Desgaste	Desgaste ref. a Graduación
PASA	RETENIDOS					
No. 100 (149 mm)						
No. 50 (297 mm)	No. 100 (149 mm)	4.92	100.00	99.50	0.50	0.02
No. 30 (595 mm)	No. 50 (297 mm)	33.49	100.00	96.00	4.00	1.34
No. 16 (1.19 mm)	No. 30 (595 mm)	26.84	100.00	93.80	6.20	1.66
No. 8 (2.38 mm)	No. 16 (1.19 mm)	17.83	100.00	88.30	11.70	2.09
No. 4 (4.76 mm)	No. 8 (2.38 mm)	13.73	100.00	84.30	15.70	2.16
3/8" (9.52 mm)	No. 4 (4.76 mm)	3.18	-----	-----	15.70	0.50
TOTALES		100.00	500.00	-----	-----	7.77

OBSERVACIONES:

a) Muestra proporcionada por el interesado

ATENTAMENTE,



Inga. Telma Maricela Cano Morales
Directora CII/USAC

Dilma Yanet Mejicanos Jol
Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol
Jefa Sección de Concretos



Informe de desgaste por sulfato de sodio ASTM C-88 sgragado fino del Rio Villa Lobos



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA



Nº 100114

FORMA No. 01 - 201

INTERESADO: Kaha Linares Chávez - Camé No. 1988-19450
 ASUNTO: Ensayo de fondeo en sgragado fino
 Método: Agregado Fino
 Proceder: Provisorio
 Proyecto: Trabajo de Graduación "Determinación de los Coeficientes de Resistencia Química y Resistencia de Agregados Rio Villa Lobos"
 No. 22 Ruta Nacional / Municipio Villa Chiriqué, Guatemala.
 Presidente: Rio Villa Lobos, Km. 22 Ruta Nacional / Villa Chiriqué, Guatemala
 Oficina ubicada: Oficina de Riego
 FECHA: 21 de Abril de 2010

PASA		RE TENIDOS		GASTOS		Antes de ensayo		Después de ensayo		No de Desgaste		No de Desgaste ref. a	
mm	gms	mm	gms	mm	gms	mm	gms	mm	gms	mm	gms	mm	gms
100	149	100	149	4.92	100.00	100.00	99.90	0.80	0.02				
75	287	75	287	37.48	600.00	600.00	597.00	4.00	7.24				
50	595	50	595	30.84	1000.00	1000.00	973.00	2.50	1.58				
25	719	25	719	17.83	1000.00	1000.00	982.00	17.70	2.08				
15	838	15	838	13.73	1000.00	1000.00	986.30	13.70	2.18				
7.5	1018	7.5	1018	3.18	1000.00	1000.00	996.80	13.20	0.30				
TOTAL		TOTAL		100.00	6000.00	6000.00			1.32				

OBSERVACIONES: a) Muestra proporcionada por el interesado

ATENTAMENTE

[Signature]
 Ing. Jaime M. Rodríguez Cardo
 Director CUI/SAIC



Ing. Jaime M. Rodríguez Cardo
 Director CUI/SAIC

IMPRESO EN GUATEMALA
 DISEÑO Y GRAFICACIÓN: 2010
 DISTRIBUCIÓN: 2010

Informe de desgaste por sulfato de sodio ASTM C- 88 agregado grueso, banco río Villa Lobos



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 14645

INFORME No. SC - 232

O.T. No. 26739

INTERESADO: Karla Liliana Chávez - Carné No. 1998-19420
ASUNTO: Ensayo de bondad en agregado grueso
Material: Agregado Grueso
Proyecto: Trabajo de Graduación "Determinación de las Características Físicas, Mecánicas, Químicas y Petrográficas de Agregados, Río Villa Lobos, Km.22, Ruta Nacional 1, Municipio Villa Canales, Guatemala"
Procedencia: Río Villa Lobos, Km.22, Ruta Nacional 1, Municipio Villa Canales
Solución utilizada: Sulfato de Sodio
FECHA: 21 de Abril de 2010

TAMAÑOS		Graduación por fracción	Antes de ensayo	Después de ensayo	% de Desgaste	Desgaste ref. a Graduación
PASA	RETENIDOS					
2 1/2" (63.5 mm)	1 1/2" (38.1 mm)	-----	-----	-----	-----	-----
1 1/2" (38.1 mm)	3/4" (19.05 mm)	41.17	1500.00	1445.60	3.63	1.49
3/4" (19.05 mm)	3/8" (9.52 mm)	53.68	1000.00	962.70	3.73	2.00
3/8" (9.52 mm)	No. 4 (4.76 mm)	3.97	300.00	292.00	2.67	0.11
	Fondo	1.18	-----	-----	2.67	0.03
TOTALES		100.00	2800.00	-----	-----	3.63

OBSERVACIONES:

a) Muestra proporcionada por el interesado

ATENTAMENTE,

Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol
Jefa Sección de Concretos

SECCION
CONCRETOS
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA -
GUATEMALA, C.A.

Vo.Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
Directora CI/USAC



Informe de desgaste por sulfato de sodio ASTM C-88 agregado grueso Banco de Villa Lobos



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA



O.T. No. 28739

INFORME No. 88 - 132

INTERVENIO: Banco de fondos en agregado grueso
ASUNTO: Agregado Grueso
PROYECTO: Trabajo de Graduación "Estimación de los Coeficientes de Retención Química y Física de Agregados de Villa Lobos" No. 22 Ruta Nacional 1, Municipio Villa Cobán, Guatemala.
PROFESOR: Rm Villa Lobos, No. 12, Ruta Nacional 1, Municipio Villa Cobán.
FECHA: 11 de Mayo de 2010

TAMAROS		RETENIDOS		PASA	
3/16" (4.75 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
3/8" (9.52 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1/2" (12.5 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
3/4" (19.05 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1" (25.4 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2" (38.1 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2" (50.8 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2" (63.5 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
3" (76.2 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2" (88.9 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
4" (101.6 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
4 1/2" (114.3 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
5" (127 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
5 1/2" (140 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
6" (152.4 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
6 1/2" (165.1 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
7" (177.8 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
7 1/2" (190.5 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
8" (203.2 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
8 1/2" (215.9 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
9" (228.6 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
9 1/2" (241.3 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
10" (254 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
10 1/2" (266.7 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
11" (279.4 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
11 1/2" (292.1 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
12" (304.8 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
12 1/2" (317.5 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
13" (330.2 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
13 1/2" (342.9 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
14" (355.6 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
14 1/2" (368.3 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
15" (381 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
15 1/2" (393.7 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
16" (406.4 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
16 1/2" (419.1 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
17" (431.8 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
17 1/2" (444.5 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
18" (457.2 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
18 1/2" (469.9 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
19" (482.6 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
19 1/2" (495.3 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
20" (508 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
20 1/2" (520.7 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
21" (533.4 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
21 1/2" (546.1 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
22" (558.8 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
22 1/2" (571.5 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
23" (584.2 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
23 1/2" (596.9 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
24" (609.6 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
24 1/2" (622.3 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
25" (635 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
25 1/2" (647.7 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
26" (660.4 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
26 1/2" (673.1 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
27" (685.8 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
27 1/2" (698.5 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
28" (711.2 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
28 1/2" (723.9 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
29" (736.6 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
29 1/2" (749.3 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
30" (762 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
30 1/2" (774.7 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
31" (787.4 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
31 1/2" (800.1 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
32" (812.8 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
32 1/2" (825.5 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
33" (838.2 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
33 1/2" (850.9 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
34" (863.6 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
34 1/2" (876.3 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
35" (889 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
35 1/2" (901.7 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
36" (914.4 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
36 1/2" (927.1 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
37" (939.8 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
37 1/2" (952.5 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
38" (965.2 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
38 1/2" (977.9 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
39" (990.6 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
39 1/2" (1003.3 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
40" (1016 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
40 1/2" (1028.7 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
41" (1041.4 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
41 1/2" (1054.1 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
42" (1066.8 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
42 1/2" (1079.5 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
43" (1092.2 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
43 1/2" (1104.9 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
44" (1117.6 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
44 1/2" (1130.3 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
45" (1143 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
45 1/2" (1155.7 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
46" (1168.4 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
46 1/2" (1181.1 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
47" (1193.8 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
47 1/2" (1206.5 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
48" (1219.2 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
48 1/2" (1231.9 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
49" (1244.6 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
49 1/2" (1257.3 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
50" (1270 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

DESEMPEÑO: el Muestra sometida a prueba
ATENCIÓN:

[Handwritten signature]
Ing. Tatiana María Cordero
Jefe Laboratorio de Pruebas

[Handwritten signature]
Ing. Tatiana María Cordero
Directora CITEC

Este informe es propiedad de la Universidad de San Carlos de Guatemala y no debe ser reproducido, distribuido o publicado sin el consentimiento escrito de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Informe de la norma ASTM C-289 de agregado grueso y fino, del río Villa Lobos



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 004718

O.T. No. 26742
Informe Lab. No. 013-10

Interesado: Karla Liliana Chávez
Muestra: 2 Muestra de Agregado (fino y Grueso)
Proyecto: Río Villalobos Km 22, Municipio de Villa canales
Fecha: Guatemala, 02 de junio de 2010

Determinación de la Reactividad Potencial de agregados según norma ASTM C-289

Muestra	Reducción Alcalina (mmol/L)	Silice Disuelta (mmol/L)	RESULTADO
Agregado Fino	640.32 ± 78.78	272.09 ± 19.24	INOCUO
Agregado Grueso	576.48 ± 78.16	241.78 ± 14.33	INOCUO

*Muestra proporcionada por el interesado.

Ing. César Alfonso García Guerra
Jefe
Sección Química Industrial-CII-



Vo. Bo. Inga. Telma Maricela Cano Morales
Directora
Centro de Investigaciones de Ingeniería CII/USAC



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usnc.edu.gt>



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA



1718

Informe No. 013-10
C.T. No. 28942

Comunicación de la Universidad Politécnica de Honduras según norma ASTM C-289
Fecha: Guatemala, 02 de junio de 2010
Proyecto: Ríos Villalobos Km. 22, Municipio de Villa Canales
Muestra: 3 Muestra de Agregado (fino y grueso)
Intensidad: Karel Linares Chávez

Muestra	Agregado Grueso	Agregado Fino
1	278.48 ± 78.18	840.92 ± 78.78
2	241.78 ± 14.32	272.00 ± 19.24
3	INOCUO	INOCUO

Muestra proporcionada por el interesado



Ing. César Alfonso García Quirós
Sector Químico Industrial - QI



Dr. Ing. Tomás Morales Caro Morales
Director
Centro de Investigaciones de Ingeniería CUIBAG

EN LA CIUDAD DE GUATEMALA, A LOS 02 DE JUNIO DE 2010.
Firma: Karel Linares Chávez

Resultado gráfico de la norma ASTM C-289 para los agregados extraídos del río Villa Lobos

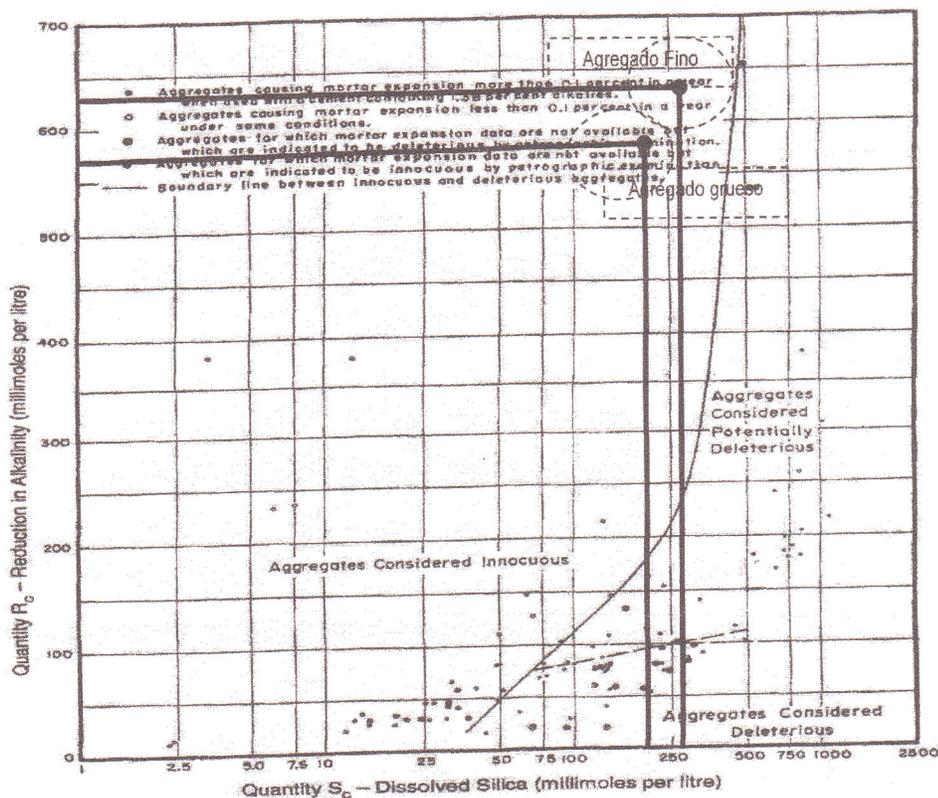


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 004719

O.T. No. 26742
Informe Lab. No. 013-10



Gráfica tomada de la norma ASTM C- 289

<p>A. AGREGADO CONSIDERADO INOCUO:</p> <p>B. AGREGADO CONSIDERADO DELETEREO:</p> <p>C. AGREGADO CONSIDERADO POTENCIALMENTE DELETEREO</p>		<p>RESULTADO DE LA MUESTRA</p> <table border="1"> <tr> <td>A</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td> </tr> </table>	A		B		C	
A								
B								
C								

Resultado gráfico de la norma ASTM C-289 para los agregados extraídos del río Villalobos

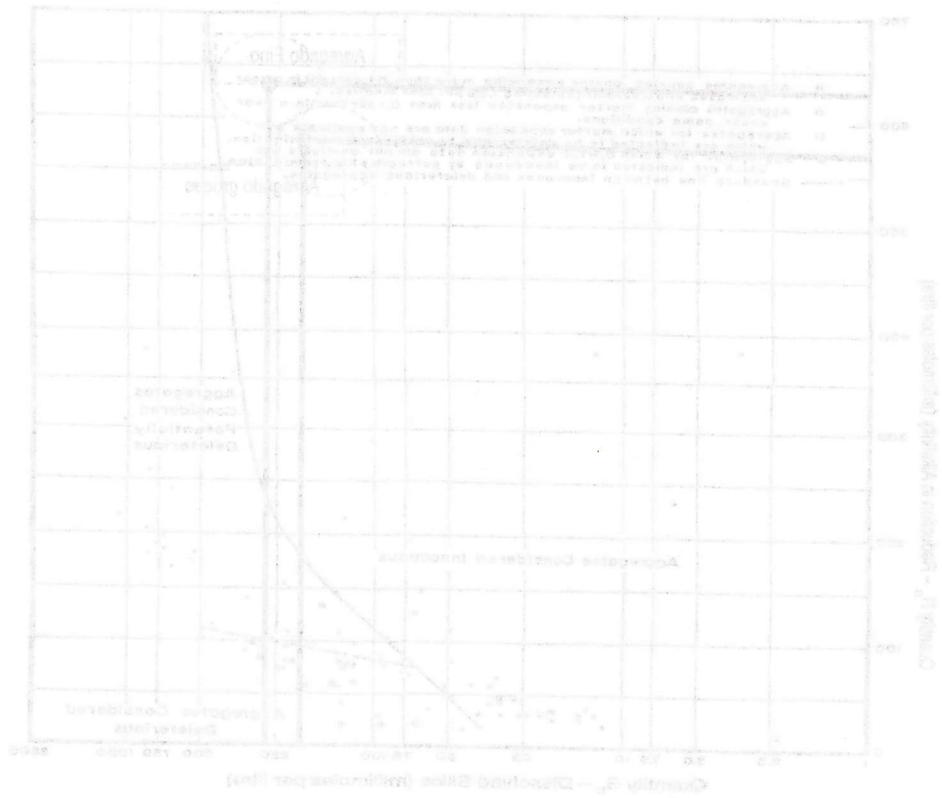


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA



Nº 004719

Informe Lab. No. 013-10
 O.T. No. 28745



Resultados de la norma ASTM C-289

Clase	Resultado
A. AGRADO COMPROBADO INOCUO	
B. AGRADO COMPROBADO DELICADO	
C. AGRADO COMPROBADO POTENCIALMENTE DELICADO	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA - 15022
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 AV. LA PAZ No. 1502, ZONA 13, GUATEMALA, GUATEMALA
 TEL: (502) 2440 1502 FAX: (502) 2440 1502

Informe de la norma ASTM C-39 resistencia de cilindros de concreto de la mezcla de 210kg/cm²



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 14730

RESISTENCIA DE CILINDROS DE CONCRETO

NORMA ASTM C-39
INFORME No. S.C. - 282
HOJA 1/1

O.T. No. 27057

INTERESADO: Karla Liliana Chavez - Carné No. 1998-19420

ASUNTO: ENSAYO A COMPRESION

PROYECTO: Trabajo de Graduación: "Determinación de las características Físicas, Mecánicas, Químicas y Petrográficas de agregados Rio Villa Lobos, Km. 22, Ruta Nacional 1, Municipio Villa Canales, Guatemala"

DIRECCION: Ciudad

FECHA: 25 de Mayo de 2,010

No. CILINDRO OBRA	No. CILINDRO LABORATORIO	FECHA DE HECHURA	EDAD EN DIAS	CILINDRO REPRESENTATIVO DE LA FUNDICION	PESO EN kg	DIAMETRO EN cm	CARGA en Libras	RESISTENCIA kg/cm ²	RESISTENCIA lb/in ²
1	67-5	26/04/2010	14	Control de calidad mezcla de concreto	11.608	15.153	42,694	107.38	1527.31
2	68-5	26/04/2010	14	Control de calidad mezcla de concreto	11.617	15.123	54,958	138.78	1973.85
3	69-5	26/04/2010	21	Control de calidad mezcla de concreto	11.748	15.100	66,625	168.76	2400.27
4	70-5	26/04/2010	21	Control de calidad mezcla de concreto	11.749	15.093	68,071	172.57	2454.54
5	71-5	26/04/2010	28	Control de calidad mezcla de concreto	11.812	15.257	72,998	181.12	2576.14
6	72-5	26/04/2010	28	Control de calidad mezcla de concreto	11.708	15.230	72,998	181.76	2585.17

OBSERVACIONES :

- Agregado del Banco: Rio Villa Lobos Km. 22 Villa Canales, Guatemala
- El interesado proporciono el material para la mezcla.
- El asentamiento obtenido en la mezcla fue de 6.5 cm.
- Diseño teórico de acuerdo al informe S.C.-229
- Modificación de agua: Cantidad Original 195 lts/m³ a 243.75 lts/m³.

Atentamente,


Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol
Jefa Sección de Concretos

Vo.Bo.


Inga. Telma Marcela Cano Morales
Directora CII/USAC



EMG

Informe de la norma ASTM C-39 resistencia de cilindros de concreto de la mezcla de 210kg/cm²



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

RESISTENCIA DE CILINDROS DE CONCRETO
NORMA ASTM C-39

C.T. No. 27087

INFORME No. I.C. 382
NOVIEMBRE 1973

INTERESADO: Laboratorio Civil - Camino No. 1785-1750
ASUNTO: ENSAYO A COMPRESION
PROYECTO: Trabajo de diploma. Determinación de las características físicas, químicas, mecánicas y petrográficas de concreto de Villa Nueva, Km. 23 Ruta Nacional 1, Zona Villa Nueva, Guatemala.
DIRECTOR: Carlos
FECHA: 22 de Mayo de 1973

ORDEN DE CILINDRO	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA (psi)	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA (ksi)	RESISTENCIA (N/mm ²)	RESISTENCIA (lb/in ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA (psi)	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA (ksi)	RESISTENCIA (N/mm ²)	RESISTENCIA (lb/in ²)
1	2074	297	14.6	2.1	146	21	2074	297	14.6	2.1	146	21
2	2074	297	14.6	2.1	146	21	2074	297	14.6	2.1	146	21
3	2074	297	14.6	2.1	146	21	2074	297	14.6	2.1	146	21
4	2074	297	14.6	2.1	146	21	2074	297	14.6	2.1	146	21
5	2074	297	14.6	2.1	146	21	2074	297	14.6	2.1	146	21
6	2074	297	14.6	2.1	146	21	2074	297	14.6	2.1	146	21

OBSERVACIONES:
a) El ensayo se realizó en un laboratorio de ensayos de concreto.
b) El ensayo se realizó en un laboratorio de ensayos de concreto.
c) El ensayo se realizó en un laboratorio de ensayos de concreto.
d) El ensayo se realizó en un laboratorio de ensayos de concreto.
e) El ensayo se realizó en un laboratorio de ensayos de concreto.

[Signature]
Ing. Carlos...
DIRECTOR

[Signature]
Ing. Carlos...
DIRECTOR

Informe de la norma ASTM C-39 resistencia de cilindros de concreto de la mezcla de 281kg/cm²



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 14731

RESISTENCIA DE CILINDROS DE CONCRETO NORMA ASTM C-39

INFORME No. S.C. - 283
HOJA 1/1

O.T. No. 27057

INTERESADO: Karla Liliana Chavez - Carné No. 1998-19420
ASUNTO: ENSAYO A COMPRESION

PROYECTO: Trabajo de Graduación: "Determinación de las características Físicas, Mecánicas, Químicas y Petrográficas de agregados Rio Villa Lobos, Km. 22, Ruta Nacional 1, Municipio Villa Canales, Guatemala"

DIRECCION: Ciudad
FECHA: 25 de Mayo de 2,010

No. CILINDRO OBRA	No. CILINDRO LABORATORIO	FECHA DE HECHURA	EDAD EN DIAS	CILINDRO REPRESENTATIVO DE LA FUNDICION	PESO EN kg	DIAMETRO EN cm.	CARGA en Libras	RESISTENCIA kg/cm ²	RESISTENCIA lb/plg ²
1	73-5	26/04/2010	14	Control de calidad mezcla de concreto	10.952	15.210	62,288	155.50	2211.69
2	74-5	26/04/2010	14	Control de calidad mezcla de concreto	11.083	15.167	58,915	147.92	2103.89
3	75-5	26/04/2010	21	Control de calidad mezcla de concreto	11.266	15.217	63,252	157.77	2243.95
4	76-5	26/04/2010	21	Control de calidad mezcla de concreto	11.357	15.103	61,324	155.26	2208.32
5	77-5	26/04/2010	28	Control de calidad mezcla de concreto	11.239	15.280	70,534	174.47	2481.59
6	78-5	26/04/2010	28	Control de calidad mezcla de concreto	11.186	15.233	69,549	173.09	2461.95

OBSERVACIONES :

- Agregado del Banco: Rio Villa Lobos Km. 22 Villa Canales, Guatemala
- El interesado proporciono el material para la mezcla.
- El asentamiento obtenido en la mezcla fue de 8 cm.
- Diseño teórico de acuerdo al informe S.C.-230
- Modificación de agua: Cantidad Original 195 lts/m³ a 243.75 lts/m³.

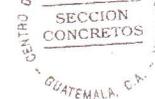
Atentamente,

Vo.Bo.

Inga. Telma Maricela Carrero Morales
Directora CII/USAC



Inga. Dilma Yaret Mejicanos Jol
Jefa Sección de Concretos



EMG

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>