



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE BLOQUES DE CONCRETO LIVIANO, EN FÁBRICAS
UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE SANARATE, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**

Rodolfo Alejandro Huard Ramos

Asesorado por el Ing. Rolando Morgan Sagastume

Guatemala, noviembre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE BLOQUES DE CONCRETO LIVIANO, EN FÁBRICAS
UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE SANARATE, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

RODOLFO ALEJANDRO HUARD RAMOS
ASESORADO POR EL ING. ROLANDO MORGAN SAGASTUME

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Gabriel Ordoñez Morales
EXAMINADORA	Inga. Carmen Marina Mérida Avila
EXAMINADOR	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE BLOQUES DE CONCRETO LIVIANO, EN FÁBRICAS
UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE SANARATE, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha abril de 2012.



Rodolfo Alejandro Huard Ramos

Guatemala, Julio de 2013

Ingeniero Guillermo Francisco Melini Salguero
Coordinador del Área de Materiales y Construcciones Civiles
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero:

Por éste medio hago constar que he asesorado y revisado el trabajo de graduación del estudiante universitario Rodolfo Alejandro Huard Ramos, titulado **ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE BLOQUES DE CONCRETO LIVIANO, EN FÁBRICAS UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE SANARATE, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**

Para lo cual, después de la realización del análisis y las correcciones debidas de dicho trabajo, considero que cumple con los requisitos solicitados para su aprobación final.

Sin otro particular, me suscribo de usted, cordialmente.



Ing. Rolando Morgan Sagastume

Colegiado 4794

ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ROLANDO MORGAN SAGASTUME
ING. CIVIL
Colegiado No. 4794



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>



Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil

Guatemala,
16 de octubre de 2013

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE BLOQUES DE CONCRETO LIVIANO, EN FABRICAS UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE SANARATE, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Rodolfo Alejandro Huard Ramos, quien contó con la asesoría del Ing. Rolando Morgan Sagastume.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Civil Guillermo Francisco Melini Salguero
Coordinador del Área de Materiales y
Construcciones Civiles



FACULTAD DE INGENIERIA
AREA DE MATERIALES Y
CONSTRUCCIONES CIVILES
USAC

/bbdeb.
Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Rolando Morgan Sagastume y del Coordinador del Área de Materiales, Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero, al trabajo de graduación del estudiante Rodolfo Alejandro Huard Ramos, titulado **ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE BLOQUES DE CONCRETO LIVIANO, EN FABRICAS UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE SANARATE, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre de 2013.

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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: **ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE BLOQUES DE CONCRETO LIVIANO, EN FÁBRICAS UBICADAS EN EL MUNICIPIO DE SANARATE, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**, presentado por el estudiante universitario: **Rodolfo Alejandro Huard Ramos**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, noviembre de 2013

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por estar conmigo en todo momento.
Mi madre	Por ser una persona ejemplar en mi vida y cumplir la función de padre a la vez, por sus palabras de aliento y enseñarme que la vida está llena de retos a vencer.
Mi padre (q.e.p.d.)	Por formar una familia en armonía.
Mis hermanos	Por su amor y apoyo incondicional, mostrándoles que juntos logramos alcanzar los objetivos.
Mis sobrinos	Con mucho cariño.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios Padre, Dios Hijo y Dios Espíritu Santo	Por derramar discernimiento, paciencia y fortaleza permitiéndome alcanzar este logro.
Mi familia en general	Por ser parte alentadora en el trayecto de este proyecto.
Ing. Rolando Morgan	Por su asesoría, paciencia y apoyo incondicional en el desarrollo de este documento.
Centro de I+D (CETEC)	Por ser anfitrión y darme la oportunidad de desarrollar un aporte a la sociedad.
Equipo de trabajo de CETEC	Por su colaboración y asesoría en los ensayos realizados a los materiales.
Mis amigos de la USAC	Por su amistad, colaboración y apoyo incondicional.
Denis Marroquín, Paulo Ozaeta, Lucely Cruz, Saúl Sandoval y Julio Linares	Por su apoyo y afecto.

2.3.	Máquina para hacer bloques	17
2.4.	Proceso de producción.....	19
2.4.1.	Selección y almacenamiento de materias primas ...	20
2.4.2.	Dosificación de la mezcla	20
2.4.3.	Elaboración de la mezcla	21
2.4.4.	Elaboración de los bloques	21
2.4.5.	Fraguado y curado de los bloques	22
2.4.6.	Despacho de los bloques	22
2.5.	Resumen del estudio técnico	24
3.	CONTROL DE CALIDAD	27
3.1.	Estudio preliminar del agregado.....	28
3.2.	Obtención de muestras representativas para la elaboración de ensayos.....	28
3.3.	Ensayos realizados	29
3.3.1.	Dimensionamiento.....	30
3.3.2.	Absorción y densidad	32
3.3.3.	Resistencia a la compresión.....	35
3.4.	Análisis de resultados	41
3.4.1.	Respecto de su resistencia a la compresión	42
3.4.2.	Respecto de su absorción y densidad.....	43
3.4.3.	Respecto de los ensayos a los agregados	44
4.	DESPERFECTOS DE FABRICACIÓN	57
4.1.	Defectos de fabricación.....	57
4.2.	Causas de los defectos y malformaciones	59
	CONCLUSIONES.....	65
	RECOMENDACIONES	69

BIBLIOGRAFÍA..... 71
ANEXOS..... 73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Curva granulométrica individual para blocks de agregados livianos, recomendada por la Compañía Besser.....	11
2.	Máquina mezcladora	15
3.	Llenado de tolva con pala	15
4.	Mezcladora de eje horizontal	16
5.	Mezcladora de eje vertical.....	17
6.	Máquina para la fabricación de blocks de pómez (livianos)	18
7.	Molde metálico para block de 15 x 20 x 40 (cm)	18
8.	Fraguado y curado de bloques.....	22
9.	Gráfico de resistencia en área neta y bruta de cada fábrica, promedio de ensayos a 14 y 28 días.....	43
10.	Granulometría combinada, según gráfico Besser, fábrica No. 3	55
	porcentaje de absorción	77

TABLAS

I.	Clasificación de los agregados según su origen.....	5
II.	Densidad relativa en agregados comunes.....	6
III.	Normas y especificaciones a consultar	8
IV.	Granulometría sugerida por la Compañía Besser, para la fabricación de blocks livianos	12
V.	Lista de fábricas de bloques, ubicadas en el municipio de Sanarate.....	13
VI.	Especificaciones de la máquina para fabricar bloques	19
VII.	Semejanzas y diferencias entre los fabricantes.....	23
VIII.	Ensayos a los agregados	27
IX.	Ensayos a los especímenes	28
X.	Muestra mínima, ensayos a: compresión, dimensiones, absorción y densidad.....	29
XI.	Resumen de los ensayos a especímenes	40
XII.	Resumen de ensayos realizados a la arena pómez	40
XIII.	Resumen de ensayos realizados al polvo de piedra.....	41
XIV.	Clasificación de los bloques según norma NTG 41054	41
XV.	Curvas granulométricas de arena pómez y polvo de piedra de la fábrica No. 1.....	45
XVI.	Curvas granulométricas de arena pómez y polvo de piedra de la fábrica No. 2.....	47
XVII.	Curvas granulométricas de arena pómez y polvo de piedra de la fábrica No. 3.....	49
XVIII.	Curvas granulométricas de arena pómez y polvo de piedra de la fábrica No. 4.....	51
XIX.	Proporción utilizada por la fábrica No. 3.....	53
XX.	Granulometría de ambos agregados combinados, fábrica No. 3	54

XXI.	Defectos y malformaciones más comunes en los bloques fabricados con máquina vibrocompactadora de volteo	57
XXII.	Desperfectos causados por la mezcla	60
XXIII.	Desperfectos originados por la maquinaria.....	61
XXIV.	Desperfectos como consecuencia del proceso	63

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H	Altura promedio, en centímetros
Ab	Área bruta, en centímetros cuadrados
An	Área neta, en centímetros
DR	Densidad Relativa
L	Largo promedio, en centímetros
psi	Libra sobre pulgada cuadrada
Mpa	Mega pascales
N	Newton
a/c	Relación entre el agua (kg) y el cemento (kg)
Rb	Resistencia a la compresión en base al área bruta
Rn	Resistencia a la compresión en base al área neta.
sss	Seco, saturado, superficial

GLOSARIO

Agregado liviano	Material inerte generalmente constituido por arenas pómez o escorias volcánicas. Las densidades relativas de estos agregados deben estar en un rango de; 1,2 – 1,8 (pómez), 1,6 – 2,2 (escoria volcánica).
Área bruta	Es el área total de la cara del bloque perpendicular a los vacíos, es decir, el producto del largo por el ancho del elemento rectangular, tomando en cuenta el área vacía.
Área neta	Es el área de la superficie descontando la superficie del área que forman los huecos normal a sus ejes, es decir, la superficie bruta menos la superficie del área vacía.
Concreto liviano	Mezcla elaborada con materiales de pesos ligeros, siendo en su mayoría la arena pómez, reduciendo así su densidad, producida por la presencia de vacíos en el agregado, en el mortero o entre las partículas de agregado grueso.

Especímenes	Unidades enteras seleccionadas de acuerdo a los parámetros establecidos idénticos o con similitud, algunos tomados a partir de método aceptado su obtención.
Muestra	Porción extraída de una población que sirve para conocer la calidad del género, que permite considerarla representativa de él.
Norma	Documento establecido por consenso y aprobado por organismo reconocido, que proporciona, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para actividades o resultados, con el fin de conseguir un grado óptimo de orden en un contexto dado.
Pared frontal	Elemento vertical con dimensiones de L x H, donde L es largo y H es altura del bloque, se encuentran separadas por dos tabiques externos y uno o más tabiques internos dependiendo del tipo de bloque.
Tabique	Elemento vertical que une las paredes de un bloque. Se considera como tabique los bordes del bloque los cuales se encuentran perpendiculares al lado largo del elemento.

RESUMEN

Los bloques de concreto liviano son elementos modulares premoldeados diseñados para la construcción de elementos estructurales a través sistemas de reforzamiento confinados o reforzados haciendo de estos el recurso más utilizado para la construcción de viviendas y edificaciones en el interior del país.

Guatemala es un país vulnerable a los fenómenos naturales, tanto geológicos (terremotos), como atmosféricos (tormentas, huracanes). Lamentablemente, el país no es riguroso en la estandarización de fabricación de bloques de concreto a utilizar para la construcción de viviendas en general.

Es por ello que este trabajo de graduación se ha focalizado en el análisis e investigación del proceso de fabricación y calidad de bloques de concreto liviano en aquellas bloqueras no tecnificadas de la región oriente del país, las cuales utilizan mesas vibro-compactadoras. Asimismo, se estudiarán los desperfectos en la fabricación de los mismos, al ser sometidos a una supervisión que dejara en evidencia las causas y los problemas de malformaciones, desperfectos y fisuramiento que se presentan con más frecuencia y así como la solución más idónea.

OBJETIVOS

General

Evaluar la calidad de bloques de 15 x 20 x 40 (cm) de concreto liviano (pómez), fabricados en las principales bloqueras del municipio de Sanarate, departamento de El Progreso.

Específicos

1. Determinar la situación actual de las fábricas existentes, respecto de los materiales que se utilizan, el proceso de fabricación y la calidad del producto que se comercializa en el municipio de Sanarate, región oriente del país.
2. Elaborar ensayos de laboratorio necesarios para determinar la calidad de los bloques de 15 x 20 x 40 de concreto liviano, pómez.
3. Comparar la resistencia a compresión de los bloques de 15 x 20 x 40 con la norma actual vigente NTG 41 054.
4. Enumerar los factores principales que influyen a que se dé un desperfecto en un bloque de pómez al momento de su elaboración, así como las posibles soluciones a cada caso.

INTRODUCCIÓN

Para fabricar cualquier tipo de bloque de concreto liviano se debe de contar con la metodología específica según la función que este desempeñará, regidos por estándares de normas vigentes actualizadas. De esta manera el presente estudio dejará documentado los factores más importantes que influyen en la mala o buena calidad de los mismos que pueda darse debido a materiales que componen el elemento, dosificación, procesos de elaboración entre otros factores. Se hace mención de las tres principales causas que son:

- Defectos causados por la mezcla

Puede existir una mala dosificación de materiales, granulometría deficiente, elaboración inadecuada, puede haber variaciones en el contenido de la humedad, entre otros factores.

- Defectos originados por la máquina

Deficiente alimentación de la tolva, la compuerta de la tolva puede estar desajustada, puede haber un exceso o deficiencia de llenado, entre otros factores.

- Defectos como consecuencia del proceso

Problemas de manejo del bloque en la máquina, transportar el bloque hasta la cámara o área de curado puede no ser el correcto.

1. PRINCIPIOS BÁSICOS

1.1. Antecedentes

La mampostería se utiliza desde la antigüedad y su nombre viene de la palabra mampuesto ya que en sus inicios se utilizaban piedras colocadas con la mano las cuales iban unidas con un mortero o a tope. Con el paso del tiempo se utilizaron ladrillos de arcilla cruda o cocida, y desde principios del siglo XX se fabricaron bloques de concreto y arcilla.

La mampostería de unidades (bloques) de concreto normal o liviano es en nuestro medio una de las tecnologías más utilizadas en la construcción de viviendas, muros perimetrales y de contención, edificios, sin embargo, muchas fábricas medianas y pequeñas no producen bloques con características adecuadas para nuestras condiciones locales que se identifican con un elevado riesgo sísmico.

1.2. Conceptos fundamentales

Los materiales que se utilizan para la fabricación de bloques de concreto son: cemento, agregados que cumplan con los requisitos de concretos convencionales, como por ejemplo; granulometrías, densidad, absorción, entre otras. Se considera una relación óptima a fin de proporcionar características de durabilidad e impermeabilidad.

1.2.1. Cemento

Material conglomerante que da la resistencia a la unidad de block fabricada. Puede utilizarse cualquier tipo de cemento hidráulico, prestando especial atención a la clase de resistencia del concreto. En Guatemala existen distintos tipos de cemento para la fabricación de bloques de concreto; liviano y normal, las características de estos cementos que se comercializan en Guatemala se describen a continuación.

1.2.1.1. Cemento para fabricar blocks, CFB

Este es un cemento Pórtland de alta resistencia inicial, adicionado con puzolana natural, además de utilizarlo para fabricar blocks, se utiliza para elaborar tubos y otros elementos prefabricados de concreto. Entre las características principales de este cemento están:

- Aumento de resistencia a edades tempranas, 3 460 libras sobre pulgada cuadrada (24 N/mm^2) a los 3 días.
- Cumple con los requisitos de la Norma ASTM C 1157 y Coguanor NGO 41095.
- Resistencia mínima de 5 000 libras sobre pulgada cuadrada (24 N/mm^2) a los 28 días. Esta resistencia depende de; la relación agua cemento, calidad de los agregados, condiciones de curado y fraguado.

1.2.1.2. Cemento de alta resistencia inicial, ARI

Es un cemento Pórtland de alta resistencia inicial que cumple con la normativa Coguanor NTG-41095 para los cementos tipo ARI. Este cemento también se utiliza en la fabricación de adoquines, tubos, prefabricados, viguetas

y paneles. Se utiliza en muchas fábricas de prefabricados pues es ideal cuando se requiere de un aumento de resistencia a edades tempranas.

1.2.1.3. Cemento BLK con ADIBLOCK

El cemento BLK con ADIBLOCK es una mezcla con base en cemento Pórtland ordinario con adiciones y aditivos especiales. Es un material formulado especialmente para alcanzar una alta resistencia inicial, fue diseñado exclusivamente para la elaboración de bloques livianos. Entre los beneficios que ofrece la utilización de este cemento es que permite un desentablado en menor tiempo, está diseñado especialmente para fabricar bloques de concreto liviano a base de pómez.

Para facilitar la dosificación en mezcladoras de medio saco, un saco de BLK ya contiene el cemento y aditivos necesarios para un terciado equivalente a medio saco de otros cementos que actualmente usa.

1.2.1.4. Cemento CPC 30R

La nomenclatura de este tipo de aglomerado CPC 30R quiere decir, cemento Portland compuesto, el número significa 30 newton sobre milímetro cuadrado, es utilizado en la construcción para prefabricados de todo tipo así como para la construcción de losas de concreto, columnas, zapatas y obras sanitarias. Al igual que el tipo ARI tiene mayor desarrollo de resistencia a los 3 días y permite también un desmolde en menor tiempo que el cemento convencional, estos deben cumplir con la normativa Coguanor NTG-41095.

1.2.2. Agregados

Los agregados son parte esencial de un bloque de concreto ya que constituye en un 85 a 90 por ciento de la unidad. Estos materiales pétreos deben tener la posibilidad de aglutinarse (pegarse) por medio del cemento hidráulico y así formar un cuerpo sólido, por lo que es muy importante su limpieza y calidad.

En Guatemala, se encuentran varios tipos de agregados, para la fabricación de bloques de concreto se utilizan de dos clases: los normales para concreto que son gravas y arenas naturales de ríos o minas, los otros agregados que se utilizan son las arenas y piedrines que provienen de la trituración de rocas de canteras o de canto rodado.

La fabricación de bloques de concreto liviano está constituida por agregados livianos o ligeros que incluyen principalmente las granzas y arenas de pómez amarilla y blanca, y escorias volcánicas que se encuentran en las cercanías de los volcanes.

Los agregados también se clasifican según su procedencia, se especifican en la tabla I clasificación de los agregados según su origen.

Tabla I. **Clasificación de los agregados según su origen**

Por su origen	Rocas Ígneas	Granito Riolita Andesita Basalto
	Rocas Sedimentarias	Arenisca Yeso Dolomita Caliza
	Rocas Metamórficas	Cuarcita Pizarra Esquisto Mármol

Fuente: Cementos Progreso.

Los agregados son livianos porque su densidad (masa/volumen) es baja, este valor describe cuán unidos están los átomos de un elemento, en otras mientras más unidas están las partículas individuales de una substancia, más densa es la substancia. Un ejemplo de agregado liviano es la pómez, partículas que tienen una alta porosidad (vacíos) lo que hace que se vuelva un agregado ligero.

Los agregados de densidad normal (caliza, basalto, granito) provienen de rocas sedimentarias e ígneas con densidades relativas promedio de 2,5, la diferencia entre los livianos y normales es la densidad, es decir, que para los normales la masa de una partícula es mayor a la masa de una partícula liviana y ambas podrían tener el mismo volumen aparente. El cuadro siguiente muestra el rango de la densidad relativa en agregados comunes.

Tabla II. **Densidad relativa en agregados comunes**

Clase de Roca	Densidad Relativa	Aplicación
Pómez	1,2 – 1,8	Concreto Ligero
Escoria Volcánica	1,6 – 2,2	
Andesita	2,2 – 2,5	Concreto Normal
Caliza	2,4 – 2,8	
Basalto	2,5 – 2,9	
Granito	2,4 – 2,7	
Limonita	3,0 – 3,8	Concreto Pesado
Barita	3,5 – 4,5	
Magnetita	4,5 – 5,0	

Fuente: Cementos Progreso.

1.2.3. Agua

El agua que se utiliza para la elaboración de bloques de concreto debe ser aquella que también sea apta para el consumo humano, limpia, libre de materia orgánica, aceites o sustancias que puedan afectar la resistencia y durabilidad del bloque. No se recomienda utilizar el agua de mar ya que puede bajar un poco la resistencia del bloque, además, produce manchas blanquecinas o eflorescencias debido a su contenido de sales.

1.2.4. Colorantes y aditivos

Se ha implementado tecnologías para la utilización de aditivos y colorantes en la fabricación de bloques y dar a estos eficiencias arquitectónicas, pueden utilizarse pigmentos colorantes minerales en polvo o en suspensión de agua. El color del cemento y de los agregados afectara el color resultante del bloque; por ende los agregados a utilizar deben ser de colores claros.

También se pueden usar aditivos especiales para mezclas secas, de los que hay varios en el mercado especialmente acelerantes del fraguado de la resistencia inicial y reductores de agua. Regularmente, algunos aditivos se adicionan en el agua de mezcla para la fabricación de los mismos, mientras que otros se adicionan directamente a la mezcla. Se recomienda seguir las instrucciones del fabricante.

1.3. Principios fundamentales del concreto vibrado

La vibración consiste en exponer al concreto a una serie de sacudidas con una frecuencia elevada, siendo este el sistema de asentamiento práctico más eficaz conseguido hasta la actualidad, donde se le da al concreto características de resistencia mecánica, compacidad y un buen acabado. Al estar la masa de concreto sometida a la vibración, la mezcla entra a un proceso de acomodo y se va asentando uniforme y gradualmente, reduciendo el aire atrapado.

“La duración de la vibración influye determinadamente en la compacidad del elemento y está en función de la frecuencia e intensidad. La frecuencia es el número de impulsiones o pequeños golpes a que se somete el concreto en un determinado tiempo. Amplitud es el máximo desplazamiento de la superficie vibrante entre dos impulsiones. La vibración puede ser de alta o baja frecuencia, se consideran valores de baja frecuencia, usualmente de 3000 vibraciones por minuto y de alta frecuencia cuando éstas son iguales o superiores a 6000 vibraciones por minuto”.¹ Sí se trabaja con vibración de baja frecuencia obliga utilizar en la mezcla mayor relación agua cemento.

1. Arrieta y Peñaherrera. Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora. 2001. p. 8.

Parámetros que se utilizan como recomendaciones en los principios del concreto vibrado:

- La resistencia mecánica ($f'm$) del concreto aumenta considerablemente si se aplica una vibración intensa.
- La vibración se da por completa cuando la lechada de cemento empiece a fluir a la superficie.

1.4. Normas y especificaciones

La comisión guatemalteca de Normas Coguanor determina los requisitos mínimos que deben cumplir las unidades de mampostería fabricadas en el país a través de la norma técnica guatemalteca vigente NTG-41054, ver anexos, la cual sustituye a la Norma NGO 41054 de fecha 3 de diciembre de 1985 y las Normas Coguanor NGO 41055 y NGO 41056 h1. Esta norma servirá como parámetro y referencia en el capítulo tres (3), control de calidad. A continuación se hace mención de las normas y especificaciones que servirán de consulta a lo largo de este documento.

Tabla III. **Normas y especificaciones a consultar**

Número	NTG 41054
Nombre	Bloques huecos de concreto para muros. Especificaciones
Fecha de aprobación	2011-07-22
Objetivo	Establecer los requisitos que deben cumplir los bloques huecos de concreto para muros (paredes y tabiques), destinados o no a soportar cargas.

Continuación de la tabla III.

<p>Número</p> <p>Nombre</p> <p>Fecha de aprobación</p> <p>Objetivo</p>	<p>NTG 41055 h1</p> <p>Determinación de la resistencia a la compresión de bloques huecos de concreto.</p> <p>2012-06-08</p> <p>Establecer el método para determinar la resistencia a la compresión en los bloques huecos de concreto para muros, (paredes y tabiques),</p>
<p>Número</p> <p>Nombre</p> <p>Fecha de aprobación</p> <p>Objetivo</p>	<p>NTG 41010 h11</p> <p>Práctica para reducir las muestras de agregado a tamaños de ensayo.</p> <p>2011-11-11</p> <p>Establecer el método de reducción de muestras grandes de agregados, a los tamaños apropiados para ensayos, empleando técnicas que tiendan a minimizar las variaciones de las características medidas entre las muestras de ensayo así seleccionados y la muestra grande.</p>
<p>Número</p> <p>Nombre</p> <p>Fecha de aprobación</p> <p>Objetivo</p>	<p>NTG 41009</p> <p>Práctica para el muestreo de los agregados para concreto</p> <p>2010-11-19</p> <p>Cubrir propósitos como: Investigación preliminar en la fuente potencial de suministro.</p> <p>Control de las operaciones en el sitio de uso, aceptación o rechazo de los materiales, entre otras.</p>

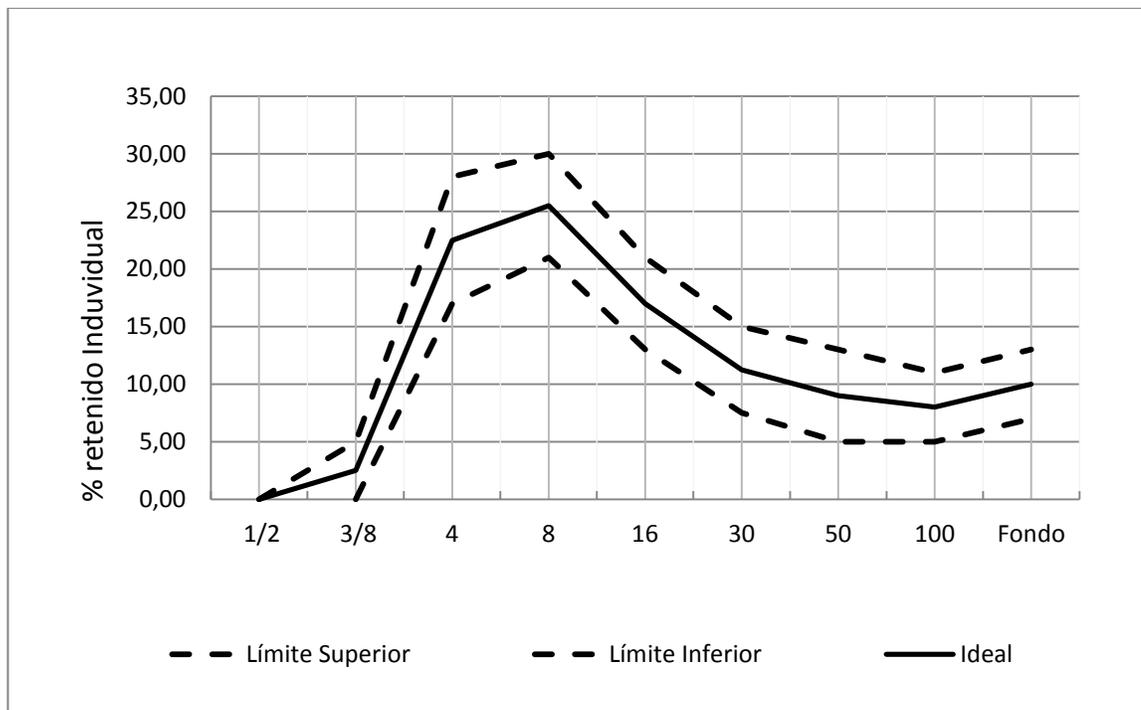
Continuación de la tabla III.

<p>Número</p> <p>Nombre</p> <p>Fecha de publicación</p> <p>Objetivo</p>	<p>NTG 41010 h11</p> <p>Práctica para la reducción de muestras de agregados a tamaños de ensayo.</p> <p>2011-11-11</p> <p>Reducir muestras grandes de agregados, a los tamaños apropiados para ensayos.</p>
<p>Número</p> <p>Nombre</p> <p>Fecha de publicación</p> <p>Objetivo</p>	<p>NTG 41010 h4</p> <p>Método de ensayo. Determinación de materia orgánica en los agregados finos para concreto.</p> <p>2011-11-11</p> <p>Cubrir los procedimientos para la determinación aproximada de la presencia de materia orgánica o impurezas perjudiciales en los agregados.</p>
<p>Número</p> <p>Nombre</p> <p>Fecha de publicación</p> <p>Objetivo</p>	<p>NTG 41010 h9</p> <p>Método de ensayo. Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agua del agregado fino.</p> <p>2011-11-11</p> <p>Determinar la densidad promedio de una determinada cantidad de partículas de agregado (No incluyendo los vacíos entre las partículas) la densidad relativa y la absorción del agregado fino.</p>

Fuente: elaboración propia.

Adicional a las normas anteriormente descritas se utilizará el gráfico de composición granulométrica recomendada con límites prácticos para bloques de peso normal publicado originalmente en la revista IMCYC, VOL. 25, NUM. 196, septiembre de 1987, extracto de la revista *Besser Block*.

Figura 1. **Curva granulométrica individual para blocks de agregados livianos, recomendada por la Compañía Besser**



Fuente: Cementos Progreso.

Tabla IV. **Granulometría sugerida por la Compañía Besser, para la fabricación de blocks livianos**

TAMIZ	Límite Inferior	Ideal o Sugerido	Límite Superior
1/2	0.00	0.00	0.00
3/8	0.00	2.50	5.00
4	17.00	22.50	28.00
8	21.00	25.50	30.00
16	13.00	17.00	21.00
30	7.50	11.25	15.00
50	5.00	9.00	13.00
100	5.00	8.00	11.00
Fondo	7.00	10.00	13.00

Fuente: Cementos Progreso.

2. ESTUDIO TÉCNICO

En esta parte se listan las fábricas que serán analizadas. Se detallan características del proceso de producción y de la maquinaria que se utiliza en el proceso de producción que las fábricas emplean para elaborar bloques de concreto liviano, en el municipio de Sanarate, departamento de El Progreso.

Tabla V. **Lista de fábricas de bloques, ubicadas en el municipio de Sanarate**

Fábrica	Ubicación
Fabrica No. 1	Km 53+200, a 100 m de la entrada principal a Sanarate, sobre la ruta CA-09 NORTE. Lado derecho.
Fabrica No. 2	Km 53+340, sobre la ruta CA-09 NORTE. Lado izquierdo.
Fabrica No. 3	Km 56+660, entrada por la gasolinera PUMA, a 150 m de la ruta CA-09 NORTE.
Fabrica No. 4	Km 57+710, sobre la ruta CA-09 NORTE. Lado izquierdo.

Fuente: elaboración propia.

Luego de realizar las visitas a las diferentes fábricas de block de arena pómez, ubicadas en el municipio de Sanarate, se pudo comprobar que las bloqueras emplean el mismo proceso de fabricación, llamado de volteo.

2.1. Descripción breve del proceso de fabricación de volteo

Esta descripción se hace de acuerdo al procedimiento observado en las fábricas que lo emplean, así como de la información proveída por los fabricantes las unidades de concreto liviano.

- Proceso de volteo
 - Se hace el terciado con maquina mezcladora
 - Llenan tolva con pala
 - Llenan molde por gravedad
 - Colocan tabla
 - Vibrocompactación
 - Volteo manual
 - Vibrocompactación
 - Extracción del block
 - Colocado en sombra para su fraguado
 - Transportado a intemperie para su secado

Figura 2. **Máquina mezcladora**



Fuente: km 56+660 Sanarate, El Progreso.

Figura 3. **Llenado de tolva con pala**



Fuente: km 56+660 Sanarate, El Progreso.

2.2. Mezcladora

La mezcladora que utilizan tres de las cuatro fábricas en análisis, es similar en cuanto a su condición y capacidad de producción por amasadas de 0,7 metros cúbicos, de aspas con eje horizontal, electromecánica de 7,5 caballos de fuerza, monofásica. Dichas máquinas mezcladoras y amasadoras son del tipo hechiza, es decir, que han sido fabricadas por herreros.

La fábrica que es distinta a las otras tres en cuanto a su mezcladora utiliza para esta un eje vertical, con una capacidad de 2 metros cúbicos, la potencia es suministrada por dos motores de 10 caballos de fuerza cada uno, monofásico y con voltaje 120VAC (volt-corriente-alterna).

Figura 4. **Mezcladora de eje horizontal**



Fuente: km 56+660 Sanarate, El Progreso.

Figura 5. **Mezcladora de eje vertical**



Fuente: 53+340 ruta CA-09-NORTE Sanarate, El Progreso.

2.3. Máquina para hacer bloques

La máquina que se utiliza, tiene capacidad de vibrar y comprimir simultáneamente, produciendo bloques de una misma altura. La compresión de la mezcla dentro del molde metálico, es realizada por medio de sistema electro-mecánico. Con este equipo se tiene una capacidad máxima de producción de 120 bloques (60 tablas) de 15 x 20 x 40 centímetros por hora, según pruebas realizadas por uno de los fabricantes.

Se pueden variar los moldes metálicos para elaborar distintos tipos de blocks como: block U de 15 x 20 x 40 centímetros y block tabique de 10 x 15 x 40 centímetros fabricando dos (2) unidades de una sola vibrocompactación. Los moldes son cambiados una vez presentan separación entre sus laterales (paredes) con la base, ver figura 11. Molde metálico para block de 15 x 20 x 40 (cm).

Figura 6. **Máquina para la fabricación de blocks de pómez (livianos)**



Fuente: 53+340 ruta CA-09-NORTE Sanarate, El Progreso.

Figura 7. **Molde metálico para block de 15 x 20 x 40 (cm)**



Fuente: 53+340 ruta CA-09-NORTE Sanarate, El Progreso.

Tabla VI. **Especificaciones de la máquina para fabricar bloques**

Producción por molde	Bloque de 15x20x40 (cm) Block U de 15x20x40 (cm) Tabique de 10x20x40 (cm) Tabique U de 10x20x40 (cm)
Máquina	Vibrocompactadora de volteo
Motor	Monofásico de 0,75 hp
Corriente	Domiciliaria, 120v
Fabricación	Perfiles de acero, tipo hechiza
Operación	Sencilla, maniobrada por una sola persona
Desmolde	Manual, por medio de palanca
Peso de la máquina	220 lb
Dimensiones	Alto: 1,55 m, Ancho: 0,70 m, Largo: 0,85 m
Tipo de montaje	Sobrepuesta, transportable

Fuente: elaboración propia.

2.4. **Proceso de producción**

El proceso de producción se resume a seis pasos, que determinan en cada una de ellas las actividades que cada uno de los fabricantes emplean para la elaboración de bloques de concreto liviano.

2.4.1. Selección y almacenamiento de materias primas

La fuente que suministra la materia prima para el caso de los agregados: arena pómez y polvo de piedra, que utilizan las fábricas en análisis ha sido constante en volumen, más no en la procedencia, es decir, que por lo menos una fábrica ha cambiado de proveedor en los últimos 8 meses, tratándose de la arena pómez. En la tabla VII semejanzas y diferencias entre los fabricantes se determina el origen de los agregados y otras características de interés de cada fábrica en mención.

El resguardo, para el caso de la arena pómez, se observó que se almacena bajo techo con cercanía a la máquina mezcladora, caso contrario del polvo de piedra dejando este a la intemperie, observado en dos de las cuatro fábricas. El cemento se almacena en sacos apilados y separados del suelo por tarimas de madera. La bodega para el resguardo de este material está techada libre de posibles goteras y humedad.

2.4.2. Dosificación de la mezcla

En esta parte de proceso de fabricación, se observó que ninguna fábrica cuenta con báscula para pesar los materiales sino que la dosificación de la mezcla se hace por volumen agregando la cantidad de sacos de cemento según sea la cantidad de la bachada y capacidad de la máquina mezcladora, el recipiente que utilizan para la medida de los agregados es un bote de cinco galones o la carretilla que abarca doce paladas. Para ver las proporciones específicas de cada bloquera acudir a la tabla III semejanzas y diferencias.

2.4.3. Elaboración de la mezcla

Una vez dosificada la mezcla esta es homogenizada por la máquina mezcladora de eje horizontal, para el caso de tres de las cuatro fábricas a diferencia de la cuarta que utiliza una mezcladora de eje vertical.

Un parámetro que utiliza la persona (dosificador), para determinar si el agua fue la suficiente en la dosificación y mezclado, es formar una bola del material fresco con la mano y empuñarla, la mezcla no se tendría que derramar o desmoronar al abrir la mano de esta manera la cantidad de agua es la adecuada.

2.4.4. Elaboración de los bloques

Una vez la mezcla se encuentra en su punto óptimo, según la experiencia de los bloqueros, esta es vertida al suelo por medio de una compuerta manual propia de la máquina mezcladora, ahí es paleada por el obrero hasta la tolva de la máquina compactadora.

Para el caso de la fábrica que utiliza mezcladora de eje vertical, vierten el material directamente a la tolva de la máquina compactadora a través de una especie de embudo metálico.

La mezcla es vibrocompactada por la máquina, produciendo dos unidades de una vez, según los pasos mencionados en 2,1. Los bloques con desperfectos y malformaciones son desechados por el obrero y devueltos a la mezcla antes de haber pasado la etapa de fraguado.

2.4.5. Fraguado y curado de los bloques

La etapa del fraguado se hace luego que la tabla es extraída de la máquina para hacer bloques, las unidades permanecen en la tabla formando torres de tres filas, estos bloques frescos permanecen bajo techo por lo menos dos días previos a la fase de curado.

El curado inicia cuando los bloques luego del fraguado son trasladados al patio en intemperie para su secado, ahí son apilados formando torres de hasta ocho filas, observado en una de las cuatro fabricas. Procuran dejar cierto espacio entre ellos para una interna circulación del aire.

Figura 8. Fraguado y curado de bloques



Fuente: 53+340 ruta CA-09-NORTE Sanarate, El Progreso.

2.4.6. Despacho de los bloques

Se observó que todas las fábricas cuentan con vehículos para transportar el producto terminando, hacia el punto donde lo requiera el cliente, pero las unidades a repartir son aperchadas en filas de hasta 12 bloques y así

aprovechar el viaje. Se determinó que el menor tiempo que los bloques pasan en patio luego de su fabricación, es de 5 días hasta que un cliente eventual disponga de ellos

A continuación se muestra una tabla con datos recopilados en cada una de las bloqueras, la información muestra características y aspectos de similitud y diferencia que los fabricantes utilizan para la elaboración de bloques de arena pómez de 15 x 20 x 40 centímetros.

Tabla VII. **Semejanzas y diferencias entre los fabricantes**

	Fábrica No. 1	Fábrica No. 2	Fábrica No. 3	Fábrica No. 4
AGREGADOS QUE UTILIZA	Pómez, Polvo de piedra, Tierra blanca	Pómez, Polvo de piedra	Pómez, Polvo de piedra	Pómez, Polvo de piedra, Tierra blanca
PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS	Villa Nueva (pómez) Sanarate (PP) Sanarate (TB)	Villa Nueva (Pómez) Sanarate (PP)	Bárcenas (pómez) Sanarate (PP)	Villa Nueva (pómez) Sanarate (PP) Sanarate (TB)
TIPO DE CEMENTO	ARI (42,5 kg)	ARI (42,5 kg)	BLK (20 kg)	ARI (42,5 kg)
PROPORCIÓN QUE UTILIZA POR SACO DE CEMENTO	30 botes de pómez + 2 botes de tierra blanca + 2 de polvo de piedra	24 botes de pómez + 3 botes de polvo de piedra	1,5 botes de polvo de piedra. 11 botes de arena pómez	25 botes de pómez + 1,5 botes de tierra blanca + 2 de polvo de piedra
TIEMPO DE MEZCLADO POR BACHEADA	8 min	10 min	12 min	10 min
CAPACIDAD DE LA MEZCLADORA	0,7 m ³	2 m ³	0,7 m ³	0,7 m ³
RENDIMIENTO POR TERCIADO	33 tablas	57 tablas	30 tablas	33 tablas

Continuación de la tabla VII.

APILADO PARA SU FRAGUADO	Torres de 3 filas, aire libre.	Torre de 3 filas, bajo techo.	Torres de 3 filas, aire libre.	Torres de 3 filas, aire libre.
FORMA DE TRANSPORTAR EL BLOCK PARA SU CURADO	Obrero apilador	Con carretón	Con carretón	Obrero apilador
PRODUCCION DIARIA	500 unidades	846 unidades	1 800 unidades	600 unidades
PERSONAL PARA LA PRODUCCIÓN	Dosificador: 1 Bloqueros; 2	Dosificador: 1 Bloqueros: 2	Dosificador: 1 Bloqueros: 2 Apilador: 1	Dosificador: 1 Bloqueros: 3 Apilador: 1

Fuente: elaboración propia.

2.5. Resumen del estudio técnico

El agua que se utiliza en el proceso de mezclado, es ajustada por la persona que prepara la dosificación, según su experiencia. Se hace una previa inspección visual a los agregados determinando si contiene o no humedad excesiva. Dan un período de tiempo comprendido entre uno y dos minutos homogenizando la mezcla en seco para luego agregar la cantidad necesaria de agua.

Dos de las cuatro fábricas utilizan tierra blanca que sirve para dar al bloque mejores acabados en sus paredes, reduciendo las oquedades o irregularidades.

Los bloques se colocan bajo techo para su fraguado, visto en dos de las cuatro bloqueras, formando torres de hasta 3 filas. El curado se lleva a cabo en patio, es decir, a la intemperie donde son apilados entre 6 y 8 filas de forma que

el aire circule entre ellos y el almacenamiento de las unidades para su despacho llega hasta 8 filas (visto en dos de las cuatro fábricas).

3. CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad consta de un registro que evidencia, los parámetros en cuanto a resistencia a la compresión en área bruta y neta también la absorción de las unidades entre otros ensayos que determinan la calidad del bloque.

Los ensayos se realizaron en el centro tecnológico de Cementos Progreso, laboratorio que cumple con el equipo y requerimiento de la maquinaria que las normas NTG solicitan. Se llevaron a cabo 9 tipos de pruebas a los especímenes y materias primas que se detallan en las siguientes tablas resumen:

Tabla VIII. **Ensayos a los agregados**

Ensayo	Norma
Granulometría	ASTM C-136
Humedad	ASTM C-566
Impureza orgánica	ASTM C-40
Masa unitaria	ASTM C-29
Densidad relativa y absorción	ASTM C-128

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Ensayos a los especímenes**

Ensayo	Norma
Determinación de la resistencia a la compresión de bloques huecos de concreto	NTG 41055 h1
Absorción	NTG 41054
Densidad	NTG 41054
Dimensiones (largo, ancho, alto, paredes y tabiques)	NTG 41054

Fuente: elaboración propia.

3.1. **Estudio preliminar del agregado**

Los agregados que conforman el bloque son principalmente la arena pómez, que es extraída de la montaña; y el polvo de piedra producto de la trituración de las rocas, por ende no tienen tendencia a estar en un nivel de contaminación alto el cual inhibiría la reacción química con el cemento para su fraguado.

Los niveles que alcanzaron los agregados que utilizan los cuatro fabricantes ha sido el nivel más bajo de impureza orgánica.

3.2. **Obtención de muestras representativas para la elaboración de ensayos**

Para la obtención de las muestras representativas en cuanto a las unidades de bloques se acude a norma técnica guatemalteca NTG 41054, ítem 7.1.1, tabla VI.

Tabla X. **Muestra mínima, ensayos a: compresión, dimensiones, absorción y densidad**

Cantidad fabricada	Muestra mínima (ensayo a compresión y dimensiones)	Muestra mínima (ensayo de absorción y densidad)
0 – 10,000	5	3
10,001 - 100,000	10	6
> 100,000	5 unidades por cada 50,000 (fabricadas)	3 unidades por cada 50,000 (fabricadas)

Fuente: norma técnica guatemalteca NTG-41054.

Para tal efecto se ha considerado recopilar las muestras de la siguiente manera:

- Dimensionamiento y compresión axial: se tomaron 10 unidades; 5 fueron ensayadas a los 14 días y 5 a los 28 días. Se tomó el dimensionamiento de cada uno de los especímenes.
- Absorción y densidad: se realizó el promedio del resultado de 3 unidades con la que también se determinó el área neta.

3.3. Ensayos realizados

Para ejemplificar el procedimiento y cálculo de los ensayos mencionados en la tabla VI, según Norma NTG 41054; se tomarán el registro de bloques de la fábrica No. 3, habiendo realizado dichos ensayos en el centro tecnológico CETEC.

3.3.1. Dimensionamiento

En la sección 5.4, página 6 de la Norma NTG 41054, se encuentran las especificaciones que deben cumplir los bloques en cuanto a su dimensionamiento.

- Muestra no. 11
 - Medidas principales reales (cm)
 - Ancho: 15,2
 - Alto: 19,8
 - Largo: 4,0
 - Medidas del espesor de las paredes y tabiques
 - Espesor de la pared frontal (mm)
 - ✓ Medida 1: 30
 - ✓ Medida 2: 32
 - ✓ Promedio: 31
 - Espesor del tabique (mm)
 - ✓ Medida 1: 32
 - ✓ Medida 2: 29
 - ✓ Medida 3: 29
 - ✓ Promedio: 30

- Muestra no. 12
 - Medidas principales reales (cm)
 - Ancho: 15,0
 - Alto: 19,8
 - Largo: 40,1
 - Medidas del espesor de las paredes y tabiques
 - Espesor de la pared frontal (mm)
 - ✓ Medida 1: 32
 - ✓ Medida 2: 32
 - ✓ Promedio: 32
 - Espesor del tabique (mm)
 - ✓ Medida 1: 31
 - ✓ Medida 2: 28
 - ✓ Medida 3: 29
 - ✓ Promedio: 29
- Muestra no. 13
 - Medidas principales reales (cm)
 - Ancho: 15,1
 - Alto: 19,9
 - Largo: 40,0

- Medidas del espesor de las paredes y tabiques
 - Espesor de la pared frontal (mm)
 - ✓ Medida 1: 31
 - ✓ Medida 2: 31
 - ✓ Promedio: 31
 - Espesor del tabique (mm)
 - ✓ Medida 1: 29
 - ✓ Medida 2: 30
 - ✓ Medida 3: 31
 - ✓ Promedio: 30

3.3.2. Absorción y densidad

Se acude a la sección 9.1 y 9.2, página 11 de la Norma NTG 41054, para determinar la absorción de agua en porcentaje de masa y en masa por unidad de volumen y así poder clasificar las unidades de concreto liviano.

$$\text{Absorción, \%} = ((M_2 - M_1) / M_1) \times 100$$

Donde:

M_1 = masa seca al horno del bloque, kg

M_2 = masa saturada de superficie seca del bloque, kg

Nota: M_1 cumple con lo especificado en la sección 8.3.2 de la norma NTG 41054; se registra la masa seca hasta que dos pesadas sucesivas a intervalos de dos horas indican una pérdida de peso no mayor del 0,2 por ciento del peso inmediato anterior del espécimen.

$$\text{Absorción, kg/m}^3 = [(M_2 - M_1) / (M_2 - M_3)] \times 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Densidad, kg/m}^3 = [M_1 / (M_2 - M_3)] \times 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

Donde:

M_1 = masa seca al horno del bloque, kg

M_2 = masa saturada de superficie seca del bloque, kg

M_3 = masa suspendida sumergida del bloque, kg

1 000 = Densidad del agua a 4°C, en kg/m³

Datos del espécimen 11:

$$M_0 = 10,225 \text{ kg}$$

$$M_1 = 8,335 \text{ kg}$$

$$M_2 = 10,215 \text{ kg}$$

$$M_3 = 2,810 \text{ kg}$$

$$\text{Absorción, kg/m}^3 = [(10,215 - 8,335) / (10,215 - 2,810)] \times 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Absorción, kg/m}^3 = [(1,880) / (7,405)] \times 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Absorción, kg/m}^3 = 253,883 \approx 254 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Absorción, \%} = ((10,215 - 8,335) / 8,335) \times 100$$

$$\text{Absorción, \%} = 22,555 \approx 23$$

$$\text{Densidad, kg/m}^3 = [8,335 / (10,215 - 2,810)] \times 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Densidad, kg/m}^3 = 1\,125,59 \approx 1\,126 \text{ kg/m}^3$$

Datos del espécimen 12:

$$M_0 = 10,060 \text{ Kg}$$

$$M_1 = 8,540 \text{ Kg}$$

$$M_2 = 10,655 \text{ Kg}$$

$$M_3 = 3,042 \text{ Kg}$$

$$\text{Absorción, kg/m}^3 = [(10,655 - 8,540) / (10,655 - 3,042)] \times 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Absorción, kg/m}^3 = 277,814 \approx 278 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Absorción, \%} = ((10,655 - 8,540) / 8,540) \times 100$$

$$\text{Absorción, \%} = 24,766 \approx 25$$

$$\text{Densidad, kg/m}^3 = [8,540 / (10,655 - 3,042)] \times 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Densidad, kg/m}^3 = 1121,765 \approx 1\,122 \text{ kg/m}^3$$

Datos del espécimen 13

$$M_0 = 10,390 \text{ kg}$$

$$M_1 = 9,060 \text{ kg}$$

$$M_2 = 11,035 \text{ kg}$$

$$M_3 = 3,399 \text{ kg}$$

$$\text{Absorción, kg/m}^3 = [(11,035 - 9,060) / (11,035 - 3,399)] \times 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Absorción, kg/m}^3 = 258,643 \approx 259 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Absorción, \%} = ((11,035 - 9,060) / 9,060) \times 100$$

$$\text{Absorción, \%} = 21,799 \approx 22$$

$$\text{Densidad, kg/m}^3 = [9,060 / (11,035 - 3,399)] \times 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Densidad, kg/m}^3 = 1\,186,485 \approx 1\,186 \text{ kg/m}^3$$

Densidad y absorción del block es igual al promedio de las 3 unidades ensayadas individualmente.

$$\text{Absorción, kg/m}^3 = (254 + 278 + 390) / 3 = 307,33 \approx 307 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Absorción, \%} = (23 + 25 + 22) / 3 = 23,04 \approx 23 \%$$

$$\text{Densidad, kg/m}^3 = (1\,126 + 1\,122 + 1\,186) / 3 = 1\,144,61 \approx 1\,145 \text{ kg/m}^3$$

3.3.3. Resistencia a la compresión

La Norma NTG 41054, en la página 5 da la ecuación para determinar la resistencia a compresión axial en área neta y posteriormente clasificar las unidades de concreto liviano para el uso adecuado según sus resultados.

$$R_n = R_b \times (A_b / A_n)$$

En la que:

R_n = resistencia a la compresión en base al área neta, en kg/cm^2

R_b = resistencia a la compresión en base al área total o bruta, en kg/cm^2

A_b = área bruta, en centímetros cuadrados, calculada de acuerdo a 3.3

A_n = área neta, en centímetros cuadrados, calculada de acuerdo a 3.4 y 9.5

Se calcula el área neta y bruta de acuerdo a la sección 9.4 de la Norma NTG 41054 utilizando datos de la bloquera No. 3.

- Área bruta

$$A_b, \text{cm}^2 = L \times W$$

Donde:

A_b = área bruta en cm^2

L = largo promedio en cm

W = ancho promedio en cm

- Volumen bruto y volumen neto para determinar el área neta:

$$V_b, \text{cm}^3 = L \times H \times W$$

$$V_n, \text{cm}^3 = (M_2 - M_3) \times 1000$$

- Área neta

$$A_n, \text{cm}^2 = A_b \times (V_n / V_b)$$

Donde:

V_b = volumen bruto del bloque, cm^3

V_n = volumen neto del bloque, cm^3

M_2 = masa saturada de superficie seca del bloque, kg

M_3 = masa suspendida sumergida del bloque, kg

A_b = área bruta promedio del bloque, cm^2

A_n = área neta promedio del bloque, cm^2

H = altura promedio del bloque, cm

L = largo promedio del bloque, cm

W = ancho promedio del bloque, cm

- Datos del espécimen 11

- $M_2 = 10,215 \text{ kg.}$

- $M_3 = 2,810 \text{ kg.}$

- $V_n, \text{ cm}^3 = (10,215 - 2,810) \times 1\,000 = 7\,405 \text{ cm}^3$

- Datos del espécimen 12

- $M_2 = 10,655 \text{ kg.}$

- $M_3 = 3,042 \text{ kg.}$

- $V_n, \text{ cm}^3 = (10,655 - 3,042) \times 1\,000 = 7\,613 \text{ cm}^3$

- Datos del espécimen 13

- $M_2 = 11,035 \text{ kg.}$

- $M_3 = 3,399 \text{ kg.}$

- $V_n, \text{ cm}^3 = (11,035 - 3,399) \times 1\,000 = 7\,636 \text{ cm}^3$

V_n = promedio de las tres unidades

$$V_n = (7405 + 7613 + 7636) / 3 = (22654) / 3 = 7\,551,33 \text{ cm}^3$$

Resistencia a la compresión:

- Datos del espécimen 1
 - Volumen bruto
 - $L = 40,0 \text{ cm}$
 - $H = 19,8 \text{ cm}$
 - $W = 15,2 \text{ cm}$
 - $V_b = 40,0 \times 19,8 \times 15,2 = 12\,038,40 \text{ cm}^3$
 - Área bruta
 - $L = 40,0 \text{ cm}$
 - $W = 15,2 \text{ cm}$
 - $A_b = 40,0 \times 15,2 = 608 \text{ cm}^2 \approx 60\,800 \text{ mm}^2$
 - Área neta
 - $A_n = 608 \times (7\,551,33 / 12\,038,40) = 381,38 \text{ cm}^2$

La resistencia bruta se obtiene de la ecuación 9.1.1, página 4 de la Norma Coguanor NGO 41056 h2.

Resistencia bruta:

$$R_b = F / A_b$$

Donde:

R_b = resistencia a la compresión, respecto de la superficie bruta, en Mpa

F = carga máxima a la rotura, en newtons

A_b = superficie bruta, en milímetros cuadrados

$$R_b = 130\,000 / 60\,800 = 2,14 \text{ N/mm}^2$$

Debido a que la Norma NTG 41054 expresa la resistencia a compresión en área neta en kg/cm^2 , se hace la conversión:

$$1 \text{ Mpa} \approx 10,197 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_b, \text{ kg/cm}^2 = 2,14 \times 10,197 = 21,82 \approx 22 \text{ kg/cm}^2$$

Resistencia neta:

$$R_n = R_b \times (A_b / A_n)$$

$$R_n, \text{ kg/cm}^2 = 22 \times (608 / 381,38) = 34,76 \approx 35 \text{ kg/cm}^2$$

Se muestra a continuación una tabla resumen de los resultados obtenidos, utilizando como parámetro la Norma NTG 41054 en los ensayos realizados a los especímenes de cada una de las cuatro bloqueras mencionadas anteriormente.

Para el resultado final de la resistencia a compresión que especifica la Norma NTG 41054 en el inciso 5.1.1, ver anexo 4, se ha hecho un promedio entre las unidades ensayadas a 14 y 28 días.

Tabla XI. **Resumen de los ensayos a especímenes**

Fábrica	Dimensiones en cm			Absorción		Resistencia área neta (kg/cm ²)	Densidad (kg/m ³)
	Ancho	Alto	Largo	(Kg/m ³)	%		
Fábrica No. 1	15,1	18,9	39,9	250	22	31	1168
Fábrica No. 2	15,0	19,8	39,9	241	22	44	1101
Fábrica No. 3	15,1	19,1	40,0	307	28	44	1101
Fábrica No. 4	14,9	19,8	39,9	279	27	25	1044

Fuente: elaboración propia.

Las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos, en los ensayos realizados a los agregados, polvo de piedra y arena pómez, que las bloqueras en análisis utilizan.

Tabla XII. **Resumen de ensayos realizados a la arena pómez**

Fábrica	DR (sss) (g/cc)	Absorción (%)	Humedad (%)	Impureza orgánica	MUS (Kg/m ³)	MUSH (kg/m ³)	M.F.
Fábrica No. 1	1,07	29,63	30,7	0	768	807	2,95
Fábrica No. 2	1,60	26,27	29,7	0	695	793	3,37
Fábrica No. 3	1,56	32,65	44,0	1	621	747	3,69
Fábrica No. 4	1,59	28,91	30,2	0	674	782	3,69

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Resumen de ensayos realizados al polvo de piedra**

Fábrica	D.R. (sss) (g/cc)	Absorción (%)	Humeda d (%)	Impureza orgánica	MUS (Kg/m ³)	MUSH (Kg/m ³)	M.F.
Fábrica No. 1	2,50	4,53	4,6	0	1 361	1 154	2,65
Fábrica No. 2	2,48	3,15	2,8	0	1 404	1 330	2,71
Fábrica No. 3	2,61	1,80	2,5	0	1 442	1 291	2,80
Fábrica No. 4	2,52	3,80	3,2	0	1 418	1 323	3,04

Fuente: elaboración propia.

3.4. Análisis de resultados

La siguiente tabla, muestra la clasificación de las unidades de concreto liviano ensayadas en laboratorio. El uso de estos elementos será el que según los resultados de resistencia, absorción y densidad describen las tablas 1, 2 y 3 de la Norma NTG 41054, ver anexos.

Tabla XIV. **Clasificación de los bloques según norma NTG 41054**

Fábrica	Por su resistencia	Por su absorción	Por su densidad
Fábrica No. 1	No Aplica	No Aplica	Clase C
Fábrica No. 2	No Aplica	No Aplica	Clase C
Fábrica No. 3	No Aplica	No Aplica	Clase C
Fábrica No. 4	No Aplica	No Aplica	Clase C

Fuente: elaboración propia.

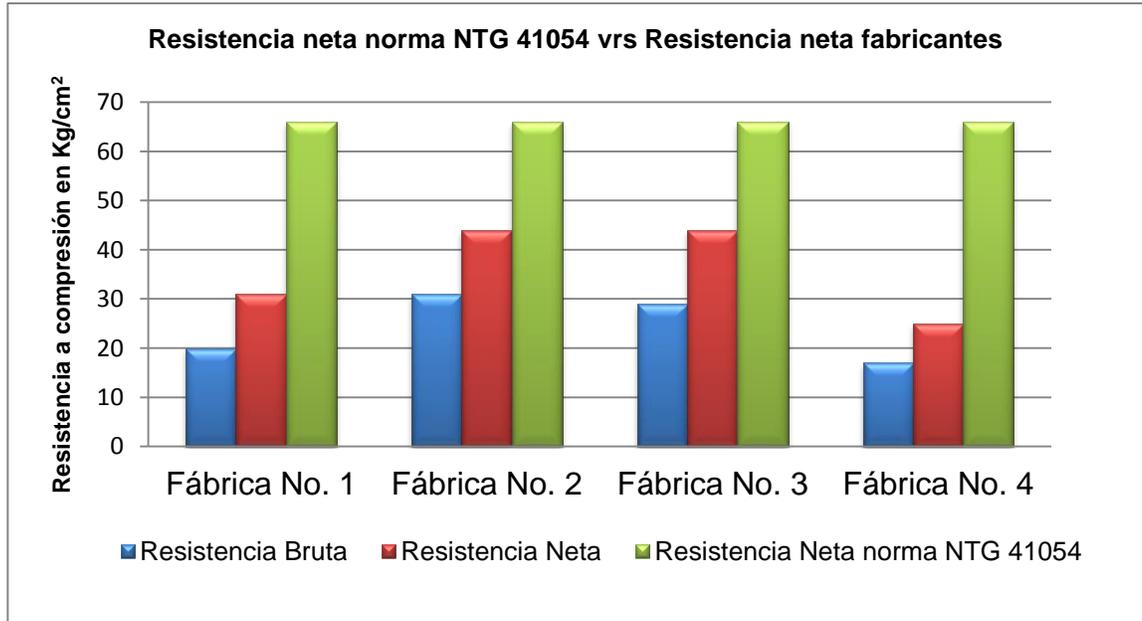
Según los resultados de la tabla X resumen de ensayos a especímenes, los bloques no cumplen en resistencia ni absorción.

3.4.1. Respetto de su resistencia a la compresión

Los bloques de las fábricas en análisis no cumplen con la clasificación C respecto de su resistencia mínima a compresión sobre área neta, tabla I de la Norma NTG 41054; el uso de estos bloques es no estructural pero pueden ser utilizados en muros colindantes entre terrenos, muros interiores divisorios de viviendas o exteriores que no soportan carga.

Los valores más altos corresponden a las fábricas: No. 2 y No. 3, evidentemente a pesar que no cumplen con el mínimo de la resistencia a compresión según la norma vigente, están por arriba de las otras fábricas, debido a que estas no utilizan tierra (suelo limo arenoso) blanca como agregado extra, el cual no ayuda al aumento de la resistencia sino a los acabados en las paredes del bloque.

Figura 9. **Gráfico de resistencia en área neta y bruta de cada fábrica, promedio de ensayos a 14 y 28 días**



Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Respetto de su absorción y densidad

Las fábricas No.1 y No. 2 se encuentran 2 por ciento encima del máximo del porcentaje de absorción; las fábricas No.3 y No. 4 están 8 por ciento y 7 por ciento respectivamente, arriba del máximo (20 %). Los bloques de las cuatro fábricas son considerados como altamente absorbentes, esto ayuda a que el fenómeno de capilaridad sea notorio en las paredes creando ambientes húmedos, también influye en el consumo de los materiales destinados a acabado o recubrimiento.

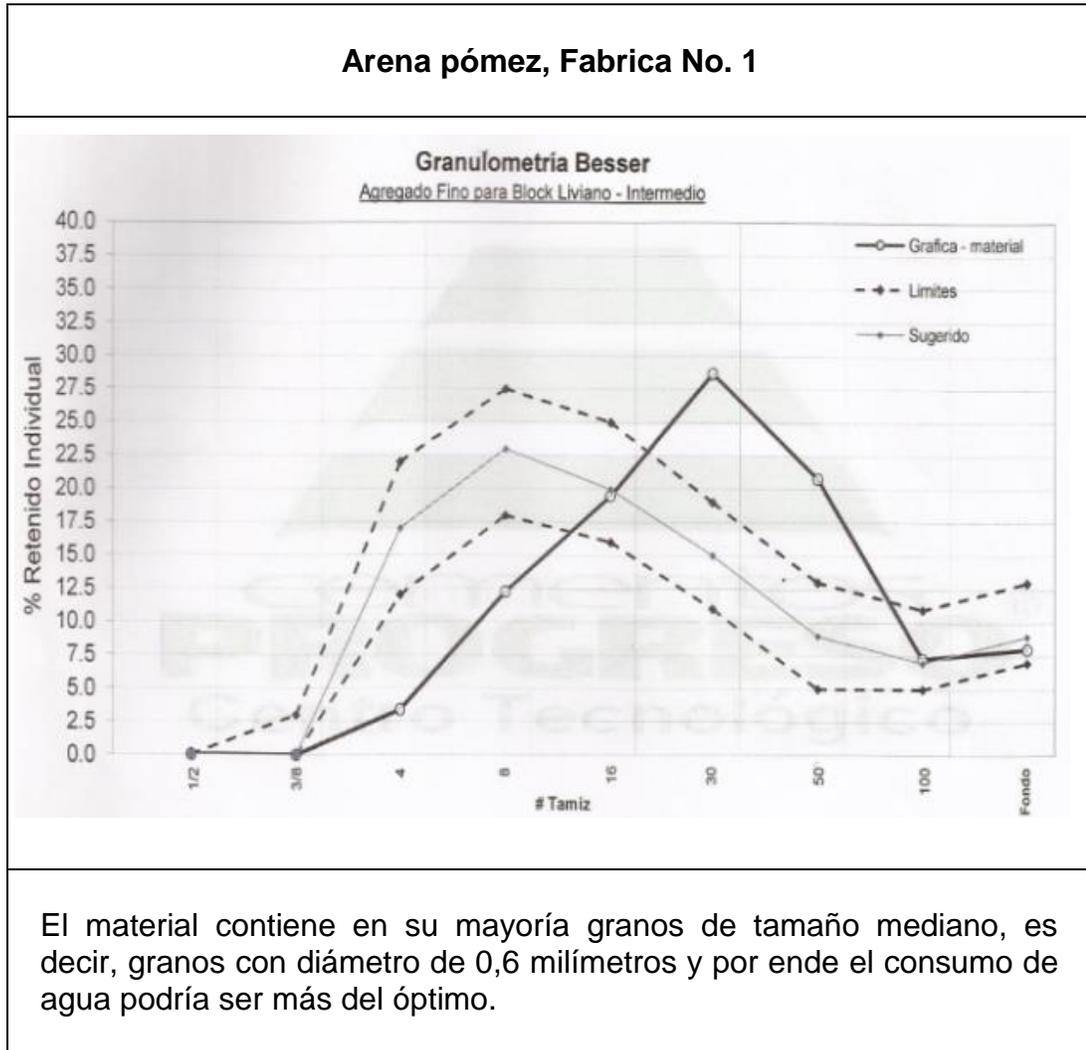
Los bloques presentan densidades bajas debido a su componente más liviano que es la arena pómez, por lo que se catalogan clase C, bloques livianos, según 5.3.1 de la Norma NTG 41 054.

3.4.3. Respecto de los ensayos a los agregados

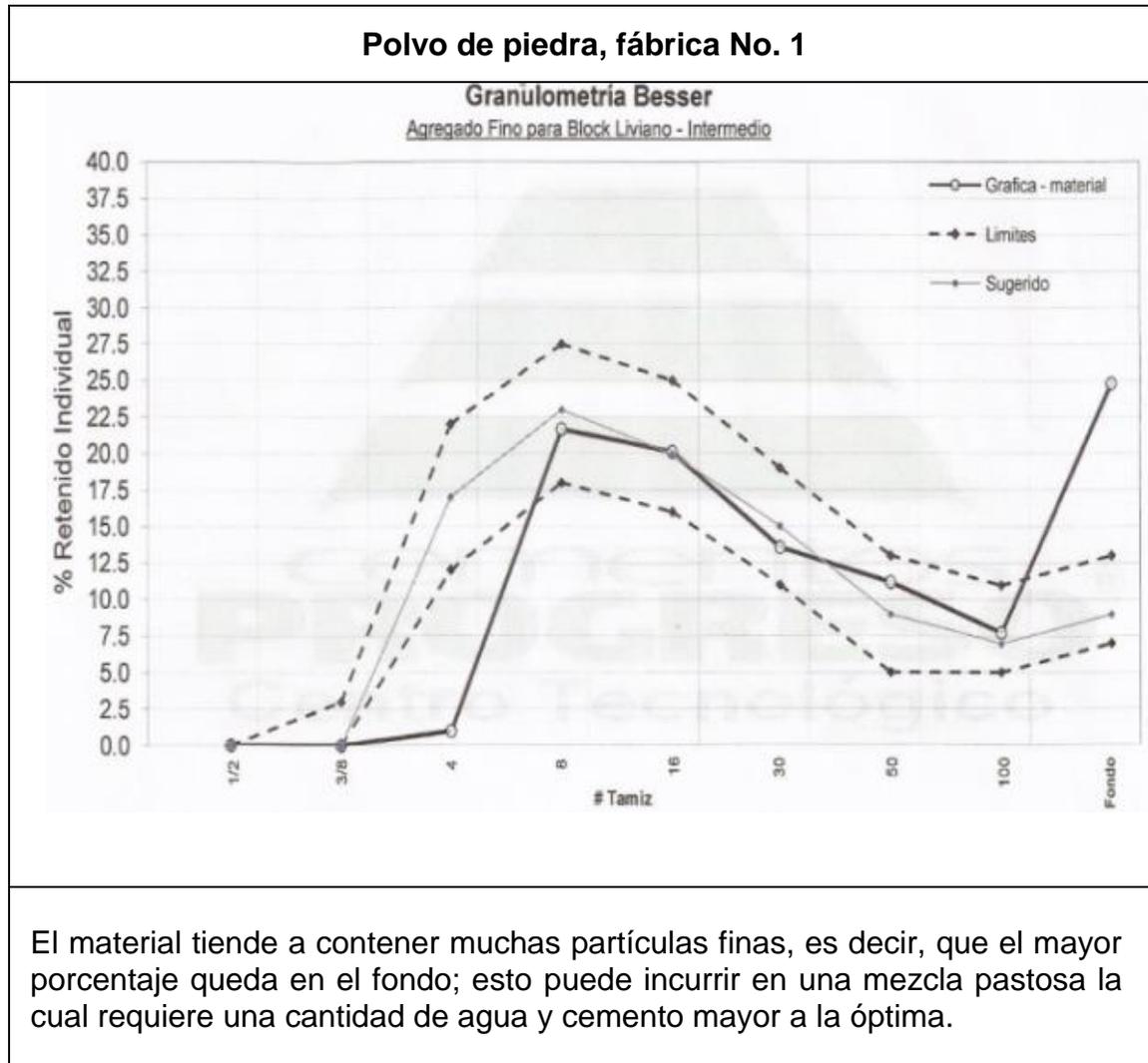
La distribución de los tamaños de las partículas del agregado fino está representada por la curva granulométrica según la Norma ASTM C-136 (ver anexo). El análisis de cada fábrica se hará con las tablas de datos y curvas granulométricas sugeridas por la Compañía Besser, ver figura 1 curva granulométrica individual para bloques de agregados livianos.

Los siguientes cuadros muestran el comportamiento de cada tipo de agregado (arena pómez y polvo de piedra) por separado haciendo una breve descripción e interpretación de las mismas.

Tabla XV. **Curvas granulométricas de arena pómez y polvo de piedra de la fábrica No. 1**

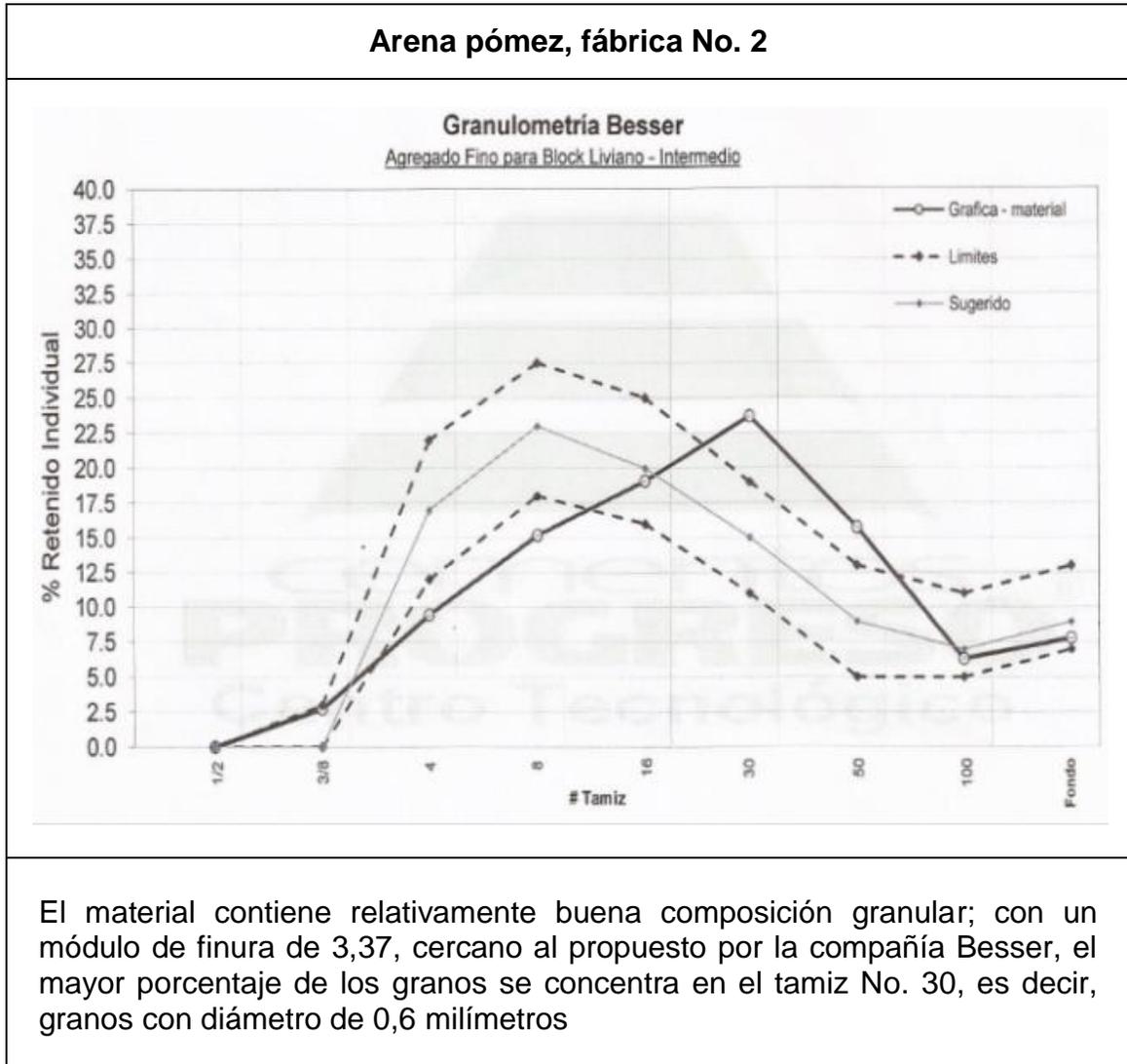


Continuación de la tabla XV.

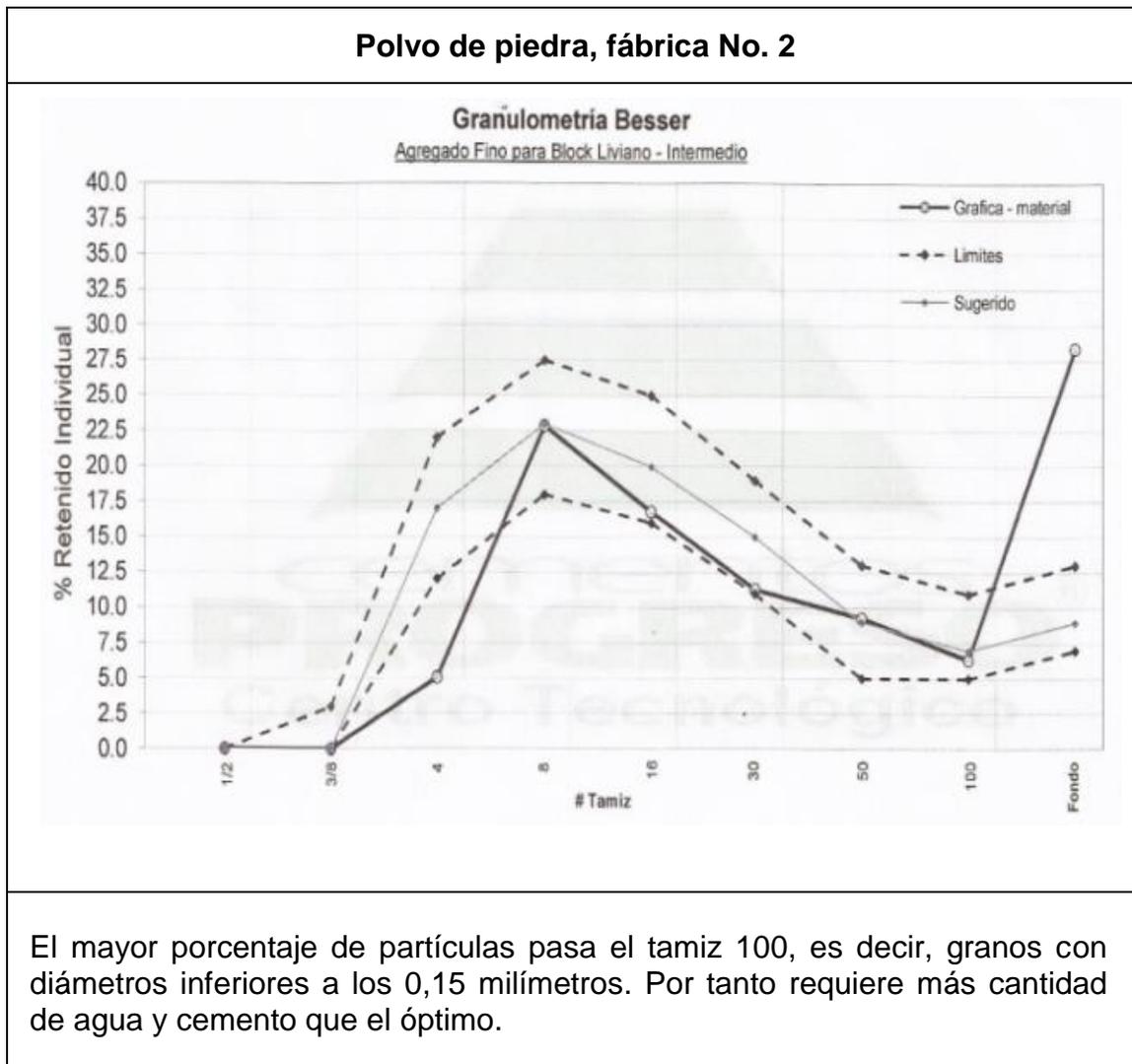


Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Curvas granulométricas de arena pómez y polvo de piedra de la fábrica No. 2**

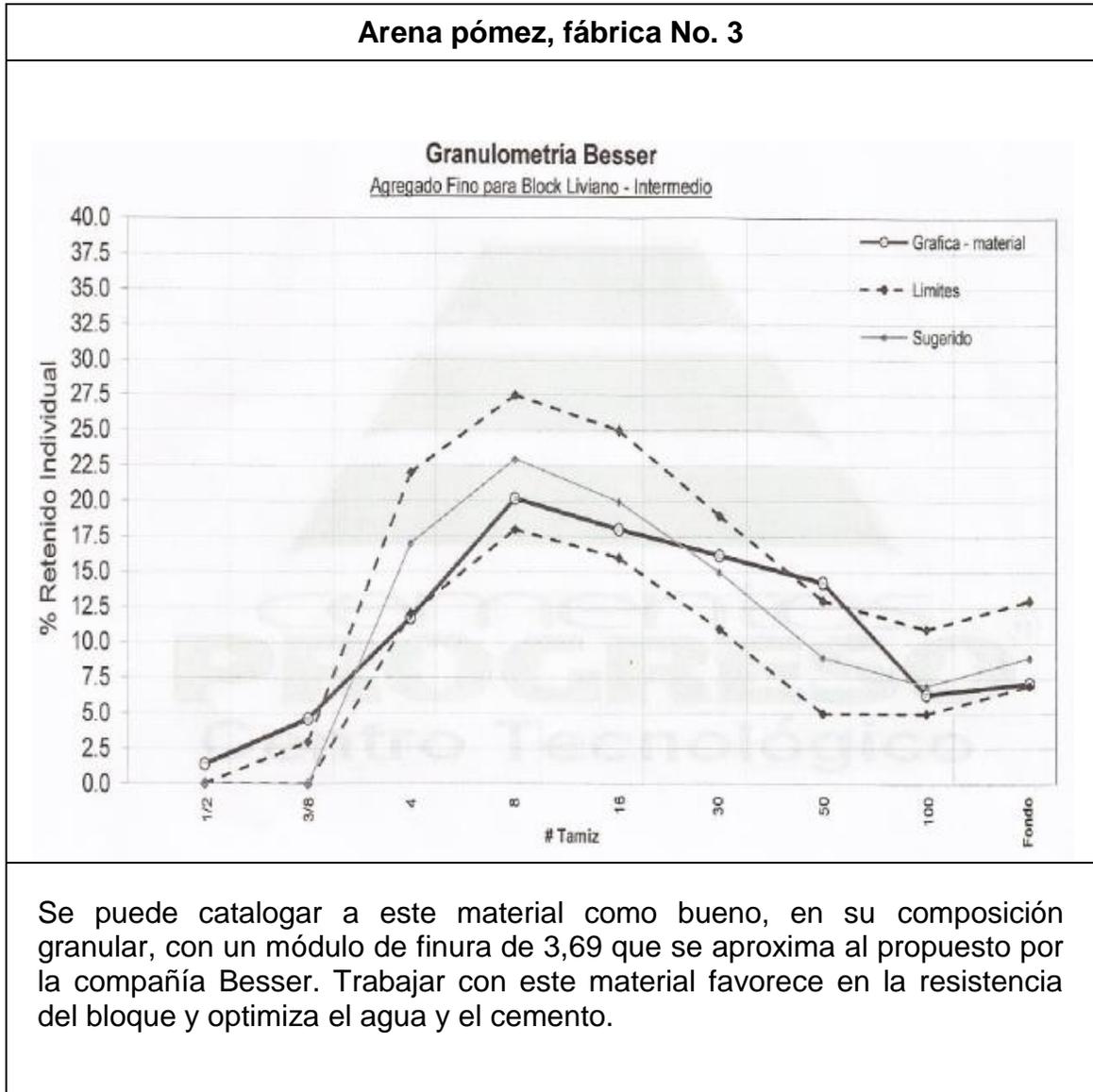


Continuación de la tabla XVI.

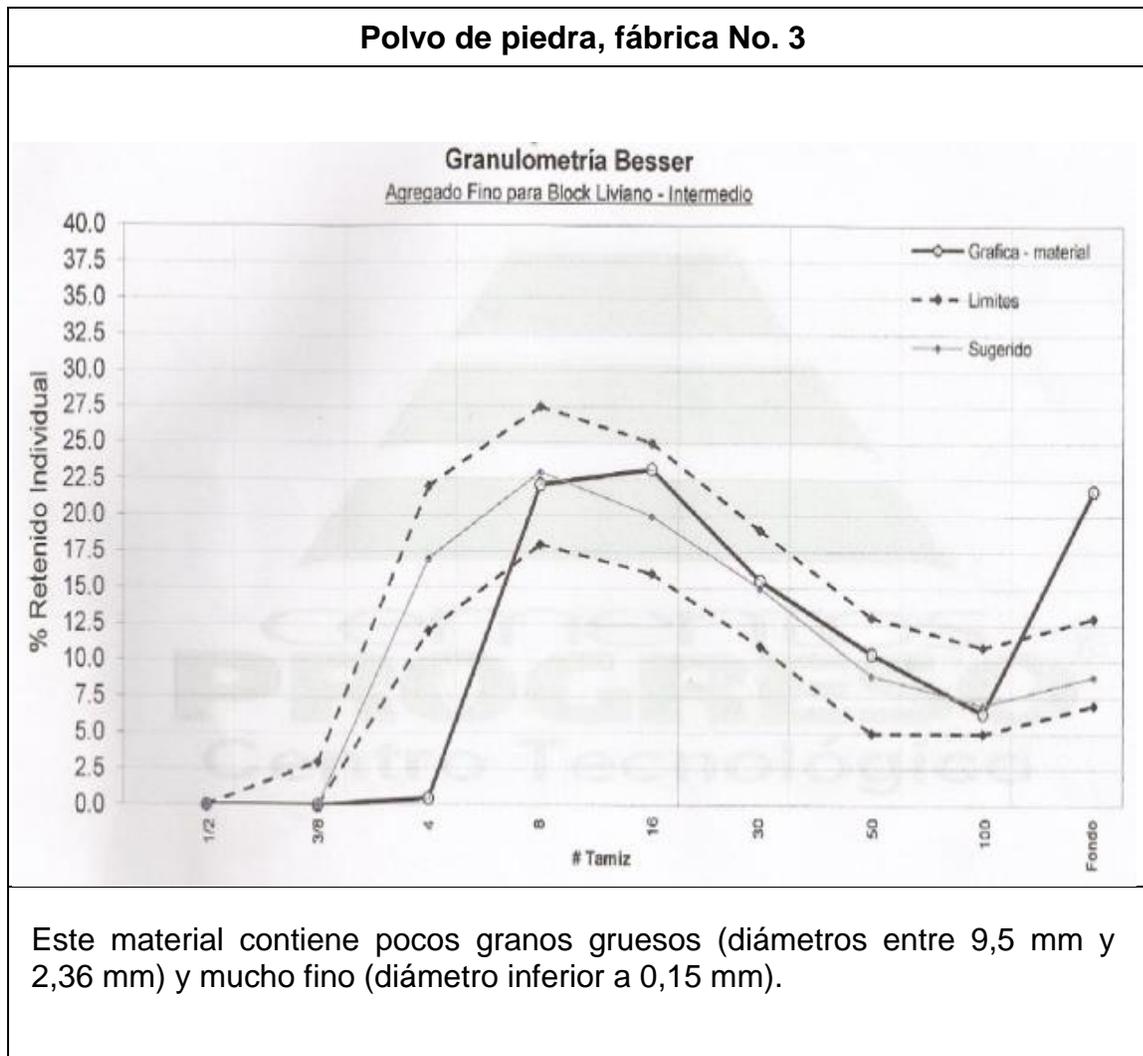


Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Curvas granulométricas de arena pómez y polvo de piedra de la fábrica No. 3**

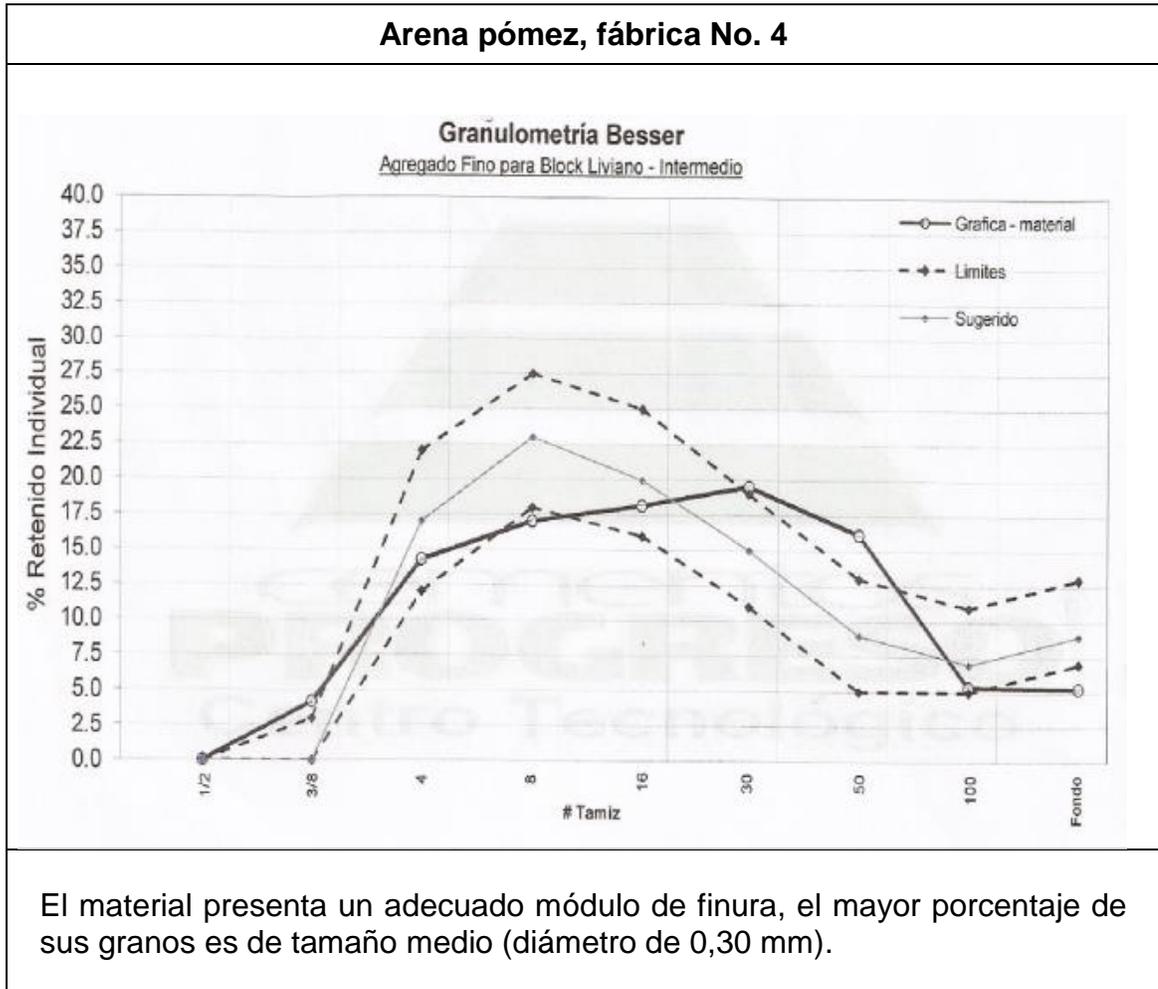


Continuación de la tabla XVII.

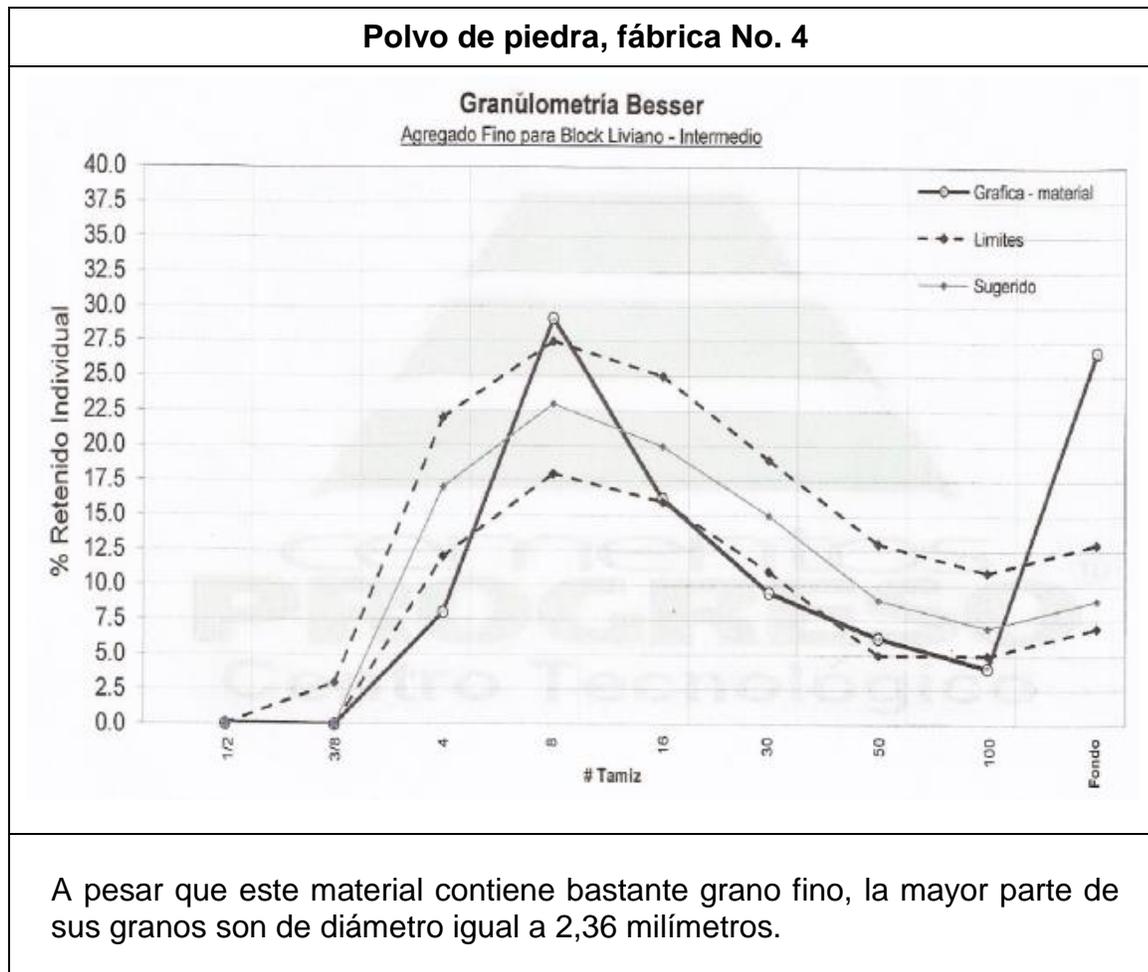


Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Curvas granulométricas de arena pómez y polvo de piedra de la fábrica No. 4**



Continuación de la tabla XVIII.



Fuente: elaboración propia.

El análisis anterior describe el comportamiento individual de los dos tipos de agregados: polvo de piedra y arena pómez. Es importante el uso correcto en la combinación de ambos agregados, para que ayude significativamente en factores tales como: el uso óptimo de las cantidades de cemento, buenos rangos de densidad y aumento de la resistencia, en otras palabras lo que se busca es que ambos materiales ya combinados también queden dentro de los límites sugeridos por el gráfico sugerido por la Compañía Besser, ver figura 1. ya que si se tiene una composición donde predominan los granos gruesos la mezcla se produce con mucho grumo dejando espacios vacíos que incrementan el paso de la humedad en la pared y la resistencia a compresión tiende a disminuir.

Cuando se tienen materiales con mucho fino la mezcla se produce muy pastosa siempre y cuando contengan la cantidad de cemento necesaria para poder aglomerar todas las partículas, esto genera un mayor consumo de cemento que no necesariamente aumenta la resistencia debido a que se utiliza para aglomerar el material.

A continuación se muestra un ejemplo donde se combinan los agregados que utiliza la fábrica No. 3 y se observa su comportamiento granulométrico.

Tabla XIX. **Proporción utilizada por la fábrica No. 3**

Proporción utilizada, Fabrica No. 3	Porcentaje
1,5 botes de polvo de piedra.	12 %
11 botes de arena pómez.	88 %

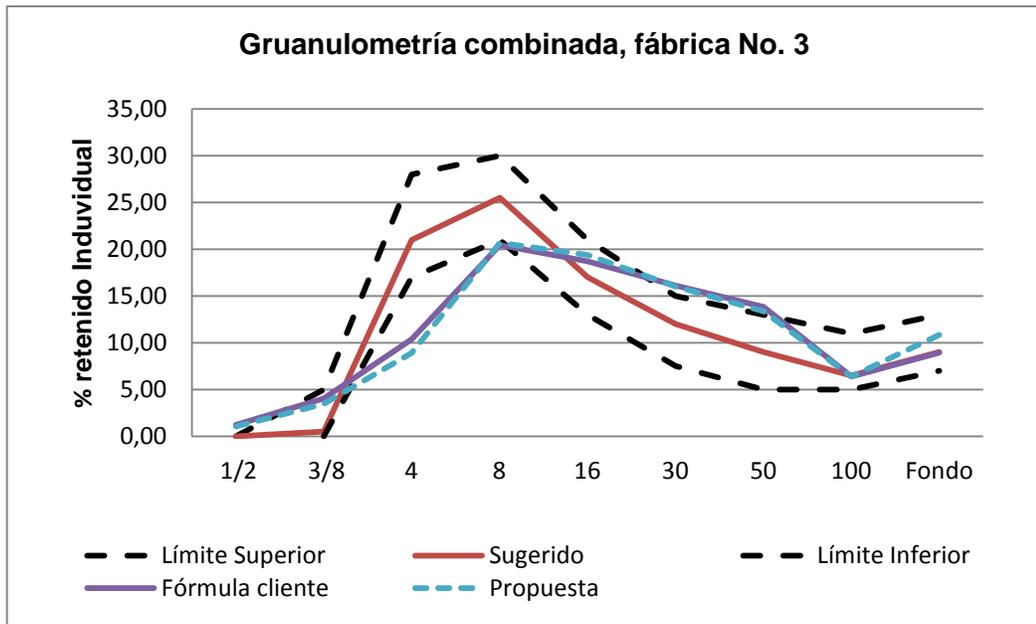
Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Granulometría de ambos agregados combinados, fábrica No. 3**

Tamiz	Poma blanca	Polvo de piedra	Proporción utiliza fabrica No. 3		Granulometría combinación	Propuesta de proporción		Granulometría propuesta
			Pómez blanca	Polvo de piedra		Pómez blanca	Polvo de piedra	
			88%	12%		75%	25%	
0,5	1,40	0,00	1,23	0,00	1,23	1,05	0,00	1,05
0,375	4,60	0,00	4,05	0,00	4,05	3,45	0,00	3,45
4	11,70	0,50	10,30	0,06	10,36	8,78	0,13	8,90
8	20,20	22,10	17,78	2,65	20,43	15,15	5,53	20,68
16	18,10	23,20	15,93	2,78	18,71	13,58	5,80	19,38
30	16,20	15,50	14,26	1,86	16,12	12,15	3,88	16,03
50	14,30	10,50	12,58	1,26	13,84	10,73	2,63	13,35
100	6,40	6,40	5,63	0,77	6,40	4,80	1,60	6,40

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Granulometría combinada, según gráfico Besser, fábrica No. 3**



Fuente: elaboración propia.

De la figura. 10 se observa que del tamiz No. 3/8 al 8 la curva se encuentra fuera de los límites sugeridos, esto lo causa el material polvo de piedra (ver tabla XVII). Con un módulo de finura igual a 3,60 la combinación de materiales se cataloga como arena gruesa; al momento de incrementar el material polvo de piedra y reducir la arena pómez, pueda que la resistencia aumente, ya que algunos vacíos serían llenados por granos de polvo de piedra. En el gráfico se observa que los finos aumentan al utilizar una proporción de 75 y 25 por ciento para arena pómez y polvo de piedra respectivamente, esto haría que la mezcla se vuelva un tanto pastosa y quiere decir que la cantidad de cemento podría incrementar.

Respecto del contenido de materia orgánica, las arenas pómez cuando son extraídas de montañas generalmente no contienen sustancias (materia orgánica) que inhiba la reacción química cuando se combinan con cemento y agua, de igual forma el polvo de piedra, por provenir de la trituración de rocas. Luego del ensayo contenido de materia orgánica, según Norma NTG 41010 h4, los agregados (arena pómez y polvo de piedra) que utilizan las cuatro fábricas se identifican con el color más claro del colorímetro, por lo que no presentaron sustancias orgánicas perjudiciales.

Respecto de la apariencia de los bloques de las cuatro fábricas se observan con buenas condiciones, es decir, que no se observaron malformaciones como segregación, oquedades o zonas con textura gruesa en sus paredes.

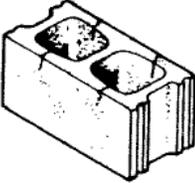
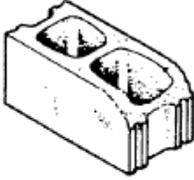
4. DESPERFECTOS DE FABRICACIÓN

Las fábricas que utilizan máquinas vibrocompactadoras para elaborar bloques de concreto, constantemente aparecen unidades defectuosas, principalmente las que utilizan procesos como los descritos en el capítulo 2.

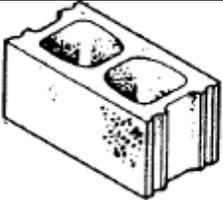
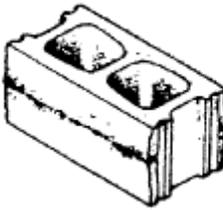
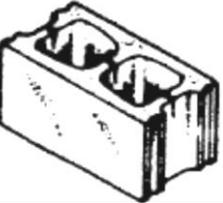
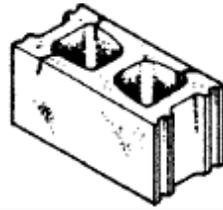
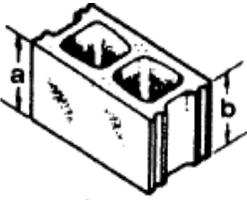
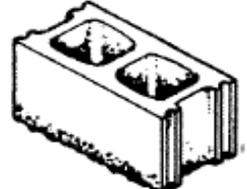
4.1. Defectos de fabricación

Es importante determinar los tipos de desperfectos y catalogar cuales podrían ocasionar serios inconvenientes en su posterior utilización, para ello se presenta un listado de estos desperfectos y malformaciones más comunes que se dan las fábricas.

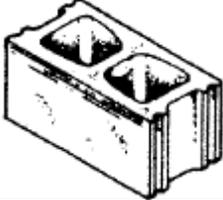
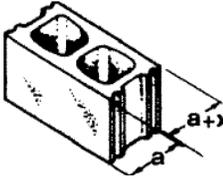
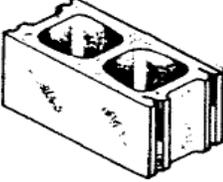
Tabla XXI. **Defectos y malformaciones más comunes en los bloques fabricados con máquina vibrocompactadora de volteo**

FIGURA	DESPERFECTO	REFERENCIA
	1. Tabiques laterales fisurados.	A. 3 B. 11,12,14 C. 1,6
	2. Extremo del bloque incompleto	A. 3b, 5a B. 2, 3, 4

Continuación de la tabla XXI.

	<p>3. Zona con textura muy gruesa en una pared lateral.</p>	<p>A. 5a, 6 B. 7, 11, 17</p>
	<p>4. Fisuración horizontal completa de las paredes del bloque</p>	<p>A. 3 B. 8 C. 2</p>
	<p>5. Fisuración vertical en los tabiques.</p>	<p>A. 3a, 5d B. 3, 7, 8, 11, 12 C. 5</p>
	<p>6. Fisuración de las paredes en el lado del bloque en contacto con la bandeja.</p>	<p>A. B. 8, 12, 22, 23, 24</p>
	<p>7. Diferencias en las alturas de ambos lados del bloque. ($a \neq b$)</p>	<p>A. B. 22, 24, 25, 27 C. 4</p>
	<p>8. Rugosidad en la parte inferior del bloque con bordes irregulares.</p>	<p>A. 3a, 6b, 6c, 7 B. 5, 6, 10, 17, 23, 25</p>

Continuación de la tabla XXI.

	<p>9. Fisuración horizontal y desplazamiento en la parte superior del bloque al terminar el desmolde.</p>	<p>A. 3b B. 13, 20, 25, 27</p>
	<p>10. Ancho mayor arriba que abajo, sin Fisuración visible.</p>	<p>A. B. 13, 16 C. 2, 3</p>
	<p>11. Fisura en la ranura para el mortero.</p>	<p>A. 1, 2, 3 B. 7, 8, 14, 17</p>

Fuente: notas técnicas, Instituto Colombiano de Productores de Cemento.

4.2. Causas de los defectos y malformaciones

Los defectos y malformaciones en la fabricación de bloques de concreto liviano, que utilizan mesa vibrocompactadora, se pueden agrupar según sea la causa, en 3 tipos:

- A. Defectos causados por la mezcla
- B. Defectos originados por la máquina
- C. Defectos como consecuencia del proceso

A continuación se identifican las posibles causas de los diferentes problemas que se dan en las fábricas que utilizan el proceso de elaboración descrito en el capítulo 2, a la vez se proponen las respectivas medidas

correctivas. Las siguientes descripciones hacen referencia a la tabla XXI defectos y malformaciones más comunes en los bloques fabricados con máquina vibrocompactadora de volteo.

Tabla XXII. **Desperfectos causados por la mezcla**

No.	POSIBLE CAUSA	POSIBLE SOLUCIÓN
Respecto a la dosificación		
1	Mala dosificación	Verificar el diseño de la mezcla.
2	Elaboración inadecuada	Revisar el proceso de elaboración de la mezcla.
3	Variaciones en el contenido de la humedad: a. mezcla muy seca b. mezcla muy húmeda	Verificar que el contenido de humedad de la mezcla sea el correcto.
4	Exceso del agregado grueso o fino	Verificar el diseño de mezcla, granulometría del agregados, homogenizar los agregados al momento de tomarlos.
5	Capa (costra) de mezcla seca: a. En la tolva b. En el fondo del molde c. Sobre las bandejas d. Los núcleos que forman las perforaciones	Retirar el material seco.
6	Puede haber segregación en el material	Controlar el manejo y homogenización de la mezcla.

Fuente: ICPC, notas técnicas, fabricación de bloques de concreto, serie 4, número 38, publicación 858, Colombia.

Tabla XXIII. **Desperfectos originados por la maquinaria**

No	POSIBLE CAUSA	POSIBLE SOLUCIÓN
Respecto de la tolva de alimentación		
1	Deficiente alimentación de la tolva	Verificar que la alimentación de la tolva se haga correctamente.
2	El recorrido de la tolva de alimentación puede ser incompleto	Despejar el recorrido de la tolva.
3	El tiempo de alimentación de la mezcla al molde puede ser insuficiente	Verificar el tiempo de alimentación.
4	Puede haber un exceso de llenado	Revisar la cantidad de llenado a la tolva.
Respecto de los resortes		
5	Problemas en la amortiguación del soporte de la bandeja	Verificar la amortiguación (resortes) del soporte de la bandeja.
Respecto del vibrador		
6	Fallas en la rotación del vibrador	Revisar la rotación del eje y del motor del vibrador.
7	Falla en los ejes del vibrador	Verificar la velocidad de giro de los ejes del vibrador.
8	Problemas con los frenos del vibrador	Revisar los frenos del vibrador.
9	Desgaste de los rodamientos del vibrador	Cambiar los rodamientos.
10	Los contrapesos o masas del vibrador pueden ser mayores o menores que los indicados	Verificar las masas del vibrador.
11	Los contrapesos o masas del vibrador pueden estar desalineados	Alinear – ajustar.
Respecto de los núcleos para formar las perforaciones		
12	Los núcleos pueden estar sueltos o flojos (torcidos o girados)	Revisar colocación de los núcleos y fijarlos bien.
Respecto de los moldes		
13	El ensamble del molde puede tener problemas	Revisar el ensamble y el perfecto alineamiento de las partes del molde.

Continuación de la tabla XXIII.

14	El enrasador trasero puede estar desalineado con respecto del molde	Revisar el alineamiento.
15	Puede haber desajuste durante el desmolde	Ajustar las partes del molde.
16	Puede haber partes sueltas en el molde	Fijar las partes del molde.
17	Las placas divisorias pueden estar sueltas	Fijar las placas divisorias.
18	Puede haber desgaste en las partes del molde	Reemplazar las partes desgastadas.
19	Las placas divisorias entre los moldes pueden estar desgastadas o separadas	Reemplazar las partes desgastadas o repararlas para que no exista separación entre ellas.
20	Puede estar chocando el molde contra el chasis de la máquina	Verificar el desplazamiento del molde.
Respecto de las bandejas		
21	Puede estar desnivelada la estructura de soporte de la bandeja	Garantizar la nivelación.
22	La bandeja puede estar moviéndose sobre los apoyos durante la vibración	Verificar el apoyo perfecto de la bandeja.
Respecto de los martillos		
23	Los martillos pueden estar sueltos, desalineados y desgastados	Fijar, alinear ó reemplazar los martillos.
24	Las placas de los martillos pueden estar sueltas del soporte	Fijar las placas.
25	Pueden estar desalineadas las placas de los martillos	Revisar que los soportes de las bandejas estén paralelos al de la placa de los martillos.
26	Las placas de los martillos deban sobresalir al final del proceso	Revisar que todas las placas de los martillos estén al mismo nivel.

Fuente: ICPC, notas técnicas, fabricación de bloques de concreto, serie 4, número 38, publicación 858. Colombia.

Tabla XXIV. **Desperfectos como consecuencia del proceso**

No.	POSIBLE CAUSA	POSIBLE SOLUCIÓN
1	Puede haber problemas de manejo del bloque en la máquina	Controlar el manejo del bloque.
2	La entrega de los bloques por parte de la máquina puede presentar inconvenientes	Revise el suministro de bandejas y la programación de la máquina.
3	El manejo del bloque hasta la cámara o área de curado puede no ser el correcto	Controlar el manejo del bloque.
4	El tiempo de acabado puede ser muy largo	Revisar el tiempo de demora.
5	El tiempo de curado puede ser muy corto	Verificar los tiempos muertos.
6	Inconvenientes en el proceso de fraguado y curado	

Fuente: ICPC, notas técnicas, fabricación de bloques de concreto, serie 4, número 38, publicación 858. Colombia.

CONCLUSIONES

Respecto de los agregados:

1. Los fabricantes de bloques de concreto liviano (pómez) disponen de distintos bancos de materiales, especialmente de la arena pómez, por tal razón los agregados no son homogéneos y controlados.
2. Dos de las cuatro fábricas en análisis utilizan tierra blanca (suelo limo arenoso), como componente extra en la mezcla de concreto para la fabricación de las unidades de mampostería, la cual reduce la resistencia a compresión.
3. Los agregados no son evaluados por medio de un análisis granulométrico en el cual pueda indicar si es necesario o no un tamizado previo al terciado y así evitar la mezcla de aquellas partículas que sobrepasan el tamaño máximo nominal.

Respecto del proceso de fabricación:

4. La producción de bloques en el municipio de Sanarate, departamento de El Progreso, es de forma artesanal, es decir, no tecnificada.
5. La elaboración de las unidades de mampostería, es con máquinas vibrocompactadoras de volteo con sistema electromecánico. Cabe mencionar que estas máquinas son del tipo hechizas, es decir, sin especificaciones de la casa fabricante.

6. Se determinó que los fabricantes llevan a cabo la dosificación de la mezcla por volúmenes y que el agua es agregada al terciado dependiendo del estado de humedad de la arena pómez, según se les ha inculcado a las personas dosificadoras.
7. El curado se lleva a cabo en patio expuesto a intemperie apilando las unidades en torres de hasta 7 filas.
8. Solo dos de los cuatro fabricantes riegan con agua los bloques para su curado, por lo menos una vez al día, durante dos días. El menor tiempo que pasan los bloques en patio, es de tres a cuatro días para que un cliente eventual disponga de ellos.

Respecto de los ensayos a especímenes:

9. Se puede concluir que los bloques de arena pómez de 15 x 20 x 40 centímetros, fabricados en el municipio de Sanarate respecto de la norma actual vigente NTG 41054 se encuentran en promedio:
 - Un 45 por ciento debajo de lo requerido (66 kg/cm^2) en 5.1.1 respecto de la resistencia a compresión sobre área neta, en otras palabras la resistencia a compresión de los bloques es de 36 kilogramos sobre centímetro cuadrado (kg/cm^2).
 - Un 25 por ciento encima del máximo (20 %) requerido en 5.2.1 respecto de la absorción.

10. No se pueden clasificar por compresión y absorción, más sí por su densidad como clase C por tal razón se consideran de uso no estructural con alta absorción de humedad, los cuales pueden ser utilizados en muros exteriores o interiores sobre el nivel del suelo, que no estén destinados a soportar carga.

11. Las fábricas en estudio no cuentan con registro de ensayos practicados a las unidades de concreto liviano, ni a sus agregados que permitan su aceptabilidad y calidad por estándares normados en el país.

RECOMENDACIONES

1. Como principal recomendación se sugiere elaborar diseños de mezclas para garantizar la mínima resistencia a compresión de los bloques, solicitada por la norma vigente. De ser posible realizar ensayos de granulometría cada vez que se disponga cambiar de banco de materiales.
2. Colocar las unidades de concreto liviano bajo techo, en una especie de galera o recámara en su etapa de fraguado, esto ayudaría a que no pierdan rápidamente la humedad ante las inclemencias del clima, así mismo, extender el tiempo de curado a siete días antes que un cliente eventual disponga de ellos.
3. Que los fabricantes no utilicen tierra blanca (suelo limo arenoso) como agregado adicional en la elaboración de bloques de concreto liviano ya que reduce la resistencia a compresión axial de las unidades.
4. Que las unidades fabricadas no sobrepasen de 8 hiladas, equivalente a 1,60 metros de altura, en su apilado en la etapa de resguardo y despacho; con esto se facilitará la colocación y se evita el desportillamiento en aristas o fisuras en paredes que surgen por el reacomodo de los mismos.
5. Reparar o ajustar los moldes metálicos utilizados en la maquina vibrocompactadora, una vez presenten separaciones mayores a 0,3 milímetros y así evitar desportillamientos por rebabas.

6. Se recomienda que en la medida de lo posible se realicen ensayos de:
- Compresión axial a los 7, 14 y 28 días para conocer la resistencia de los mismos.
 - Densidad y absorción y así comparar con los rangos permisibles expuestos por la norma vigente NTG 41 054.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARRIETA, Javier ; PEÑAHERRERA, Enrique. *Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2001. 57 p.
2. Cementos Progreso. *Documento didáctico informativo, hablemos en concreto (revista no. 5)*. Guatemala, 2005. 5 p.
3. Instituto Colombiano Productores de Cemento, *notas técnicas, fabricación de bloques de concreto*, serie 4, número 38, publicación 858, Colombia, 1991. 5 p.
4. Instituto Guatemalteco del Cemento y del Concreto, *Especificaciones bloques huecos de concreto para muros, norma NTG 41054*, Guatemala: IGCC, 2011. 8 p.
5. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, *Granulometría y proporcionamiento de agregados para bloques de concreto, documento informativo*, NUM 196. México: IMCYC, 1987. Vol. 25. 44 p.

ANEXOS

ANEXO 1

FORMULARIO USADO EN LAS ENTREVISTAS

Nombre de la fábrica: _____

A) Material que usa para la fabricación:

B) Procedencia de los agregados:

C) Cuántos sacos de cemento utiliza por terciado?

D) Cantidad de los materiales que usa por terciado?

E) Cuantas tablas saca del terciado?

F) Recipientes que utiliza para calcular los materiales:

G) Cómo agrega el agua a la mezcla: (chorro, manguera, rociador, botes)

H) Cuántos minutos pasa mezclándose la mezcla:

I) Potencia del motor de la mezcladora:

J) Capacidad de la mezcladora:

K) Forma de realizar el fraguado:

L) Forma del apilado para su secado:

M) Producción por hora y por día:

N) Personal empleado en el proceso de fabricación:

ANEXO 2

Figura 11. **Inmersión y saturación de bloques para determinar el porcentaje de absorción**



Fuente: Cementos Progreso.

Figura 12. **Determinación de la masa suspendida y sumergida, secado de bloques en horno**



Fuente: Cementos Progreso.

Figura 13. **Secado en horno de arena pómez y tamizado de la misma**



Fuente: Cementos Progreso.

Figura 14. **Análisis granulométrico y contenido de materia orgánica del agregado**



Fuente: Cementos Progreso.

Figura 15. **Medición de; altura, ancho, largo, paredes y tabiques**



Fuente: Cementos Progreso.

Figura 16. **Máquina para comprimir bloques de concreto**



Fuente: Cementos Progreso.

ANEXO 3:

Ensayos realizados a los agregados y especímenes

.



CEMENTOS PROGRESO S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO

15 Ave. 18-01, zona 6 La Pedrera
Tel: 22864178 Fax: 22864181 cetec@cempro.com

OT	19048
FECHA	2012-07-23
PÁGINA	1 DE 1
IMPRESIÓN	2012-09-07

Cliente	CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO	Procedencia	BLOQUERA SAN JOSE
Dirección	15 AV 18-01 ZONA 6 LA PEDRERA	Muestra	BLOQUES
Contacto	RODOLFO AGUILAR	Analista(s)	RICARDO RODAS
Teléfono	2286-4100	Proyecto	TESIS CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA BRUTA Y NETA
COMPRESION DE BLOCK

No. Lab.	Identificación Cliente	Medidas (cm)			Masa (kg)	Fecha Hechura	Fecha Rotura	Edad Días	Resistencia Bruta		Resistencia Neta	
		Ancho	Alto	Largo					N/mm ²	kg/cm ²	N/mm ²	kg/cm ²
1	S.J.	151	188	390	9.250	2012-07-10	2012-07-24	14	1.950	20	2.863	29
2	S.J.	152	198	402	10.080	2012-07-10	2012-07-24	14	1.740	18	2.792	28
3	S.J.	150	198	401	9.710	2012-07-10	2012-07-24	14	2.200	22	3.475	35
4	S.J.	151	191	400	10.120	2012-07-10	2012-07-24	14	1.890	19	2.892	29
5	S.J.	151	184	400	9.570	2012-07-10	2012-07-24	14	2.080	21	3.066	31
6	S.J.	152	182	400	9.540	2012-07-10	2012-08-07	28	2.447	25	3.592	37
7	S.J.	150	187	400	10.000	2012-07-10	2012-08-07	28	2.427	25	3.611	37
8	S.J.	150	183	399	9.360	2012-07-10	2012-08-07	28	1.957	20	2.842	29
9	S.J.	150	187	399	9.340	2012-07-10	2012-08-07	28	1.784	18	2.649	27
10	S.J.	150	187	400	9.770	2012-07-10	2012-08-07	28	1.532	16	2.279	23
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Atentamente,



 Analista.



 Ing. Mario de León M.
 Jefe de Laboratorio

OBSERVACIONES:

Los resultados de ensayo se refieren únicamente a las muestras presentadas. No debe reproducirse éste informe, salvo que se haga íntegramente y con la aprobación del CETEC.



CEMENTOS PROGRESO S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO

15 Ave. 18-01, zona 6 La Pedrera
Tel: 22864178 Fax: 22864181 cetec@cempro.com

OT	19048
FECHA	2012-07-23
PÁGINA	1 DE 1
FECHA IMPRESIÓN	2012-09-07

Cliente	CENTRO DE I + D	Proyecto	TESIS CONTROL DE CALIDAD, BLOCKS DE SANARATE, "BLOQUERA SAN JOSÉ"
Dirección	15 AV. 18-01 Z. 6 PLANTA LA PEDRERA		
Contacto	RODOLFO AGUILAR/ RODOLFO HUARD	Muestra	BLOQUE
Teléfono	40030015	Analista	RICARDO RODAS

INFORME DE ENSAYO
DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN
(ASTM C-140)

RESULTADOS

No. Lab.	IDENTIFICACIÓN CLIENTE	Densidad (kg/m ³)	Absorción (kg/m ³)	Absorcion %
11	SJ	1171	253	22
12	SJ	1159	250	22
13	SJ	1173	248	21
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-



Analista



Ing. Mario de León
Jefe de Laboratorio

OBSERVACIONES:

Los resultados de ensayo se refieren únicamente a las muestras presentadas. No debe reproducirse éste informe, salvo que se haga íntegramente y con la aprobación del CETEC.



CEMENTOS PROGRESO, S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO

15 Ave. 18-01 zona 6, Finca La Pedrera
 Tel: 2286-4178 Fax: 2286-4181 cetec@cempro.com

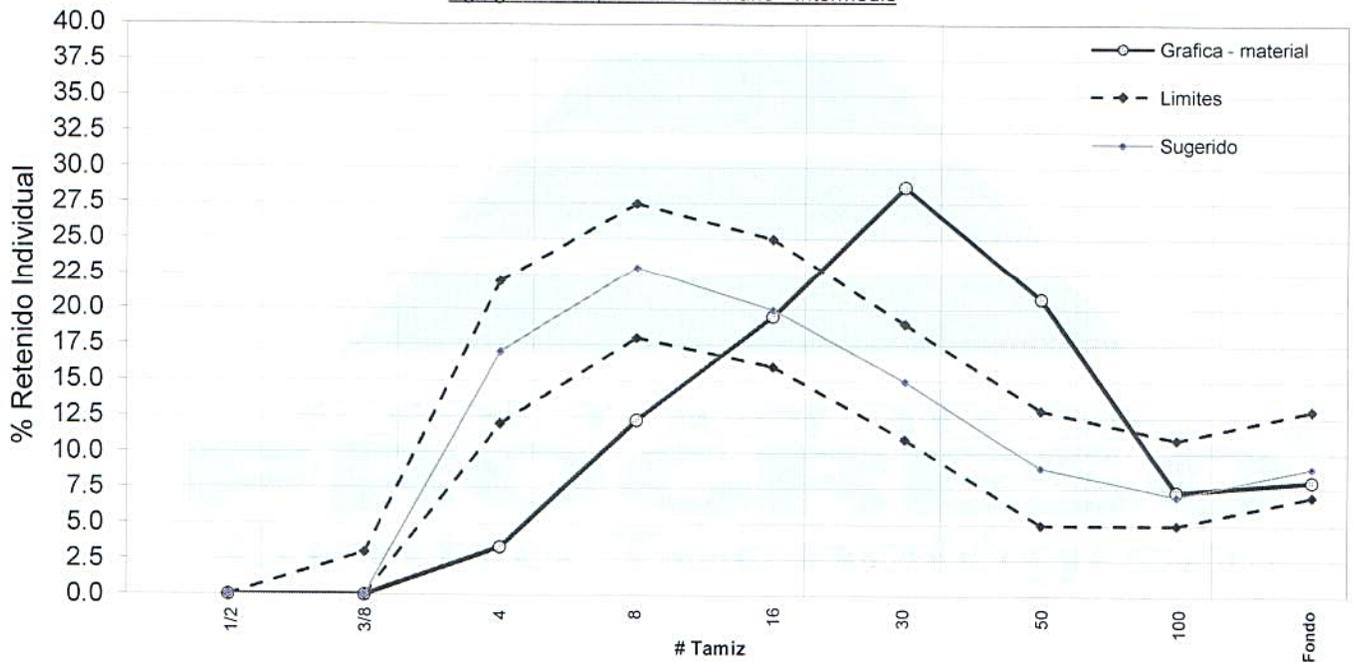
Orden de Trabajo:	19048-2-1
Fecha:	2012-07-23
Página:	1 De 1
Impresión:	2012-08-10

Cliente:	CENTRO I.+ D.	Procedencia:	BLOQUERA SAN JOSE SANARATE
Dirección:	--	Muestra:	ARENA POMEZ
Contacto:	RODOLFO AGUILAR / RODOLFO HUARD	Proyecto:	TESIS CONTROL DE CALIDAD BLOCKS DE SANARATE BLOQUERA SAN JOSE
Teléfono:	--	Fecha de Ensayo:	2012-08-09

LABORATORIO DE AGREGADOS
INFORME DE ENSAYO

Granulometría Besser

Agregado Fino para Block Liviano - Intermedio



GRADUACION SUGERIDO

Estándar (mm)	12.5	9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	Fondo	Módulo de Finura
Nominal (pulg)	1/2	3/8	4	8	16	30	50	100	Pan	
% Retenido Individual	0.0	0.0	17.0	23.0	20.0	15.0	9.0	7.0	9.0	3.67
% Retenido Acumulado	0.0	0.0	17.0	40.0	60.0	75.0	84.0	91.0	100.0	

GRADUACION DEL ENSAYO

Estándar (mm)	12.5	9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	Fondo	Módulo de Finura
Nominal (pulg)	1/2	3/8	4	8	16	30	50	100	Pan	
Masa Retenida (g)	0.0	0.0	10.2	36.8	58.5	86.1	62.4	21.9	24.1	2.95
% Retenido Individual	0.0	0.0	3.4	12.3	19.5	28.7	20.8	7.3	8.0	
% Retenido Acumulado	0.0	0.0	3.4	15.7	35.2	63.9	84.7	92.0	100.0	

Total tamizado (g): 300.0

Antonio Cano
 Analista de Laboratorio

Ing. Mario De León M.
 Jefe de Laboratorio

* La reducción de la muestra se llevo acabo en base al método planteado en norma ASTM C-702.

Observaciones:



CEMENTOS PROGRESO, S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO

15 Ave. 18-01 zona 6, Finca La Pedrera
 Tel: 2286-4178 Fax: 2286-4181 cetec@cempro.com

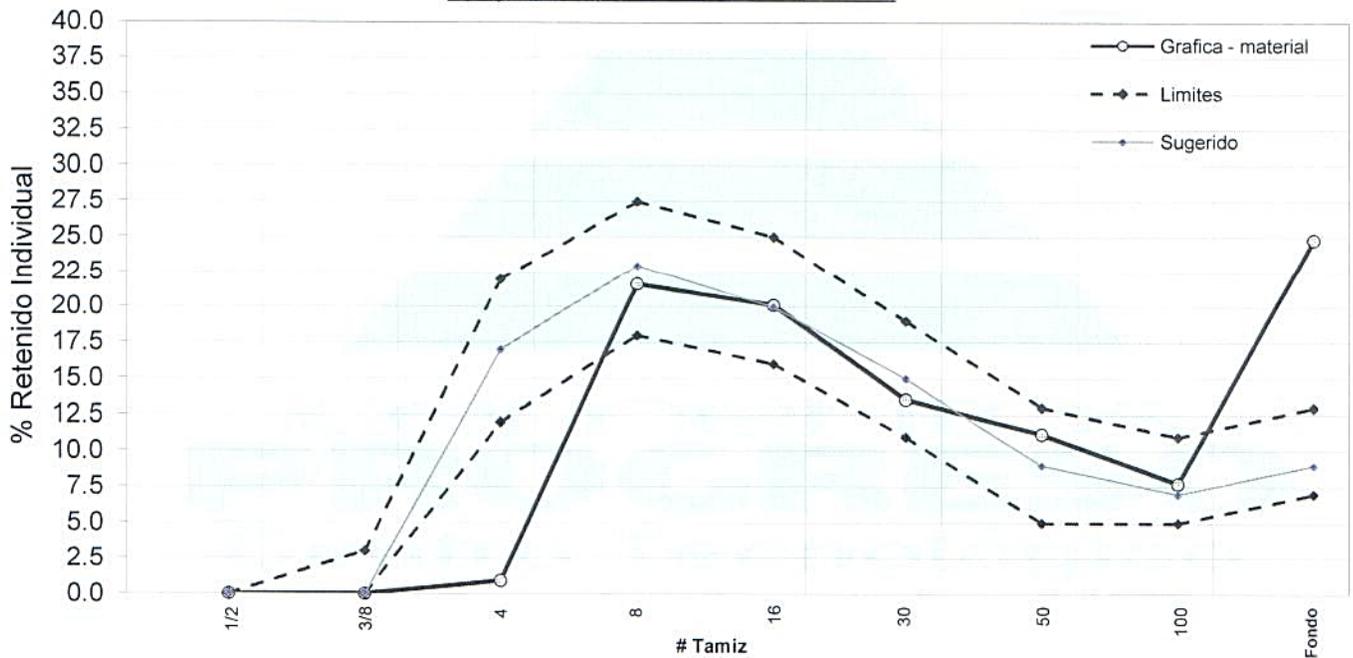
Orden de Trabajo:	19048-1-1
Fecha:	2012-07-23
Página:	1 De 1
Impresión:	2012-08-10

Cliente:	CENTRO I.+ D.	Procedencia:	BLOQUERA SAN JOSE SANARATE
Dirección:	--	Muestra:	POLVO DE PIEDRA
Contacto:	RODOLFO AGUILAR / RODOLFO HUARD	Proyecto:	TESIS CONTROL DE CALIDAD BLOCKS DE SANARATE BLOQUERA SAN JOSE
Teléfono:	--	Fecha de Ensayo:	2012-08-09

LABORATORIO DE AGREGADOS
INFORME DE ENSAYO

Granulometría Besser

Agregado Fino para Block Liviano - Intermedio



GRADUACION SUGERIDO

Estándar (mm)	12.5	9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	Fondo	Módulo de Finura
Nominal (pulg)	1/2	3/8	4	8	16	30	50	100	Pan	
% Retenido Individual	0.0	0.0	17.0	23.0	20.0	15.0	9.0	7.0	9.0	3.67
% Retenido Acumulado	0.0	0.0	17.0	40.0	60.0	75.0	84.0	91.0	100.0	

GRADUACION DEL ENSAYO

Estándar (mm)	12.5	9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	Fondo	Módulo de Finura
Nominal (pulg)	1/2	3/8	4	8	16	30	50	100	Pan	
Masa Retenida (g)	0.0	0.0	4.7	108.3	100.7	67.8	55.9	38.6	124.1	2.65
% Retenido Individual	0.0	0.0	0.9	21.7	20.1	13.6	11.2	7.7	24.8	
% Retenido Acumulado	0.0	0.0	0.9	22.6	42.7	56.3	67.5	75.2	100.0	

Total tamizado (g): 500.0

Antonio Cano
 Analista de Laboratorio

Ing. Mario De León M.
 Jefe de Laboratorio

* La reducción de la muestra se llevo acabo en base al método planteado en norma ASTM C-702.

Observaciones:



CEMENTOS PROGRESO, S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO
 15 Ave. 18-01 zona 6, Finca La Pedrera

Tel: 2286-4178 Fax: 2286-4181 cetec@cempro.com

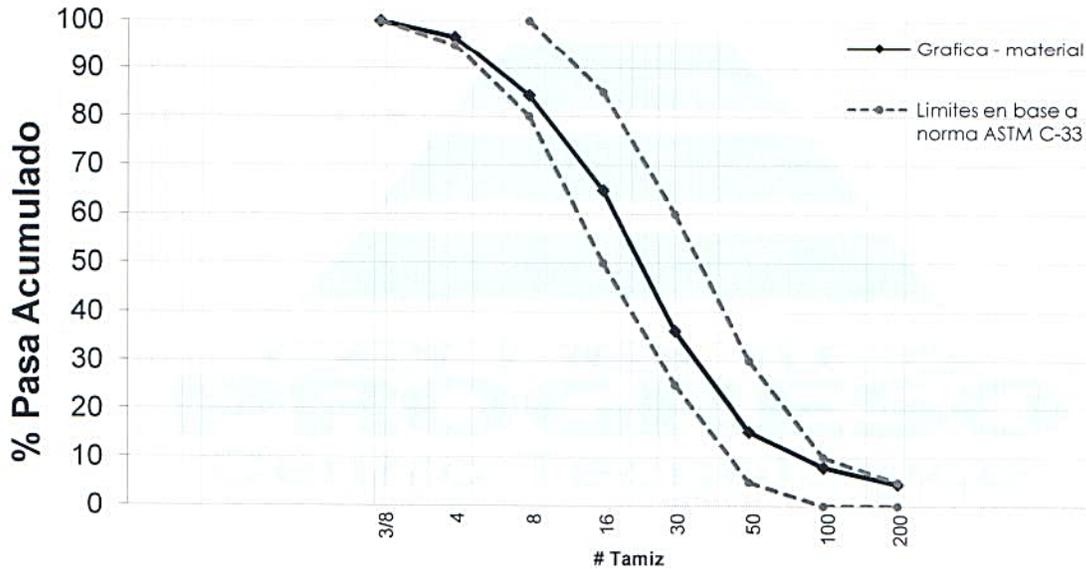
Orden de Trabajo:	19048-2
Fecha:	2012-07-23
Página:	1 De 1
Impresión:	2012-08-10

Cliente:	CENTRO I.+ D.	Procedencia:	BLOQUERA SAN JOSE SANARATE
Dirección:	--	Muestra:	ARENA POMEZ
Contacto:	RODOLFO AGUILAR / RODOLFO HUARD	Proyecto:	TESIS CONTROL DE CALIDAD BLOCKS DE SANARATE BLOQUERA SAN JOSE
Teléfono:	--	Fecha de Ensayo:	2012-08-09

LABORATORIO DE AGREGADOS
INFORME DE ENSAYOS

Densidad Relativa (g/cc) (sss) ASTM C-128	1.07	Masa Unitaria Compactada (kg/m³) ASTM C-29	825
Absorción (%) ASTM C-128	29.63	Masa Unitaria Suelta (kg/m³) ASTM C-29	768
Contenido de humedad (%) ASTM C-566	30.7	Masa Unitaria Suelta Húmeda (kg/m³) ASTM C-29	807
Impurezas Orgánicas (No. color) ASTM C-40	0	Pasa Tamiz No.200 (0.075mm) (%) ASTM C-117	4.60
Módulo de Hudson	6.10	Módulo de Finura (MF) ASTM C-136	2.95

Granulometría de Agregado Fino ASTM C-136



Estándar (mm)	9.5	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.075
Nominal (pulg)	3/8	4	8	16	30	50	100	200
Masa Retenida (g)	0.0	10.2	36.8	58.5	86.1	62.4	21.9	10.3
% Pasa Acumulado	100.0	96.6	84.3	64.8	36.1	15.3	8.0	4.6

Total tamizado (g): 300.0

[Signature]
 Antonio Cano
 Analista de Laboratorio

[Signature]
 Ing. Mario De León M.
 Jefe de Laboratorio

* La reducción de la muestra se llevo a cabo en base al método planteado en norma ASTM C-702.

Observaciones:



CEMENTOS PROGRESO, S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO

15 Ave. 18-01 zona 6, Finca La Pedrera
 Tel: 2286-4178 Fax: 2286-4181 cetec@cempro.com

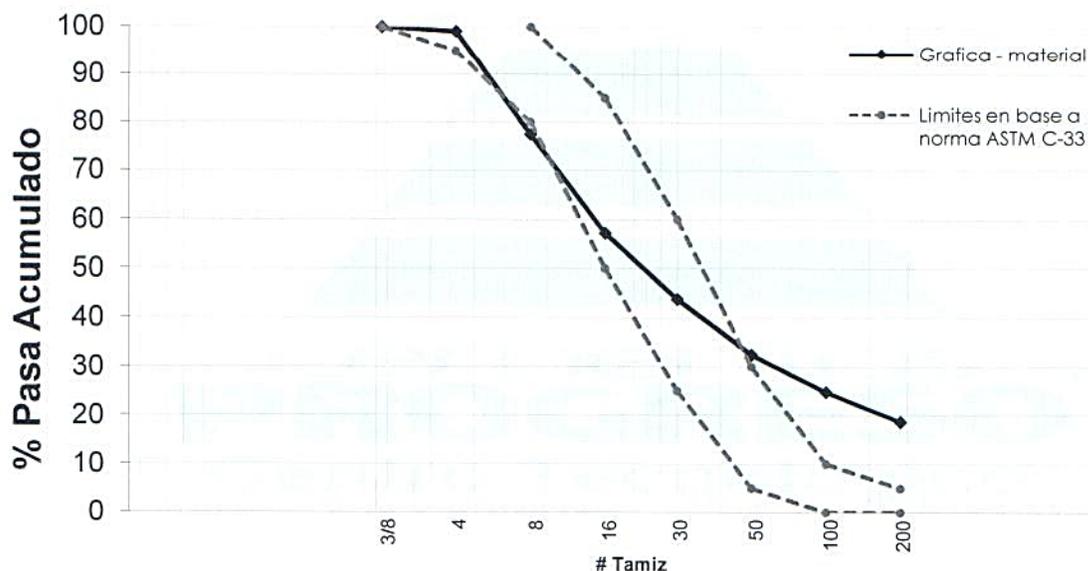
Orden de Trabajo:	19048-1
Fecha:	2012-07-23
Página:	1 De 1
Impresión:	2012-08-10

Cliente:	CENTRO I.+ D.	Procedencia:	BLOQUERA SAN JOSE SANARATE
Dirección:	--	Muestra:	POLVO DE PIEDRA
Contacto:	RODOLFO AGUILAR / RODOLFO HUARD	Proyecto:	TESIS CONTROL DE CALIDAD BLOCKS DE SANARATE BLOQUERA SAN JOSE
Teléfono:	--	Fecha de Ensayo:	2012-08-09

LABORATORIO DE AGREGADOS
INFORME DE ENSAYOS

Densidad Relativa (g/cc) (sss) ASTM C-128	2.50	Masa Unitaria Compactada (kg/m³) ASTM C-29	1632
Absorción (%) ASTM C-128	4.53	Masa Unitaria Suelta (kg/m³) ASTM C-29	1361
Contenido de humedad (%) ASTM C-566	4.6	Masa Unitaria Suelta Húmeda (kg/m³) ASTM C-29	1154
Impurezas Orgánicas (No. color) ASTM C-40	0	Pasa Tamiz No.200 (0.075mm) (%) ASTM C-117	18.68
Módulo de Hudson	6.54	Módulo de Finura (MF) ASTM C-136	2.65

Granulometría de Agregado Fino ASTM C-136



Estándar (mm)	9.5	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.075
Nominal (pulg)	3/8	4	8	16	30	50	100	200
Masa Retenida (g)	0.0	4.7	108.3	100.7	67.8	55.9	38.6	30.7
% Pasa Acumulado	100.0	99.1	77.4	57.3	43.7	32.5	24.8	18.7

Total tamizado (g): 500.0

Antonio Cano
 Analista de Laboratorio

Ing. Mario De León M.
 Jefe de Laboratorio

* La reducción de la muestra se llevo acabo en base al método planteado en norma ASTM C-702.

Observaciones:

Los resultados de ensayo se refieren únicamente a las muestras presentadas. No debe reproducirse éste informe, salvo que se haga íntegramente y con la aprobación del CETEC.



CEMENTOS PROGRESO S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO

15 Ave. 18-01, zona 6 La Pedrera
Tel: 22864178 Fax: 22864181 cetec@cempro.com

OT	19050
FECHA	2012-07-23
PÁGINA	1 DE 1
IMPRESIÓN	2012-08-09

Cliente	CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO	Procedencia	BLOQUERA SERVICON
Dirección	15 AV 18-01 ZONA 6 LA PEDRERA	Muestra	BLOQUES
Contacto	RODOLFO AGUILAR	Analista(s)	RICARDO RODAS
Teléfono	2286-4100	Proyecto	TESIS CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA BRUTA Y NETA
COMPRESION DE BLOCK

No. Lab.	Identificación Cliente	Medidas (cm)			Masa (kg)	Fecha Hechura	Fecha Rotura	Edad Días	Resistencia Bruta		Resistencia Neta	
		Ancho	Alto	Largo					N/mm ²	kg/cm ²	N/mm ²	kg/cm ²
1	SER	150	197	399	9.980	2012-07-10	2012-07-24	14	4.040	41	5.774	59
2	SER	153	199	400	10.320	2012-07-10	2012-07-24	14	2.930	30	4.325	44
3	SER	152	199	400	9.800	2012-07-10	2012-07-24	14	2.640	27	3.872	39
4	SER	151	197	399	10.200	2012-07-10	2012-07-24	14	3.610	37	5.194	53
5	SER	150	197	400	9.760	2012-07-10	2012-07-24	14	3.160	32	4.527	46
6	SER	150	197	398	9.620	2012-07-10	2012-08-07	28	3.111	32	4.434	45
7	SER	150	197	400	9.365	2012-07-10	2012-08-07	28	2.525	26	3.618	37
8	SER	150	199	397	9.660	2012-07-10	2012-08-07	28	1.832	19	2.632	27
9	SER	148	196	399	9.370	2012-07-10	2012-08-07	28	2.442	25	3.426	35
10	SER	149	198	397	9.690	2012-07-10	2012-08-07	28	3.946	40	5.602	57
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Atentamente,

Analista.

Ing. Mario de León M.
Jefe de Laboratorio

OBSERVACIONES:

Los resultados de ensayo se refieren únicamente a las muestras presentadas. No debe reproducirse éste informe, salvo que se haga íntegramente y con la aprobación del CETEC.



CEMENTOS PROGRESO S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO

15 Ave. 18-01, zona 6 La Pedrera
Tel: 22864178 Fax: 22864181 cetec@cempro.com

OT	19050
FECHA	2012-07-23
PÁGINA	1 DE 1
FECHA IMPRESIÓN	2012-08-03

Cliente	CENTRO DE I + D	Proyecto	TESIS CONTROL DE CALIDAD, BLOCKS DE SANARATE, "BLOQUERA SERVICON"
Dirección	15 AV. 18-01 Z. 6 PLANTA LA PEDRERA		
Contacto	RODOLFO AGUILAR / RODOLFO HUARD	Muestra	BLOQUE
Teléfono	40030015	Analista	RICARDO RODAS

INFORME DE ENSAYO
DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN
(ASTM C-140)

RESULTADOS

No. Lab.	IDENTIFICACIÓN CLIENTE	Densidad (kg/m ³)	Absorción (kg/m ³)	Absorción %
11	SER	1111	220	20
12	SER	1069	272	25
13	SER	1122	231	21
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Analista

Ing. Mario de León
Jefe de Laboratorio

OBSERVACIONES:

Los resultados de ensayo se refieren únicamente a las muestras presentadas. No debe reproducirse éste informe, salvo que se haga íntegramente y con la aprobación del CETEC.



CEMENTOS PROGRESO, S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO

15 Ave. 18-01 zona 6, Finca La Pedrera
Tel: 2286-4178 Fax: 2286-4181 cetec@cempro.com

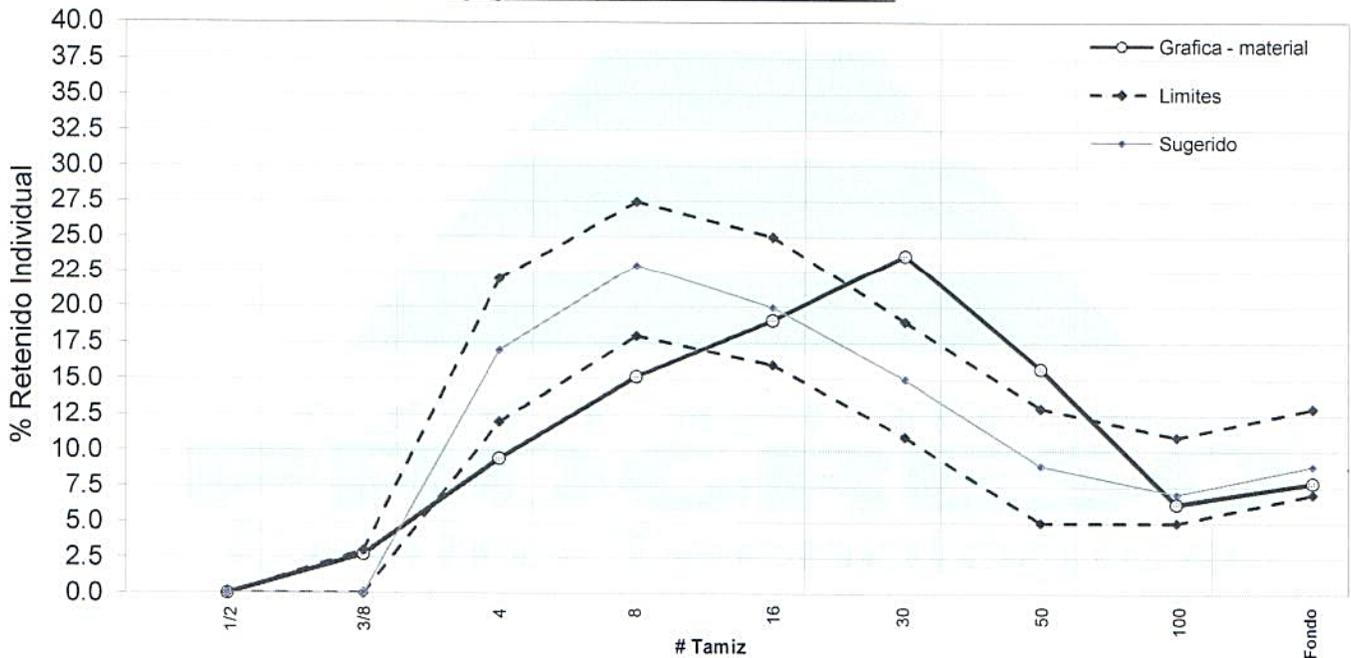
Orden de Trabajo:	19050-2-1
Fecha:	2012-07-23
Página:	1 De 1
Impresión:	2012-08-10

Cliente:	CENTRO I.+ D.	Procedencia:	SERVICON
Dirección:	--	Muestra:	ARENA POMEZ
Contacto:	RODOLFO AGUILAR / RODOLFO HUARD	Proyecto:	TESIS CONTROL DE CALIDAD BLOCKS DE SANARATE BLOQUERA SERVICON
Teléfono:	--	Fecha de Ensayo:	2012-08-09

LABORATORIO DE AGREGADOS
INFORME DE ENSAYO

Granulometría Besser

Agregado Fino para Block Liviano - Intermedio



GRADUACION SUGERIDO

Estándar (mm)	12.5	9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	Fondo	Módulo de Finura
Nominal (pulg)	1/2	3/8	4	8	16	30	50	100	Pan	
% Retenido Individual	0.0	0.0	17.0	23.0	20.0	15.0	9.0	7.0	9.0	3.67
% Retenido Acumulado	0.0	0.0	17.0	40.0	60.0	75.0	84.0	91.0	100.0	

GRADUACION DEL ENSAYO

Estándar (mm)	12.5	9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	Fondo	Módulo de Finura
Nominal (pulg)	1/2	3/8	4	8	16	30	50	100	Pan	
Masa Retenida (g)	0.0	8.2	28.4	45.6	57.3	71.0	47.2	18.9	23.5	3.37
% Retenido Individual	0.0	2.7	9.5	15.2	19.1	23.7	15.7	6.3	7.8	
% Retenido Acumulado	0.0	2.7	12.2	27.4	46.5	70.1	85.9	92.2	100.0	

Total tamizado (g): 300.0

Antonio Cano
Analista de Laboratorio

Ing. Mario De León M.
Jefe de Laboratorio

* La reducción de la muestra se llevo acabo en base al método planteado en norma ASTM C-702.

Observaciones:



CEMENTOS PROGRESO, S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO

15 Ave. 18-01 zona 6, Finca La Pedrera

Tel: 2286-4178 Fax: 2286-4181 cetec@cempro.com

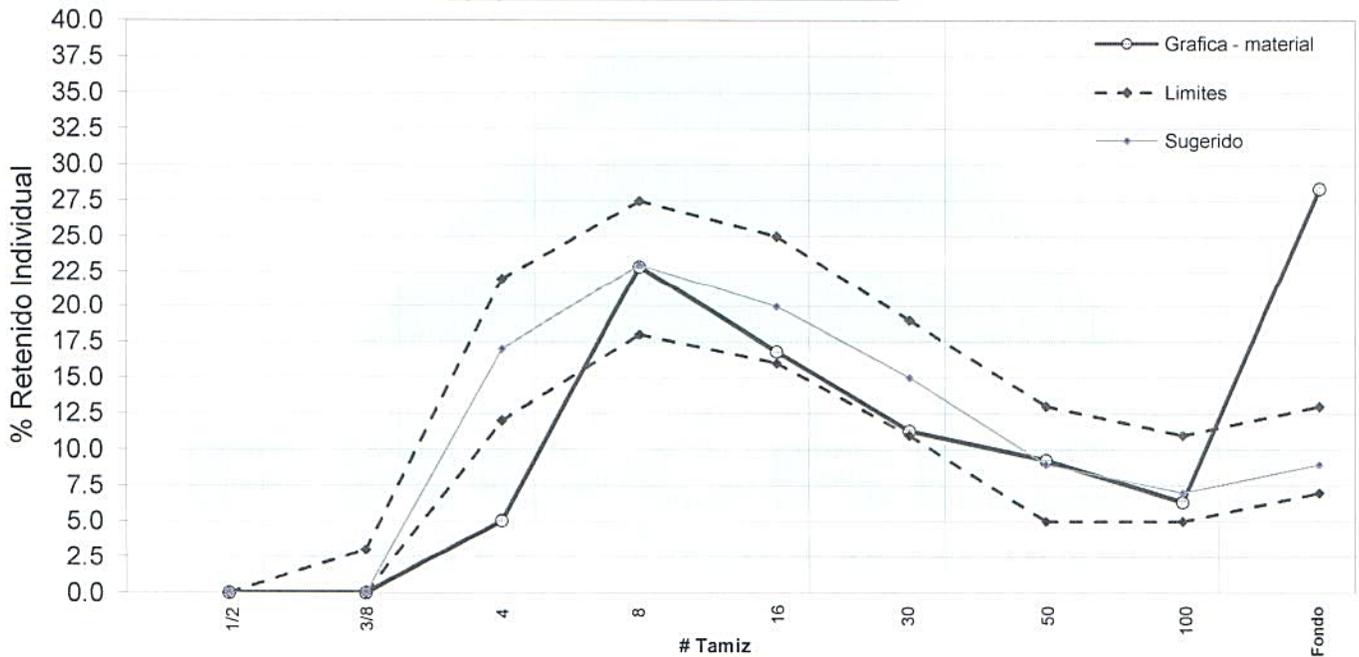
Orden de Trabajo:	19050-1-1
Fecha:	2012-07-23
Página:	1 De 1
Impresión:	2012-09-07

Cliente:	CENTRO I.+D.	Procedencia:	SERVICON
Dirección:	--	Muestra:	POLVO DE PIEDRA
Contacto:	RODOLFO AGUILAR / RODOLFO HUARD	Proyecto:	TESIS CONTROL DE CALIDAD BLOCKS DE SANARATE BLOQUERA SERVICON
Teléfono:	--	Fecha de Ensayo:	2012-08-09

**LABORATORIO DE AGREGADOS
 INFORME DE ENSAYO**

Granulometría Besser

Agregado Fino para Block Liviano - Intermedio



GRADUACION SUGERIDO

Estándar (mm)	12.5	9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	Fondo	Módulo de Finura
Nominal (pulg)	1/2	3/8	4	8	16	30	50	100	Pan	
% Retenido Individual	0.0	0.0	17.0	23.0	20.0	15.0	9.0	7.0	9.0	3.67
% Retenido Acumulado	0.0	0.0	17.0	40.0	60.0	75.0	84.0	91.0	100.0	

GRADUACION DEL ENSAYO

Estándar (mm)	12.5	9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	Fondo	Módulo de Finura
Nominal (pulg)	1/2	3/8	4	8	16	30	50	100	Pan	
Masa Retenida (g)	0.0	0.0	25.2	114.3	84.0	56.5	46.4	31.8	141.8	2.71
% Retenido Individual	0.0	0.0	5.0	22.9	16.8	11.3	9.3	6.4	28.4	
% Retenido Acumulado	0.0	0.0	5.0	27.9	44.7	56.0	65.3	71.6	100.0	

Total tamizado (g): 500.0

Antonio Cano
 Analista de Laboratorio

Ing. Mario De León M.
 Jefe de Laboratorio

* La reducción de la muestra se llevo a cabo en base al método planteado en norma ASTM C-702.

Observaciones:

Los resultados de ensayo se refieren únicamente a las muestras presentadas. No debe reproducirse éste informe, salvo que se haga íntegramente y con la aprobación del CETEC.



CEMENTOS PROGRESO, S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO

15 Ave. 18-01 zona 6, Finca La Pedrera
 Tel: 2286-4178 Fax: 2286-4181 cetec@cempro.com

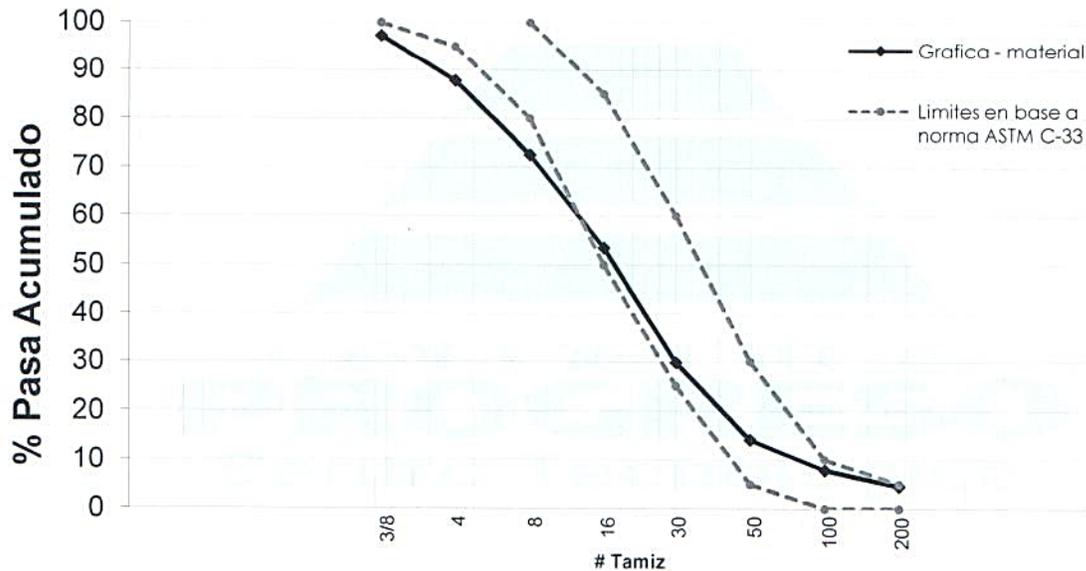
Orden de Trabajo:	19050-2
Fecha:	2012-07-23
Página:	1 De 1
Impresión:	2012-08-10

Cliente:	CENTRO I.+ D.	Procedencia:	SERVICON
Dirección:	--	Muestra:	ARENA POMEZ
Contacto:	RODOLFO AGUILAR / RODOLFO HUARD	Proyecto:	TESIS CONTROL DE CALIDAD BLOCKS DE SANARATE BLOQUERA SERVICON
Teléfono:	--	Fecha de Ensayo:	2012-08-09

LABORATORIO DE AGREGADOS
INFORME DE ENSAYOS

Densidad Relativa (g/cc) (sss) ASTM C-128	1.60	Masa Unitaria Compactada (kg/m³) ASTM C-29	744
Absorción (%) ASTM C-128	26.27	Masa Unitaria Suelta (kg/m³) ASTM C-29	695
Contenido de humedad (%) ASTM C-566	29.7	Masa Unitaria Suelta Húmeda (kg/m³) ASTM C-29	793
Impurezas Orgánicas (No. color) ASTM C-40	0	Pasa Tamiz No.200 (0.075mm) (%) ASTM C-117	4.63
Módulo de Hudson	5.68	Módulo de Finura (MF) ASTM C-136	3.37

Granulometría de Agregado Fino ASTM C-136



Estándar (mm)	9.5	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.075
Nominal (pulg)	3/8	4	8	16	30	50	100	200
Masa Retenida (g)	8.2	28.4	45.6	57.3	71.0	47.2	18.9	9.6
% Pasa Acumulado	97.3	87.8	72.6	53.5	29.9	14.1	7.8	4.6

Total tamizado (g): 300.0

Antonio Cano
 Analista de Laboratorio

Ing. Mario De León M.
 Jefe de Laboratorio

* La reducción de la muestra se llevo acabo en base al método planteado en norma ASTM C-702.

Observaciones:

Los resultados de ensayo se refieren únicamente a las muestras presentadas. No debe reproducirse éste informe, salvo que se haga íntegramente y con la aprobación del CETEC.



CEMENTOS PROGRESO, S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO

15 Ave. 18-01 zona 6, Finca La Pedrera
 Tel: 2286-4178 Fax: 2286-4181 cetec@cempro.com

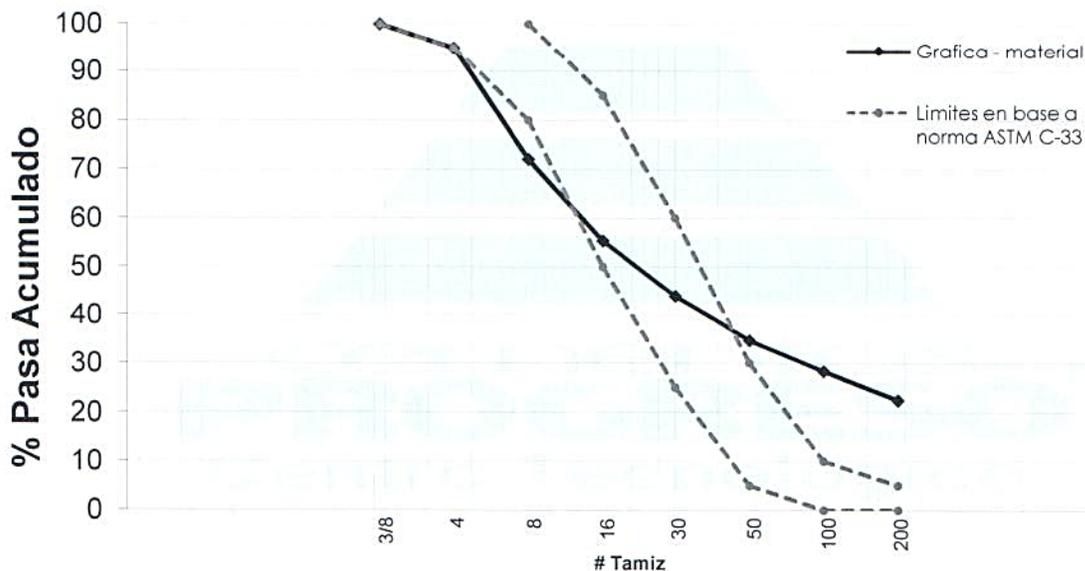
Orden de Trabajo:	19050-1
Fecha:	2012-07-23
Página:	1 De 1
Impresión:	2012-08-10

Cliente:	CENTRO I.+ D.	Procedencia:	SERVICON
Dirección:	-	Muestra:	POLVO DE PIEDRA
Contacto:	RODOLFO AGUILAR / RODOLFO HUARD	Proyecto:	TESIS CONTROL DE CALIDAD BLOCKS DE SANARATE BLOQUERA SERVICON
Teléfono:	--	Fecha de Ensayo:	2012-08-09

LABORATORIO DE AGREGADOS
INFORME DE ENSAYOS

Densidad Relativa (g/cc) (sss) ASTM C-128	2.48	Masa Unitaria Compactada (kg/m³) ASTM C-29	1579
Absorción (%) ASTM C-128	3.15	Masa Unitaria Suelta (kg/m³) ASTM C-29	1404
Contenido de humedad (%) ASTM C-566	2.8	Masa Unitaria Suelta Húmeda (kg/m³) ASTM C-29	1330
Impurezas Orgánicas (No. color) ASTM C-40	0	Pasa Tamiz No.200 (0.075mm) (%) ASTM C-117	22.38
Módulo de Hudson	6.52	Módulo de Finura (MF) ASTM C-136	2.71

Granulometría de Agregado Fino ASTM C-136



Estándar (mm)	9.5	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.075
Nominal (pulg)	3/8	4	8	16	30	50	100	200
Masa Retenida (g)	0.0	25.2	114.3	84.0	56.5	46.4	31.8	29.9
% Pasa Acumulado	100.0	95.0	72.1	55.3	44.0	34.7	28.4	22.4

Total tamizado (g): 500.0

Antonio Cano
 Analista de Laboratorio

Ing. Mario De León M.
 Jefe de Laboratorio

* La reducción de la muestra se llevo acabo en base al método planteado en norma ASTM C-702.

Observaciones:

Los resultados de ensayo se refieren únicamente a las muestras presentadas. No debe reproducirse éste informe, salvo que se haga íntegramente y con la aprobación del CETEC.



CEMENTOS PROGRESO S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO

15 Ave. 18-01, zona 6 La Pedrera
Tel: 22864178 Fax: 22864181 cetec@cempro.com

OT	19049
FECHA	2012-07-23
PÁGINA	1 DE 1
IMPRESIÓN	2012-08-09

Cliente	CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO	Procedencia	BLOQUERA SEIJAS
Dirección	15 AV 18-01 ZONA 6 LA PEDRERA	Muestra	BLOQUES
Contacto	RODOLOFO AGUILAR	Analista(s)	RICARDO RODAS
Teléfono	2286-4100	Proyecto	TESIS CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA BRUTA Y NETA
COMPRESION DE BLOCK

No. Lab.	Identificación Cliente	Medidas (cm)			Masa (kg)	Fecha Hechura	Fecha Rotura	Edad Días	Resistencia Bruta		Resistencia Neta	
		Ancho	Alto	Largo					N/mm ²	kg/cm ²	N/mm ²	kg/cm ²
1	SIJAS	152	198	400	10.200	2012-07-10	2012-07-24	14	2.140	22	3.408	35
2	SIJAS	151	198	401	10.130	2012-07-10	2012-07-24	14	2.550	26	4.044	41
3	SIJAS	152	191	401	10.570	2012-07-10	2012-07-24	14	3.020	31	4.651	47
4	SIJAS	151	190	399	10.670	2012-07-10	2012-07-24	14	2.900	30	4.391	45
5	SIJAS	151	189	400	9.890	2012-07-10	2012-07-24	14	2.760	28	4.168	42
6	SIJAS	152	190	401	9.590	2012-07-10	2012-08-07	28	2.753	28	4.217	43
7	SIJAS	149	188	400	9.715	2012-07-10	2012-08-07	28	3.374	34	5.001	51
8	SIJAS	150	190	400	9.860	2012-07-10	2012-08-07	28	2.380	24	3.589	37
9	SIJAS	150	187	401	9.775	2012-07-10	2012-08-07	28	3.049	31	4.536	46
10	SIJAS	150	188	400	10.120	2012-07-10	2012-08-07	28	3.573	36	5.332	54
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Atentamente,



 Analista.



 Ing. Mario de León M.
 Jefe de Laboratorio

OBSERVACIONES:

Los resultados de ensayo se refieren únicamente a las muestras presentadas. No debe reproducirse éste informe, salvo que se haga íntegramente y con la aprobación del CETEC.



CEMENTOS PROGRESO S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO

15 Ave. 18-01, zona 6 La Pedrera
Tel: 22864178 Fax: 22864181 cetec@cempro.com

OT	19049
FECHA	2012-07-23
PÁGINA	1 DE 1
FECHA IMPRESIÓN	2012-09-07

Cliente	CENTRO DE I + D	Proyecto	TESIS CONTROL DE CALIDAD, BLOCS DE SANARATE, "BLOQUERA SEIJAS"
Dirección	15 AV. 18-01 Z. 6 PLANTA LA PEDRERA		
Contacto	RODOLFO AGUILAR / RODOLFO HUARD	Muestra	BLOQUE
Teléfono	40030015	Analista	RICARDO RODAS

INFORME DE ENSAYO
DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN
(ASTM C-140)

RESULTADOS

No. Lab.	IDENTIFICACIÓN CLIENTE	Densidad (kg/m ³)	Absorción (kg/m ³)	Absorción %
11	SEIJAS	1126	254	23
12	SEIJAS	1122	278	25
13	SEIJAS	1056	390	37
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-


Analista


Ing. Mario de León
Jefe de Laboratorio

OBSERVACIONES:

Los resultados de ensayo se refieren únicamente a las muestras presentadas. No debe reproducirse éste informe, salvo que se haga íntegramente y con la aprobación del CETEC.



CEMENTOS PROGRESO, S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO
 15 Ave. 18-01 zona 6, Finca La Pedrera

Tel: 2286-4178 Fax: 2286-4181 cetec@cempro.com

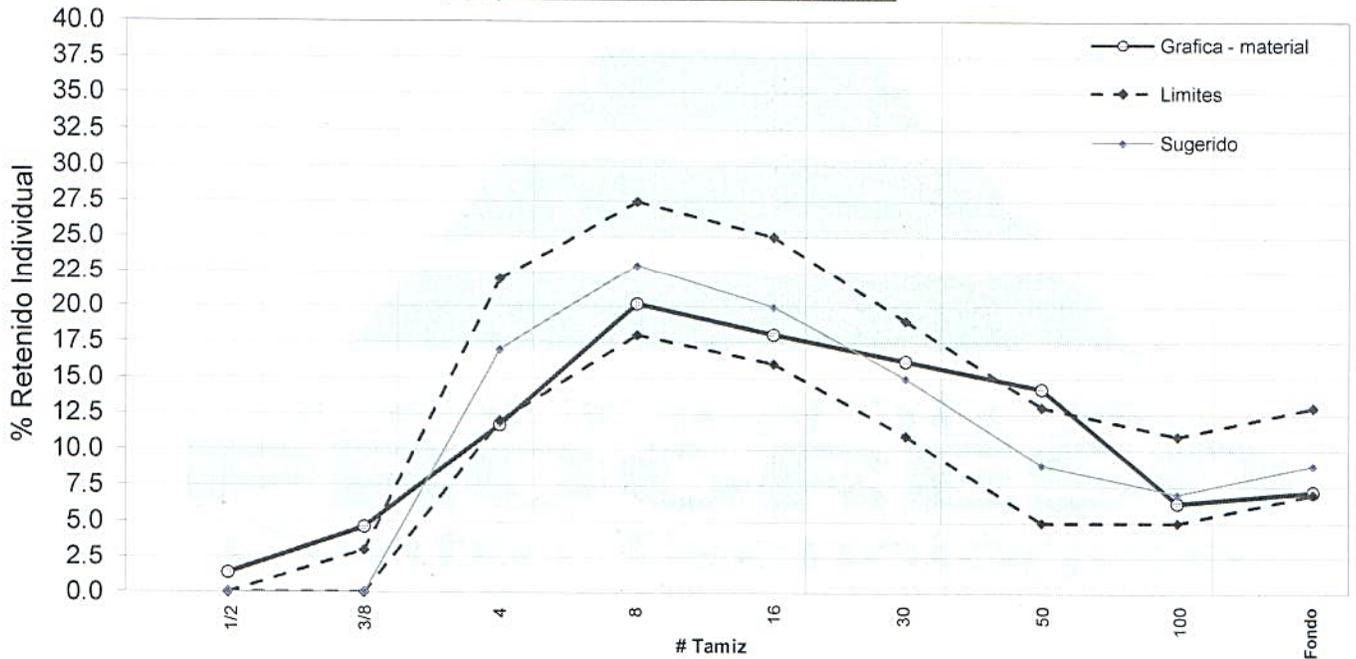
Orden de Trabajo:	18963-1-1
Fecha:	2012-07-10
Página:	1 De 1
Impresión:	2012-07-16

Cliente:	CENTRO I.+D.	Procedencia:	BLOQUERA SEIJAS
Dirección:	--	Muestra:	ARENA POMEZ
Contacto:	RODOLFO AGUILAR / RODOLFO HUARD	Proyecto:	TESIS CONTROL DE CALIDAD BLOCKS DE SANARATE
Teléfono:	--	Fecha de Ensayo:	2012-07-06

LABORATORIO DE AGREGADOS
INFORME DE ENSAYO

Granulometría Besser

Agregado Fino para Block Liviano - Intermedio



GRADUACION SUGERIDO

Estándar (mm)	12.5	9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	Fondo	Módulo de Finura
Nominal (pulg)	1/2	3/8	4	8	16	30	50	100	Pan	3.67
% Retenido Individual	0.0	0.0	17.0	23.0	20.0	15.0	9.0	7.0	9.0	
% Retenido Acumulado	0.0	0.0	17.0	40.0	60.0	75.0	84.0	91.0	100.0	

GRADUACION DEL ENSAYO

Estándar (mm)	12.5	9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	Fondo	Módulo de Finura
Nominal (pulg)	1/2	3/8	4	8	16	30	50	100	Pan	3.69
Masa Retenida (g)	5.6	18.6	47.0	80.8	72.2	64.7	57.1	25.5	28.7	
% Retenido Individual	1.4	4.6	11.7	20.2	18.1	16.2	14.3	6.4	7.2	
% Retenido Acumulado	1.4	6.0	17.8	38.0	56.0	72.2	86.5	92.8	100.0	

Total tamizado (g): 400.0

Antonio Cano
 Analista de Laboratorio

Ing. Mario De León M.
 Jefe de Laboratorio

* La reducción de la muestra se llevo acabo en base al método planteado en norma ASTM C-702.

Observaciones:



CEMENTOS PROGRESO, S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO
 15 Ave. 18-01 zona 6, Finca La Pedrera

Tel: 2286-4178 Fax: 2286-4181 cetec@cempro.com

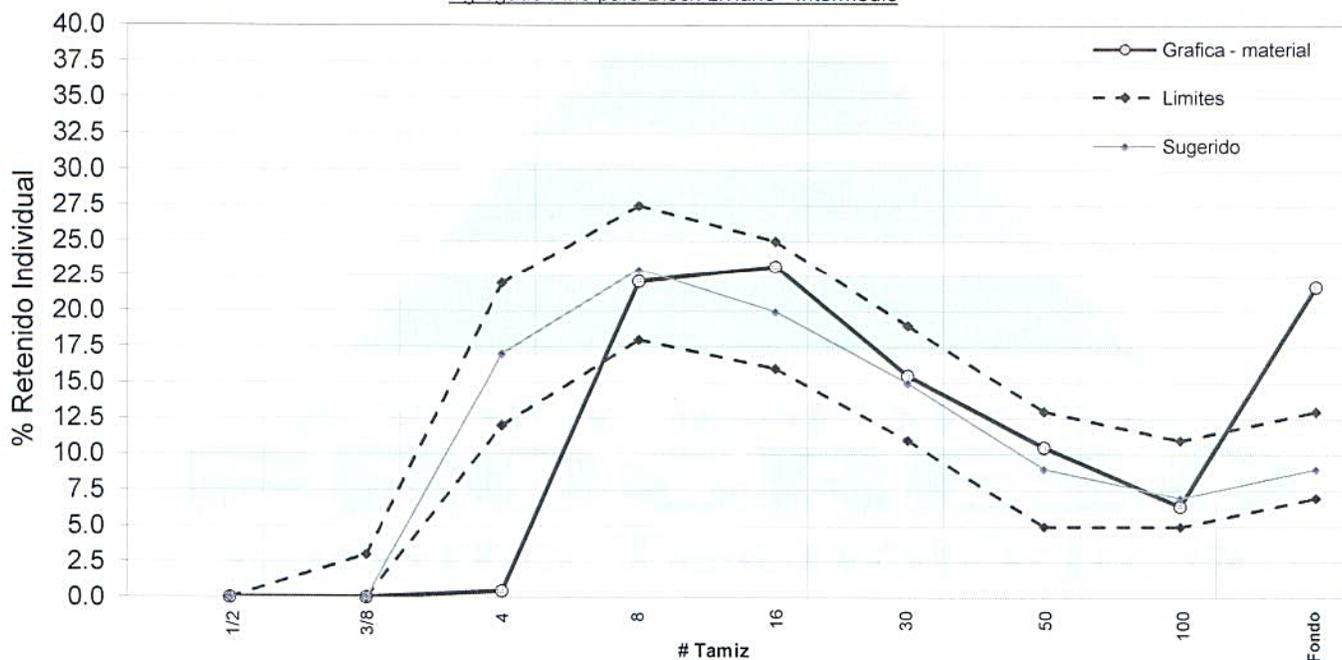
Orden de Trabajo:	18963-2-1
Fecha:	2012-07-10
Página:	1 De 1
Impresión:	2012-07-16

Cliete:	CENTRO I.+D.	Procedencia:	BLOQUERA SEIJAS
Dirección:	--	Muestra:	POLVO DE PIEDRA
Contacto:	RODOLFO AGUILAR / RODOLFO HUARD	Proyecto:	TESIS CONTROL DE CALIDAD BLOCKS DE SANARATE
Teléfono:	--	Fecha de Ensayo:	2012-07-06

LABORATORIO DE AGREGADOS
INFORME DE ENSAYO

Granulometría Besser

Agregado Fino para Block Liviano - Intermedio



GRADUACION SUGERIDO

Estándar (mm)	12.5	9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	Fondo	Módulo de Finura
Nominal (pulg)	1/2	3/8	4	8	16	30	50	100	Pan	
% Retenido Individual	0.0	0.0	17.0	23.0	20.0	15.0	9.0	7.0	9.0	3.67
% Retenido Acumulado	0.0	0.0	17.0	40.0	60.0	75.0	84.0	91.0	100.0	

GRADUACION DEL ENSAYO

Estándar (mm)	12.5	9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	Fondo	Módulo de Finura
Nominal (pulg)	1/2	3/8	4	8	16	30	50	100	Pan	
Masa Retenida (g)	0.0	0.0	2.3	110.6	116.1	77.6	52.5	32.1	108.9	2.80
% Retenido Individual	0.0	0.0	0.5	22.1	23.2	15.5	10.5	6.4	21.8	
% Retenido Acumulado	0.0	0.0	0.5	22.6	45.8	61.3	71.8	78.2	100.0	

Total tamizado (g): 500.0

Antonio Cano
 Analista de Laboratorio

Ing. Mario De León M.
 Jefe de Laboratorio

* La reducción de la muestra se llevo acabo en base al método planteado en norma ASTM C-702.

Observaciones:



CEMENTOS PROGRESO, S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO

15 Ave. 18-01 zona 6, Finca La Pedrera
 Tel: 2286-4178 Fax: 2286-4181 cetec@cempro.com

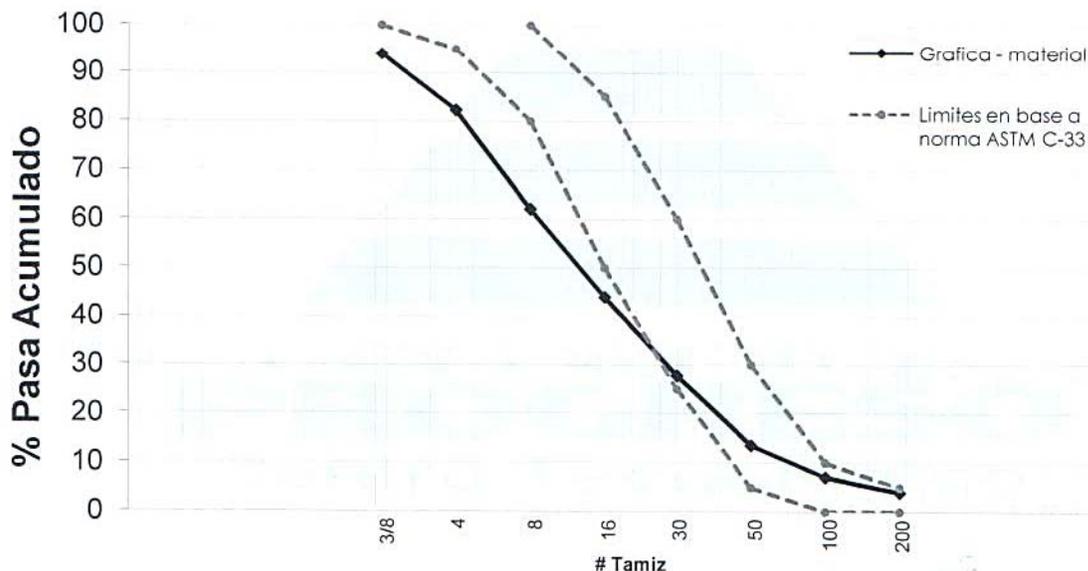
Orden de Trabajo:	18963-1
Fecha:	2012-07-10
Página:	1 De 1
Impresión:	2012-07-16

Cliente:	CENTRO I.+ D.	Procedencia:	BLOQUERA SEIJAS
Dirección:	--	Muestra:	ARENA POMEZ
Contacto:	RODOLFO AGUILAR / RODOLFO HUARD	Proyecto:	TESIS CONTROL DE CALIDAD BLOCKS SANARATE
Teléfono:	--	Fecha de Ensayo:	2012-07-16

LABORATORIO DE AGREGADOS
INFORME DE ENSAYOS

Densidad Relativa (g/cc) (sss) ASTM C-128	1.56	Masa Unitaria Compactada (kg/m³) ASTM C-29	688
Absorción (%) ASTM C-128	32.65	Masa Unitaria Suelta (kg/m³) ASTM C-29	621
Contenido de humedad (%) ASTM C-566	44.0	Masa Unitaria Suelta Húmeda (kg/m³) ASTM C-29	747
Impurezas Orgánicas (No. color) ASTM C-40	1	Pasa Tamiz No.200 (0.075mm) (%) ASTM C-117	4.00
Módulo de Hudson	5.35	Módulo de Finura (MF) ASTM C-136	3.69

Granulometría de Agregado Fino ASTM C-136



Estándar (mm)	9.5	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.075
Nominal (pulg)	3/8	4	8	16	30	50	100	200
Masa Retenida (g)	18.6	47.0	80.8	72.2	64.7	57.1	25.5	12.6
% Pasa Acumulado	94.0	82.2	62.0	44.0	27.8	13.5	7.2	4.0

Total tamizado (g): 400.0

Antonio Cano
 Analista de Laboratorio

Ing. Mario De León M.
 Jefe de Laboratorio

* La reducción de la muestra se llevó a cabo en base al método planteado en norma ASTM C-702.

Observaciones:

Los resultados de ensayo se refieren únicamente a las muestras presentadas. No debe reproducirse éste informe, salvo que se haga íntegramente y con la aprobación del CETEC.



CEMENTOS PROGRESO, S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO
 15 Ave. 18-01 zona 6, Finca La Pedrera

Tel: 2286-4178 Fax: 2286-4181 cetec@cempro.com

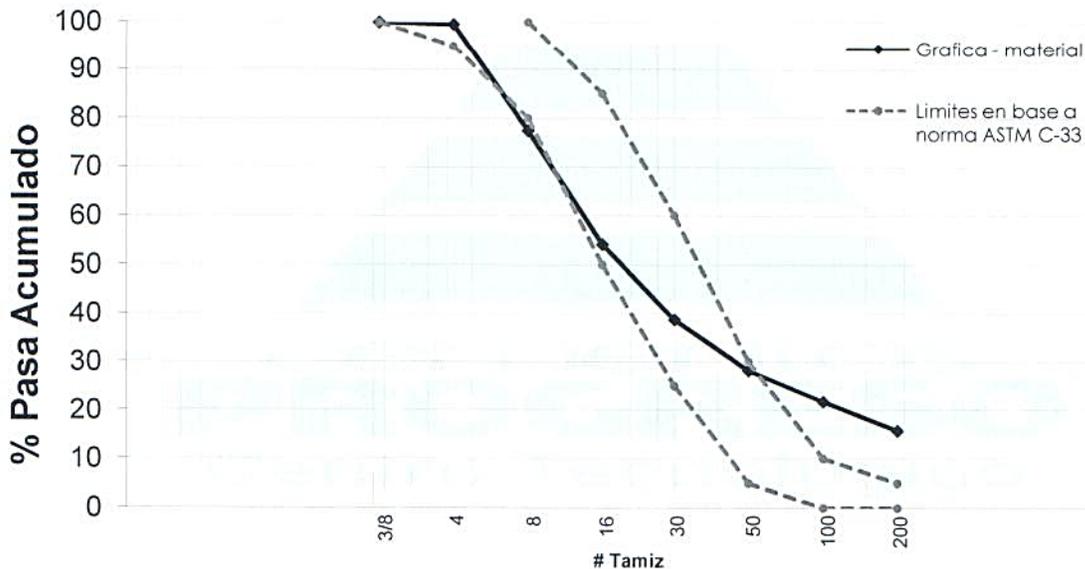
Orden de Trabajo:	18963-2
Fecha:	2012-07-10
Página:	1 De 1
Impresión:	2012-07-16

Cliente:	CENTRO I.+ D.	Procedencia:	BLOQUERA SEIJAS
Dirección:	--	Muestra:	POLVO DE PIEDRA
Contacto:	RODOLFO AGUILAR / RODOLFO HUARD.	Proyecto:	TESIS CONTROL DE CALIDAD BLOCKS DE SANARATE
Teléfono:	--	Fecha de Ensayo:	2012-07-16

LABORATORIO DE AGREGADOS
INFORME DE ENSAYOS

Densidad Relativa (g/cc) (sss) ASTM C-128	2.61	Masa Unitaria Compactada (kg/m ³) ASTM C-29	1646
Absorción (%) ASTM C-128	1.80	Masa Unitaria Suelta (kg/m ³) ASTM C-29	1442
Contenido de humedad (%) ASTM C-566	2.5	Masa Unitaria Suelta Húmeda (kg/m ³) ASTM C-29	1291
Impurezas Orgánicas (No. color) ASTM C-40	0	Pasa Tamiz No.200 (0.075mm) (%) ASTM C-117	15.72
Módulo de Hudson	6.36	Módulo de Finura (MF) ASTM C-136	2.80

Granulometría de Agregado Fino ASTM C-136



Estándar (mm)	9.5	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.075
Nominal (pulg)	3/8	4	8	16	30	50	100	200
Masa Retenida (g)	0.0	2.3	110.6	116.1	77.6	52.5	32.1	30.3
% Pasa Acumulado	100.0	99.6	77.4	54.2	38.7	28.2	21.8	15.7

Total tamizado (g): 500.0

 Antonio Cano
 Analista de Laboratorio

 Ing. Mario De León M.
 Jefe de Laboratorio

* La reducción de la muestra se llevo a cabo en base al método planteado en norma ASTM C-702.

Observaciones:

Los resultados de ensayo se refieren únicamente a las muestras presentadas. No debe reproducirse éste informe, salvo que se haga íntegramente y con la aprobación del CETEC.



CEMENTOS PROGRESO S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO

15 Ave. 18-01, zona 6 La Pedrera
Tel: 22864178 Fax: 22864181 cetec@cempro.com

OT	19051
FECHA	2012-08-13
PÁGINA	1 DE 1
IMPRESIÓN	2012-09-07

Cliente	ASESORIA TECNICA DIVISION COMERCIAL	Procedencia	BLOQUERA SAN MIGUEL
Dirección	DIAGONAL 6 10-01 ZONA 10 CENTRO GERENCIAL LAS MARGARITAS	Muestra	BLOQUES
Contacto	RODOLFO AGUILAR / RODOLFO HUARD	Analista(s)	RICARDO RODAS
Teléfono	2286-4100	Proyecto	TESIS CONTROL DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA BRUTA Y NETA
COMPRESION DE BLOCK

No. Lab.	Identificación Cliente	Medidas (cm)			Masa (kg)	Fecha Hechura	Fecha Rotura	Edad Días	Resistencia Bruta		Resistencia Neta	
		Ancho	Alto	Largo					N/mm ²	kg/cm ²	N/mm ²	kg/cm ²
1	S.M.	149	200	400	8.820	2012-07-17	2012-07-31	14	1.440	15	2.238	23
2	S.M.	149	198	400	8.230	2012-07-17	2012-07-31	14	1.580	16	2.431	25
3	S.M.	150	198	399	8.590	2012-07-17	2012-07-31	14	1.410	14	2.178	22
4	S.M.	149	198	400	8.770	2012-07-17	2012-07-31	14	1.620	17	2.492	25
5	S.M.	149	198	400	8.570	2012-07-17	2012-07-31	14	1.710	17	2.631	27
6	S.M.	149	195	399	9.140	2012-07-17	2012-08-14	28	1.509	15	2.281	23
7	S.M.	148	198	397	9.595	2012-07-17	2012-08-14	28	1.293	13	1.962	20
8	S.M.	148	196	397	10.230	2012-07-17	2012-08-14	28	1.973	20	2.962	30
9	S.M.	148	199	398	8.910	2012-07-17	2012-08-14	28	2.051	21	3.134	32
10	S.M.	148	198	397	9.675	2012-07-17	2012-08-14	28	1.748	18	2.651	27
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Atentamente,


 Analista.


 Ing. Mario de León M.
 Jefe de Laboratorio

OBSERVACIONES:

Los resultados de ensayo se refieren únicamente a las muestras presentadas. No debe reproducirse éste informe, salvo que se haga íntegramente y con la aprobación del CETEC



CEMENTOS PROGRESO S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO

15 Ave. 18-01, zona 6 La Pedrera

Tel: 22864178 Fax: 22864181 cetec@cempro.com

OT	19051
FECHA	2012-07-23
PÁGINA	1 DE 1
FECHA IMPRESIÓN	2012-09-07

Cliente	CENTRO DE I + D	Proyecto	TESIS CONTROL DE CALIDAD, BLOCKS DE SANARATE, "BLOQUERA SAN MIGUEL"
Dirección	15 AV. 18-01 Z. 6 PLANTA LA PEDRERA		
Contacto	RODOLFO AGUILAR / RODOLFO HUARD	Muestra	BLOQUE
Teléfono	40030015	Analista	RICARDO RODAS

INFORME DE ENSAYO
DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN
(ASTM C-140)

RESULTADOS

No. Lab.	IDENTIFICACIÓN CLIENTE	Densidad (kg/m ³)	Absorción (kg/m ³)	Absorción %
11	SM	1038	268	26
12	SM	1058	286	27
13	SM	1035	283	27
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-



Analista



Ing. Mario de León
Jefe de Laboratorio

OBSERVACIONES:

Los resultados de ensayo se refieren únicamente a las muestras presentadas. No debe reproducirse éste informe, salvo que se haga íntegramente y con la aprobación del CETEC.



CEMENTOS PROGRESO, S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO
 15 Ave. 18-01 zona 6, Finca La Pedrera

Tel: 2286-4178 Fax: 2286-4181 cetec@cempro.com

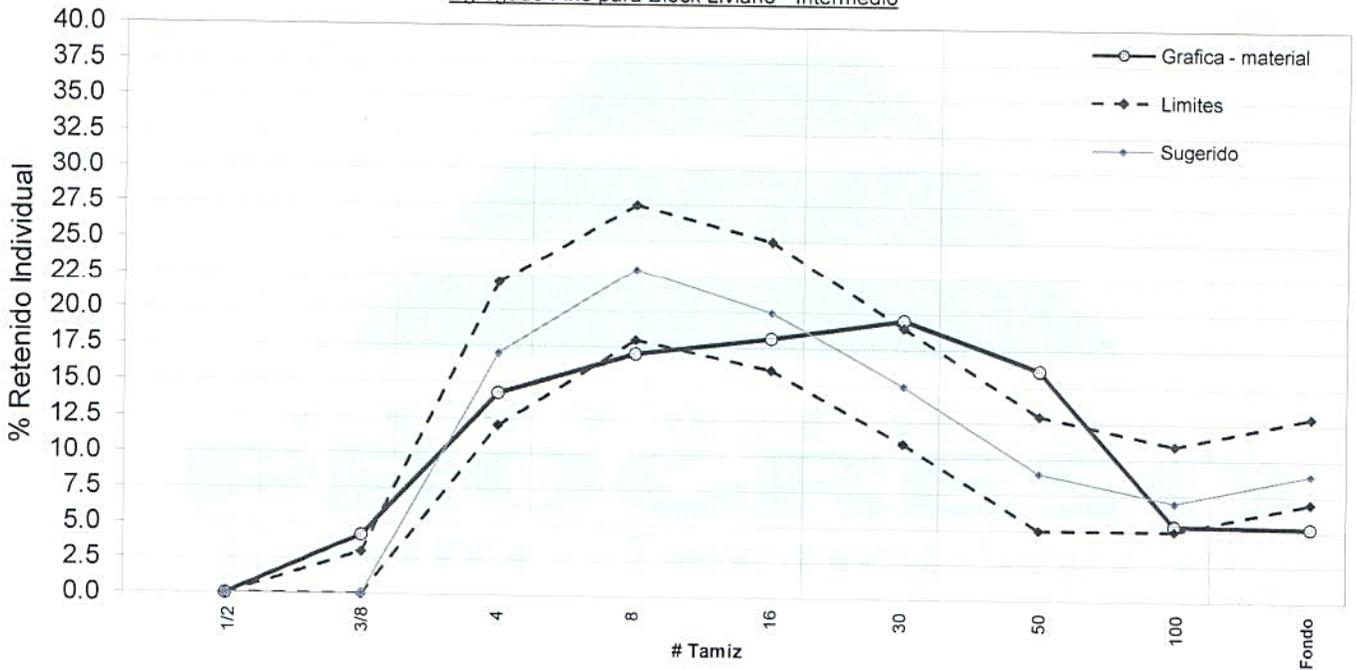
Orden de Trabajo:	19051-2-1
Fecha:	2012-07-23
Página:	1 De 1
Impresión:	2012-08-10

Cliente:	CENTRO I.+ D.	Procedencia:	BLOQUERA SAN MIGUEL
Dirección:	--	Muestra:	ARENA POMEZ
Contacto:	RODOLFO AGUILAR / RODOLFO HUARD	Proyecto:	TESIS CONTROL DE CALIDAD BLOCKS DE SANARATE BLOQUERA SAN MIGUEL
Teléfono:	--	Fecha de Ensayo:	2012-08-09

LABORATORIO DE AGREGADOS
INFORME DE ENSAYO

Granulometría Besser

Agregado Fino para Block Liviano - Intermedio



GRADUACION SUGERIDO

Estándar (mm)	12.5	9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	Fondo	Módulo de Finura
Nominal (pulg)	1/2	3/8	4	8	16	30	50	100	Pan	
% Retenido Individual	0.0	0.0	17.0	23.0	20.0	15.0	9.0	7.0	9.0	3.67
% Retenido Acumulado	0.0	0.0	17.0	40.0	60.0	75.0	84.0	91.0	100.0	

GRADUACION DEL ENSAYO

Estándar (mm)	12.5	9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	Fondo	Módulo de Finura
Nominal (pulg)	1/2	3/8	4	8	16	30	50	100	Pan	
Masa Retenida (g)	0.0	12.7	42.8	51.1	54.5	58.6	48.4	16.1	15.8	3.69
% Retenido Individual	0.0	4.2	14.3	17.0	18.2	19.5	16.1	5.4	5.3	
% Retenido Acumulado	0.0	4.2	18.5	35.5	53.7	73.2	89.4	94.7	100.0	

Total tamizado (g): 300.0

Antonio Cano
 Analista de Laboratorio

Ing. Mario De León M.
 Jefe de Laboratorio

* La reducción de la muestra se llevo acabo en base al método planteado en norma ASTM C-702.

Observaciones:



CEMENTOS PROGRESO, S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO
 15 Ave. 18-01 zona 6, Finca La Pedrera

Tel: 2286-4178 Fax: 2286-4181 cetec@cempro.com

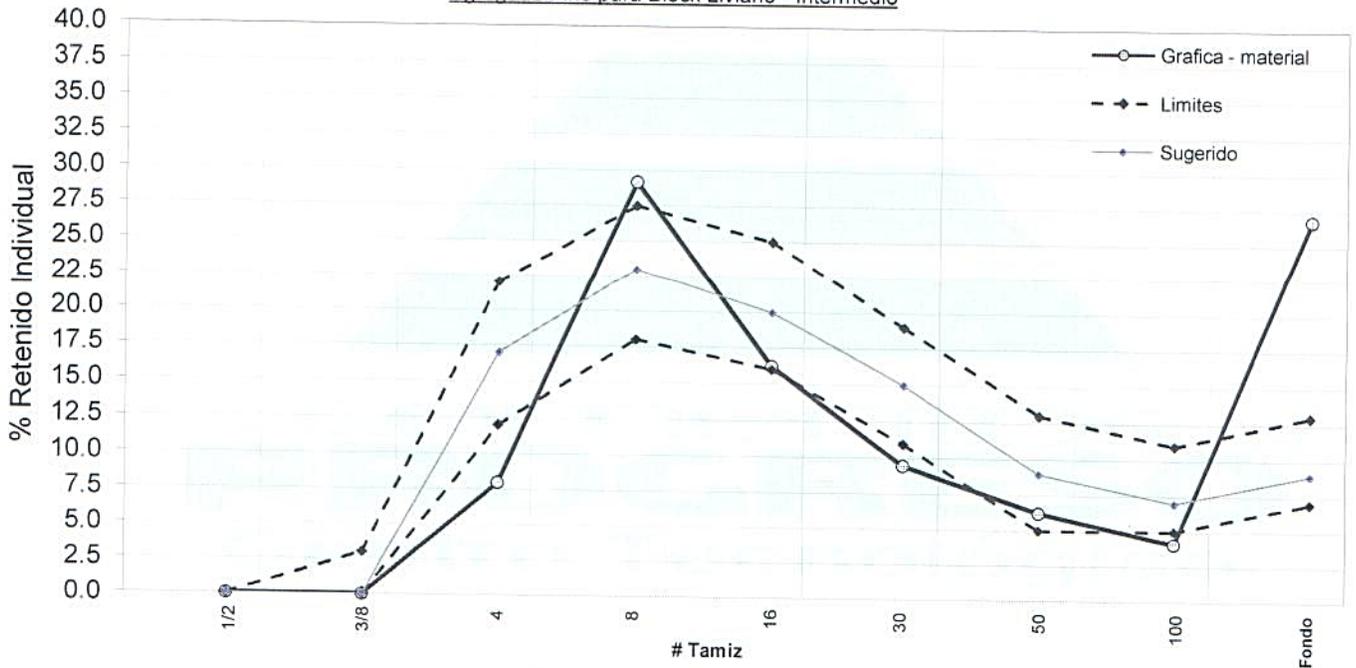
Orden de Trabajo:	19051-1-1
Fecha:	2012-07-23
Página:	1 De 1
Impresión:	2012-08-10

Cliente:	CENTRO I.+ D.	Procedencia:	BLOQUERA SAN MIGUEL
Dirección:	--	Muestra:	POLVO DE PIEDRA
Contacto:	RODOLFO AGUILAR / RODOLFO HUARD	Proyecto:	TESIS CONTROL DE CALIDAD BLOCKS DE SANARATE BLOQUERA SAN MIGUEL
Teléfono:	--	Fecha de Ensayo:	2012-08-09

LABORATORIO DE AGREGADOS
INFORME DE ENSAYO

Granulometría Besser

Agregado Fino para Block Liviano - Intermedio



GRADUACION SUGERIDO

Estándar (mm)	12.5	9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	Fondo	Módulo de Finura
Nominal (pulg)	1/2	3/8	4	8	16	30	50	100	Pan	
% Retenido Individual	0.0	0.0	17.0	23.0	20.0	15.0	9.0	7.0	9.0	3.67
% Retenido Acumulado	0.0	0.0	17.0	40.0	60.0	75.0	84.0	91.0	100.0	

GRADUACION DEL ENSAYO

Estándar (mm)	12.5	9.50	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	Fondo	Módulo de Finura
Nominal (pulg)	1/2	3/8	4	8	16	30	50	100	Pan	
Masa Retenida (g)	0.0	0.0	40.0	145.9	81.1	47.4	31.2	20.4	134.0	3.04
% Retenido Individual	0.0	0.0	8.0	29.2	16.2	9.5	6.2	4.1	26.8	
% Retenido Acumulado	0.0	0.0	8.0	37.2	53.4	62.9	69.1	73.2	100.0	

Total tamizado (g): 500.0

Antonio Cano
 Analista de Laboratorio

Ing. Mario De León M.
 Jefe de Laboratorio

* La reducción de la muestra se llevo acabo en base al método planteado en norma ASTM C-702.

Observaciones:

Los resultados de ensayo se refieren únicamente a las muestras presentadas. No debe reproducirse éste informe, salvo que se haga íntegramente y con la aprobación del CETEC.



CEMENTOS PROGRESO, S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO
 15 Ave. 18-01 zona 6, Finca La Pedrera
 Tel: 2286-4178 Fax: 2286-4181 cetec@cempro.com

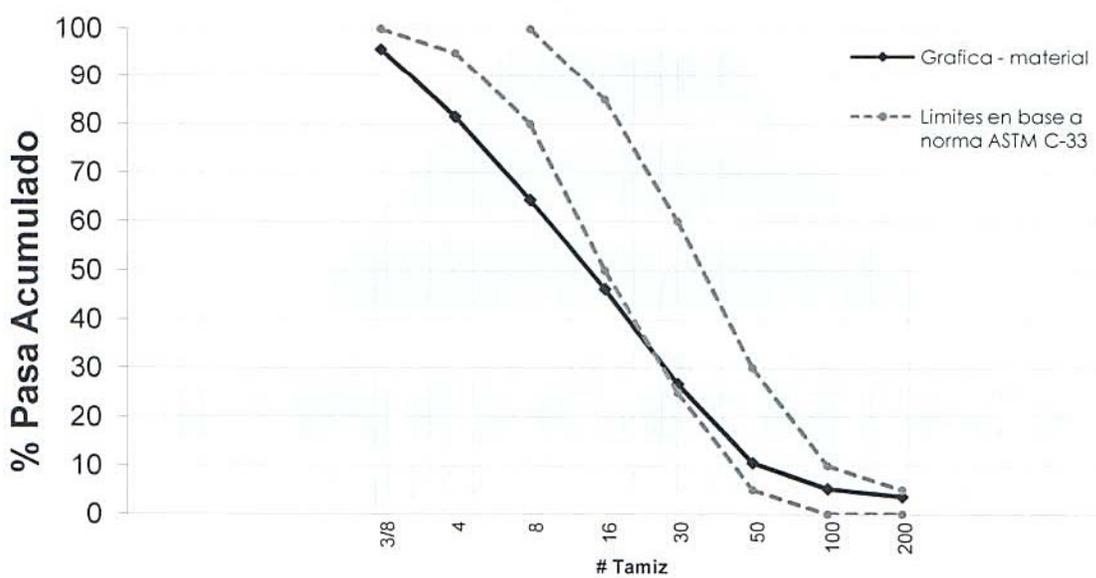
Orden de Trabajo:	19051-2
Fecha:	2012-07-23
Página:	1 De 1
Impresión:	2012-09-07

Cliente:	CENTRO I.+ D.	Procedencia:	BLOQUERA SAN MIGUEL
Dirección:	--	Muestra:	ARENA POMEZ
Contacto:	RODOLFO AGUILAR / RODOLFO HUARD	Proyecto:	TESIS CONTROL DE CALIDAD BLOCKS DE SANARATE BLOQUERA SAN MIGUEL
Teléfono:	--	Fecha de Ensayo:	2012-08-09

**LABORATORIO DE AGREGADOS
 INFORME DE ENSAYOS**

Densidad Relativa (g/cc) (sss) ASTM C-128	1.59	Masa Unitaria Compactada (kg/m³) ASTM C-29	747
Absorción (%) ASTM C-128	28.91	Masa Unitaria Suelta (kg/m³) ASTM C-29	674
Contenido de humedad (%) ASTM C-566	30.2	Masa Unitaria Suelta Húmeda (kg/m³) ASTM C-29	782
Impurezas Orgánicas (No. color) ASTM C-40	0	Pasa Tamiz No.200 (0.075mm) (%) ASTM C-117	3.59
Módulo de Hudson	5.34	Módulo de Finura (MF) ASTM C-136	3.69

Granulometría de Agregado Fino ASTM C-136



Estándar (mm)	9.5	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.075
Nominal (pulg)	3/8	4	8	16	30	50	100	200
Masa Retenida (g)	12.7	42.8	51.1	54.5	58.6	48.4	16.1	5.0
% Pasa Acumulado	95.8	81.5	64.5	46.3	26.8	10.6	5.3	3.6

Total tamizado (g): 300.0

Antonio Cano
 Analista de Laboratorio

Ing. Mario De León M.
 Jefe de Laboratorio

* La reducción de la muestra se llevo a cabo en base al método planteado en norma ASTM C-702.

Observaciones:



CEMENTOS PROGRESO, S. A.
CENTRO TECNOLÓGICO

15 Ave. 18-01 zona 6, Finca La Pedrera

Tel: 2286-4178 Fax: 2286-4181 cetec@cempro.com

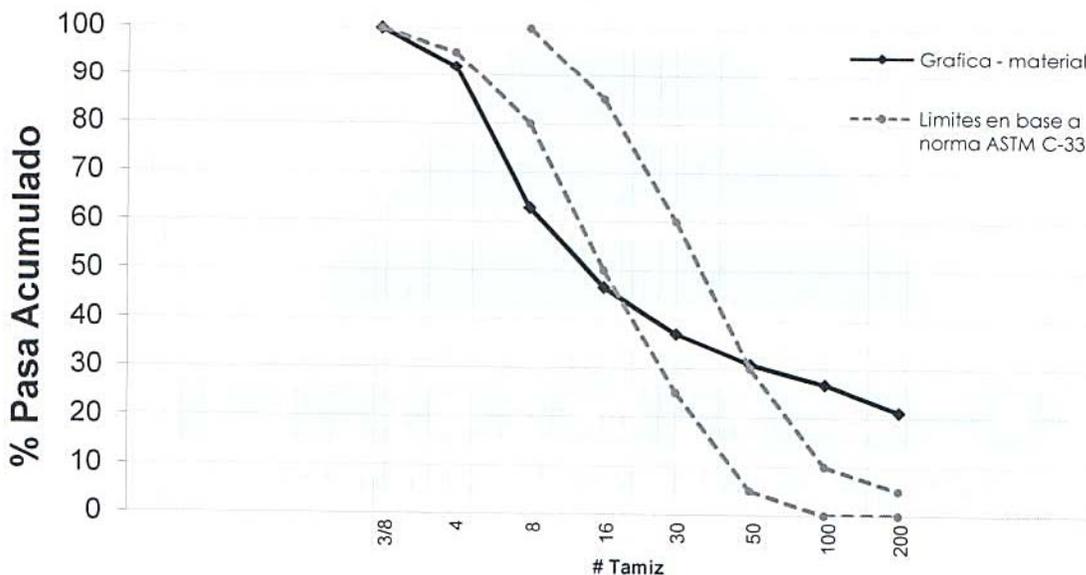
Orden de Trabajo:	19051-1
Fecha:	2012-07-23
Página:	1 De 1
Impresión:	2012-09-07

Cliente:	CENTRO I.+D.	Procedencia:	BLOQUERA SAN MIGUEL
Dirección:	--	Muestra:	POLVO DE PIEDRA
Contacto:	RODOLFO AGUILAR / RODOLFO HUARD	Proyecto:	TESIS CONTROL DE CALIDAD BLOCKS DE SANARATE BLOQUERA SAN MIGUEL
Teléfono:	--	Fecha de Ensayo:	2012-08-09

LABORATORIO DE AGREGADOS
INFORME DE ENSAYOS

Densidad Relativa (g/cc) (sss) ASTM C-128	2.52	Masa Unitaria Compactada (kg/m³) ASTM C-29	1656
Absorción (%) ASTM C-128	3.80	Masa Unitaria Suelta (kg/m³) ASTM C-29	1418
Contenido de humedad (%) ASTM C-566	3.2	Masa Unitaria Suelta Húmeda (kg/m³) ASTM C-29	1323
Impurezas Orgánicas (No. color) ASTM C-40	0	Pasa Tamiz No.200 (0.075mm) (%) ASTM C-117	21.14
Módulo de Hudson	6.17	Módulo de Finura (MF) ASTM C-136	3.04

Granulometría de Agregado Fino ASTM C-136



Estándar (mm)	9.5	4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15	0.075
Nominal (pulg)	3/8	4	8	16	30	50	100	200
Masa Retenida (g)	0.0	40.0	145.9	81.1	47.4	31.2	20.4	28.3
% Pasa Acumulado	100.0	92.0	62.8	46.6	37.1	30.9	26.8	21.1

Total tamizado (g): 500.0

Antonio Cano
 Analista de Laboratorio

Ing. Mario De León M.
 Jefe de Laboratorio

* La reducción de la muestra se llevo a cabo en base al método planteado en norma ASTM C-702.

Observaciones:

Los resultados de ensayo se refieren únicamente a las muestras presentadas. No debe reproducirse éste informe, salvo que se haga íntegramente y con la aprobación del CETEC.

ANEXO 4

Norma Técnica Guatemalteca Coguanor NTG 41054.

NORMA TÉCNICA GUATEMALTECA

COGUANOR
NTG 41054
Primera Revisión

Bloques huecos de concreto para muros. Especificaciones

Esta norma sustituye a la NGO 41054 de fecha 3 de diciembre de 1985 y las normas COGUANOR NGO 41055 y NGO 41056 h1. Se tomó como base la norma NGO 41054 de julio de 1985.12.03, la que fue actualizada con los aportes del conocimiento y experiencia de los integrantes del SCTN de mampostería de concreto

Adoptada Consejo Nacional de Normalización:



**Comisión Guatemalteca de Normas
Ministerio de Economía**

Edificio Centro Nacional de Metrología Referencia
Calzada Atanasio Azul 27-32, zona 12
Teléfonos: (502) 2247-2600
Fax: (502) 2247-2687
www.mineco.gob.gt
info-coguanor@mail.mineco.gob.gt

Índice

1	Objeto.....	3
2	Normas COGUANOR a Consultar.....	3
3	Terminología.....	3
4	Clasificación, Designación y uso.....	4
5	Especificaciones.....	4
6	Materias Primas y Materiales.....	9
7	Muestreo.....	9
9	Cálculos de la Absorción, Densidad, Áreas Bruta y Neta.....	11
10	Marcado.....	12
11	Descriptores.....	13
X1	Apéndice X.....	14

1. OBJETO

Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir los bloques huecos de concreto para muros (paredes y tabiques), destinados ó no a soportar cargas, fabricados ó comercializados en Guatemala.

2. NORMAS COGUANOR A CONSULTAR

COGUANOR NTG 41095	Cementos hidráulicos. Especificaciones por desempeño.
COGUANOR NTG 41007	Agregados para concreto. Especificaciones.
COGUANOR NTG 41008	Agregados livianos para bloques de concreto. Especificaciones.
COGUANOR NTG 41012	Coordinación modular de la construcción. Bases, definiciones y condiciones generales.
COGUANOR NTG 41013	Coordinación modular de la construcción. Selección de múltiplos preferidos.
COGUANOR NTG 41055 h1	Métodos de ensayo. Determinación de la resistencia a la compresión, de bloques huecos de concreto para muros.

3. TERMINOLOGIA

3.1 Bloque hueco de concreto – Es un elemento simple, hecho de concreto, en forma de prisma, con uno o más huecos transversales en su interior, de manera que:

- a) El área neta del elemento sea de un 50% a un 75% del área bruta del elemento, y
- b) Cuando es usado en un muro, forma cavidades internas con un área total en el plano horizontal, de más del 25% pero no más del 50% del área de la sección transversal horizontal del muro.

3.2 Medidas principales – Se entiende por medidas principales del bloque, el ancho, el alto y el largo del mismo (ver figura 1).

3.3 Área bruta – Es la superficie normal al eje del ó de los huecos, sin descontar la superficie del ó de los huecos, normal a su eje; es decir, es el producto del largo por el ancho del bloque.

3.4 Área neta – Es igual a la superficie bruta menos la superficie de los huecos, y se calcula multiplicando el área bruta por la relación del volumen neto al volumen bruto y también dividiendo el volumen neto entre la altura del bloque.

3.5 Volumen neto – Es el volumen del bloque calculado de dividir la masa seca del bloque, entre la densidad aparente del mismo, obtenidas de acuerdo al procedimiento indicado en el numeral 9.

3.6 Volumen bruto – Es el volumen del bloque, calculado con sus medidas principales.

3.7. Porcentaje de área neta – Es la relación del volumen neto del bloque al volumen total o bruto del mismo multiplicado por 100.

4. CLASIFICACIÓN, DESIGNACIÓN Y USO

4.1 Clasificación y uso – La clasificación se realiza por la resistencia a compresión y por el porcentaje de absorción máxima de humedad determinados como:

4.1.1 Clase A. Uso estructural con baja absorción de humedad – Para uso en muros exteriores ó interiores que soportan carga por debajo ó sobre el nivel del suelo. Muros de contención, muros de cimentación, muros de división que soportarán carga. Para edificaciones con áreas mayores de 100 m² de construcción, de uno ó dos niveles. Para edificaciones de más de dos niveles se debe cumplir con los requisitos de diseño estructural de la Norma AGIES NSE 7.4, Requisitos para edificaciones de mampostería estructural, (ver Tabla 1 y Tabla 2). Los bloques pueden usarse con o sin recubrimiento protector contra las inclemencias del tiempo, (Ver apéndice X).

4.1.2 Clase B. Uso general con mediana absorción de humedad – Muros exteriores ó interiores que soportan carga sobre el nivel del suelo, para edificaciones con un área máxima de 100 m² de construcción y distribución simétrica, de uno ó dos niveles (ver Tabla 1 y Tabla 2). Los bloques externos ó expuestos deben usarse con recubrimiento protector contra las inclemencias del tiempo (Ver apéndice X).

4.1.3 Clase C. Uso no estructural con alta absorción de humedad. Muros exteriores ó interiores sobre el nivel del suelo, que no soportan carga, o que la soportan en muros de edificaciones de un nivel, menores de 50 m² de construcción con distribución simétrica. También para muros colindantes entre terrenos (Ver Tabla 1 y Tabla 2). Si son muros exteriores debe aplicárseles un recubrimiento o acabado protector contra las inclemencias del tiempo. (Ver apéndice X).

5. ESPECIFICACIONES

5.1 Características físicas y mecánicas

5.1.1 Resistencia a la compresión – Los bloques huecos de concreto, deben cumplir con la resistencia especificada en la Tabla 1.

Tabla 1. Resistencia mínima a compresión sobre área neta

Clase	Resistencia mínima ^A a compresión, calculada sobre área neta del bloque (1) kg/cm ² (Mpa)	
	Promedio de 5 bloques ó más	Mínimo de bloque individual ^B
A	133.0 (13.0)	113.0 (11.1)
B	100.0 (9.8)	85.0 (8.3)
C	66.0 (6.5)	56.0 (5.5)

^A El comprador puede solicitar resistencias a compresión mayores a las descritas, cuando su diseño estructural así lo requiera, para ello debe informar al fabricante y/ó proveedor su requerimiento como un producto especial.



debe cumplir con el promedio de resistencia de esta tabla y además ningún resultado individual, deberá tener una resistencia menor que la indicada.

5.1.2 De común acuerdo entre el fabricante y comprador, se podrán despachar bloques con resistencia de al menos el 80 % de la especificada en la Tabla 1, siempre que el fabricante ó proveedor pueda demostrar mediante el control estadístico de sus lotes de fabricación, que el producto despachado alcanzará la resistencia nominal indicada

(1) En el diseño estructural de mampostería, el cálculo de la resistencia a la compresión, se basa en el área neta, que se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$R_n = R_b \times \frac{A_b}{A_n}$$

En la que:

R_n = Resistencia a la compresión en base al área neta, en kg/cm² (Mpa)
 R_b = Resistencia a la compresión en base al área total o bruta, en en kg/cm² (Mpa)
 A_b = Área bruta, en centímetros cuadrados, calculada de acuerdo a 3.3
 A_n = Área neta, en centímetros cuadrados, calculada de acuerdo a 3.4 y 9.5

5.2 Clasificación por absorción

5.2.1 Máxima absorción de agua – La máxima absorción de agua de los bloques huecos de concreto, en 24 horas, será la que se indica en la Tabla 2:

Tabla 2

Clase	Absorción (en % de masa)	
	Promedio de 3 bloques como mínimo	Valor máximo Bloque Individual
A	≤ 10	11.0
B	≤ 15	16.5
C	≤ 20	22.0

Nota. Para la clase C, ver inciso 4.1.3

5.3 Clasificación por densidad (masa unitaria)

5.3.1 Clasificación por densidad (masa unitaria) – Los bloques huecos de concreto, completamente secos al horno y de acuerdo a la masa del concreto, se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 3

Clase	Bloques	Densidad
A	Pesado	> 2000 kg/m ³ (125 lb/pie ³)
B	Medio	Igual ó mayor a 1680 kg/m ³ , pero menor de 2000 kg/m ³ (125 lb/pie ³)
C	Liviano	< 1680 kg/m ³ (105 lb/pie ³)

Nota. En la mayoría de los casos, a las clases señaladas corresponden las densidades indicadas en la tabla 3.

Nota. Dado que las densidades de los bloques disponibles localmente son variables, se recomienda consultar con los fabricantes ó proveedores, antes de especificar requisitos de densidad para un proyecto dado.

5.4 Dimensiones

5.4.1 Medidas principales de los bloques – Las medidas principales nominales de los bloques de tamaños modulares son iguales a las medidas reales aumentadas en 10 mm, ó sea el espesor de una junta normal con mortero; (ver Tabla 4).

NOTA – Se recomienda que las medidas reales principales de los bloques sean tales que cualquiera de ellas más la junta dé una medida modular.

5.4.2 Variación permitida en las medidas principales. Para cada una de las medidas principales del bloque, se admitirá una variación máxima no mayor de ± 3 mm con respecto a las medidas reales especificadas.

5.4.3 Espesor de las paredes y de los tabiques de los bloques. Para los diferentes tamaños de bloques, los espesores de las paredes frontales y de los tabiques, serán como mínimo los que se indican en la Tabla 5. (ver figura 1).

Tabla 4. Medidas principales normales de los bloques huecos de concreto

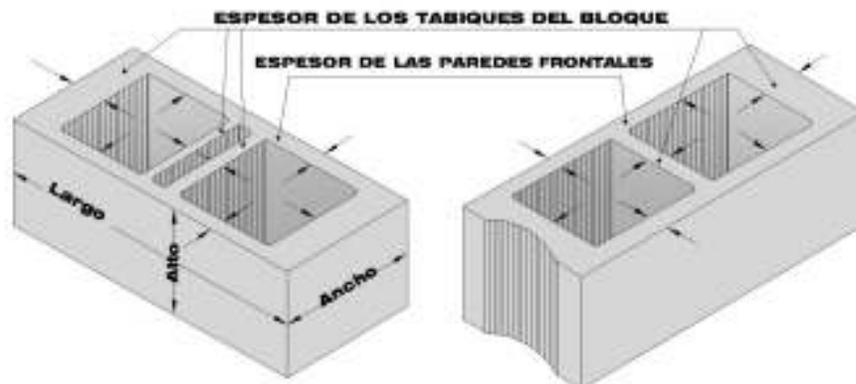
USO	Medidas principales nominales ó modulares (centímetros)			Medidas principales reales (centímetros)		
	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto	Largo
Bloque de muro	20 15	20 20	40 40	19 14	19 19	39 39
Medio bloque de muro	20 15	20 20	20 20	19 14	19 19	19 19
Bloque de tabique	10	20	40	9	19	39
Medio bloque de tabique	10	20	20	9	19	19

Tabla 5. Espesores mínimos de las paredes frontales y de los tabiques de los bloques⁽³⁾

Ancho Nominal del bloque en centímetros ⁽⁴⁾	Espesor mínimo de las paredes frontales, promedio de 3 bloques en mm ⁽¹⁾	Espesor mínimo de los tabiques, promedio de 3 bloques en mm ⁽¹⁾	Espesor mínimo equivalente de tabique, en mm/m lineal ⁽²⁾
10	19	19	136
15	25	25	188
20	32	25	188
25	32	29	209
30	32	29	209

- (1) Promedio de las medidas tomadas en un número mínimo de 3 bloques, en los puntos de espesor mínimos; véase norma COGUANOR NGO 41056 h1.
- (2) Suma de los espesores de todos los tabiques de un bloque, en milímetros, multiplicada por 1000 y dividido entre la longitud del bloque, en milímetros.
- (3) Los espesores de las paredes frontales y tabiques de los bloques que no cumplan con los requisitos de la tabla 1, pueden ser aprobados, si se demuestra una capacidad estructural equivalente cuando se ensayen de acuerdo a las provisiones de los métodos de ensayo ASTM E 72, C 1314, E 519 u otros ensayos aplicables y si los criterios de diseño son desarrollados de acuerdo con los reglamentos o códigos de seguridad estructural aplicables.
- (4) Cuando estas medidas correspondan a anchos reales de los bloques, también se aplican los requisitos indicados en la tabla 5.

Figura 1



5.4.4 Determinación de las dimensiones

5.4.4.1 Aparatos. Utilizar una regla ó cinta métrica graduada en milímetros y un calibrador graduado cada 0.25 mm.

5.4.4.2 Medición. Los bloques se colocan en una mesa de trabajo en la que serán verificados y a cada uno de ellos se les toman las medidas como se indica a continuación:

5.4.4.3 Medidas principales. Con la regla ó cinta métrica se toman dichas medidas con aproximación de 1mm en la forma siguiente (ver figura 1):

- a) Ancho – Se mide la distancia exterior entre las dos caras principales del bloque, a la mitad del largo del bloque, en las superficies del fondo y la parte superior del bloque.
- b) Alto – Se mide el fondo a la parte superior del bloque a la mitad del largo, en cada cara principal del bloque.
- c) Longitud – Se mide a la mitad de la altura, en cada cara principal del bloque.

5.4.4.4 Medidas del espesor de las paredes y tabiques del bloque.

- a) Para cada unidad se miden con el calibrador los espesores de las paredes y los tabiques en el punto más delgado de dichos elementos y registrar la medida a la menor división del calibrador. En tales medidas no tomar en cuenta rebabas, resaltes o relieves que presente el bloque, cuando los puntos más delgados de las paredes difieren en más de 3.2 mm, los espesores mínimos de las paredes se toman como la medida menor de las dos mediciones efectuadas.
- b) Para cada unidad, se calcula el promedio mínimo de espesor de tabiques, promediando todas las medidas de tabiques con un espesor de 19 mm o mayor.

NOTA – Los tabiques de espesor menor de 19 mm, no contribuyen a la estabilidad estructural. Tales tabiques no deben incluirse en el cálculo del promedio mínimo de espesor de tabiques.

5.5 Acabado

5.5.1 Condiciones generales. Los bloques deberán estar libres de astilladuras, grietas, rajaduras y otros defectos que puedan afectar la resistencia mecánica, la durabilidad de la construcción o que puedan interferir en la colocación adecuada de los bloques en la construcción. Pequeñas grietas de un ancho no mayor de 0.5 mm (0.02 pulg) y no mayor del 25% del largo del block ó pequeñas astilladuras no mayores de 25.4 mm (1 pulg) en cualquiera de las dimensiones, que resulten como consecuencia del manipuleo y manejo durante su almacenamiento, transporte o descarga, no deberán ser causa de rechazo, a no ser que estas pequeñas imperfecciones estén presentes en más del 5% de los bloques que componen la cantidad despachada.

5.5.2 Las paredes frontales de los bloques que están destinadas a recibir repello o cernido, deberán ser suficientemente ásperas para asegurar una buena adherencia de éstos.

5.5.3 Cuando los bloques van a ser empleados en la construcción de muros expuestos, la cara ó caras de los bloques deberán estar libres de rebabas, resaltes, grietas, rajaduras u otras imperfecciones que afecten su apariencia.

5.6 Manejo, transporte y despacho

5.6.1 El manejo durante el transporte debe ser el adecuado para que las unidades se puedan entregar de la calidad y apariencia que se requieran. La colocación ordenada sobre las plataformas o palanganas de camiones deberá ser tal que las unidades formen llaves para su estabilidad, además se deben sujetar por medio de cinchos que permitan una adecuada sujeción para evitar que las unidades sufran desportillamiento, fisuras ó rotura por el contacto entre sí.

5.6.2 El producto no deberá estibarse en más de 12 hiladas, sobre un terreno firme y nivelado.

5.6.3 Al momento del despacho, de común acuerdo entre el fabricante y comprador, se podrán despachar bloques con resistencia menor a la especificada en la Tabla 1, siempre que el fabricante pueda demostrar mediante el control estadístico de sus lotes de fabricación, que el producto despachado alcanzará la resistencia indicada (ver Tabla 1).

6. MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES

6.1 Los bloques se elaboran con cementos hidráulicos y agregados finos y gruesos, tales como arena natural ó manufacturada, pedrín, materiales piroclásticos volcánicos (arena pómez), puzolanas, escorias u otros materiales inorgánicos inertes adecuados. Dichos materiales deberán cumplir con las especificaciones de las normas, COGUANOR NTG 41095, 41007 y 41008.

6.1.1 Se podrán utilizar otros constituyentes tales como agentes incorporadores de aire, pigmentos colorantes, repelentes integrales de agua, sílice finamente pulverizada, puzolanas y otros, siempre y cuando se haya establecido previamente que son apropiados para usarse en la preparación del concreto y que cumplan con las normas establecidas para tales constituyentes o bien, que se haya comprobado mediante pruebas apropiadas o por la experiencia, que no son objetables con respecto a la durabilidad del concreto.

7. MUESTREO

7.1 La toma de muestras se efectuará observando las siguientes condiciones: entre el comprador ó su representante autorizado y el productor ó vendedor se deberá establecer un acuerdo mediante el cual se den plenas facilidades para llevar a cabo la inspección y la toma de muestras en el lugar de fabricación, de todos aquellos lotes que están listos para ser despachados. Se deberá disponer del tiempo suficiente para completar todas las pruebas.

Nota. Si después de realizados los ensayos, se encuentra que el lote no cumple con los requisitos especificados en la presente norma, el comprador podrá tomar otros especímenes del lote para ensayarlos. Si en esta segunda oportunidad se comprueba que los especímenes no cumplen con los requisitos especificados, se rechaza el lote completo.

7.1.1 El muestreo para determinar ó validar la resistencia a compresión, la medida de las dimensiones y la absorción de un bloque de concreto y su densidad, se debe realizar de acuerdo a los criterios establecidos por tamaño del lote fabricado, mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 6

Cantidad fabricada	Muestra mínima (ensayo a compresión y dimensiones)	Muestra mínima (ensayo de absorción y densidad)
0 – 10,000	5	3
10,001 - 100,000	10	6
> 100,000	5 unidades por cada 50,000 (fabricadas)	3 unidades por cada 50,000 (fabricadas)

7.1.2 A solicitud del comprador, el fabricante deberá proveer un informe de calidad reciente del producto, que incluya la información de absorción, compresión, dimensiones y masa.

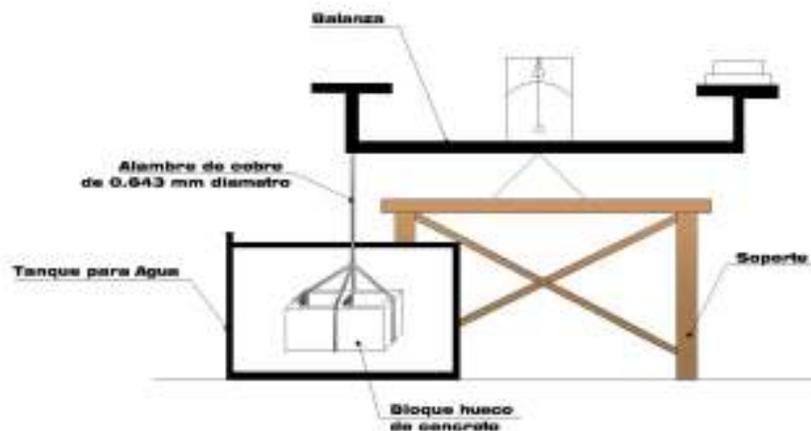
8. DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN

8.1 Balanza de dos brazos – Con una sensibilidad dentro del 0.5 % de la masa del menor espécimen ensayado.

8.2 Horno de secado ventilado y regulado entre 100 y 115° C.

8.3 Procedimiento para la absorción.

8.3.1 Saturación – Sumergir los bloques en agua a una temperatura de 16 a 27° C por un periodo de 24 a 28 horas. Determinar la masa de los bloques, mientras están suspendidos por un alambre metálico y completamente sumergido en agua como se indica en la figura 2 y registrar la masa suspendida sumergida (M_3) en Kg. Remover del agua los bloques, dejarlos drenar por 60 ± 5 seg., sobre una malla de $\frac{3}{8}$ " (9.5 mm) ó mayor, y remover el agua superficial visible, con un paño húmedo. Luego se determina la masa en Kg, y se registra como masa saturada de superficie seca (M_2).



8.3.2 Secado – Después de la saturación, se secan todos los bloques en un horno de secado ventilado regulado entre 100 y 115° C, por lo menos 24 h y hasta que dos pesada sucesivas a intervalos de dos horas indiquen una pérdida de peso no mayor del 0.2 % del peso inmediato anterior del espécimen. Se registra la masa de los bloques secos al horno como (M_1)

9. CÁLCULOS DE ABSORCIÓN, DENSIDAD, ÁREAS BRUTA Y NETA.

9.1 Absorción de agua en Porcentaje de masa – puede obtenerse así:

$$\text{Absorción, \%} = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100$$

Donde:

$$\begin{aligned} M_1 &= \text{masa seca al horno del bloque, kg} \\ M_2 &= \text{masa saturada de superficie seca del bloque, kg} \end{aligned}$$

9.2 Absorción de agua en masa por unidad de volumen – Calcular la absorción como sigue:

$$\text{Absorción, Kg/m}^3 = [(M_2 - M_1) / (M_2 - M_3)] \times 1000 \text{ kg/m}^3$$

Donde:

M_1	=	masa seca al horno del bloque, kg
M_2	=	masa saturada de superficie seca del bloque, kg
M_3	=	masa suspendida sumergida del bloque, kg
1000	=	Densidad del agua a 4°C, en Kg/m ³

9.3 Densidad – Calcular la densidad seca al horno (D), como sigue:

$$D \text{ en Kg/m}^3 = [M_1 / (M_2 - M_3)] \times 1000 \text{ kg/m}^3$$

9.4 Área Bruta – Calcularla como sigue:

$$A_b \text{ cm}^2 = L \times W$$

Donde:

A_b	=	Área bruta en cm ²
L	=	Largo promedio en cm
W	=	Ancho promedio en cm

9.5 Área Neta – Calcular el área neta como sigue:

$$V_b, \text{cm}^3 = L \times H \times W$$

$$V_n, \text{cm}^3 = (M_1/D) \times 10^6 = (M_2 - M_3) \times 1000$$

$$A_n, \text{cm}^2 = V_n/H$$

$$A_n, \text{cm}^2 = A_b (V_n/V_b)$$

Donde:

V_b	=	Volumen bruto del bloque en cm ³
V_n	=	Volumen neto del bloque en cm ³
M_1	=	Masa seca al horno del bloque, kg
M_2	=	Masa saturada de superficie seca del bloque, kg
M_3	=	Masa suspendida sumergida del bloque, kg
A_b	=	Área bruta promedio del bloque, cm ²
A_n	=	Área neta promedio del bloque, cm ²
H	=	Altura promedio del bloque, cm
L	=	Largo promedio del bloque, cm
W	=	Ancho promedio del bloque, cm

10. MARCADO

10.1 Un mínimo del 50% de los bloques de concreto deberán marcarse claramente para identificar el uso adecuado de los mismos, de la siguiente manera:

Clase	Color
A	Azul
B	Rojo
C	Verde

10.2 Cada envío de bloques deberá acompañarse de una boleta de despacho en donde debe indicarse como mínimo, la siguiente información:

- a) El nombre del fabricante o importador
- b) La designación del bloque indicando clase y densidad
- c) Edad ó fecha de producción
- d) Número de lote

11. DESCRIPTORES

11.1 Bloques huecos de concreto, clases de bloques por resistencia, absorción y densidad; muros estructurales y no estructurales; volumen neto, volumen bruto.

APENDICE X**(Información no Obligatoria)****X1. Resistencia a la Penetración del Agua**

X1.1 Los muros exteriores están frecuentemente sujetos a penetración de humedad de una o más fuentes. Por ejemplo, los muros de sótanos están expuestos al agua de suelos saturados. Los muros exteriores sobre el nivel del suelo, usualmente están expuestos a lluvia empujada por el viento. Para prevenir la penetración de agua o de humedad, se requiere de detalles constructivos, tapa juntas y drenaje apropiados. En muchos casos se requiere de la aplicación de tratamientos adicionales, resistentes a la penetración del agua. No está dentro del alcance de la presente norma, incluir información específica sobre este asunto, por lo que mayor información debe buscarse de otras organizaciones.

X2. Control de Agrietamiento o Fisuración

X2.1 La restricción de movimientos o la provocación de movimientos diferenciales en los elementos de la edificación y en los materiales de construcción utilizados pueden resultar en agrietamiento, o fisuración. Algunas causas comunes son: Cargas de viento, presiones de suelos, fuerzas sísmicas y otras fuentes externas, asentamientos de fundaciones, o cambios de volumen de los materiales. Por ejemplo, los cambios de volumen en las unidades de concreto para la mampostería, pueden ser causadas por pérdida o ganancia de humedad, expansión y contracción térmica y por carbonatación. Para limitar y controlar el agrietamiento debido a estas y otras causas, es necesario un adecuado diseño, detallado, construcción y el uso de materiales la norma NTG 41054 provee una limitación al potencial de contracción lineal de los bloques pero no está dentro del alcance de la misma, referirse a otras recomendaciones de diseño, materiales de construcción. Este tipo de información y guías para minimizar y controlar el agrietamiento, está disponible en otras organizaciones.

X3. Especificación de otras Características Particulares

X3.1 Cuando se deseen ciertas características particulares, tales como: determinada masa por unidad de volumen, la resistencia máxima a la compresión, la textura de las superficies, el acabado, el color, la resistencia al fuego, el poder aislante, las propiedades acústicas y otras características y especificaciones, tales propiedades deberán ser especificadas separadamente por el comprador. Sin embargo, los proveedores locales deberán consultarse en cuanto a la posibilidad de obtener bloques que cumplan con las características particulares deseadas.