UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA
RICARDO ALFREDO ORTIZ TORRES
NELSON WILFREDO RINCAN HERNANDEZ
ERNESTO ENRIQUE SEGUNDO GRANADINO

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

OCTUBRE 1993

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

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

Trabajo de graduación previo a la opción de:

INGENIERO CIVIL

ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO
DE POMEZ PARA VIVIENDAS
DE BAJO COSTO

PRESENTADO POR : Miguel Angel Anaya Rivera
Ricardo Alfredo Ortiz Torres
Nelson Wilfredo Rincán Hernández
Ernesto Enrique Segundo Granadino

Trabajo de graduación aprobado por :

Coordinador y asesor : Ing. Joaquín Mariano Serrano Choto

Asesor : Ing. Rogelio Ernesto Godínez González

Asesor : Ing. Cirilo Méndez Raymundo

Asesor : Ing. Gustavo Alejandro Calderón Calderón

San Salvador, Octubre de 1993.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA

SECRETARIO GENERAL:

LIC. MIRNA ANTONIETA PERLA DE ANAYA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO:

ING. JUAN JESUS SANCHEZ SALAZAR

SECRETARIO:

ING. JOSE RIGOBERTO MURILLO CAMPOS

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR:

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL.

Al Reverendo Florindo Rossi:

por prestarnos las instalaciones y equipo de la fábrica bloquera de la Ciudad de los Niños en Santa Ana, para elaborar nuestro trabajo de graduación

Al personal técnico de asesores

quienes nos guiaron en la consecución de nuestras metas.

Al personal del laboratorio de Suelos y Materiales

de la escuela de ingeniería civil

por su colaboración.

A Edificaciones Choussy S.A. de C.V.

sin su ayuda no hubiéramos podido alcanzar este logro.

A todo el personal docente de la Escuela de Ingeniería Civil y otros profesionales

que de una u otra forma nos brindaron su valiosa colaboración

en la realización de este trabajo.

EL GRUPO DE TRABAJO.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a:

Dios Todopoderoso,

Por ser siempre mi guía ante mi hogar y la sociedad y por permitirme alcanzar el coronamiento de una carrera profesional.

A mi madre, Lidia Antía Rivera

A quien hice la promesa de obtener una profesión y que hoy puedo decirle "Misión Cumplida"

A mi esposa, Gloria Marina Anaya Morán

Que siempre me ha brindado su apoyo incondicional, con todo Amor, cariño y comprensión que solo ella como mujer, esposa y amiga me ha sabido dar.

A mis hijos:

Lidia Marina Anaya Anaya y Miguel Angel Anaya Anaya

A quienes amo

y son la razón principal para todas mis metas.

A todas las personas:

que siempre me apoyaron y animaron a seguir adelante para lograr ser un profesional.

MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo :

A Dios todopoderoso:

Por su Amor y Bondad Infinita.

A mis padres:

Ricardo Alfredo Ortiz Castro (Q.E.P.D.)

Ana Mirian Torres de Calderón.

A mi abuelita:

Juana Torres Mayorga.

A:

Joel Calderón Padilla.

A mis Hermanos:

Juan Carlos Ortiz Torres.

Rafael Alexander Calderón Torres.

Ana Jaqueline Calderón Torres.

A mis asesores, compañeros y amigos.

Por ayudarme a obtener este triunfo.

RICARDO ALFREDO ORTIZ TORRES.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo:

A Dios Todopoderoso:
Con gratitud, por permitirme alcanzar esta meta.

A mi madre: María del Carmen Hernández
Con todo el Amor que se merece por su comprensión y sacrificio.

A mi padre: Julio Rincán (Q.D.D.G.)
Con mucho sentimiento por no poder compartir este triunfo.

A mi esposa: Mirian Elizabeth Herrera de Rincán
Con todo mi amor y cariño, por su comprensión y apoyo en el logro de esta profesión.

A mis hijas: Rosaura, Lourdes, y Jacqueline
A quienes amo y aprecio mucho.

A mis hermanos, Jorge Alberto (Q.D.D.G.), Ana Mirian, Pedro Renato, Elvia Yadina, Silvia Lorena:
Con cariño

A mis sobrinos y demás familia.

A mis compañeros, amigos y demás personas:
con afecto.

NELSON WILFREDO RINCAN HERNANDEZ.

DEDICATORIA:

Dedico este trabajo:

A Dios Todopoderoso y a la Santísima Virgen María:
porque sin su ayuda no hubiera podido alcanzar esta meta.

A mis padres:
Miguel Angel Segundo y Julia Esther Granadino.
con todo Amor, por su gran apoyo y comprensión
durante toda mi vida.

A mis hermanos:
Ramón Antonio, Luis Alonso, José Rolando, Rosa Elvira,
Ana del Carmen y Mercedes Guadalupe.
Por ser un ejemplo en mi vida.

A mi Abuelo Antonio, sobrinos, tíos, primos y demás familia

A Celia Margarita Sánchez:
Siempre hay alguien más por quien luchar en esta vida.

A todos los Hermanos Choussy Rusconi:
Por su gran ayuda incondicional durante toda mi carrera.

Al grupo Juvenil Cristiano Iglesia Joven de Juayúa:
como una promesa que hoy cumplo.

A la Escuela Parroquial Unificada de Juayúa:
Por ser la fuente donde bebí por primera vez del agua
de la ciencia y del saber.

A todos mis amigos, compañeros de estudios y de trabajo:
con todo cariño.

ERNESTO ENRIQUE SEGUNDO GRANADINO.

RESUMEN DEL TRABAJO.

El presente trabajo de graduación está basado en los resultados de estudios experimentales de la piedra pómez, propiedades físicas y propiedades mecánicas principalmente, así como disponibilidad de material para explotación; para el caso se seleccionó el banco de la finca El Limón (*).

Se determinaron de nuevo sus propiedades físicas, las cuales resultaron ser: agregado de pómez de peso ligero, mal graduado, no uniforme, 46.16% de absorción para agregado fino y de 52.66% para el grueso, la gravedad específica de la arena de 1.61 y para la grava de 1.21, peso volumétrico para la arena de 633.20 kgs/m3 y para la grava de 466.40 kgs/m3.

Se utilizaron estas propiedades para elaborar concreto liviano para mampostería ensayando por dos métodos para el diseño de mezclas :

1. Para las relaciones de agua-cemento (0.4, 0.5, y 0.6), con una relación óptima de arena-grava de 60/40 (controlando la granulometría del agregado), las cuales se desecharon por contravenir uno de los requisitos en la fabricación de bloques que es la de obtener una mezcla con revenimiento

(*) Estudiado en 1978, ver referencia 5>

nulo; además de apariencia porosa (apto para gran absorción) y gran cantidad de vacíos al interior (muestra de cilindros).

2. Modificando su granulometría, al tamizar el material sólo por la malla de 3/8"; se elaboró otras mezclas por proporcionamiento en peso de los materiales (cemento-pómez) de 1:5, 1:6 y 1:7 con adición de agua de acuerdo al contenido de humedad natural, por medio de tanteos (prueba y error); con esta mezcla se obtuvo un revenimiento nulo y se mejoró apariencia en acabados (textura), así como la reducción considerable de los vacíos al interior de los especímenes.

Partiendo de estas mezclas se elaboraron cilindros y bloques los cuales al ensayarlos de acuerdo a las normas ASTM se obtuvieron resultados que pueden considerar al bloque hecho a base de pómez como elemento de mampostería.

Los resultados de las resistencias a la compresión de los bloques y los cilindros son semejantes, con la variante que a los 7 días de edad los bloques alcanzaron el 92.12 % de su resistencia a los 28 días y los cilindros solamente el 50 %. Los bloques elaborados con la proporción cemento-pómez de 1:5 son los que mejor cumplen con el límite de resistencia a la compresión establecida por la norma ASTM C-129-85, la cual limita su uso para las condiciones donde no se necesiten cargas importantes. Utilizando los bloques con las

proporciones 1:5, 1:6 y 1:7 se elaboraron prismas para los ensayes de Compresión, Cortante y Adherencia, presentando mejores resultados los primeros (32.53 kgs/cm2, 3.40 kgs/cm2, 1.045 kgs/cm2 respectivamente), lo cual lo hace factible técnicamente (ver apéndice No.3). Con el propósito de encontrar alternativas en la calidad del bloque de pómez, se combinó la mezcla 1:5 con arena pumítica por el método de relaciones volumétricas en proporciones 1:4:1 y 1:3:2 (ver apéndice No.1), lográndose en la resistencia a la compresión un aumento de 39.75 % y 85.34 % respectivamente, ésto da una mejora en las propiedades físicas y mecánicas.

Para determinar el posible uso del bloque en la construcción se le determinó el costo al elaborarlo con la proporción 1:5, para los casos de una fábrica privada (¢ 2.43/unidad) y para ayuda mutua (¢ 1.26/unidad).

Como una introducción al diseño estructural usando este bloque hecho con concreto a base de pómez (1:5), como mampostería para una vivienda tipo de 5.15 mts por 6.15 mts, se analiza la acción del sismo en una dirección caso más simple (eje Y-Y, ver apéndice No.3); el caso más crítico con apertura de huecos (puertas y ventanas), debe analizarse cuidadosamente.

Finalmente se presentan conclusiones y recomendaciones sobre el uso de este bloque a base de pómez (1:5), así como el seguimiento de este estudio en beneficio de las familias que demandan una pronta solución a la problemática habitacional.

INDICE

PAG.

PAG.

PAG.

PAG.

CAPITULO III

PAG.

PAG.

INDICE DE MAPAS

INDICE DE TABLAS

PAG

PAG.

INDICE DE GRAFICAS

INDICE DE FOTOGRAFIAS

INTRODUCCION GENERAL

Tomando en cuenta la problemática habitacional, así como el alto costo de los materiales de uso tradicional para la construcción de viviendas, se hace necesario el estudio de otros materiales alternativos que se puedan adquirir a más bajos costos y que tengan larga duración con el fin de que sustituyan a los materiales inadecuados que las familias usan para construir de manera informal su vivienda, como madera desechada, cartón, lámina, otros materiales misceláneos y que puedan estas familias de muy bajos ingresos, disponer de una vivienda mejorada.

Por estas razones y con el objeto de utilizar la piedra pómez como base para elaborar concreto liviano del tipo estructural y de mampostería, se han realizado investigaciones sobre las características de los yacimientos y propiedades físicas del material de pómez, así mismo las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de pómez diseñadas con una mezcla de cemento-pómez.

Ya que principalmente en la faja central a lo largo del territorio Salvadoreño se encuentra este material en abundancia y poder así utilizarlo como materia prima de bajo costo, de los bancos de pómez estudiados se eligió el de la finca El Limón para determinar sus propiedades y características físicas y se elaboró concreto fresco por el

método de volumen absoluto y controlando la granulometría pero sin corregirla; las mezclas de prueba se hicieron con relaciones de agua-cemento de 0.4, 0.5, y 0.6; también se hicieron mezclas por el método de proporcionamiento en peso de cemento-pómez 1:5, 1:6, 1:7.

La elaboración de los bloques de concreto a base de pómez se hizo aplicando el método de proporcionamiento en peso de los materiales basados en que el material únicamente se tamizará por la malla de 3/8" in-situ, que la cantidad de agua se controlará a partir de la humedad natural del agregado y para complementar, a la mezcla se adicionará agua por tanteos (prueba y error) hasta obtener revenimiento nulo; éstos como requisitos para hacer posible la producción de los bloques y que los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión, cortante y adherencia fueran las esperadas con respecto a lo establecido como señalan las normas de la ASTM.

Del análisis a los resultados obtenidos al elaborar concreto fresco, como al hacer y ensayar los bloques, se obtuvo que el bloque hecho a base de pómez tiene factibilidad técnica como económica y éstas pueden ser mejoradas si se continúa desarrollando tanto el diseño de las mezclas de cemento-pómez para bloque de mampostería como para el uso estructural del bloque a base de pómez. El bloque que resultó de este estudio, se espera que se adopte como

primicia en la elaboración de unidades de esta naturaleza y que además, sea parte de la solución en cuanto a materiales baratos; si esto es posible, se podrá estar contribuyendo a la solución del problema del habitat de las familias Salvadoreñas.

CAPITULO I

MARCO DE REFERENCIA

TECNICO

1.1 INTRODUCCION.

Como base fundamental de la investigación se ha compilado la información de los bancos de pómez ya estudiados en El Salvador, a los cuales se les conocen algunas propiedades físicas, así como características propias de cada yacimiento, además de las propiedades mecánicas del concreto elaborado con esta materia prima.

Algunos bancos no han sido estudiados a fondo lo que no permite que se tenga un conocimiento más amplio sobre las propiedades de la pómez para elaborar concreto liviano tipo estructural para mampostería (bloque, paneles, placas prefabricadas, otros) u otro material propio para vivienda barata. En éste trabajo de graduación se ha dado especial importancia a los yacimientos que poseen la información más completa, la cual se ha utilizado como base para la selección del banco de pómez objeto de estudio para el diseño de mezclas que proporcionen un concreto liviano de acuerdo con las normas ASTM y que también cumpla con las estipulaciones del código del ACI y tome en cuenta las recomendaciones en el Reglamento de Emergencia de Diseño Sísmico de El Salvador.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Debido al alto costo de los materiales de uso tradicional para la construcción de viviendas populares en colonias marginales, las familias que residen en dichos sectores demandan una pronta solución al problema de los materiales inapropiados y de corta duración, los cuales no proporcionan una vivienda adecuada, a las familias pobres, y no les facilita el desarrollo de soluciones a sus múltiples necesidades.

Cabe mencionar que este tipo de comunidades no combinan físicamente con el resto de las edificaciones diseminadas a su alrededor, creando un ambiente de desorden en la ciudad.

La situación de la vivienda se ha convertido en un problema de carácter primario, al cual se debe prestar especial importancia; debido a ésto, se han realizado estudios en el país en instituciones nacionales y otras como: la fábrica de bloques Saltex, FUNDASAL, y la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, a través de su escuela de Ingeniería Civil y entidades extranjeras como la Misión Geológica Alemana y la O.E.A., que se han interesado en estudiar dicha problemática, obteniéndose los

resultados que se mencionan en la sección de generalidades de antecedentes (sección 1.6).

Se han realizado investigaciones encaminadas a fabricar elementos con otros tipos de materiales, tales como bloques y paneles de concreto ligero (1> y 2>), cuyas propiedades sean similares a los materiales utilizados en la actualidad como bloques de concreto y paneles hechos a base de chispa y que además sean de menor costo.

El problema de la vivienda se plantea como un reto, el cuál se tiene que resolver a corto o mediano plazo, de no ser así, se tendrá en un futuro a un amplio sector de nuestra población sometido a condiciones de vida más desfavorables de las que actualmente tiene. Como consecuencia surge la necesidad de dar continuidad a los estudios ya mencionados, pues constituyen una base sólida para el trabajo que se debe continuar haciendo.

1> Programa regional de desarrollo científico y tecnológico de la Organización de los Estados Americanos (O.E.A.), Proyecto: programa de investigación de vivienda popular en El Salvador. Entidad ejecutora: Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima, Julio de 1979.

2> Larios Cerón, José Humberto y otros,(1986). Paneles de concreto ligero para divisiones, trabajo de graduación, Ing.Civil, Fac. de Ing. y Arq. U.E.S.

1.3 JUSTIFICACIONES.

Este trabajo se justifica por lo siguiente:

* El alto costo de los materiales de construcción tradicional elevan el costo de la vivienda, por lo que se hace necesario el estudio de nuevos materiales, que sean de menor costo y de larga duración.

* Los bajos ingresos en un sector de la población.

Los bajos ingresos que perciben las familias, hace imposible adquirir viviendas fabricadas con materiales tradicionales, lo que obliga a dicha población a construir sus viviendas con materiales inapropiados.

* La existencia de bancos de Pómez en nuestro país como materia prima para la fabricación de elementos para la construcción de viviendas.

La pómez es común encontrarla en muchos lugares del país, entre los cuales se pueden señalar los siguientes:

YACIMIENTO	DEPARTAMENTO
LLano El Espino	Ahuachapán
El molino, La Periquera, Coatepeque	Santa Ana
Mariona, Ilopango, Ayutuxtepeque.	San Salvador
Valle Alegre.	San Miguel

* Estudios preliminares sobre concreto ligero de pómez:
Se han hecho estudios sobre concreto ligero de Pómez encaminados a resolver el problema habitacional del país, que constituyen una investigación, proyectada a resolver el problema de la vivienda en El Salvador.

De acuerdo a estos estudios, se han obtenido resultados de las propiedades físicas, mecánicas y características propias de este material, como por ejemplo: El peso del concreto de pómez es aproximadamente 1/3 del peso del concreto normal hecho a base de cemento, arena y grava. (Ver referencia 2>).

1.4 OBJETIVOS.

1.4.1 Objetivos Generales:

* Que los resultados de Estudios realizados en los diferentes bancos de pómez en el país, se tomen como base de comparación para que sirvan de guía en la selección de un banco, que reuna las mejores condiciones para su explotación y disponer así de un agregado de buenas propiedades para la elaboración de concreto ligero, y dar por terminado las investigaciones con estos estudios que se han venido desarrollando en el transcurso de este tiempo.

* A partir de los resultados obtenidos del banco de pómez en estudio, elaborar bloques de concreto ligero.

* Generar nuevos materiales de construcción que sustituyan a los materiales de construcción tradicionales, debido a su alto costo de producción.

1.4.2 Objetivos Específicos.

* Seleccionar un banco de pómez, basados en sus propiedades físicas y mecánicas y evaluar su volumen de explotación, tomando en cuenta los criterios de los estudios ya realizados.

* Conocer el comportamiento mecánico de la pómez al elaborar bloques de pómez, basados en resultados de investigaciones realizadas desde 1970 a la fecha, por medio de los cuales se especificarán mezclas, resistencias, procesos de fabricación y control de calidad, así como las recomendaciones técnicas para el caso de proyectos de vivienda barata.

* Analizar y comparar la resistencia del concreto ligero de pómez y elaborar bloques con agregado de pómez apegados a las normas de la ASTM y que sean de menor costo que los

existentes en el mercado nacional, para que sean más accesible a las personas de bajos ingresos.

1.5 ALCANCES.

* Que los bloques de concreto ligero de pómez puedan ser utilizados en la construcción de viviendas de bajo costo, a partir de los resultados obtenidos en este estudio.

* Con la fabricación de bloques livianos de pómez, hacer de ésto, un producto de competencia para con los materiales tradicionales de construcción, principalmente si su costo resultara bajo.

* Utilizar los resultados obtenidos con anterioridad en los diferentes bancos y propiciar más investigación especifica sobre este tema.

* Evaluar los bancos de pómez existentes en el país en calidad, disponibilidad y accesibilidad, basados en los estudios existentes y en criterios actuales.

* Dar continuidad a los proyectos de investigación sobre la pómez iniciados en el año de 1970, mediante la elaboración

de bloques de pómez, para la construcción de unidades habitacionales de bajo costo.

1.6 GENERALIDADES SOBRE LOS BANCOS DE POMEZ.

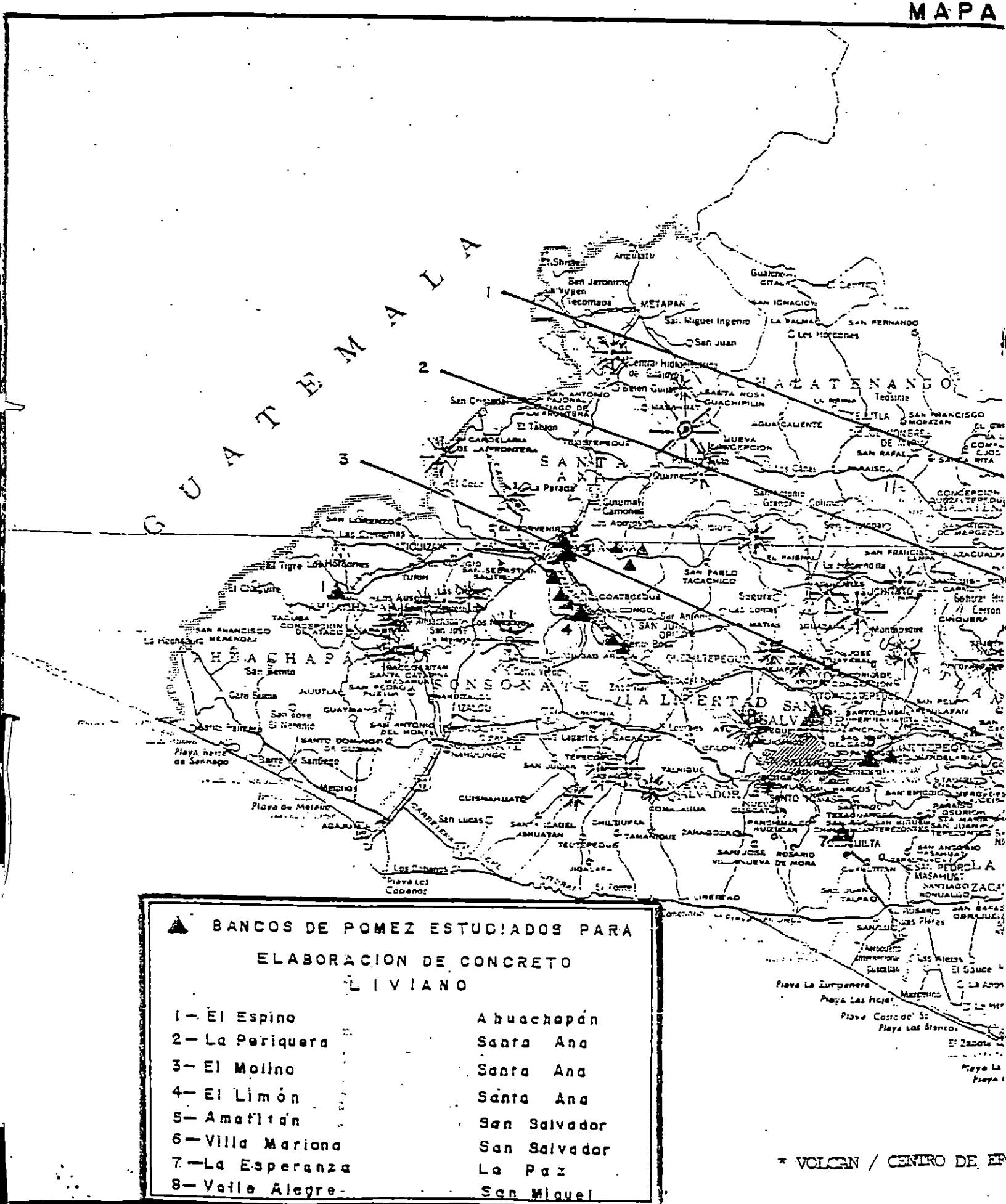
En El Salvador los bancos de pómez que han sido estudiados para la elaboración de concreto ligero, se encuentra formando parte de un manto de materiales que fueron expulsados al exterior por explosión volcánica y depositados en la superficie terrestre.

Entre estos materiales está la pómez, producto piroclástico que se encuentra en abundancia en lugares como: El Espino, La Periquera, El Molino, El Limón, Amatitán, Villa Mariona, La Esperanza, y Valle Alegre; todos estos yacimientos se encuentran en formaciones volcánicas donde se distinguen dos zonas en El Salvador (ver mapa No.I-1).

1. Faja de volcanes individuales, el volcán de Guazapa y el volcán de Cacahuatique, son los que constituyen las principales elevaciones orográficas de la meseta central.

2. Faja formada por más de 50 volcanes individuales tales como : Laguna Verde, Santa Ana, Izalco, San Vicente, Tecapa,

MAPA



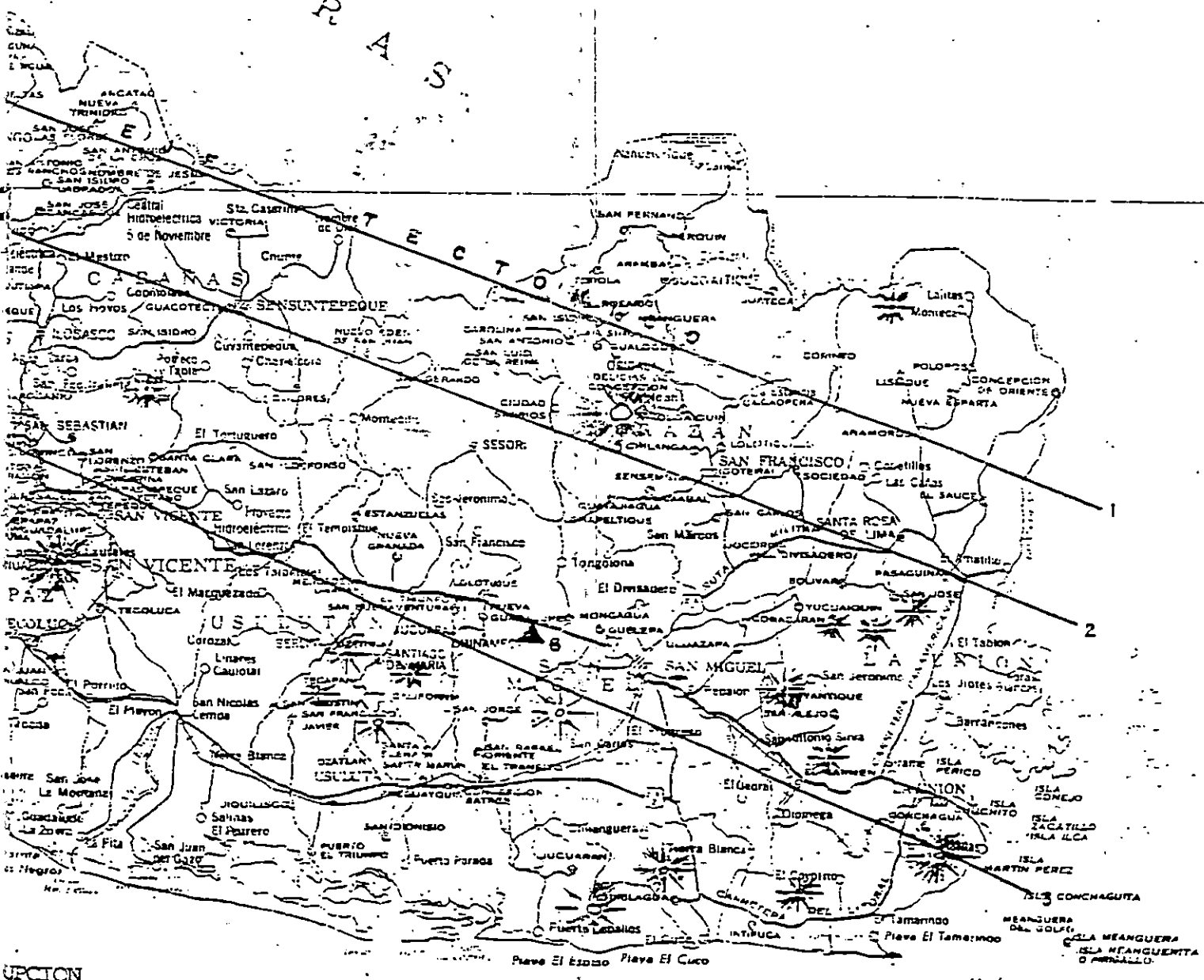
▲ BANCOS DE POMEZ ESTUDIADOS PARA ELABORACION DE CONCRETO LIVIANO

1— El Espino	Ahuachapán
2— La Periquera	Santa Ana
3— El Molino	Santa Ana
4— El Limón	Santa Ana
5— Amatitán	San Salvador
6— Villa Mariona	San Salvador
7— La Esperanza	La Paz
8— Valle Alegre	San Miguel

Nº 1-1

BANCOS DE POMEZ

DE EL SALVADOR



ESCALA 1:750.000

88°40' 88°20' 88°00' 87°40'

San Miguel y Conchagua. 3>

Existen también depresiones volcano-tectónico, tales como: el Lago de Ilopango y Coatepeque que forman parte del tercer eje tectónico que atraviesa El Salvador (ver mapa No.I-1) donde también se localizan yacimientos de pómez. En nuestro país hay grandes yacimientos aún no estudiados y que podrían explorarse para beneficio local, sin necesidad de transportarlo a grandes distancias y disponer de materia prima para la construcción habitacional de costo barato.

1.6.1 ANTECEDENTES Y REVISION A LOS ESTUDIOS REALIZADOS AL MATERIAL DE POMEZ.

En el año de 1970, se determinaron las propiedades físicas y mecánicas del agregado de pómez, para diferentes bancos: Cantón Valle Alegre, Moncagua, San Miguel; El Molino, Santa Ana; Cantón Llano El Espino, Ahuachapán; el objetivo principal era estudiar el comportamiento de la pómez para elaborar concreto del tipo estructural. Los resultados no fueron del todo satisfactorios, por lo que tuvieron que apoyarse en otros estudios elaborados en el extranjero. 4>

3> Atlas de El Salvador 1979, Instituto Geográfico Ing. Pablo Arnoldo Guzmán.
4> Escobar, Roberto Alfonso y Otros (1970), Tecnología del concreto tomo III, seminario de graduación, Ing.Civil, Fac.de Ing. y Arq. U.E.S.

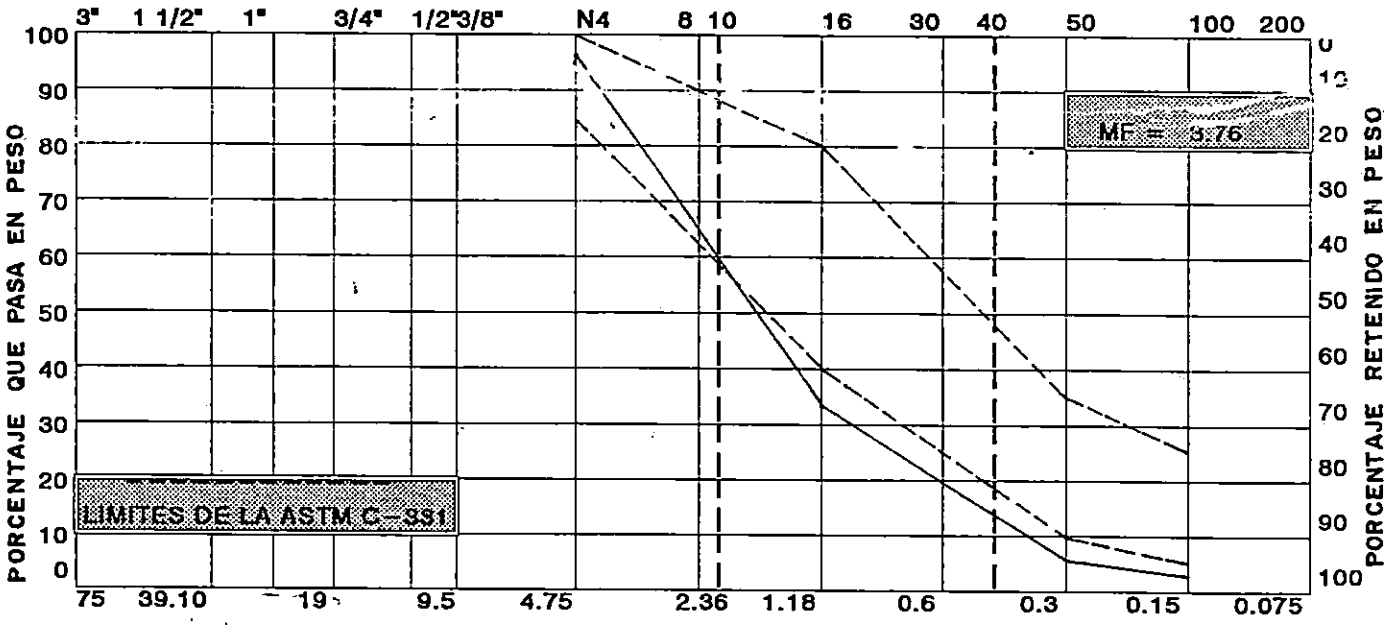
TABLA No. II – 5

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

TIPO DE MUESTRA OBTENIDA	:	ARENA Y GRAVA DE POMEZ
LUGAR DE EXTRACCION	:	BANCO DE LA FINCA EL LIMON
UBICACION	:	JURISDICCION DE COATEPEQUE, SANTA ANA
ANALISIS FISICO	:	GRANULOMETRIA
TIPO DE SUELO	:	ARENA
MUESTRA No.	:	1
PESO NETO DE LA MUESTRA	:	500.00 Grs.

MALLA	Peso retenido parcial en Grs.	% retenido parcial	% retenido Acumulado	% que pasa la malla
No. 4	11.70	2.34	2.34	97.66
No. 8	157.10	31.42	33.76	66.24
No. 16	151.40	30.28	64.04	35.96
No. 30	103.60	20.72	84.76	15.24
No. 50	47.00	9.40	94.16	5.84
No. 100	12.50	2.50	96.66	3.34
Pasan la No 100	16.70	3.34	100.00	0.00
SUMAS	500.00	100.00		

ANALISIS DE MALLAS



GRAVA		ARENA		
GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC. DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION: ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO. AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO: GRANULOMETRIA	COORDINADOR: ING. JOAQUIN M. SERRANO CHOTO ASESORES: ING. ROGELIO E. GODINEZ G. ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Brs: NELSON W. RINCAN HERNANDEZ. RICARDO A. ORTIZ TORRES. ERNESTO E. SEGUNDO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA.

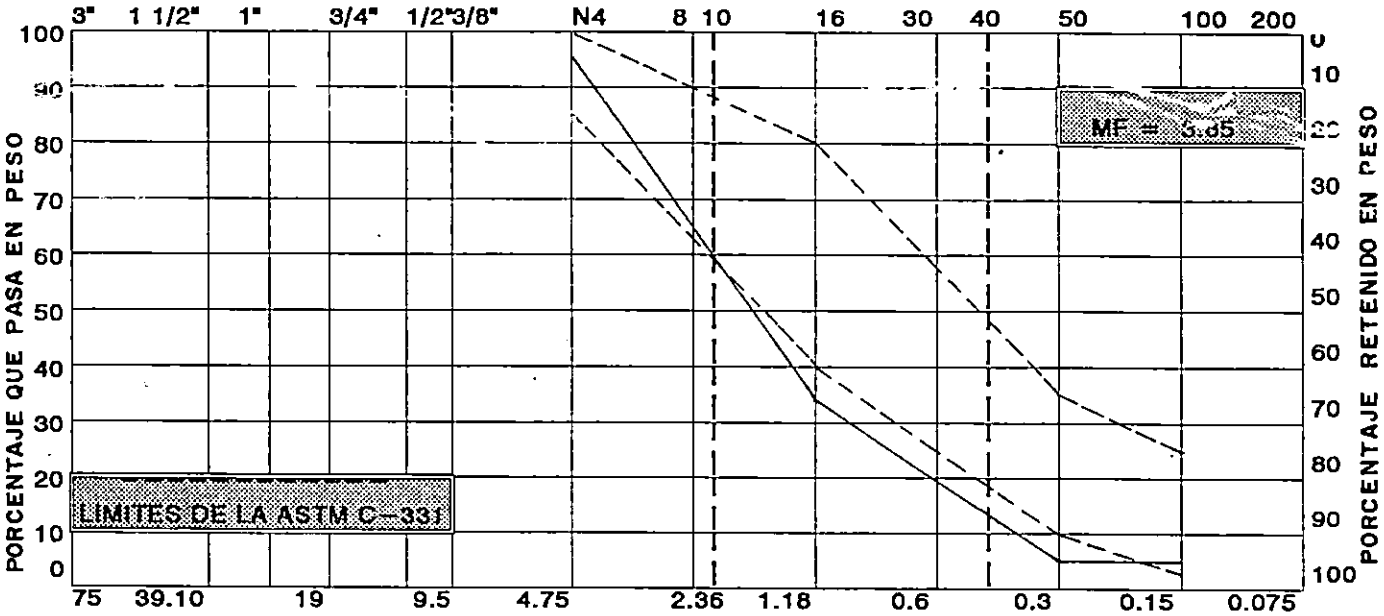
TABLA No. II – 6

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

TIPO DE MUESTRA OBTENIDA	:	ARENA Y GRAVA DE POMEZ
LUGAR DE EXTRACCION	:	BANCO DE LA FINCA EL LIMON
UBICACION	:	JURISDICCION DE COATEPEQUE, SANTA ANA
ANALISIS FISICO	:	GRANULOMETRIA
TIPO DE SUELO	:	ARENA
MUESTRA No.	:	2
PESO NETO DE LA MUESTRA	:	500.00 Grs.

MALLA	Peso retenido parcial en Grs.	% retenido parcial	% retenido Acumulado	% que pasa la malla
No. 4	16.10	3.22	3.22	96.78
No. 8	173.30	34.66	37.88	62.12
No. 16	145.30	29.06	66.94	33.06
No. 30	94.80	18.96	85.90	14.10
No. 50	42.50	8.50	94.40	5.60
No. 100	10.90	2.18	96.58	3.42
Pasan la No 100	17.10	3.42	100.00	0.00
SUMAS	500.00	100.00		

ANALISIS DE MALLAS



GRAVA		ARENA		
GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC. DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION: ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO. AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO: GRANULOMETRIA	COORDINADOR: ING. JOAQUIN M. SERRANO CHOTO ASESORES: ING. ROGELIO E. GODINEZ G. ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Brs: NELSON W. RINCAN HERNANDEZ. RICARDO A. ORTIZ TORRES. ERNESTO E. SEGUNDO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA.

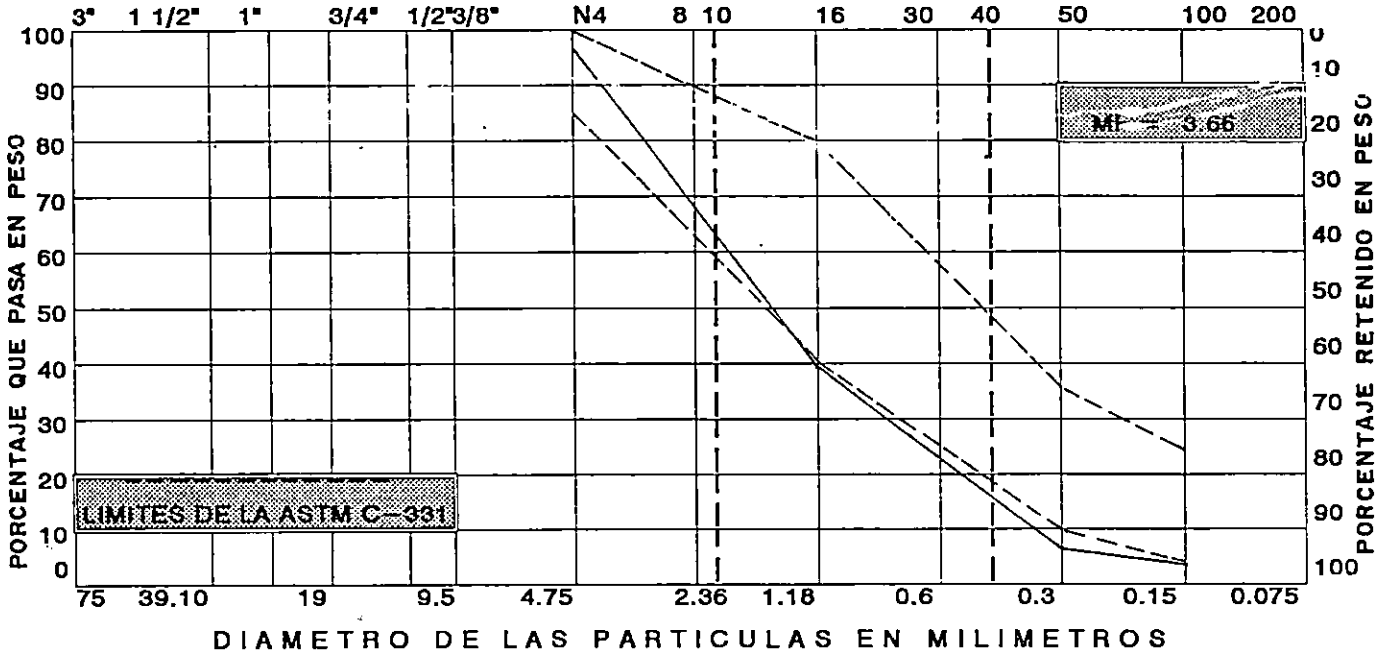
TABLA No. II – 7

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

TIPO DE MUESTRA OBTENIDA	:	ARENA Y GRAVA DE POMEZ
LUGAR DE EXTRACCION	:	BANCO DE LA FINCA EL LIMON
UBICACION	:	JURISDICCION DE COATEPEQUE, SANTA ANA
ANALISIS FISICO	:	GRANULOMETRIA
TIPO DE SUELO	:	ARENA
MUESTRA No.	:	3
PESO NETO DE LA MUESTRA	:	500.00 Grs.

MALLA	Peso retenido parcial en Grs.	% retenido parcial	% retenido Acumulado	% que pasa la malla
No. 4	13.50	2.70	2.70	97.30
No. 8	146.50	29.30	32.00	68.00
No. 16	145.00	29.00	61.00	39.00
No. 30	107.70	21.54	82.54	17.46
No. 50	51.10	10.22	92.76	7.24
No. 100	13.40	2.68	95.44	4.56
Pasan la No 100	22.80	4.56	100.00	0.00
SUMAS	500.00	100.00		

ANALISIS DE MALLAS



GRAVA		ARENA		
GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC. DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION: ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VI VIENDAS DE BAJO COSTO. AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO: GRANULOMETRIA	COORDINADOR: ING. JOAQUIN M. SERRANO CHOTO ASESORES: ING. ROGELIO E. GODINEZ G. ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Bra: NELSON W. RINCAN HERNANDEZ. RICARDO A. ORTIZ TORRES. ERNESTO E. SEGUNDO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA.

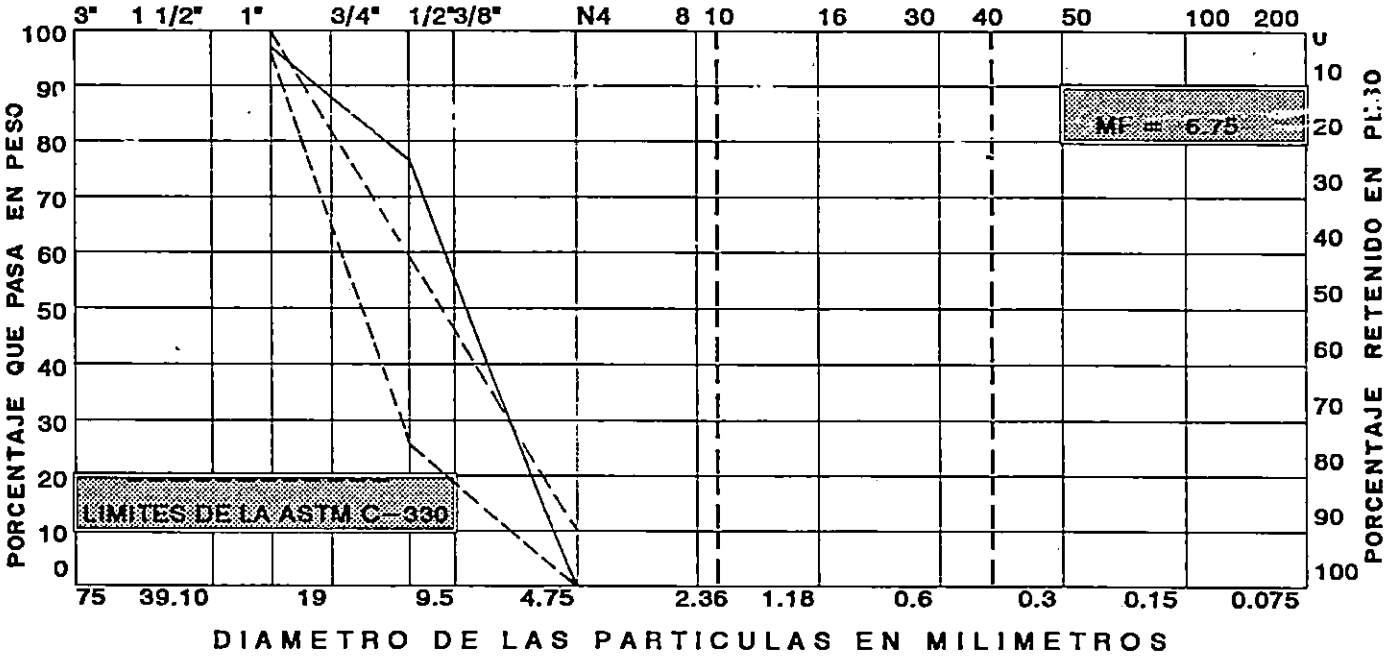
TABLA No. II – 8

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

TIPO DE MUESTRA OBTENIDA	:	ARENA Y GRAVA DE POMEZ
LUGAR DE EXTRACCION	:	BANCO DE LA FINCA EL LIMON
UBICACION	:	JURISDICCION DE COATEPEQUE, SANTA ANA
ANALISIS FISICO	:	GRANULOMETRIA
TIPO DE SUELO	:	GRAVA
MUESTRA No.	:	1
PESO NETO DE LA MUESTRA	:	1,000.00 Grs.

MALLA	Peso retenido parcial en Grs.	% retenido parcial	% retenido Acumulado	% que pasa la malla
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	26.90	2.69	2.69	97.31
3/4"	76.10	7.61	10.30	89.70
1/2"	134.20	13.42	23.72	76.28
3/8"	154.20	15.42	39.14	60.86
No. 4	596.10	59.61	98.75	1.25
Pasan la No. 4	12.50	1.25	100.00	0.00
SUMAS	1,000.00			

ANALISIS DE MALLAS



GRAVA		ARENA		
GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC: DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION: ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO. AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO: GRANULOMETRIA	COORDINADOR: ING. JOAQUIN M. SERRANO CHOTO ASESORES: ING. ROGELIO E. GODINEZ G. ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Bts: NELSON W. RINCAN HERNANDEZ. RICARDO A. ORTIZ TORRES. ERNESTO E. SEGUNDO GRANADINO. MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA.

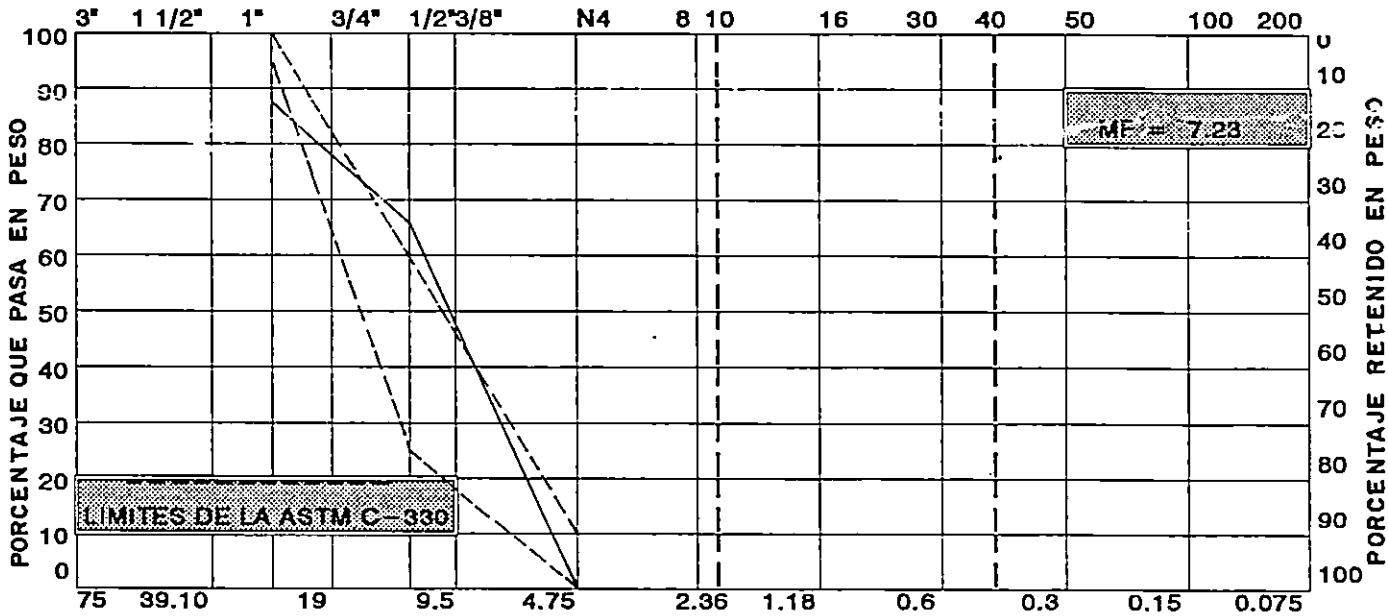
TABLA No. II – 9

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

TIPO DE MUESTRA OBTENIDA	:	ARENA Y GRAVA DE POMEZ
LUGAR DE EXTRACCION	:	BANCO DE LA FINCA EL LIMON
UBICACION	:	JURISDICCION DE COATEPEQUE, SANTA ANA
ANALISIS FISICO	:	GRANULOMETRIA
TIPO DE SUELO	:	GRAVA
MUESTRA No.	:	2
PESO NETO DE LA MUESTRA	:	1,400.00 Grs.

MALLA	Peso retenido parcial en Grs.	% retenido parcial	% retenido Acumulado	% que pasa la malla
1 1/2"	115.60	8.26	8.26	91.74
1"	31.70	2.26	10.52	89.48
3/4"	86.60	6.19	16.71	83.29
1/2"	259.30	18.52	35.23	64.77
3/8"	259.93	18.52	53.75	42.25
No. 4	633.00	45.21	98.96	1.04
Pasan la No. 4	14.50	1.04	100.00	0.00
SUMAS	1,400.00			

ANALISIS DE MALLAS



GRAVA		ARENA		
GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC. DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION: ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO. AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO: GRANULOMETRIA	COORDINADOR: ING. JOAQUIN M. SERRANO CHOTO ASESORES: ING. ROGELIO E. GODINEZ G. ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Brs: NELSON W. RINCAN HERNANDEZ. RICARDO A. ORTIZ TORRES. ERNESTO E. SEGUNDO GRANADINO. MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA.

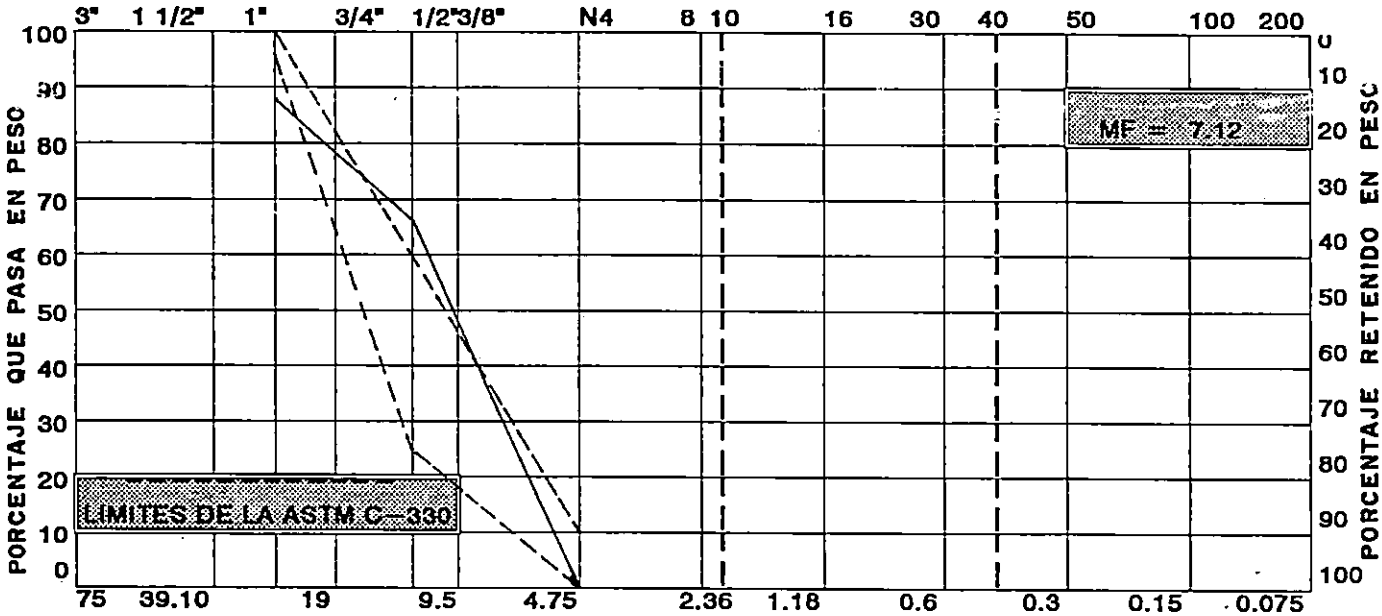
TABLA No. II – 10

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

TIPO DE MUESTRA OBTENIDA	:	ARENA Y GRAVA DE POMEZ
LUGAR DE EXTRACCION	:	BANCO DE LA FINCA EL LIMON
UBICACION	:	JURISDICCION DE COATEPEQUE, SANTA ANA
ANALISIS FISICO	:	GRANULOMETRIA
TIPO DE SUELO	:	GRAVA
MUESTRA No.	:	3
PESO NETO DE LA MUESTRA	:	1,400.00 Grs.

MALLA	Peso retenido parcial en Grs.	% retenido parcial	% retenido Acumulado	% que pasa la malla
1 1/2 "	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	143.10	10.22	10.22	89.78
3/4"	100.80	7.20	17.42	82.58
1/2"	223.50	15.96	33.38	66.62
3/8"	260.40	18.60	51.98	48.02
No. 4	660.20	47.16	99.14	0.86
Pasan la No. 4	12.00	0.86	100.00	0.00
SUMAS	1,400.00			

ANALISIS DE MALLAS



GRAVA		ARENA		
GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC. DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION: ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO. AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO: GRANULOMETRIA	COORDINADOR: ING. JOAQUIN M. SERRANO CHOTO ASESORES: ING. ROGELIO E. GODINEZ G. ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Brs: NELSON W. RINCAN HERNANDEZ. RICARDO A. ORTIZ TORRES. ERNESTO ESEGUNDO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA.

TABLA No. II – 11

Determinacion de coeficientes de uniformidad y de curvatura

ARENA							
Muestra	D10 %	D30 %	D60 %	Cu.	Cu Prom.	Cc.	Cc Prom.
1	0.39	1.04	2.18	5.60	5.68	1.26	1.25
2	0.40	1.06	2.18	5.45		1.35	
3	0.35	0.89	2.10	6.00		1.08	
GRAVA							
Muestra	D10	D30	D60	Cu.	Cu Prom.	Cc.	Cc Prom.
1	5.58	7.24	10.30	1.85	1.97	0.91	1.10
2	5.70	9.95	11.70	2.05		1.48	
3	5.70	7.12	11.50	2.02		0.91	

Contenido de materia orgánica o impurezas.

La materia orgánica, el limo y la arcilla, son materiales cuya presencia en los agregados de mezcla disminuyen la resistencia, retardan el fraguado y el endurecimiento del concreto y en algunos casos pueden provocar el deterioro de éste.

La norma ASTM C-40, establece el procedimiento para determinar en forma aproximada la presencia de compuestos orgánicos perjudiciales en arenas naturales que se vayan a utilizar en la Elaboración de morteros o concretos. El principal valor del ensaye, radica en advertir que se deben efectuar más ensayes de las arenas antes de considerarlas como adecuadas para los usos antes mencionados, además que puede aprovecharse para determinar en forma aproximada la cantidad de limo o arcilla que ellas contienen.

La norma ASTM C-330, establece para los agregados de peso ligero, los límites de presencia de sustancias dañinas al concreto.

Cuando se hace la prueba de colorimetría a los agregados para conocer la presencia de impurezas orgánicas, se puede aprovechar también para conocer de una manera aproximada la cantidad de limo y arcilla contenidos en las arenas.

La presencia de 15 ml., (1/2 onza) de limo o arcilla sobre la capa de arena, corresponden aproximadamente al tres por ciento (3%) en peso de la muestra, que es el contenido

máximo tolerable de dichas materias nocivas en el concreto elaborado con agregados normales y dos por ciento (2%) para el concreto elaborado con agregados ligeros.

En la arena de pómez del presente estudio, se obtuvo como resultado un color muy claro, que al compararlo con el color No.1 de la placa orgánica (ya que éste es más obscuro), indica que la arena del banco de la finca El Limón es apta para la elaboración de concreto liviano de pómez.

Relación Optima de Arena-Grava.

Se conoce como relación óptima arena-grava, a la relación que existe entre el peso de una cantidad de grava y el de arena necesaria y suficiente para rellenar los vacíos de la grava y dar así a la mezcla una densidad máxima, la cual se determina de la gráfica que contiene los pesos volumétricos de las arenas y las gravas, ver gráfica No.II-1, Pag.No.75.

Pesos Volumétricos.

El peso volumétrico se define como la relación entre el peso del material y el volumen ocupado por el mismo.

El volumen en cuestión incluye todos los vacíos que quedan atrapados entre las partículas, los cuales a su vez pueden estar conformados por aire y/o agua.

De las investigaciones anteriores (ver referencias 2>, 5>, 6>, y 7>), se ha llegado a la conclusión que: si se obtiene

un peso volumétrico alto de la pómez, las resistencias a la compresión y a la tensión de los elementos elaborados con éste serán altas para las relaciones de A/C= 0.6 y 0.7.

Basados en los requisitos de la norma ASTM C-331, que establece la graduación de agregados de peso ligero para unidades de mampostería, se adoptó como tamaño máximo del agregado un diámetro de 3/8", para unidades huecas elaboradas con concreto de este agregado.

El peso volumétrico seco deberá obtenerse para las condiciones siguientes :

a) Peso Volumétrico Seco Varillado.

El material sufre el acomodamiento de sus partículas aplicando el método de compactación(*) que utiliza una varilla de diámetro de 3/8", y un recipiente de 0.1 pie3 de capacidad, que establece la norma ASTM C-29, para un tamaño de agregado menor o igual a 12.5 mm. de diámetro.

b) Peso Volumétrico Seco Suelto.

Se obtiene cuando el material en estudio se coloca en el recipiente, sin sufrir acomodamiento de sus partículas por algún método de compactación.

(*) El cual ocasiona un relativo deterioro del grano grueso al varillar el material, lo que viene a aumentar la cantidad de finos en la mezcla y posiblemente mejore la resistencia del concreto.

Los pesos volumétricos se requieren tanto para la arena (material que pasa la malla No.4), como para la grava (material que pasa la malla de 3/8" y se retiene en la No.4) y además para diferentes combinaciones de agregado fino y grueso.

Los pesos volumétricos se obtienen así :

a) Peso volumétrico seco varillado.

$$Pvc = \frac{Wrm1 - Wr1}{V1}$$

En donde :

Pvc = Peso volumétrico seco compactado.

Wrm1 = Peso del recipiente + peso del material que contiene.

Wr1 = Peso del recipiente.

V1 = Volumen del recipiente.

b) Peso volumétrico seco suelto :

$$Pvs = \frac{Wrm - Wr}{V}$$

En donde :

Pvs = Peso volumétrico seco suelto.

Wrm = Peso del recipiente + peso del material que contiene.

Wr = Peso del recipiente.

V = Volumen del recipiente.

Los resultados de los pesos volumétricos se tabulan en la tabla No.II-12, además se representan en la gráfica II-1, de la cual se deduce la relación óptima arena-grava y que para el caso es 60/40 (arena/grava).

Los datos de pesos volumétricos que se tabulan en dicha tabla servirán como base para el diseño de mezclas de prueba.

TABLA No. II-12

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

TIPO DE MUESTRA OBTENIDA : ARENA Y GRAVA DE POMEZ
LUGAR DE EXTRACCION : BANCO DE LA FINCA EL LIMON
UBICACION : JURISDICCION DE COATEPEQUE, SANTA ANA
ANALISIS FISICO : PESO VOLUMETRICO SECO VARILLADO (Kgs/m3)

% ARENA	% GRAVA	Pvc 1 (Kgs/m3)	Pvc 2 (Kgs/m3)	Pvc 3 (Kgs/m3)	Pvc promedio (Kgs/m3)
100	0	631.40	634.9	633.20	633.20
90	10	660.10	630.70	657.60	649.50
80	20	672.80	682.30	649.50	668.20
70	30	678.10	630.10	670.50	659.60
60	40	690.40	650.40	680.30	673.70
50	50	626.50	613.40	631.40	623.70
40	60	643.10	623.20	640.80	635.70
30	70	569.30	563.60	560.10	564.30
20	80	545.60	553.70	552.30	550.50
10	90	488.00	476.70	468.20	477.60
0	100	472.40	467.10	459.70	466.40

PESO VOLUMETRICO SECO SUELTO

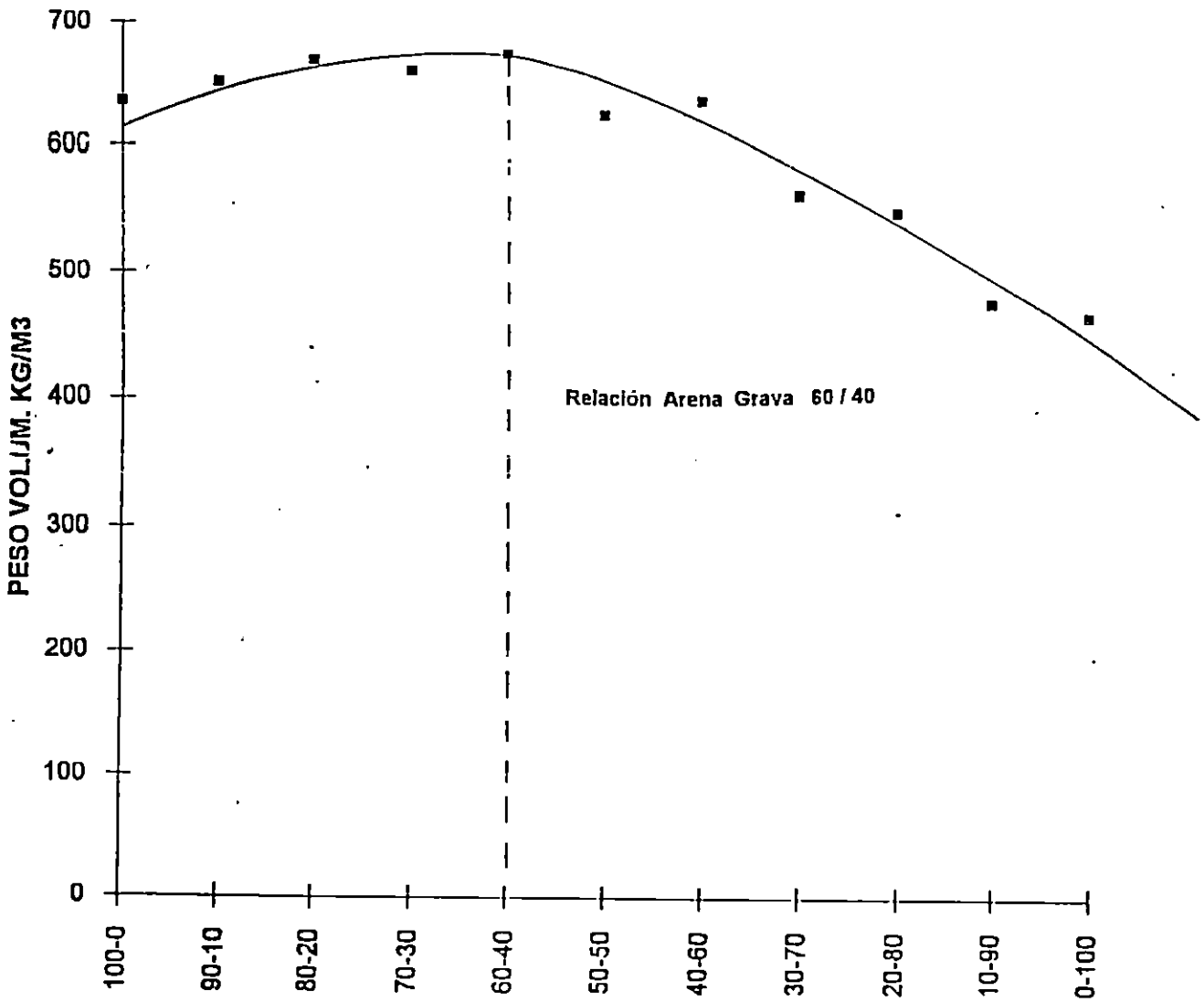
% ARENA	% GRAVA	Pvs 1 (Kgs/m3)	Pvs 2 (Kgs/m3)	Pvs 3 (Kgs/m3)	Pvs promedio (Kgs/m3)
100	0	637.50	620.36	619.64	625.83
0	100	433.21	425.71	431.07	430.00

NOTA : se consideró como agregado grueso el material que pasó por la malla de 3/8" y se retuvo en la malla No.4

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC. DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION: ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO. AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO: PESOS VOLUMETRICOS SECOS	COORDINADOR: ING. JOAQUIN M. SERRANO CHOTO ASESORES: ING. ROGELIO E. GODINEZ G. ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Brs: NELSON W. RINCAN HERNANDEZ. RICARDO A. ORTIZ TORRES. ERNESTO E. SEGUNDO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA

GRAFICA No II - 1

RELACION ARENA GRAVA Vrs PESO VOLUMETRICO



RELACION : % ARENA - % GRAVA

2.3 ANALISIS QUIMICO DE LA POMEZ DE LA FINCA EL LIMON.

Según los análisis químicos de J. Meyer (1972), las piedras pómez de Coatepeque son rocas riolíticas, cuarzolatíticas y riodacíticas. Consisten en aproximadamente 85% de vidrio volcánico que es atravesado por burbujas y tubos de gas elongados, más o menos paralelos.

En los perfiles investigados, los cascajos de pómez contienen entre 2% y 6% en peso de fragmentos de rocas preexistentes (xenolitas) de andesita y basalto. En los perfiles de ceniza de pómez en este banco se determinaron para las partes de muestreo con un tamaño de grano menor de 10 mm, 13% y 29% en peso de lapilli (material con grano de diámetro mayor de 2.00 mm. y menor de 64.00 mm) de material andesítico y basáltico (ver referencia 8 >).

2.4 DATOS BASICOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE PRUEBA.

Para el diseño de mezclas es necesario determinar los parámetros que representan las propiedades físicas de la pómez del banco de la finca El Limón, así como cualificarlo para conocer su comportamiento en la combinación con los materiales de mezcla, como el agua y el cemento y de la

misma manera los cuidados y tiempos necesarios en la revoltura y durante el colado, además controlar el grado de fluidez, revenimiento y manejabilidad que éste debe tener.

La tabla No. II-13, contiene el resumen de todas las propiedades físicas determinadas, necesarias para el diseño de las mezclas de prueba; a partir de lo cual se decidirán las proporciones de mezclas óptimas para elaborar bloque de concreto de pómez.

TABLA No II-13

RESUMEN DE LAS PROPIEDADES FISICAS OBTENIDAS
DEL AGREGADO DE POMEZ DE LA FINCA EL LIMON
DATOS DE DISEÑOS DE MEZCLAS

PROPIEDADES FISICAS	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE SANTA ANA	
	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
MODULO DE FINURA	3.76	7.03
% MAXIMO DE ABSORCION	46.16	53.66
TIEMPO MAXIMO DE ABSORCION (HORAS)	72	72
GRAVEDAD ESPECIFICA	1.61	1.21
PESO VOLUMETRICO (Kgs/M3)	633.20	466.40
CLASIFICACION SUCS	S P	G P
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO (mm)	4.76	9.53

S.P. = ARENA MAL GRADUADA
G.P. = GRAVA MAL GRADUADA

2.5 DISEÑO DE MEZCLAS DE PRUEBA.

Debido a los diferentes comportamientos que presentan los agregados de pómez en la elaboración de concreto ligero, no existen métodos estándares para el diseño de este tipo de concreto. Por esta razón se ha utilizado el método de cálculo por volumen absoluto (ver referencia 7>), para el diseño de mezclas, el cual presupone que el volumen de concreto compactado es igual a la suma de los volúmenes absolutos de todos los componentes, por lo cual es común tomar como base para el cálculo un metro cúbico.

Partiendo de los resultados obtenidos en la tabla No.II-13, y utilizando la relación óptima de agregado fino-grueso (60/40), se presenta el diseño de tres grupos de mezclas de prueba para relaciones agua - cemento (A/C), de 0.4, 0.5, 0.6 (*), respectivamente, con el propósito de determinar la textura, la trabajabilidad y la segregación del concreto.

(*) Basados en los resultados obtenidos del análisis de las mezclas (ver referencia 5>, tabla No.I-1 y gráfica I-1), se tomaron estas relaciones de agua-cemento.

EJEMPLO NUMERICO DE DISEÑO DE MEZCLA DE PRUEBA.

a.- Simbología :

Ssw = Gravedad específica del agua.

Ssa = Gravedad específica de la arena saturada superficialmente seca.

Ssg = Gravedad específica de la grava saturada superficialmente seca.

Ssc = Gravedad específica del cemento.

A/C = Relación agua - cemento.

Vg = Volumen de la grava saturada superficialmente seca.

Va = Volumen de la arena saturada superficialmente seca.

Vc = Volumen de cemento.

Vw = Volumen de agua.

Wsssg = Peso de la grava saturada superficialmente seca.

Wsssa = Peso de la arena saturada superficialmente seca.

Ww = Peso del agua.

Wc = Peso del cemento (para 1 M3.)

Aba = Absorción de la arena en porcentaje (%).

Abg = Absorción de la grava en porcentaje (%).

Pvd = Peso volumétrico diseñado de concreto.

b - Datos de los resultados obtenidos experimentalmente

Ssw = 1

Ssg = 1.21

Ssa = 1.61

Ssc = 3.15

Aba = 46.16 %

Abg = 53.66 %

Peso de una bolsa de cemento portland = 42.5 kgs.

A/C = 0.6 (valor fijado previamente) ver referencia 3>

A = 100 lts. (valor fijado previamente).

c.- Relación en peso seco arena-grava.

$$\frac{\text{Peso seco de la arena}}{\text{Peso seco de la grava}} = \frac{60\ \%}{40\ \%} = 1.5$$

$$\frac{\dfrac{Wsssa}{1 + Aba}}{\dfrac{Wsssg}{1 + Abg}} = 1.5$$

$$\frac{Wsssa\ (1 + Abg)}{Wsssg\ (1 + Aba)} = 1.5$$

$$Wsssa = 1.5\ Wsssg\ \frac{(1 + Aba)}{(1 + Abg)}$$

$$Wsssa = 1.5\ Wsssg \frac{(1 + 46.16/100)}{(1 + 53.66/100)}$$

$$Wsssa = 1.427\ Wsssg$$

$$\frac{Wsssa}{Wsssg} = 1.427$$

d.- Procedimiento (usando el método de volúmenes)

Se diseñará para 1 M3. de concreto = 1000.00 lts.

1.- Cemento

A/C = 0.6

100/C = 0.6

C = 166.67 Kgs (para 1 M3. de concreto)

2.- Ecuación de volumenes

$$Va + Vg + Vc + Vw = 1000.00 \text{ Lts}$$

$$Va + Vg = 1000.00 - Vc - Vw$$

$$\frac{Wsssa}{Ssa \times Ssw} + \frac{Wsssg}{Ssg \times Ssw} = 1000.00 - \frac{Wc}{Ssc \times Ssw} - Vw$$

$$\frac{1.427\ Wsssg}{1.61 \times 1} + \frac{Wsssg}{1.21 \times 1} = 1000.00 - \frac{166.67}{3.15 \times 1} - 100$$

1.713 Wsssg = 847.09

Wsssg = 494.507 Kgs. (para 1 M3. de concreto)

Wsssa = 1.427 Wsssg

Wsssa = 1.427 x 494.507

Wsssa = 705.661 Kgs. (para 1 M3. de concreto)

3.- Peso volumétrico diseñado de concreto (Pvd)

Pvd = (Wsssa + Wsssg + Wc + Ww) Kgs/m3

Pvd = (705.661 + 494.507 + 166.667 + 100.000) Kgs/m3.

Pvd = 1466.84 Kgs / m3.

4.- Chequéo de volumen diseñado

Va + Vg + Vc + Vw = 1000.00 Lts.

$$\frac{705.661}{1.61 \times 1} + \frac{494.507}{1.21 \times 1} + \frac{166.67}{3.15 \times 1} + 100.00 = 1000.00$$

1000.00 = 1000.00

5.- Cantidad para 1 M3. de concreto.

Arena = 705.661 Kgs.

Grava = 494.507 Kgs.

Cemento = 166.667 Kgs.

Agua = 100.00 Lts.

6.- Cantidades para 22 Lts de concreto.

Factor de transformación = 22/1000 = 0.022

Factor que será multiplicado por cada una de las cantidades obtenidas para 1 M3. de concreto, los datos siguientes están afectados por dicho factor.

Arena = 15.525 Kgs.

Grava = 10.879 Kgs.

Cemento = 3.667 Kgs.

Agua = 2.2 Lts.

En la tabla No. II-14, se presentan los valores de los resultados obtenidos en las mezclas de prueba, para diferentes relaciones de agua - cemento (A/C).

TABLA No. II – 14

RESULTADOS DE DISEÑOS DE MEZCLAS DE PRUEBA

RELACION A/C	MEZCLA No.	PESO VOLUMET. DE DISEÑO KGS/M3.	AGUA LTS	CEMENTO KGS.	ARENA KGS.	GRAVA KGS.	VOLUMEN DE CONCRETO LTS	REVENIMIENTO CMS.	AGUA LTS/M3.	% DE AIRE CONTENIDO
0.4	1	1512.82	2.20	5.50	15.04	10.54	22.00	16.00	100.00	--
	2	1488.86	1.65	4.13	15.86	11.12	22.00	11.00	75.00	--
	3	1464.90	1.10	2.75	16.68	11.69	22.00	7.00	50.00	--
0.5	1	1485.31	2.20	4.40	15.33	10.74	22.00	17.00	100.00	--
	2	1468.23	1.65	3.30	16.08	11.27	22.00	15.00	75.00	--
	3	1451.15	1.10	2.20	16.83	11.80	22.00	8.00	50.00	--
0.6	1	1466.97	2.20	3.67	15.53	10.88	22.00	17.00	100.00	--
	2	1454.48	1.65	2.75	16.23	11.37	22.00	17.00	75.00	--
	3	1441.98	1.10	1.83	16.92	11.86	22.00	13.00	50.00	--

NOTA : El revenimiento (7 a 17 cms.) , no logró la condición de aproximarse al valor nulo, lo cual desfavorece el uso de este concreto.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC. DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLAS DE PRUEBA	COORDINADOR : ING. JOAQUIN M.SERRANO CHOTO ASESORES : ING. ROGELIO E. GODINEZ ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Brs. : NELSON W. RINCAN HERNANDEZ RICARDO ALFREDO ORTIZ TORRES ERNESTO E.SEGUNGO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA

Los resultados que se obtuvieron, no fueron del todo satisfactorios, ya que la textura que presentaron los cilindros elaborados con estas mezclas no es la adecuada para la fabricación de bloques, ya que es demasiada porosa como puede observarse en la fotografía No. 1

Fotografía No.1
Textura presentada por los cilindros elaborados con mezclas de prueba.

2.6 DISEÑO FINAL DE LA MEZCLA PARA BLOQUE A BASE DE POMEZ.

GRANULOMETRIA, PESO VOLUMETRICO SECO Y CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL .

El tamaño máximo del agregado para elaborar bloques, es el que tiene 3/8" de diámetro, (ver Pág.No.71), el cual se considera como agregado grueso, y el que pasa la malla No.4 como agregado fino.

Debido a la textura porosa presentada por los cilindros elaborados con las mezclas de prueba, fue necesario utilizar una nueva proporción de arena y grava, que permitiera tener una mayor cantidad de finos, con el objeto de mejorar la textura de los bloques a fabricar, desde ese punto de vista, se procedió a utilizar aquella cantidad de materiales que pasan la malla de 3/8" con la diferencia, que no es necesario separar las partículas entre grava y arena, determinándole al conjunto su granulometría; con el fin de mejorar la calidad del bloque, se determinó a la vez a este material, el peso volumétrico seco tanto suelto como varillado.

Es de hacer notar que la ganulometría no se corrigió, tal como lo recomiendan los estudios anteriores (ver referencias 5>), ya que en ese estudio el concreto elaborado era del

tipo estructural y no para bloque de mampostería, debiéndose tener para este tipo de concreto una buena granulometría, adecuada relación A/C y requiere control de revenimiento para obtener así altas resistencias a la compresión (mayores que 100 Kgs/cm2, ver gráfica I-1); para el caso de este estudio, se elaboró concreto para mampostería donde se requiere alcanzar resistencias moderadas, que pueden llegar hasta los 100 Kgs/cm2, al probar el promedio de 3 unidades a los 28 días (ver gráfica No.I-1). Se ha optado por utilizar el material en su estado natural ya que ésta es la forma más adecuada y conveniente de utilizarlo en este caso.

Los resultados del análisis granulométrico, con sus módulos de finura y sus coeficientes de uniformidad y de curvatura, se presentan en las tablas No.II-15, II-16, II-17 y II-18 respectivamente.

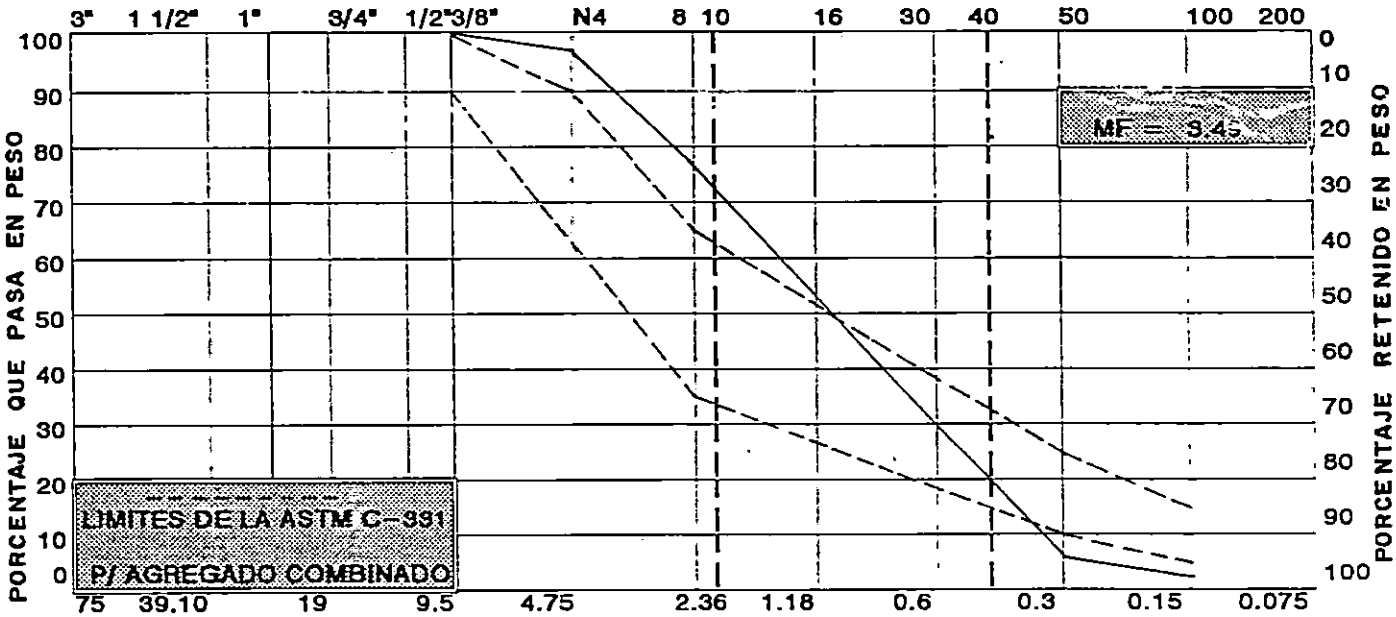
Los resultados de los pesos volumétricos secos del material que pasa la malla de 3/8" y sus contenidos de humedad se muestran en las tablas No.II-19 y II-20 respectivamente.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

TIPO DE MUESTRA OBTENIDA	:	ARENA Y GRAVA DE POMEZ
LUGAR DE EXTRACCION	:	BANCO DE LA FINCA EL LIMON
UBICACION	:	JURISDICCION DE COATEPEQUE, SANTA ANA
ANALISIS FISICO	:	GRANULOMETRIA
TIPO DE SUELO	:	ARENA Y GRAVA DE POMEZ
MUESTRA No.	:	1
PESO NETO DE LA MUESTRA	:	1000.00 Grs.

MALLA	Peso retenido parcial en Grs.	% retenido parcial	% retenido Acumulado	% que pasa la malla
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 4	29.40	2.94	2.94	97.06
No. 8	183.00	18.30	21.24	78.76
No. 16	325.30	32.53	53.77	46.23
No. 30	264.40	26.44	80.21	19.79
No. 50	134.50	13.45	93.66	6.34
No. 100	38.50	3.85	97.51	2.49
Pasan la No 100	24.90	2.49	100.00	0.00
SUMAS	1000.00	100.00		

ANALISIS DE MALLAS



GRAVA		ARENA		
GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA

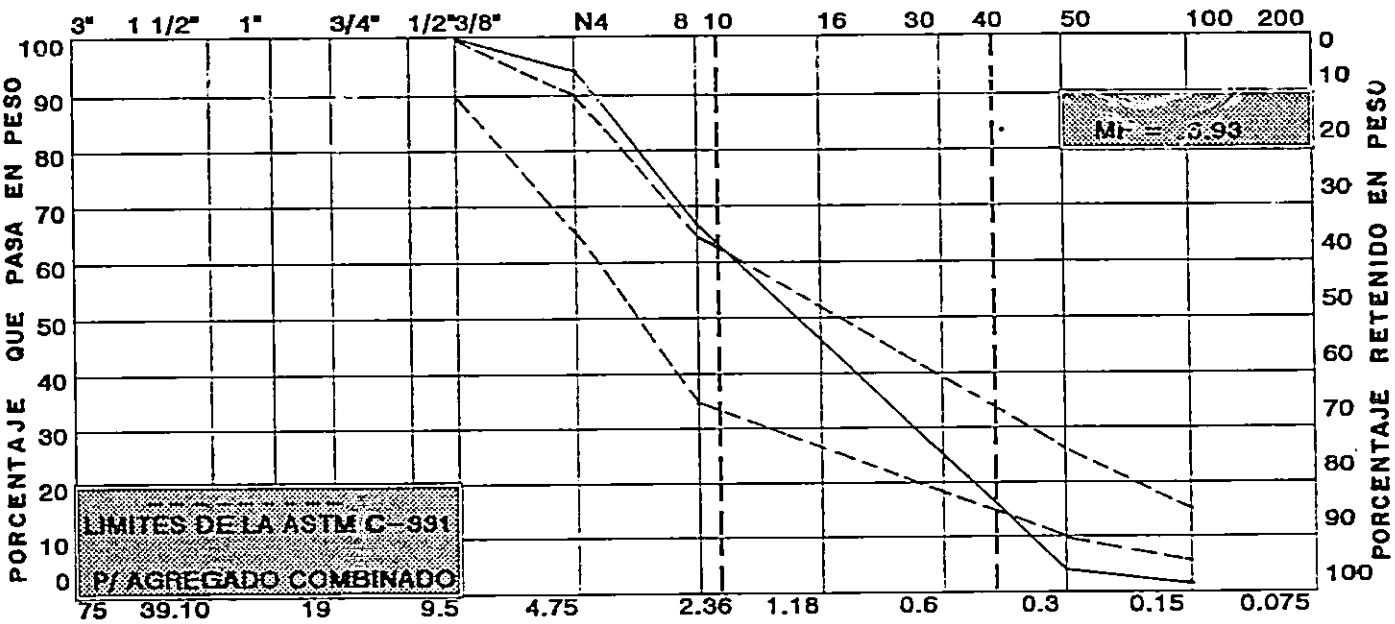
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC. DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION: ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO. AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO: GRANULOMETRIA	COORDINADOR: ING. JOAQUIN M. SERRANO CHOTO ASESORES: ING. ROGELIO E. GODINEZ G. ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Bs: NELSON W. RINCAN HERNANDEZ RICARDO A. ORTIZ TORRES. ERNESTO E. SEGUNDO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

TIPO DE MUESTRA OBTENIDA	:	ARENA Y GRAVA DE POMEZ
LUGAR DE EXTRACCION	:	BANCO DE LA FINCA EL LIMON
UBICACION	:	JURISDICCION DE COATEPEQUE, SANTA ANA
ANALISIS FISICO	:	GRANULOMETRIA
TIPO DE SUELO	:	ARENA Y GRAVA DE POMEZ
MUESTRA No.	:	2
PESO NETO DE LA MUESTRA	:	1000.00 Grs.

MALLA	Peso retenido parcial en Grs.	% retenido parcial	% retenido Acumulado	% que pasa la malla
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 4	58.60	5.86	5.86	94.14
No. 8	271.50	27.15	33.01	66.99
No. 16	350.70	35.07	68.08	31.92
No. 30	216.90	21.69	89.77	10.23
No. 50	81.20	8.12	97.89	2.11
No. 100	11.70	1.17	99.06	0.94
Pasan la No 100	9.40	0.94	100.00	0.00
SUMAS	1000.00	100.00		

ANALISIS DE MALLAS



GRAVA		ARENA		
GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC. DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION: ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO. AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO: GRANULOMETRIA	COORDINADOR: ING. JOAQUIN M. SERRANO CHOTO ASESORES: ING. ROGELIO E. GODINEZ G. ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Bri: NELSON W. RINCAN HERNANDEZ RICARDO A. ORTIZ TORRES. ERNESTO E. SEGUNDO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA.

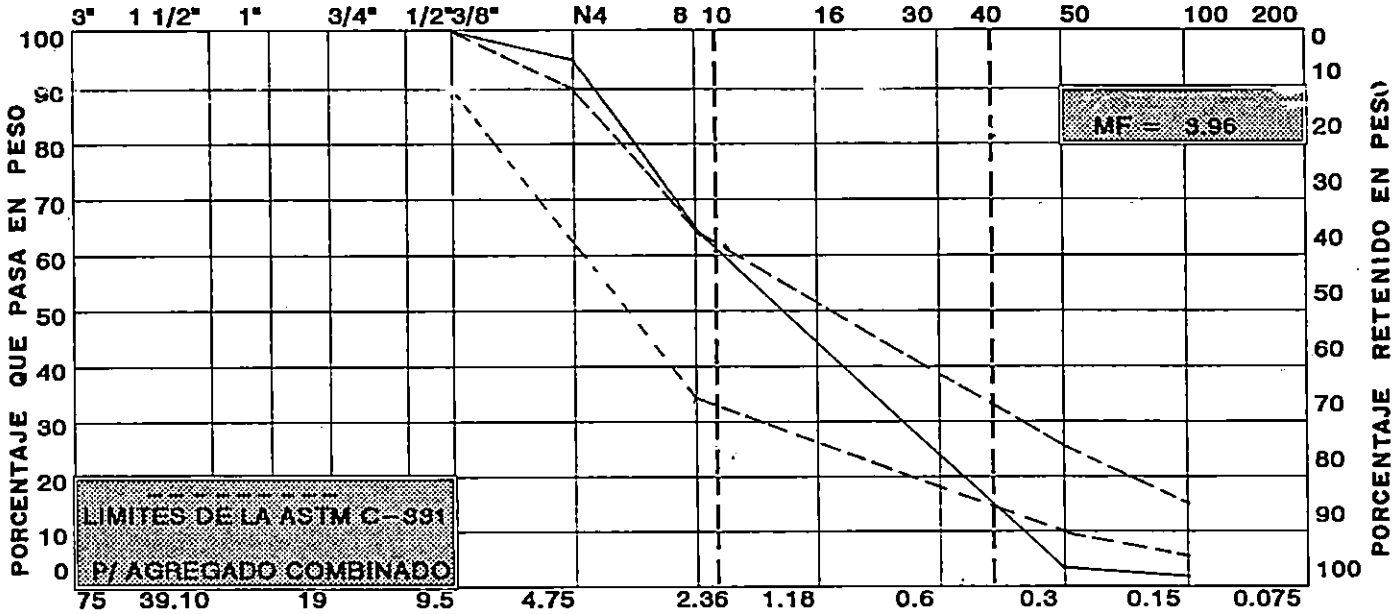
TABLA No. II – 17

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

TIPO DE MUESTRA OBTENIDA	:	ARENA Y GRAVA DE POMEZ
LUGAR DE EXTRACCION	:	BANCO DE LA FINCA EL LIMON
UBICACION	:	JURISDICCION DE COATEPEQUE, SANTA ANA
ANALISIS FISICO	:	GRANULOMETRIA
TIPO DE SUELO	:	ARENA Y GRAVA DE POMEZ
MUESTRA No.	:	3
PESO NETO DE LA MUESTRA	:	1000.00 Grs.

MALLA	Peso retenido parcial en Grs.	% retenido parcial	% retenido Acumulado	% que pasa la malla
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 4	63.60	6.36	6.36	93.64
No. 8	284.60	28.46	34.82	65.18
No. 16	346.20	34.62	69.44	30.56
No. 30	202.70	20.27	89.71	10.29
No. 50	73.20	7.32	97.03	2.97
No. 100	18.00	1.80	98.83	1.17
Pasan la No 100	11.70	1.17	100.00	0.00
SUMAS	1000.00	100.00		

ANALISIS DE MALLAS



DIAMETRO DE LAS PARTICULAS EN MILIMETROS

GRAVA		ARENA		
GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC. DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION: ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO. AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO: GRANULOMETRIA	COORDINADOR: ING. JOAQUIN M. SERRANO CHOTO ASESORES: ING. ROGELIO E. GODINEZ G. ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Bri: NELSON W. RINCAN HERNANDEZ. RICARDO A. ORTIZ TORRES. ERNESTO ESEGUNDO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA

TABLA No. II – 18

Determinacion de coeficientes de uniformidad y de curvatura

ARENA Y GRAVA DE POMEZ							
Muestra	D10 %	D30 %	D60 %	Cu.	Cu Prom.	Cc.	Cc Prom.
1	0.39	1.04	2.18	5.60		1.26	
2	0.40	1.06	2.18	5.45	5.68	1.35	1.25
3	0.35	0.89	2.10	6.00		1.08	

TABLA No. II–19

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

TIPO DE MUESTRA OBTENIDA : ARENA Y GRAVA DE POMEZ
LUGAR DE EXTRACCION : BANCO DE LA FINCA EL LIMON
UBICACION : JURISDICCION DE COATEPEQUE, SANTA ANA
ANALISIS FISICO : PESOS VOLUMETRICOS SECOS

PESO VOLUMETRICO SECO VARILLADO (KGS/M3.)			
Pvc 1 (Kgs/m3)	Pvc 2 (Kgs/m3)	Pvc 3 (Kgs/m3)	Pvc promedio (Kgs/m3)
646.20	659.10	622.60	641.30

PESO VOLUMETRICO SECO SUELTO (KGS/M3.)			
Pvc 1 (Kgs/m3)	Pvc 2 (Kgs/m3)	Pvc 3 (Kgs/m3)	Pvc promedio (Kgs/m3)
601.10	633.70	612.30	615.70

TABLA No. II-20

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

TIPO DE MUESTRA OBTENIDA : ARENA Y GRAVA DE POMEZ
LUGAR DE EXTRACCION : BANCO DE LA FINCA EL LIMON
UBICACION : JURISDICCION DE COATEPEQUE, SANTA ANA
ANALISIS FISICO : CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (EPOCA LLUVIOSA)

MUESTRA No.	PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (Wh) Grs.	PESO DE LA MUESTRA SECA (Ws) Grs.	PORCENTAJE HUMEDAD (%)	PORCENTAJE HUMED. PROMEDIO (%)
1	500.00	368.22	35.79	
2	500.00	379.91	31.61	33.4
3	500.00	376.61	32.76	

2.7 PROCESO PARA ELABORAR BLOQUES, ENSAYOS Y RESULTADOS.

Diseño y Elaboración de mezclas.

Una vez definida la granulometría del agregado para utilizarla en la elaboración de bloques, se procede a elaborar las mezclas, por el método de volumen absoluto, haciendo la observación que no se utilizarán las relaciones de agua-cemento propuestas en un principio (0.4, 0.5, 0.6), debido a que el concreto que se elaboró con ellas, presentó un alto revenimiento, aún cuando se utilizó una mínima cantidad de agua, la cual redujo de una manera proporcional la cantidad de cemento para lograr mantener la relación A/C.

En todo caso, la mezcla que se utilice en la fabricacion de bloques deberá contener una mínima cantidad de agua que garantice que al momento de desenmoldar el bloque, éste, no presente ninguna desfiguración (geometría, aristas, esquinas, rostros; intactos) aún cuando se manipule para traslado y curado.

Los diseños de las mezclas se realizaron a partir de proporcionamientos por pesos (cemento-pómez); es necesario hacer notar que el agua a utilizar es la necesaria para obtener un concreto de revenimiento nulo y apto para ser

utilizado en la fabricación de bloques, ya que el agua de mezcla dependerá única y exclusivamente del contenido de humedad natural del agregado de pómez.

Procedimiento a seguir en el diseño de mezcla.

1.- Se pesa una parte de cemento y las diferentes partes de pómez (1:5, 1:6, 1:7); 5, 6, 7, corresponden a las partes proporcionales del agregado por una de cemento.

2.- Se determina el agua de mezcla por prueba y error, hasta lograr obtener un concreto con revenimiento nulo.

Ejemplo numérico de diseño de mezclas.

1.- Para la proporción en peso de 1:6.

Se tomó como proporción en peso del cemento lo que equivale a una bolsa, luego la cantidad de agregado (con humedad natural de 33.4%, para este caso) a utilizar es 6 veces la cantidad en peso del cemento tomado como referencia. Se obtienen las siguientes cantidades para esta mezcla :

Cemento = 42.5 Kgs.

Pómez = 255.0 Kgs.

Agua = por prueba y error se llegó a la cantidad de 36 Lts. (asumiendo inicialmente 16.00 lts.)

Es importante hacer notar que la absorción y la gravedad específica, que se utilizarán en este diseño, corresponden a los determinados para el agregado fino, ya que la pómez aquí utilizada, puede considerarse como un agregado fino.

a.- Simbología :

Ssw = Gravedad específica del agua.

Ssa = Gravedad específica de la arena saturada superficialmente seca.

Ssc = Gravedad específica del cemento.

Va = Volumen de arena saturada superficialmente seca

Vc = Volumen de cemento.

Vw = Volumen de agua.

Vt = volumen total de los materiales.

Wsssa= Peso de la arena saturada superficialmente seca.

Ww = Peso del agua.

Aba = Absorción de la arena en porcentaje.

Pvd = Peso volumétrico diseñado de concreto

w = Contenido de humedad natural.

Wh = Peso de la arena con contenido de humedad natural.

A = agua de mezcla

Wt = peso de los materiales

Aabs = agua a absorver por el agregado de pómez para lograr la condición de saturado superficialmente seco.

b.- Datos de los resultados obtenidos experimentalmente.

Ssw = 1.0

Ssa = 1.61

Ssc = 3.15

Aba = 46.16 %

w = 33.4 %

Peso de una bolsa de cemento portland = 42.5 Kgs.

c.- Cálculo de pesos de los materiales.

Wt = Wh + Wc + Wa

donde :

Wt = 255.00 + 42.50 + 36.00

Wt = 333.50 Kgs.

d.- Cálculo de volumen de concreto diseñado

Volumen de pómez : para conocer el volumen de la pómez, ésta debe de estar saturada superficialmente seca, por lo que al peso de la pómez con contenido natural de humedad habrá que agregarle el peso del agua, que le hace falta para que se encuentre en este estado.

$$Aabs = \frac{Wh}{(1 + w/100)} \times (Aba/100 - w/100)$$

$$Aabs = \frac{255.0}{(1+33.40/100)} \times (46.16/100 - 33.40/100)$$

Aabs = 24.39 Lts.

luego :

Wsssa = Wh + Aabs

Wsssa = 255.00 + 24.39

Wsssa = 279.39 Lts.

Va = Wsssa/ (Ssa x Ssw)

Va = 279.39/ (1.61x1)

Va = 173.53 Lts.

Vw = A - Aabs

Vw = 36.00 - 24.39

Vw = 11.61 Lts.

Vt = Va + Vw + Vc

Vt = 173.53 + 11.61 + 42.5/(3.15x1)

Vt = 198.63 Lts.

Vt = 0.19863 M3.

e.- Peso volumétrico diseñado de concreto

Pvd = Wt / Vt

Pvd = 333.50 / 0.19863

Pvd = 1678.95 Kgs./ m3.

f.- Cantidades para 100.00 Lts.

Factor de transformación = 100/Vt = 100/198.63

Factor que será multiplicado por cada una de las cantidades obtenidas para una bolsa de cemento (F=0.503)

Los datos siguientes están afectados por dicho factor

Wh = 128.38 Kgs.

Wc = 21.39 Kgs.

A = 18.12 Lts.

g.- Cantidades para 1 M3. (1000.00 Lts.)

Factor de transformación = 1000/Vt = 1000/198.93

F = 5.0344. Los siguientes datos están afectados por dicho factor.

Wh = 1283.76 Kgs

Wc = 213.95 Kgs

A = 181.23 Lts.

Los resultados que se presentan en la tabla No.II-21, son a partir de relaciones en peso, para las siguientes proporciones: 1:5, 1:6, 1:7.

TABLA No. II-21

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

DOSIFICACIONES PESO PARA DIFERENTES VOLUMENES DE CONCRETO

PARA 1.00 BOLSA DE CEMENTO

PROPORCION EN PESO CEMENTO – POMEZ	ARENA – GRAVA Kgs.	CEMENTO Kgs.	AGUA Lts.	PESO VOLUMETRICO DE DISEÑO Pvd
1 : 5	215.50	42.50	30.00	1698.67
1 : 6	255.00	42.50	36.00	1678.95
1 : 7	297.50	42.50	42.00	1664.54

PARA UN V = 100.00 Lts.

PROPORCION EN PESO CEMENTO – POMEZ	ARENA – GRAVA Kgs.	CEMENTO Kgs.	AGUA Lts.	PESO VOLUMETRICO DE DISEÑO Pvd
1 : 5	126.65	25.33	17.88	1698.67
1 : 6	128.36	21.39	18.12	1678.95
1 : 7	129.63	18.52	18.30	1664.54

PARA UN V = 1.00 M3.

PROPORCION EN PESO CEMENTO – POMEZ	ARENA – GRAVA Kgs.	CEMENTO Kgs.	AGUA Lts.	PESO VOLUMETRICO DE DISEÑO Pvd
1 : 5	1266.55	253.31	178.81	1698.67
1 : 6	1283.76	213.96	181.24	1678.95
1 : 7	1296.34	185.19	183.01	1664.54

Proceso de la Elaboración de la mezcla.

Se procedió a la colocación de los elementos en una superficie plana, limpia, libre de impurezas, sin residuos de agua, o algún otro cuerpo extraño a la mezcla; primero se colocó el agregado de pómez con un contenido de humedad natural de 33.4%, luego se extendió todo este material sobre dicha superficie, posteriormente se colocó el cemento en forma uniforme sobre el agregado de pómez, sin agregar agua más que el contenido natural del agregado, se revolvieron en forma manual estos dos componentes hasta tener una distribución homogénea de todas las partículas, una vez lograda esta primera condición, se extendió nuevamente el conjunto de ingredientes sobre el área de trabajo y se suministró el agua de mezcla (la cual depende del contenido de humedad natural de la pómez a utilizar), aplicando el método, de rociado, por medio de una regadera metálica (se suministró un primer volumen de agua de 16.00 lts. para la revoltura, luego se agregó el volumen restante hasta obtener la cantidad óptima de agua, constituyéndose de esta manera el método de prueba y error), se revolvieron nuevamente todos estos materiales, hasta que se tuvo la seguridad de que todas las partículas de agregado tuvieran el cemento y agua necesarios para lograr la consistencia deseada para la elaboración de bloques.

La eficacia en la elaboración de la mezcla para bloques depende de la experiencia de la persona que controla dicho procedimiento; de ésto dependerá también que se obtenga un buen resultado en la elaboración del bloque.

Colocación de la mezcla en el molde.

Una vez elaborada la mezcla, ésta se colocó en el molde de fabricar bloques por medio de una pala manual, hasta llenar totalmente con copete el molde, se encendió la máquina, con lo cual comenzó el vibrado por un espacio de 10 segundos, con este movimiento la mezcla sufrió un acomodamiento lo que redujo el volumen dentro del molde por lo que se agregó más material al molde, el vibrado continuó otros 5 segundos, al final de los cuales se apagó la máquina, se enrazó el molde y luego se desenmoldó. Los bloques en esta misma operación quedaron sobre plantillas de madera, los cuales se trasladaron hasta el lugar de curado.

El tipo de máquina utilizada es de fabricación nacional, que tiene instalado un motor trifásico de una potencia de 2 HP, alcanzando una velocidad de 1700 RPM en la primera poléa; entre el motor y la mesa vibratoria está colocada una segunda poléa que tiene un diámetro menor a la primera, con ésto, la velocidad que se alcanza oscila alrededor de 3000 RPM, aumentando considerablemente la vibración.

Se utilizó en la máquina un molde de dos compartimientos, para elaborar dos bloques enteros a la vez y un molde de tres compartimientos para elaborar dos medios bloques y un bloque solera a la vez.

Las dosificaciones de las mezclas pueden observarse en la tabla No.II-21, las cuales se obtuvieron utilizando diversas cantidades de agua ya que lo que se necesita es tener una mezcla trabajable, de consistencia baja y de revenimiento nulo.

El método empleado en el curado de los bloques fue al rociado, iniciándose al día siguiente de haberlos elaborado, realizando dicho proceso durante 3 veces al día con un intervalo de tiempo entre éstas de 4 horas por un lapso de 28 días consecutivos de curado.

2.8 CONTROL DE LA MEZCLA UTILIZADA EN LA ELABORACION DE BLOQUES A BASE DE POMEZ Y ENSAYOS (RESISTENCIA A LA COMPRESION Y A LA TENSION)

ELABORACION DE CILINDROS DE PRUEBA.

De acuerdo al diseño de la mezcla para bloques, se elaboró un volumen de 100.00 lts. de concreto, correspondiente al colado de 18 cilindros (ver tabla No.II-21), para efectuarles las pruebas de resistencia a la compresión a los

7, 14 y 28 días de curado y a la tensión a los 28 días de curado.

La elaboración de los cilindros se efectuó colocando el concreto en moldes de acero de 15 cms. de diámetro y 30 cms. de alto, los cuales se llenaron en tres capas, vibrando cada una de ellas en un tiempo total de vibrado de 15 segundos.

El curado de éstos se inició 24 horas después de ser elaborados y el método utilizado para ello fue el de estancamiento o inmersión, cubriéndolos totalmente.

El mismo tipo de mezcla empleada en la fabricación de bloques se utilizó para la elaboración de cilindros de control, calculando para ello, dos volúmenes de concreto en iguales condiciones (humedad natural y agua de mezcla), con el objetivo de llevar un control del peso volumétrico diseñado y el peso volumétrico del concreto fresco para bloques y para cilindros.

Los pesos volumétricos del concreto fresco y los porcentajes de aire atrapado tanto para cilindros como para bloques, se calculan de acuerdo a la norma ASTM C-173, de la siguiente manera:

$$Pvcf = \frac{Wcf}{Vm}$$

$$\% \text{ aire atrapado} = \frac{Pvd - Pvcf}{Pvd}$$

Siendo :

Pvcf = Peso volumétrico del concreto fresco.

Wcf = Peso del concreto fresco contenido en el molde.

Vm = Volumen del molde que contiene al concreto fresco.

Pvd = Peso volumétrico de concreto diseñado.

Los resultados de estas pruebas se muestran en las tablas No.II-22 y No.II-23.

Contracción por secado del concreto.

La norma ASTM C-157, establece un método tentativo de ensaye para determinar los cambios volumétricos del concreto.

Dicha norma establece que esta propiedad debe determinarse usando la misma relación entre agregado fino y grueso que se empleará en la elaboración de la mezcla, debiendo utilizar tres especímenes de 2"x2"x11¼" para el ensaye.

Es de hacer notar que en el caso de este estudio, las mezclas utilizadas para determinar las contracciones, fueron las mismas que se utilizaron en la elaboración de bloques, las cuales presentaron revenimientos nulos y no como lo establece la norma antes mencionada, ésto se realizó con el fin de tener una idea más clara de las contracciones que pudiera presentar el bloque.

TABLA No. II-22

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ELEMENTO DE ANALISIS : BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ

PRUEBA : CONTROL DE PESOS VOLUMETRICOS DEL CONCRETO FRESCO Y PORCENTAJE AIRE ATRAPADO

PROBETA No.	PESO VOLUMETRICO DISEÑADO KG/M3.	PESO VOLUMETRICO CONCRETO FRESCO KG/M3.	% AIRE ATRAPADO	% PROMEDIO DE AIRE ATRAPADO
PROPORCION 1:7				
1	1664.54	1434.76	13.68	12.64
2		1460.17	12.28	
3		1465.58	11.95	
PROPORCION 1:6				
1	1678.95	1506.83	10.25	12.56
2		1444.28	13.98	
3		1453.00	3.46	
PROPORCION 1:5				
1	1698.67	1426.18	16.04	14.19
2		1493.34	12.09	
3		1453.45	14.44	
PORCENTAJE PROMEDIO				13.13

TABLA No. II-23

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ELEMENTO DE ANALISIS : CILINDROS DE PRUEBA

PRUEBA : CONTROL DE PESOS VOLUMETRICOS DEL CONCRETO FRESCO Y PORCENTAJE AIRE ATRAPADO.

PROBETA No.	PESO VOLUMETRICO DISEÑADO KG/M3.	PESO VOLUMETRICO CONCRETO FRESCO KG/M3.	% AIRE ATRAPADO	% PROMEDIO DE AIRE ATRAPADO
PROPORCION 1:7				
1	1664.54	1260.41	24.28	22.16
2		1299.08	21.96	
3		1380.76	17.05	
4		1278.33	23.20	
5		1259.85	24.31	
PROPORCION 1:6				
1	1678.95	1375.68	18.06	20.94
2		1317.94	21.50	
3		1327.56	20.93	
4		1293.42	22.96	
5		1321.91	21.27	
PROPORCION 1:5				
1	1698.67	1355.48	20.20	21.08
2		1341.52	21.03	
3		1334.54	21.44	
4		1347.18	20.69	
5		1323.98	22.06	
PORCENTAJE PROMEDIO				21.39

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC. DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION: ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO. AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO: CONTROL PESO VOLUMETRICO Y CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	COORDINADOR: ING. JOAQUIN M. SERRANO CHOTO ASESORES: ING. ROGELIO E. GODINEZ G. ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Brs: NELSON W. RINCAN HERNANDEZ. RICARDO A. ORTIZ TORRES. ERNESTO E. SEGUNDO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA

PREPARACION PARA ENSAYO DE CILINDROS Y BLOQUES.

Cabeceado de los especímenes.

Los bloques y cilindros fabricados, fueron cabeceados utilizando una pulidora manual de 6000 RPM, con la cual se logró obtener en la parte superior e inferior de los elementos, superficies lisas y niveladas, haciendo uso de un nivel de caja, para lograr esta condición; con lo cual se consigue la aplicación uniforme de la carga en la prueba a todo el especimen.

ENSAYE DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Y TENSION DE CILINDROS DE PRUEBA.

Ruptura de cilindros a compresión.

Los cilindros deben ensayarse en el menor tiempo posible después de retirarlos del cuarto de curado, si el ensayo se realiza después de haberse preparado sus bases, éstos deberán protegerse de la pérdida de humedad.

Su colocación en la máquina de prueba Tinius Olsen, se hace con sumo cuidado, tal que el cilindro quede al centro de la mesa y la carga aplicada sea axial o sea que quede centrada.

El procedimiento a seguir se inicia con la aplicación de una carga a velocidad de deformación de 10 mm. por minuto hasta la falla del especimen, registrando la carga última

(ruptura), además, se lleva un control del especimen desde el agrietamiento hasta la falla, con el objeto de describir y juzgar el tipo de falla.

La resistencia se calcula así :

$$f'c = \frac{\text{carga última}}{\text{área de la base}} = \frac{p}{A}$$

El método empleado para el ensayo a compresión es el que describe la norma ASTM C-39, con el objetivo de llevar un control de resistencias del concreto para diferentes edades de curado (7, 14 y 28 días).

Los resultados de estas pruebas se reportan en las tablas No.II-24, No.II-25, y No.II-26 y gráfica II-2.

TABLA No. II-24

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ELEMENTO DE ANALISIS : CILINDROS DE CONCRETO DE POMEZ

PRUEBA MECANICA : RESISTENCIA A LA COMPRESION

TIEMPO DE CURADO : 7 DIAS

PROBETA No.	DIAMETRO Cm.	ALTURA Cm.	AREA Cm2.	PESO Kgs.	PESO VOLUMET. Kgs./cm3	CARGA Kgs.	ESFUERZO Kgs./Cm2.	ESFUERZO PROMEDIO Kgs./Cm2.
PROPORCION 1:7								
1	15.10	30.10	179.10	7.141	1324.64	2550.00	14.24	11.71
2	15.10	30.20	179.10	7.125	1317.30	2290.00	12.79	
3	15.16	30.00	180.50	6.844	1263.90	1460.00	8.09	
PROPORCION 1:6								
1	15.24	30.00	182.41	7.256	1325.95	4950.00	27.14	24.49
2	15.24	30.23	182.41	7.278	1319.92	5100.00	27.96	
3	15.24	30.20	182.41	7.123	1293.10	3350.00	18.37	
PROPORCION 1:5								
1	15.10	30.13	179.08	7.481	1386.48	4700.00	26.24	26.10
2	15.30	30.43	183.85	7.571	1353.28	4650.00	25.29	
3	15.27	30.23	183.13	7.437	1343.38	4900.00	26.76	

TABLA No.II-25

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ELEMENTO DE ANALISIS : CILINDROS DE CONCRETO DE POMEZ

PRUEBA MECANICA : RESISTENCIA A LA COMPRESION

TIEMPO DE CURADO : 14 DIAS

PROBETA No.	DIAMETRO Cm.	ALTURA Cm.	AREA Cm2.	PESO Kgs.	PESO VOLUMET. Kgs./cm3	CARGA Kgs.	ESFUERZO Kgs./Cm2.	ESFUERZO PROMEDIO Kgs./Cm2.
PROPORCION 1:7								
1	15.13	30.20	179.80	7.086	1304.98	3210.00	17.85	19.68
2	15.10	30.20	179.10	7.127	1317.66	3380.00	18.87	
3	15.13	30.26	179.80	7.355	1351.84	4015.00	22.33	
PROPORCION 1:6								
1	15.00	30.30	176.71	7.407	1383.37	5850.00	33.11	32.67
2	15.10	30.23	179.08	7.265	1341.93	5850.00	32.57	
3	15.20	30.20	181.46	7.232	1319.69	5850.00	32.24	
PROPORCION 1:5								
1	15.23	30.40	182.18	7.485	1351.50	5250.00	28.82	30.08
2	15.07	30.30	178.37	7.400	1369.20	5600.00	31.40	
3	15.20	30.37	181.46	7.551	1370.00	5450.00	30.03	

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC. DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION: ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO. AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS	COORDINADOR: ING. JOAQUIN M. SERRANO CHOTO ASESORES: ING. ROGELIO E. GODINEZ G. ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Brs: NELSON W. RINCAN HERNANDEZ. RICARDO A. ORTIZ TORRES. ERNESTO E. SEGUNDO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA

TABLA No. II-26

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ELEMENTO DE ANALISIS : CILINDROS DE CONCRETO DE POMEZ

PRUEBA MECANICA : RESISTENCIA A LA COMPRESION

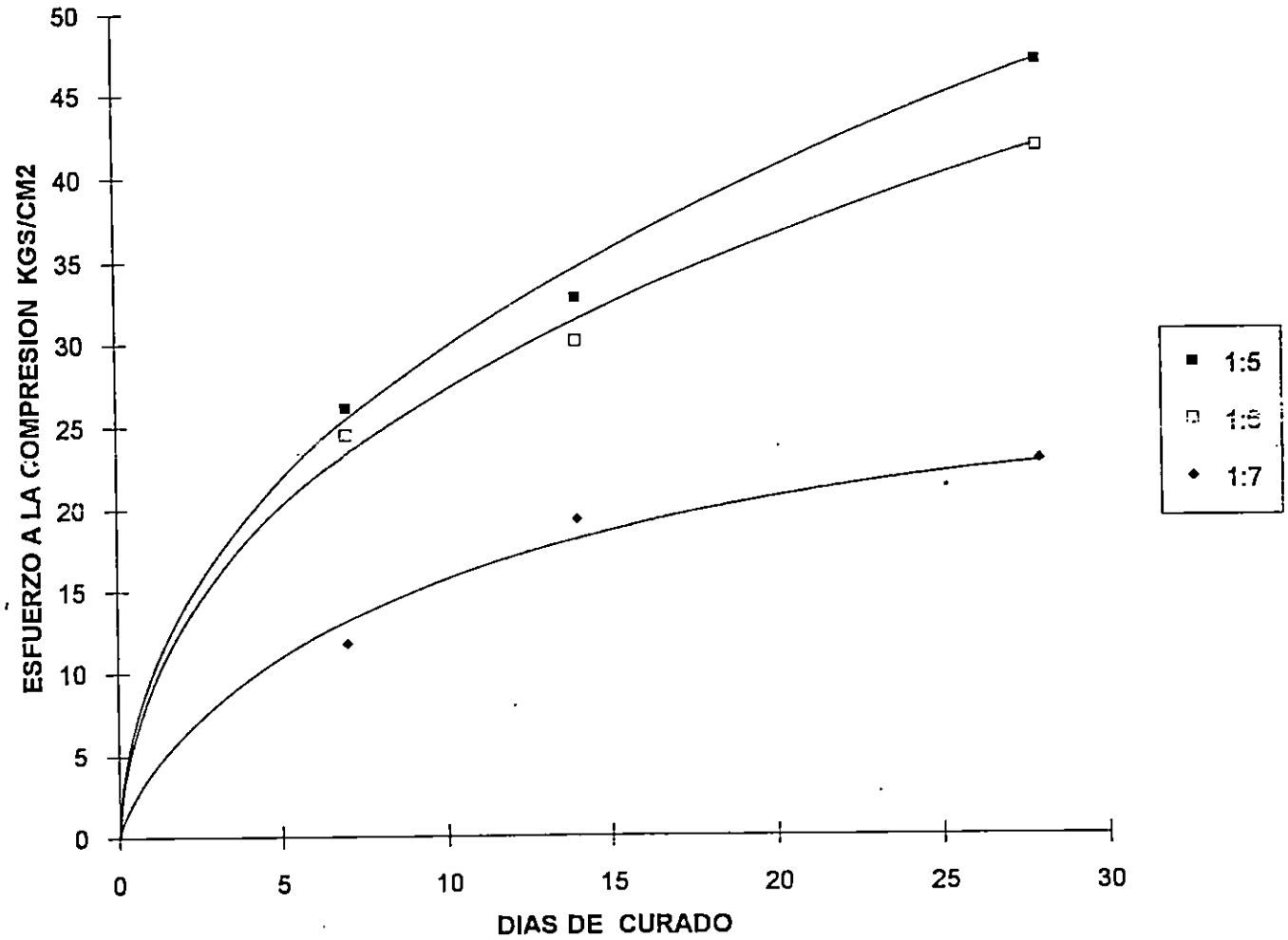
TIEMPO DE CURADO : 28 DIAS

PROBETA No.	DIAMETRO Cm.	ALTURA Cm.	AREA Cm2.	PESO Kgs.	PESO VOLUMET. Kgs./cm3	CARGA Kgs.	ESFUERZO Kgs./Cm2.	ESFUERZO PROMEDIO Kgs./Cm2.
PROPORCION 1 : 7								
1	15.10	30.00	179.10	7.235	1346.55	4250.00	23.73	22.71
2	15.10	30.20	179.10	7.104	1313.41	4300.00	24.01	
3	15.10	29.83	179.10	7.026	1315.10	3650.00	20.38	
PROPORCION 1 : 6								
1	15.10	29.90	179.08	7.315	1366.14	6450.00	36.02	41.79
2	15.00	30.00	176.71	7.334	1383.43	8050.00	45.55	
3	15.20	29.90	181.46	7.380	1360.20	7950.00	43.81	
PROPORCION 1 : 5								
1	15.00	29.80	176.71	7.459	1416.46	7350.00	41.60	47.02
2	15.20	30.10	181.46	7.563	1384.67	8200.00	45.19	
3	15.20	30.10	181.46	7.668	1403.90	9850.00	54.28	

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC: DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION: ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO. AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS	COORDINADOR: ING.JOAQUIN M.SERRANO CHOTO ASESORES: ING. ROGELIO E. GODINEZ G. ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Brs: NELSON W. RINCAN HERNANDEZ. RICARDO A. ORTIZ TORRES. ERNESTO E.SEGUNDO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA.

Gráfica No : II-2

RESISTENCIAS A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO LIGERO PARA DIFERENTES PROPORCIONES DE CEMENTO - POMEZ



Edad dias	Proporción Cemento - Agregado		
	1:5	1:6	1:7
7	26.1	24.49	11.71
14	32.67	30.08	19.28
28	47.02	41.79	22.91

Ruptura de cilindros a la tensión (prueba brasileña)

La norma ASTM C-496, establece el método de ensaye a la tensión, para especímenes de concreto, sometiendo el cilindro a dos fuerzas lineales (concentradas) de compresión diametrálmente opuestas, la distribución de las tensiones de tracción en ese diámetro es prácticamente uniforme (ver esquema en fig. II-1) y se calcula de la siguiente manera :

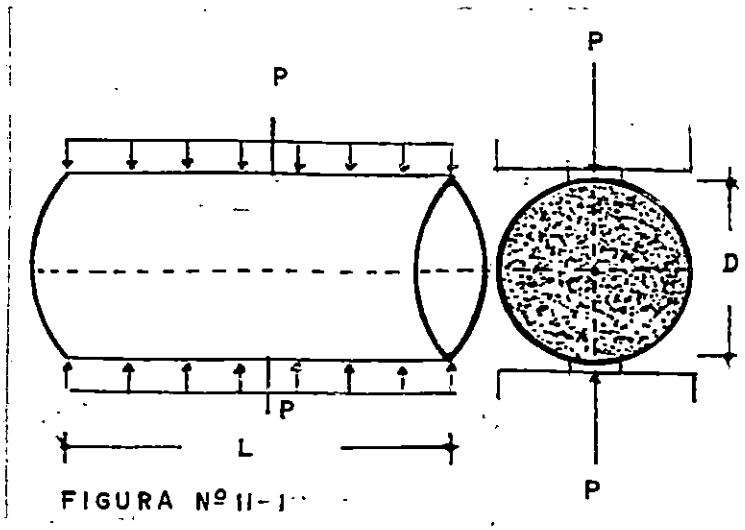


FIGURA Nº II-1

$$f't = \frac{2 \times P}{\pi \times D \times L}$$

donde :

f't= fuerza de tensión.

P = carga aplicada.

D = diámetro de ruptura.

L = largo del especimen.

Los resultados de esta prueba se presentan en las tabla No.II-27 y gráfica No.II-3.

TABLA No. II-27

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ELEMENTO DE ANALISIS : CILINDROS DE CONCRETO DE POMEZ

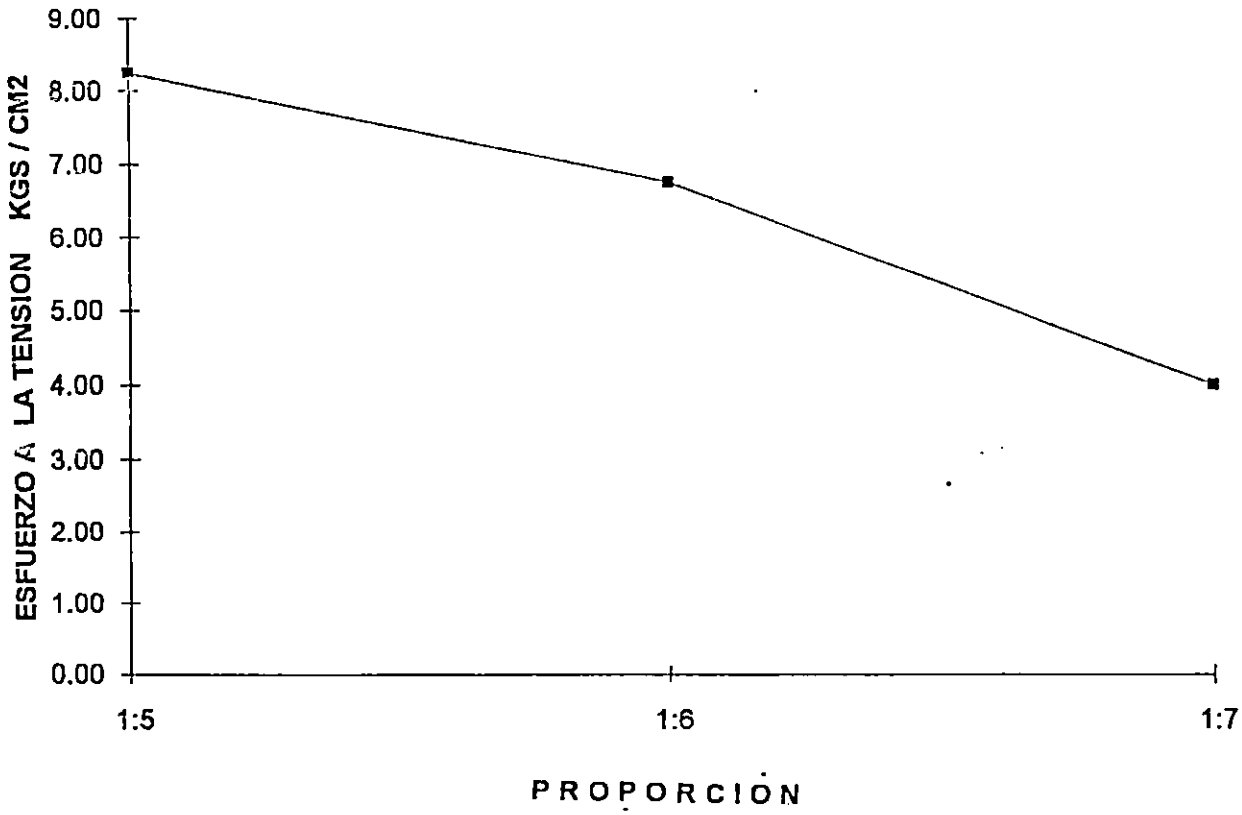
PRUEBA MECANICA : RESISTENCIA A LA TENSION.

TIEMPO DE CURADO : 28 DIAS

PROBETA No.	DIAMETRO Cm.	LONGITUD Cm.	PESO Kgs.	CARGA Kgs.	ESFUERZO f't Kgs./Cm2.	ESFUERZO PROMEDIO Kgs./Cm2.
PROPORCION 1:7						
1	15.20	30.40	7.138	2750.00	3.79	4.00
2	15.10	30.10	7.114	2600.00	3.64	
3	15.00	30.13	7.037	2750.00	3.87	
4	15.10	30.43	7.277	3300.00	4.57	
5	15.10	30.33	7.690	4000.00	5.56	
6	15.16	30.50	7.089	2300.00	3.17	
7	15.13	30.46	7.033	2300.00	3.18	
8	15.13	30.26	7.053	3050.00	4.24	
PROPORCION 1:6						
1	15.10	30.20	7.430	4800.00	6.70	6.75
2	15.00	30.50	7.412	4900.00	6.82	
3	15.10	30.20	7.350	4450.00	6.21	
4	15.00	30.40	7.442	5450.00	7.61	
5	15.10	30.20	7.288	4850.00	6.77	
6	15.00	30.30	7.340	4350.00	6.09	
7	15.00	30.10	7.448	4400.00	6.20	
8	15.10	30.10	7.486	5400.00	7.56	
PROPORCION 1:5						
1	15.20	30.40	7.531	4850.00	6.68	8.24
2	15.00	30.20	8.585	5800.00	8.15	
3	15.10	30.20	7.361	5250.00	7.33	
4	15.10	30.30	7.673	6250.00	8.70	
5	15.00	30.40	7.566	6350.00	8.87	
6	15.10	30.50	7.642	6650.00	9.19	
7	15.00	30.50	7.626	6600.00	9.18	
8	15.10	30.40	7.595	5650.00	7.84	

GRAFICA No II - 3

RESISTENCIA A LA TENSION DE CILINDROS DE CONCRETO DE POMEZ A LOS 28 DIAS DE CURADO



Proporción Cemento - Agregado	Esfuerzo a la Tensión (Kg/Cm2)
1:5	8.24
1:6	6.75
1:7	4.00

2.9 ENSAYE DE BLOQUES A BASE DE POMEZ DEL BANCO DE LA FINCA EL LIMON.

Resistencia a la compresión de los bloques.

Para establecer la calidad de los elementos de mampostería (bloques) fabricados, debe determinarse la resistencia última a la compresión; este ensaye se realiza de acuerdo al método que establece la norma ASTM C-140, bajo la designación de la norma ASTM C-29 para unidades huecas de carga.

Una vez cabeceados los bloques, se procede a elaborar plantillas, en las que se plasma totalmente, la forma de la cara superior e inferior, con el objeto de conocer el área de contacto entre el bloque y la máquina de prueba Tinius Olsen, posteriormente esta área será utilizada en el cálculo de la resistencia a la compresión del bloque.

Para efectuar esta prueba es necesario, adaptar a la máquina de prueba, un yugo con una placa de acero de aproximadamente de 3/4" de espesor, esta placa es la que transmite la carga al bloque.

Los bloques se colocan en la máquina de tal forma que queden centrados en la mesa de prueba, una vez lograda esta condición se procede a aplicar carga a los especímenes, hasta registrar la carga última, además es necesario observar la forma del agrietamiento y el tipo de falla que se produce debido a la carga aplicada.

La falla normal que presenta el bloque es partido en dos mitades regulares transversalmente a lo largo del mismo, como puede apreciarse en la figura No.II-2. Otra forma de falla es la que se presenta en la figura No.II-3.

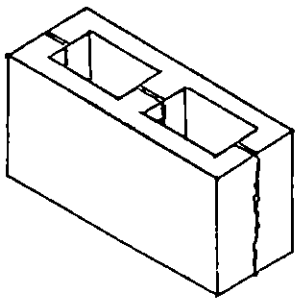


FIGURA Nº II-2

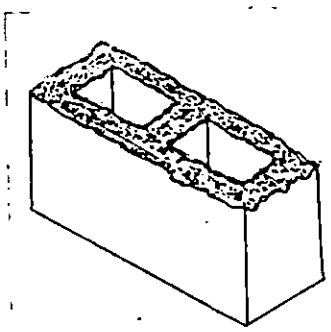


FIGURA Nº II-3

Los resultados de estas pruebas pueden observarse en las tablas No.II-28, No.II-29 y No.II-30 y la gráfica No.II-4, para las diferentes edades de curado (7, 14, y 28 días).

TABLA No. II-28

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ELEMENTO DE ANALISIS : BLOQUES DE CONCRETO LIGERO DE POMEZ

PRUEBA MECANICA : RESISTENCIA A LA COMPRESION

TIEMPO DE CURADO : 7 DIAS

BLOQUE No.	LARGO Cm.	ANCHO Cm.	ALTO Cm.	AREA NETA Cm2.	AREA GRUESA Cm2.	PESO Kgs.	VOLUMEN NETO Cm3.	PESO VOLUMET. Kgs./m3	CARGA Kgs.	ESFUEZO NETO Kgs./Cm2.	ESFUERZO NETO PROMEDIO Kgs./Cm2.	ESFUEZO GRUESO Kgs./Cm2.	ESF.GRUESO PROMEDIO Kgs./Cm2.
PROPORCION 1:5													
1	38.80	14.30	19.70	326.10	554.84	9.162	6424.17	1426.18	12400.00	38.03	38.90	22.35	23.25
2	39.10	14.30	19.20	326.10	559.13	9.350	6261.12	1493.34	13000.00	39.87		23.25	
3	39.00	14.20	19.40	326.10	553.80	9.195	6326.34	1453.45	12650.00	38.79		22.84	
PROPORCION 1:6													
1	39.00	14.40	18.90	326.10	561.60	9.287	6163.29	1506.83	11650.00	35.73	35.16	20.74	20.59
2	38.80	14.30	19.40	326.10	554.84	9.137	6326.34	1444.28	11450.00	35.11		20.64	
3	39.00	14.20	19.10	326.10	553.80	9.050	6228.51	1453.00	11300.00	34.65		20.40	
PROPORCION 1:7													
1	38.90	14.30	19.00	326.10	556.27	8.902	6195.90	1436.76	9100.00	27.91	29.14	16.36	17.01
2	39.00	14.30	18.50	326.10	557.70	8.809	6032.85	1460.17	8950.00	27.45		16.05	
3	39.00	14.40	18.80	326.10	561.60	8.985	6130.68	1465.58	10450.00	32.05		18.61	

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC. DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO : PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ	COORDINADOR : ING. JOAQUIN M.SERRANO CHOTO ASESORES : ING. ROGELIO E. GODINEZ ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Brs. : NELSON W. RINCAN HERNANDEZ RICARDO ALFREDO ORTIZ TORRES ERNESTO E.SEGUNGO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA

TABLA No. II-29

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ELEMENTO DE ANALISIS : BLOQUES DE CONCRETO LIGERO DE POMEZ

PRUEBA MECANICA : RESISTENCIA A LA COMPRESION

TIEMPO DE CURADO : 14 DIAS

BLOQUE No.	LARGO Cm.	ANCHO Cm.	ALTO Cm.	AREA NETA Cm2.	AREA GRUESA Cm2.	PESO Kgs.	VOLUMEN NETO Cm3.	PESO VOLUMET. Kgs./m3	CARGA Kgs.	ESFUERZO NETO Kgs./Cm2.	ESFUERZO NETO PROMEDIO Kgs./Cm2.	ESFUERZO GRUESO Kgs./Cm2.	ESF.GRUESO PROMEDIO Kgs./Cm2.
PROPORCION 1:5													
1	39.00	14.30	18.90	326.10	557.70	9.295	6163.29	1508.12	13550.00	41.55	43.75	24.30	25.67
2	38.90	14.20	19.40	326.10	552.38	9.398	6326.34	1485.54	12550.00	38.49		22.72	
3	38.90	14.30	19.20	326.10	556.27	9.823	6261.12	1568.89	16700.00	51.21		30.00	
PROPORCION 1:6													
1	38.90	14.30	19.70	326.10	556.27	9.083	6424.17	1413.88	12000.00	36.80	35.98	21.57	21.12
2	38.90	14.30	19.30	326.10	556.27	9.207	6293.73	1462.88	12450.00	38.18		22.38	
3	39.00	14.20	19.20	326.10	553.80	9.011	6261.12	1439.20	10750.00	32.97		19.41	
PROPORCION 1:7													
1	39.00	14.60	19.10	326.10	569.40	9.172	6228.51	1472.58	9150.00	28.06	29.70	16.07	17.25
2	39.00	14.30	18.90	326.10	557.70	8.689	6163.29	1409.80	9850.00	30.21		17.66	
3	39.00	14.30	18.90	326.10	557.70	9.339	6163.29	1515.26	10050.00	30.82		18.02	

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC. DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO : PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ	COORDINADOR : ING. JOAQUIN M.SERRANO CHOTO ASESORES : ING. ROGELIO E. GODINEZ ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Brs. : NELSON W. RINCAN HERNANDEZ RICARDO ALFREDO ORTIZ TORRES ERNESTO E.SEGUNGO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA

TABLA No. II--30

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ELEMENTO DE ANALISIS : BLOQUES DE CONCRETO LIGERO DE POMEZ

PRUEBA MECANICA : RESISTENCIA A LA COMPRESION

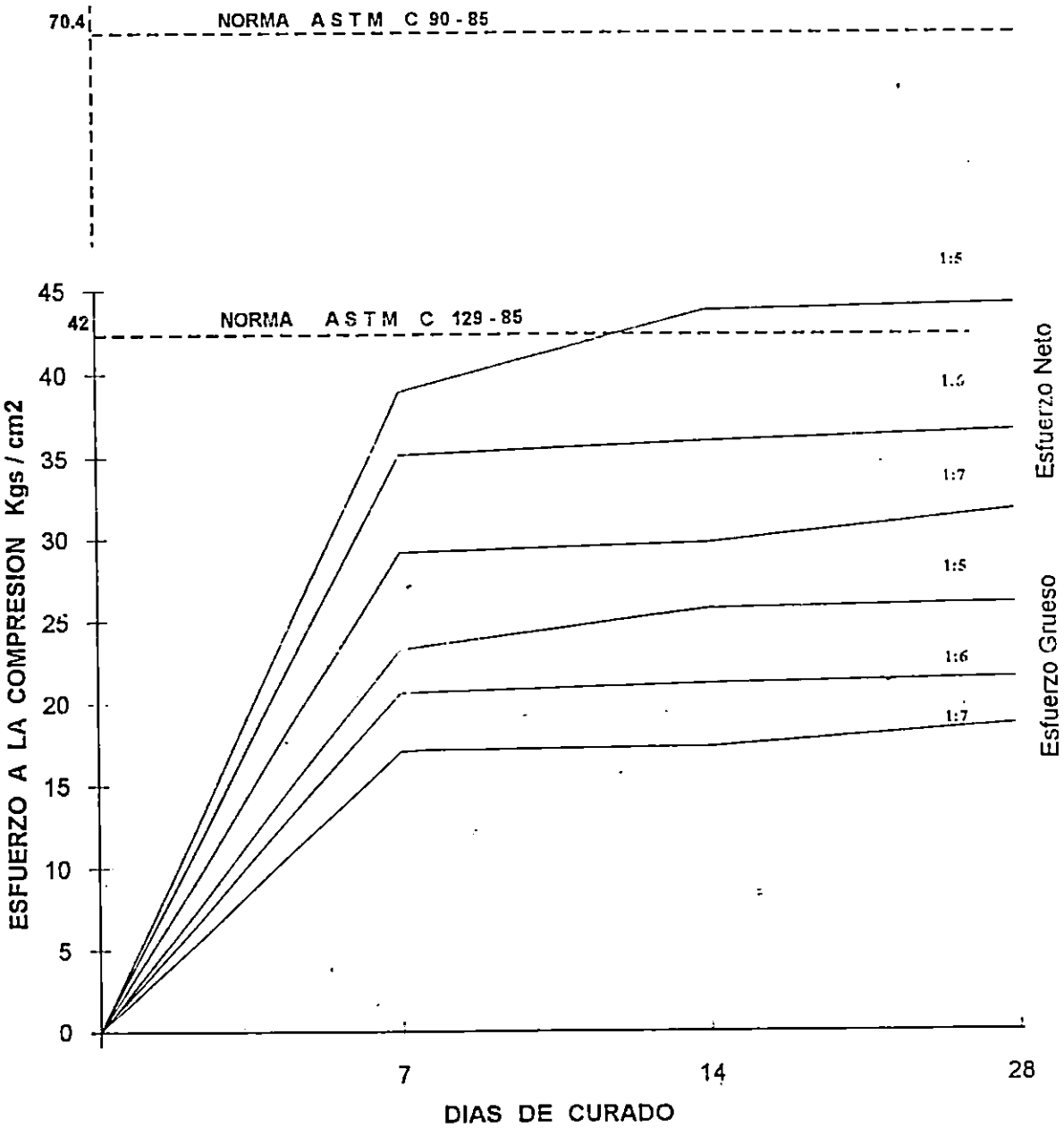
TIEMPO DE CURADO : 28 DIAS

BLOQUE No.	LARGO Cm.	ANCHO Cm.	ALTO Cm.	AREA NETA Cm2.	AREA GRUESA Cm2.	PESO Kgs.	VOLUMEN NETO Cm3.	PESO VOLUMET. Kgs./m3	CARGA Kgs.	ESFUEZO NETO Kgs./Cm2.	ESFUERZO NETO PROMEDIO Kgs./Cm2.	ESFUEZO GRUESO Kgs./Cm2.	ESF. GRUESO PROMEDIO Kgs./Cm2.
PROPORCION 1:5													
1	39.00	14.20	19.10	326.10	553.80	9.387	6228.51	1507.10	14100.00	43.24	44.21	25.46	26.06
2	38.90	14.30	19.50	326.10	556.27	9.450	6358.95	1486.10	14250.00	43.70		25.62	
3	38.70	14.20	19.60	326.10	549.54	9.492	6391.56	1485.08	14900.00	45.69		27.11	
PROPORCION 1:6													
1	39.00	14.30	18.70	326.10	557.70	9.168	6098.07	1503.43	11600.00	35.57	36.65	20.80	21.47
2	39.00	14.30	19.00	326.10	557.70	9.326	6195.90	1505.19	13050.00	40.02		23.40	
3	39.00	14.20	19.20	326.10	553.80	9.359	6261.12	1494.78	11200.00	34.35		20.22	
PROPORCION 1:7													
1	39.00	14.20	18.80	326.10	553.80	8.806	6130.68	1436.38	10250.00	31.43	31.74	18.51	18.60
2	39.00	14.40	18.30	326.10	561.60	8.999	5967.68	1507.97	10600.00	32.51		18.87	
3	39.00	14.20	18.50	326.10	553.80	8.450	6032.85	1400.65	10200.00	31.28		18.42	

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC. DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO : PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ	COORDINADOR : ING. JOAQUIN M.SERRANO CHOTO ASESORES : ING. ROGELIO E. GODINEZ ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Brs. : NELSON W. RINCAN HERNANDEZ RICARDO ALFREDO ORTIZ TORRES ERNESTO E.SEGUNGO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN BLOQUES DE DOS CAVIDADES HECHOS DE CONCRETO LIVIANO (POMEZ)

Esfuerzo - Edad : Banco de la Finca El Limón



Edad	Esfuerzo Area Gruesa			Esfuerzo Area Neta		
dias	Prop. Cemento - Agregado			Prop. Cemento - Agregado		
	1:5	1:6	1:7	1:5	1:6	1:7
7	23.25	20.59	17.01	38.9	35.16	29.14
14	25.67	21.12	17.25	43.75	35.98	29.70
28	26.06	21.47	18.60	44.21	36.65	31.74

2.10 ELABORACION DE MORTERO.

Los morteros consisten en una mezcla de materiales cementantes, agregados y agua; su función es permitir la sobreposición de las piezas de mampostería formando un conjunto que tenga una liga fuerte y duradera

El mortero se elaboró con métodos comúnmente utilizados en el campo, es decir con proporciones volumétricas entre cemento y arena de río, para este estudio se utilizó una mezcla en proporción de 1 : 3.

Los motivos por los que se utilizó arena de río en la fabricación del mortero son :

- La facilidad de encontrar en el mercado de nuestro medio la arena de río.
- Lo dificultuoso que resultaría estar separando la grava y la arena de pómez.
- El gran excedente de material grueso que resultaría de dicha separación.

La determinación del agua adecuada se efectuó através de la prueba de la mesa de fluidez, según lo establece la norma ASTM C-230. Esta prueba de laboratorio indica la consistencia del mortero y su tendencia a segregarse, ésta se determina midiendo la dispersión de un pequeño volumen de mortero sujeto a sacudidas.

La fluidez del mortero se define como el incremento que resulta en el diámetro promedio de la base de la masa de mortero, medido por lo menos en cuatro diámetros en intervalos más o menos equidistantes, expresados como porcentaje del diámetro inicial de la base.

Para esta prueba deben elaborarse morteros de tanteo variando el porcentaje de agua hasta obtener la fluidez deseada.

Para este estudio el mortero que se utilizó alcanzó un porcentaje de fluidez de 130%, este porcentaje no es específico para pegamento de mampostería. Debido a la rugosidad presentada por la superficie de contacto de los bloques, se hizo necesario utilizar un mortero altamente fluido, con el propósito que la pasta pudiera entrar a los poros del bloque con gran facilidad y lograr así una buena adherencia.

Elaboración de cubos de mortero

Una vez elaborada la mezcla, se tomaron porciones de ella para fabricar cubos con el propósito de llevar un control de resistencia del mortero.

El procedimiento seguido para ello es el siguiente :

1.- Se prepararon los moldes cubriendo ligeramente la parte interior de ellos con grasa y en las uniones exteriores de

los moldes se colocó parafina, con el objeto de evitar la pérdida del agua de la mezcla.

2.- Se procedió al moldeado de los cubos agregando mortero en dos capas y compactando cada una de ellas en 32 golpes por medio de un apisonador en la forma que indica la figura No.II-4. Se apisonó en cada compartimiento 32 veces, en cuatro pasadas y cada pasada constó de 8 golpes adyacentes entre sí, sobre la superficie del especimen y en cada serie de apisonadas se giró 90° el pisón, con respecto a la anterior.

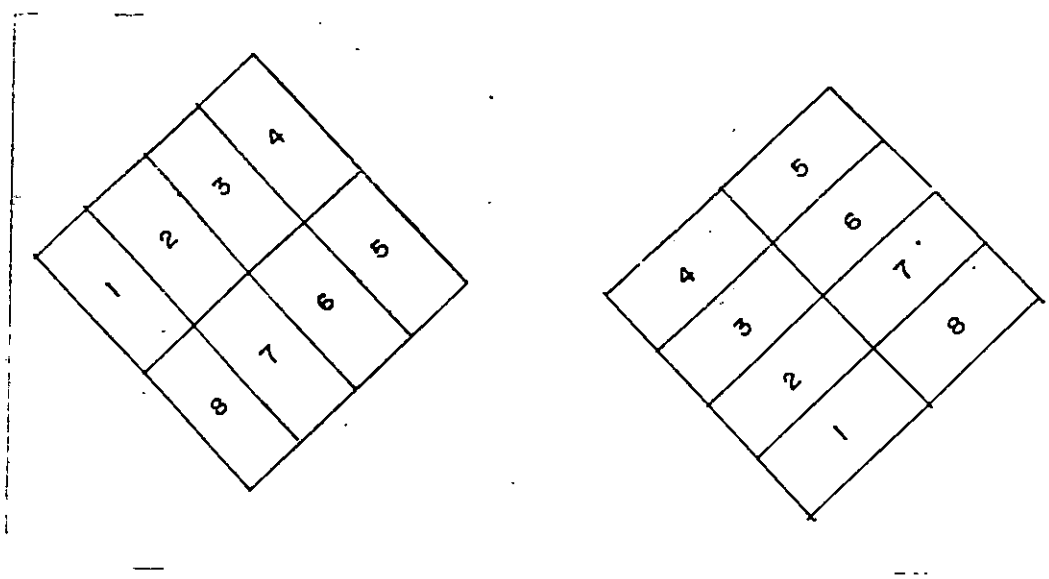


Fig. No. II-4
Enmoldado de cubos para prueba de mortero

3.- Este mismo proceso se utilizó para llenar la segunda capa del molde luego se enrazó dicho molde.

4.- Inmediatamente concluida la elaboración de los cubos se colocaron en el cuarto húmedo durante 24 horas, efectuándoles después de este tiempo su desmoldéo; luego fueron sumergidos en los tanques con agua, hasta que cumplieron los 28 días de curado para efectuarles el ensaye de compresión.

Ensaye de compresión en cubos de mortero

La resistencia a la compresión de los cubos de mortero, es el índice de la calidad del mortero generalmente aceptado y se determina según la norma ASTM C-91, debiendo tenerse en cuenta que esta resistencia no corresponde a la del material colocado entre las piezas de un muro, ya que se tiene condiciones de confinamiento y de curado que son prácticamente imposibles de reproducir en el laboratorio.

Además, la resistencia a la compresión no es genéralmente la propiedad más importante del mortero, si no que las caracteristicas del comportamiento estructural de la mampostería se relaciona más directamente con la fluidez y con el proporcionamiento del mortero.

Así, un mortero de poca fluidez da mayor resistencia, pero es poco manejable y tendrá probablemente un grado de adherencia bajo; sin embargo el ensaye a compresión tiene valor en cuanto a que constituye un procedimiento sencillo para comparar calidades de mortero.

Procedimiento del ensaye de compresión.

1.- Antes de ensayar cada especimen, éste se limpiará con papel absorvente hasta que quede superficialmente seco. Las superficies deberán estar planas, en caso de haber una curvatura apreciable se descarta el especimen, para el caso de este ensaye se elaboró un total de nueve cubos, de los cuales, se descartaron seis.

2.- La carga se aplicó a las caras del especimen que estuvieron en contacto con la superficie plana del molde.

3.- La velocidad de aplicación de carga, utilizada fue de 10 mm. por minuto.

4.- El esfuerzo a la compresión se calculó así :

$$C = \frac{P}{A}$$

Siendo :

P = Carga total máxima aplicada por la máquina.

A = Area transversal del especimen en cm2.

C = esfuerzo de compresión.

Los resultados de este ensaye se muestran en la tabla No. II-31

TABLA No.II – 31

RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA CUBOS DE MORTERO

MUESTRA No.	AREA DE CONTACTO Cm2.	PESO DEL ESPECIMEN Grs.	CARGA Kgrs.	ESFUERZO A LA COMPRESION Kgrs/Cm2.
1	25.00	253.70	1960.00	78.40
2	25.00	253.20	1485.00	59.40
3	25.00	251.50	1555.00	62.20
PROMEDIO				66.67

2.11 ELABORACION DE PRISMAS DE BLOQUES DE POMEZ.

Elaboración :

Los prismas fueron elaborados con tres bloques enteros y tres medios bloques o mitades, todos de cemento y pómez, para las proporciones de 1:5, 1:6, 1:7, los cuales se adhirieron uno con otro utilizando un mortero a base de cemento y arena de río, con una proporción para el mortero de 1:3. La unión entre los bloque se sisó con una varilla de 3/8" de diámetro, lisa doblada por uno de sus extremos. Simulando el acabado que realmente lleva un muro fabricado con este tipo de bloque.

Las dimensiones de los prismas fueron de 60x60x15 cms., habiéndose elaborado un total de 18 prismas, de los cuales, 9 serían probados a compresión y los otros 9 a cortante, cabe mencionar que se fabricaron tres de cada proporción antes descrita.

Este tipo de prismas se elaboraron de acuerdo a las normas ASTM, para determinar parámetros tales como :

1.- Esfuerzo a la compresión en prismas de mampostería (ASTM E-447-84).

2.- Esfuerzo al cortante en prismas de mampostería (ASTM E-519-81)

Se elaboró otro tipo de prismas para determinar la adherencia, conformados solamente por dos bloques enteros,

solamente por dos bloques enteros, colocados uno sobre otro, orientados verticalmente, utilizando para su unión el mismo tipo de mortero que se ocupó en la construcción de los otros prismas, es decir, con cemento y arena de río, con una proporción de 1:3, los prismas para adherencia se fabricaron de acuerdo a la norma ASTM C-952.

2.12 ENSAYE DE PRISMAS A COMPRESION, CORTANTE Y ADHERENCIA

Para determinar el comportamiento estructural de las paredes hechas a base de bloques de concreto de pómez, se hace necesario tomar muestras que sean representativas de ellas, con el objeto de tener modelos indicadores de las resistencias de los elementos estructurales que sean similares al elemento en estudio, sometiéndolas al mismo tipo de fuerzas a las que serán sometidas las unidades habitacionales; para el caso se elaboraron prismas, que fueron ensayados a los 28 días, tanto para la compresión, cortante y adherencia.

Resistencia a la compresión de los prismas (f'm)

Este ensaye determina el comportamiento y los modos de falla de la mampostería (muros y paredes de carga) al ser sometida ante cargas axiales; los resultados apropiados dependerán escencialmente de la interacción entre unidades y mortero .

El procedimiento a seguir de acuerdo a la norma ASTM E-447-84 es el siguiente :

1. Se elaboran 3 muestras para c/u de las proporciones de los bloques (cemento - pómez)
2. Se cabecean los prismas garantizando la aplicación uniforme de la carga en toda la sección, es decir que las caras donde se aplicarán las cargas sean totalmente planas. (niveladas en todo el área de contacto)

3. Las muestras deben centrarse con respecto al eje del cabezal de la máquina Tinius Olsen, con un error menor de 1/16 de pulgada.

Los prismas deben tener una relación nominal alto-espesor (h/t), no menor de 2, ni mayor que 5, y su altura mínima deberá ser de 38 cms. El espesor del prisma deberá ser igual al de la pared y su longitud igual o mayor que su espesor de acuerdo con la norma ASTM E-447-84. Si la relación h/t, del prisma es diferente de 2, la resistencia a la compresión (f'm) determinada en los especímenes, deberá ser multiplicada por un factor de corrección : (ver gráfica No.II-5 y tabla No.II-32)

GRAFICA II – 5

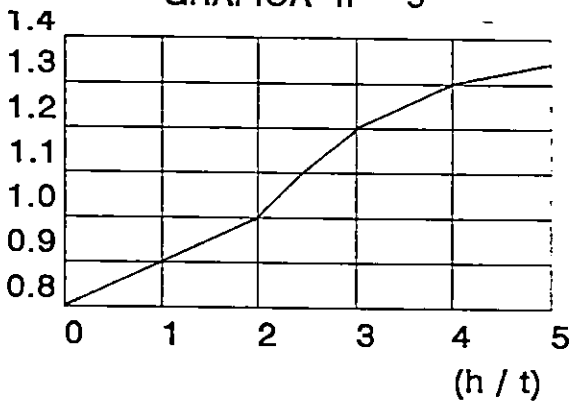


TABLA II – 32

Factor de corrección para la relación alto–espesor del prisma	
h / t	Factor
2.00	1.00
2.50	1.11
3.00	1.20
4.00	1.30
5.00	1.37

Para los valores intermedios de h/t (2 a 5), deberá interpolarse para obtener el factor de corrección correspondiente.

La resistencia a la compresión se calcula así :

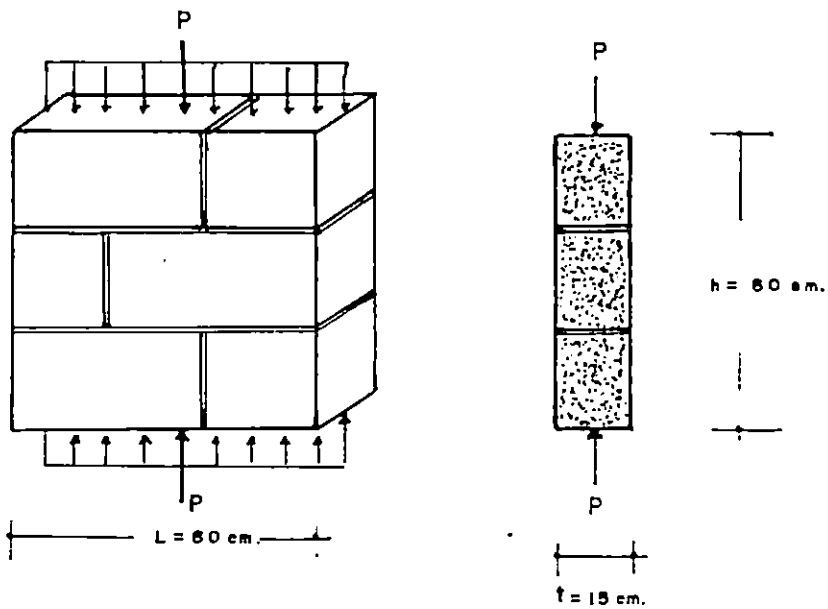


FIGURA Nº II-5

$$f'm = \frac{P}{t \times L}$$

Donde:

f'm = resistencia a la compresión.

P = carga máxima.

t = espesor del prisma.

L = longitud del prisma.

h = altura del prisma

Este ensaye tiene por objeto determinar la carga última a la compresión que son capaces de soportar los prismas.Los resultados de estos ensayos se presentan en la tabla No. II-33 y se representan en la gráfica No.II-6.

TABLA No. II-33

RESULTADOS DE PRUEBAS DE PRISMAS SOMETIDOS A COMPRESION (DESPUES DE 28 DIAS DE EDAD)

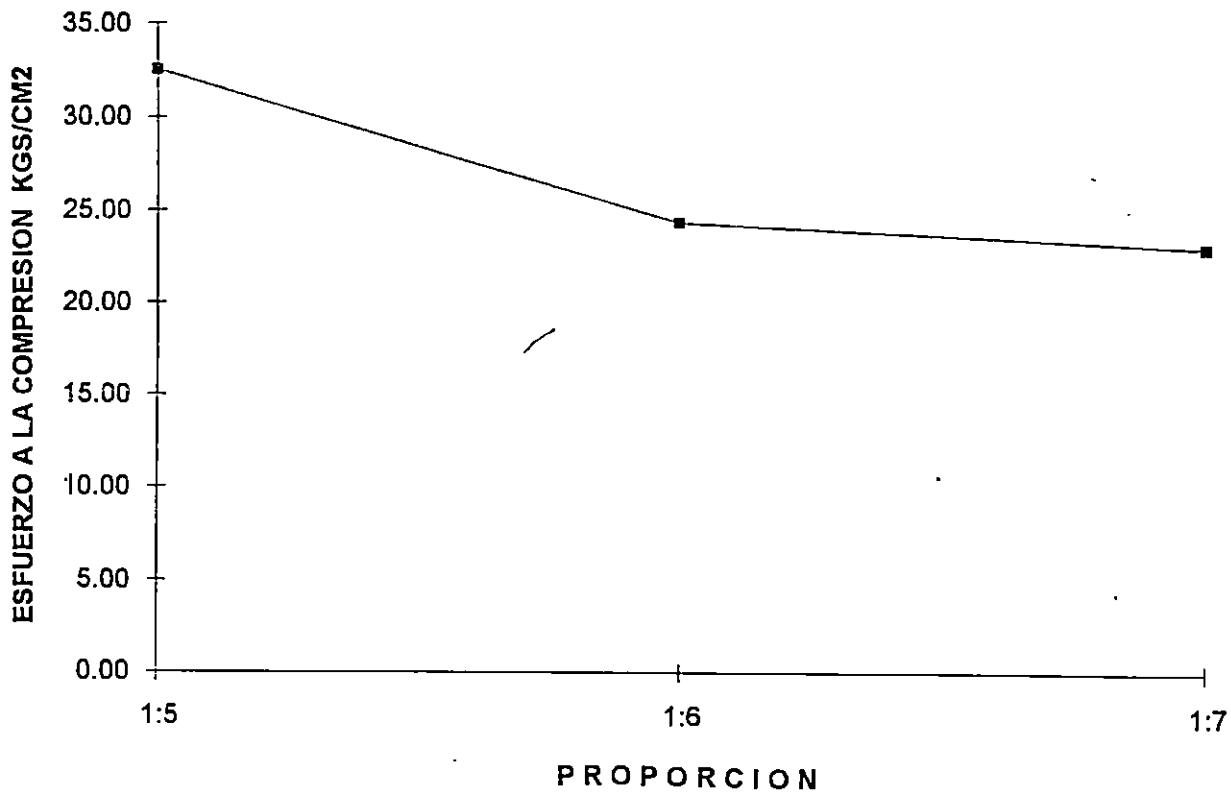
MUESTRA			DOSIFICACION DEL BLOQUE DE POMEZ EN %			PESO DEL PRISMA Kgs.	ESPESOR t Cms.	LONGITUD L Cms.	AREA EN Cm2.	CARGA EN Kgs.	ESFUERZO DE COMPRESION f'm (kg/cm2)	FACTOR DE CORRECCION	ESFUERZO DE COMPRESION CORREG. f'm (kg/cm2)	ESFUERZO PROMEDIO f'm (kg/cm2)
No.	M	B	CEMENTO	POMEZ	AGUA									
1	1:3	1:5	20.00	100.00	*	47.520	14.40	59.50	856.80	21750.00	23.39	1.31	30.64	32.53
2			20.00	100.00	*	48.160	14.30	60.00	858.00	21650.00	25.23	1.31	33.05	
3			20.00	100.00	*	49.245	14.40	60.50	871.20	22550.00	25.88	1.31	33.90	
1	1:3	1:6	16.67	100.00	*	43.100	14.20	59.50	844.90	14750.00	17.46	1.31	22.87	24.36
2			16.67	100.00	*	44.725	14.50	60.00	870.00	18100.00	20.80	1.31	27.25	
3			16.67	100.00	*	44.725	14.20	59.50	844.90	14800.00	17.52	1.31	22.95	
1	1:3	1:7	14.29	100.00	*	47.705	14.20	60.30	856.26	12650.00	14.77	1.31	19.35	23.05
2			14.29	100.00	*	46.815	14.20	60.00	852.00	17300.00	20.31	1.31	26.61	
3			14.29	100.00	*	48.405	14.40	59.80	861.12	15250.00	17.71	1.31	23.20	

M : PROPORCION DE MORTERO (CEMENTO, ARENA DE RIO)
B : PROPORCION DE BLOQUE (CEMENTO, POMEZ)
* : AGUA NECESARIA PARA LA CONSISTENCIA DEL BLOQUE

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC. DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO : PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PRISMAS DE BLOQUES DE POMEZ	COORDINADOR : ING. JOAQUIN M.SERRANO CHOTO ASESORES : ING. ROGELIO E. GODINEZ ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Brs. : NELSON W. RINCAN HERNANDEZ RICARDO ALFREDO ORTIZ TORRES ERNESTO E.SEGUNGO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA

GRAFICA No II-6

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PRISMAS HECHOS DE BLOQUES DE POMEZ, A LOS 28 DIAS DE CURADO



Proporción Cemento - Agregado	Esfuerzo Compresión (Kg/Cm2)
1:5	32.53
1:6	24.36
1:7	23.05

Resistencia a la fuerza cortante de los prismas

La falla de un muro por efecto de esfuerzos de cortante ocurre, generalmente, a través de grietas inclinadas ($\approx 45°$) debido a tensiones diagonales provocadas por efectos de las fuerzas laterales que actúan sobre los muros o paredes, generalmente debido al sismo en nuestro medio.

Este ensaye se realiza, para poder determinar un parámetro de resistencia de la mampostería ante esfuerzos tangenciales en las juntas, propiciadas por la debilidad unidad-mortero, trabajando los bloques en conjunto en el prisma cuando se aplica diagonalmente la fuerza, que se vuelve tangencial y simula la fuerza del sismo.

El procedimiento para realizar el ensaye de acuerdo a la norma ASTM E-519-81, es el siguiente:

- Se labran cada una de las esquinas de apoyo designadas con el fin de acoplar una pieza angular o esquinero de 90°, que se coloca entre las esquinas del prisma y la viga de carga, con el fin de aplicar la fuerza de compresión de tal forma que ésta, pueda actuar a lo largo de la diagonal definida por las esquinas del prisma.
- Ya colocado el prisma en la máquina de prueba " Forney PT-30 " conocida comúnmente como máquina para probar tubos de concreto, se aplica la carga a una velocidad de diez milímetros por minuto, hasta llevarlo a la falla (ruptura),

teniendo el cuidado de llevar un control de la forma en que comienza a fallar el especimen.

La forma de calcular las fuerzas cortantes se hace de la siguiente manera :

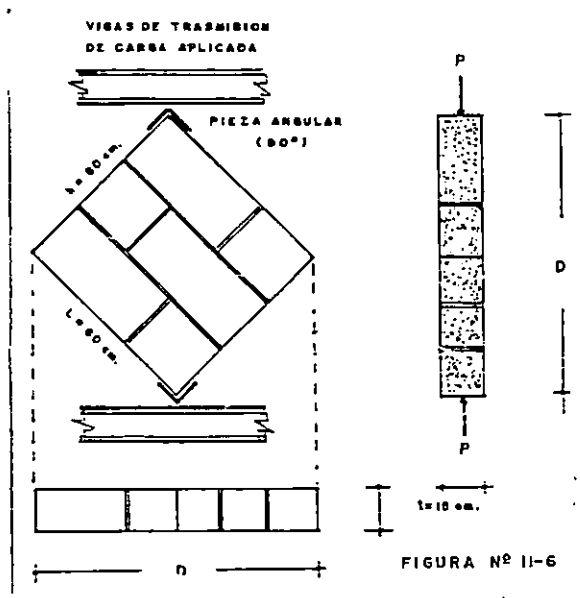


FIGURA Nº II-6

$$V = \frac{P}{t\,(h^2 + L^2)^{\frac{1}{2}}} \qquad ó \qquad V = \frac{P}{t \times D}$$

$$D = (h^2 + L^2)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V: Esfuerzo cortante

P: Carga aplicada

L: Longitud del prisma

h: Altura del prisma

t: Espesor del prisma

D: Diagonal

Siendo los resultados, los que se presentan en la tabla No.II-34 y se representan en la gráfica No.II-7.

TABLA No. II-34

RESULTADOS DE PRUEBAS DE PRISMAS SOMETIDOS A CORTANTE A LOS 28 DIAS DE EDAD

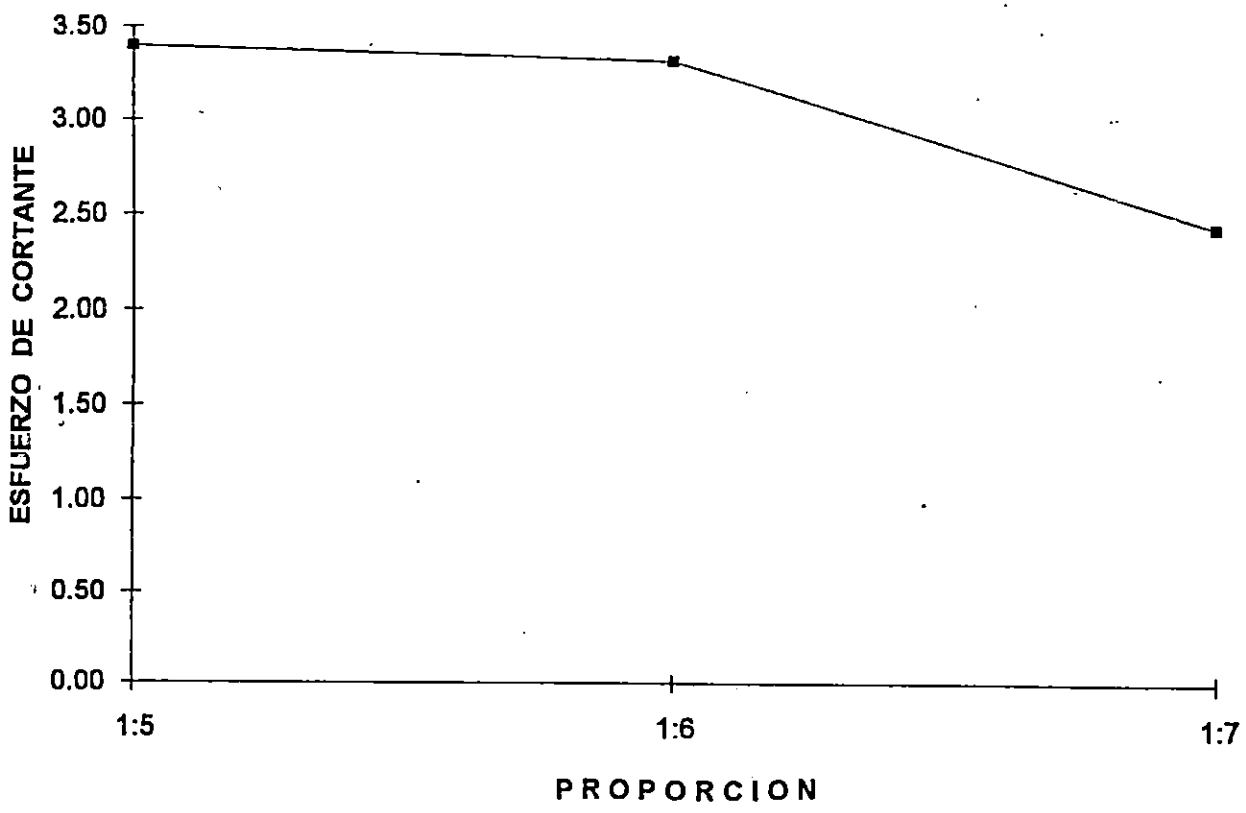
MUESTRA			DOSIFICACION DEL BLOQUE DE POMEZ EN %			PESO DEL PRISMA Kgs.	ESPESOR t Cms.	DIAGONAL D Cms.	AREA EN Cm2.	CARGA EN Kgs.	ESFUERZO DE CORTANTE V (kg/cm2)	ESFUERZO PROMEDIO V (kg/cm2)
No.	M	B	CEMENTO	POMEZ	AGUA							
1	1 : 3	1 : 5	20.00	100.00	*	46.905	14.20	84.50	1199.90	4220.00	3.52	3.40
2			20.00	100.00	*	46.780	14.30	84.40	1206.92	3920.00	3.25	
3			20.00	100.00	*	47.610	14.10	85.00	1198.50	4120.00	3.44	
1	1 : 3	1 : 6	16.67	100.00	*	43.725	14.00	84.00	1176.00	4351.00	3.70	3.32
2			16.67	100.00	*	45.120	14.10	84.00	1184.40	4220.00	3.56	
3			16.67	100.00	*	45.465	14.10	85.30	1202.73	3240.00	2.69	
1	1 : 3	1 : 7	14.29	100.00	*	42.710	14.10	85.50	1205.55	2640.00	2.19	2.44
2			14.29	100.00	*	42.550	14.20	83.80	1189.96	3340.00	2.81	
3			14.29	100.00	*	43.210	14.0	84.60	1184.40	2640.00	2.33	

M : PROPORCION DE MORTERO (CEMENTO, ARENA DE RIO)
B : PROPORCION DE BLOQUE (CEMENTO, POMEZ)
* : AGUA NECESARIA PARA LA CONSISTENCIA DEL BLOQUE

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC. DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO : PRUEBA DE RESISTENCIA AL CORTANTE DE PRISMAS DE BLOQUES DE POMEZ	COORDINADOR : ING. JOAQUIN M.SERRANO CHOTO ASESORES : ING. ROGELIO E. GODINEZ ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Brs. : NELSON W. RINCAN HERNANDEZ RICARDO ALFREDO ORTIZ TORRES ERNESTO E.SEGUNGO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA

GRAFICA No II-7

RESISTENCIA AL CORTANTE DE PRISMAS HECHOS DE BLOQUES DE POMEZ, A LOS 28 DIAS DE CURADO



Proporción Cemento - Agregado	Esfuerzo Cortante (Kg/Cm2)
1:5	3.40
1:6	3.32
1:7	2.44

Adherencia en prismas

Se entiende como adherencia, la propiedad mecánica de la mampostería, que genera la unión entre los bloques mediante el uso del mortero.

El desarrollo de la adherencia entre el mortero y la superficie con la que está en contacto, es producto de las reacciones químicas producidas por los cementantes en el mortero 11>.

La unión entre las unidades de mampostería se logra en gran parte por este efecto, y se ve incrementado de acuerdo a las condiciones propias en que se encuentra el mortero y las unidades, otro efecto importante es la penetración del mortero en estado plástico en los poros del bloque, lo que permite que el uso de unidades que presentan una textura rugosa y tipo de poro abierto, facilitan la condición de penetración en la interacción mortero-bloque 11>.

Es así como los factores que determinan el desarrollo de la adherencia son : las propiedades del mortero y del bloque, acompañadas de una buena calidad en la mano de obra.

Para esta prueba se elaboraron prismas con dos bloques de pómez - cemento, para las proporciones 1:5, 1:6, 1:7 y

11> Calderón Calderón, Gustavo Alejandro y otro(1988), Materiales y métodos constructivos para la vivienda marginal y rural parte III, Trabajo de graduación, Ing.Civil, Fac.de Ing. y Arq. U.E.S.

mortero en la proporción 1:3 (cemento y arena de río) siendo sus dimensiones de 15 cm x 40cm x 40cm.

El procedimiento de acuerdo a la norma ASTM C-952, para realizar el ensaye es el siguiente:

- Se colocan dos placas de acero, una fija y una movible en la máquina universal Tinius Olsen, tal como se muestra en la figura No.II-7, primero se coloca la fija sobre la mesa, luego se acomoda el prisma entre esta placa, para después colocar la placa movible, con el fin de poder centrar el punto de aplicación de la carga, creando de esta manera un sistema con carga excéntrica.
- Se procede a aplicar la carga a una velocidad de 10 mm por minuto.
- Se registra la carga con la cual el prisma cede.

El tipo de falla típica se da en la base del mortero.

La forma de calcular la adherencia es la siguiente :

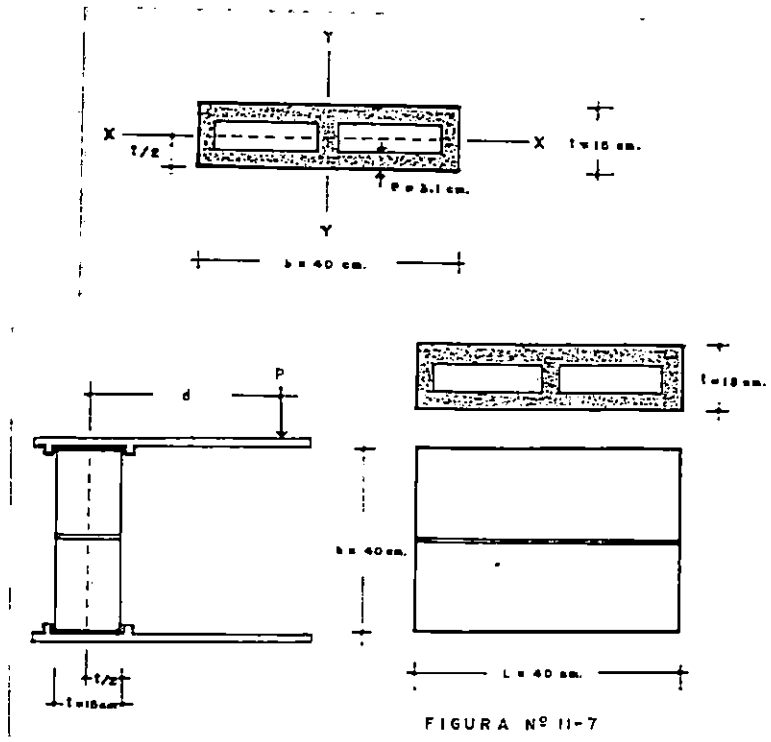


FIGURA Nº II-7

$$fg = \frac{(d \times P \times t/2)}{Igx} - \frac{P}{Ag}$$

$$fn = \frac{(d \times P \times t/2)}{Inx} - \frac{P}{An}$$

Donde:

fg = Esfuerzo de adherencia en área gruesa.

fn = Esfuerzo de adherencia en área neta

d = Distancia del brazo de carga aplicada al eje del especimen.

P = Carga aplicada

t/2= Distancia del eje neutro a la cara del especimen, complemento de d.

Igx= Momento de inercia de la sección gruesa, de la cara de contacto entre bloques

Inx= Momento de inercia de la sección neta y dado en la cara de contacto sobre el eje a lo largo de los bloques.

b = Largo del bloque.

d = ancho del bloque.

Ag = Area gruesa de la sección.

An = Area neta de la sección.

e = Espesor neto de paredes que conforman el bloque hueco.

Siendo los resultados, los que se presentan en la tabla No.II-35.

TABLA No II-35

TABLA DE RESULTADOS DE ADHERENCIA PARA BLOQUES DE CONCRETO LIGERO (A LOS 28 DIAS DE EDAD)

MUESTRA			AREA EN CM2.		I (CM4)		DISTANCIAS (CMS.)		CARGA EN Kgs.	ESFUERZO DE ADHERENCIA ADH (KGS/ CM2.)	
No.	M	B	NETA	GRUESA	NETA	GRUESA	d	C		NETO	GRUESO
1	1 : 3	1 : 5	326.10	546.00	8692.54	9305.69	22.70	7.10	60.00	0.928	0.929
2	1 : 3	1 : 5	326.10	546.00	8692.54	9305.69	23.10	7.10	90.00	1.422	1.421
3	1 : 3	1 : 5	326.10	546.00	8692.54	9305.69	23.00	7.10	50.00	0.786	0.786
PROMEDIO											1.045

M : PROPORCION DE MORTERO (CEMENTO, ARENA DE RIO)
B : PROPORCION DE BLOQUE (CEMENTO, POMEZ)

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC. DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO : PRUEBA DE RESISTENCIA A LA ADHERENCIA ENTRE BLOQUES DE POMEZ	COORDINADOR : ING. JOAQUIN M.SERRANO CHOTO ASESORES : ING. ROGELIO E. GODINEZ ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Brs. : NELSON W. RINCAN HERNANDEZ RICARDO ALFREDO ORTIZ TORRES ERNESTO E.SEGUNGO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA

2.13 PROPIEDADES FISICAS DEL BLOQUE DE CONCRETO

Las propiedades físicas del bloque son las que determinan la apariencia de una obra de mampostería, tales como: el color, acabado, textura, forma y dimensiones de la unidades.

Color y textura

Generalmente las unidades de mampostería, son de color gris, (por el color del cemento portland) pero su tonalidad varía de acuerdo a su textura, y a la cantidad y tipo de agregado que lleva la mezcla para su manufactura.

Forma y dimensiones

Los bloques utilizados en mampostería son fabricados en una variedad de anchos, espesores, tamaños y formas, que permiten su selección para la utilización más adecuada en la formación de paredes.

Comúnmente el espesor nominal de los bloques en nuestro país, es de 10, 15 y 20 Cms.

Cuando un tamaño de bloques es especificado, es práctica común dar el ancho, alto y longitud en ese orden, por ejemplo, las dimensiones nominales 15x20x40 cms, de un bloque patrón o estándar son 15 cms. de ancho por 20 cms. de alto por 40 cms. de largo.

Para obtener una resistencia adecuada, en las obras de mampostería, es aconsejable que las unidades sean de dimensiones controladas fijando una tolerancia en porcentajes respecto a su dimensión nominal.

La determinación de las medidas es muy importante realizarla, ya que así puede determinarse las variaciones que hay en las dimensiones de los bloques, lo cual podría traer como consecuencia errores en la construcción de paredes, resultando juntas no uniformes.

Los requisitos mínimos de espesores de alma y cara para unidades huecas de concreto, son especificados en la norma ASTM C-90.

2.14 PROPIEDADES FISICAS DEL BLOQUE DE CONCRETO DE POMEZ DE LA FINCA EL LIMON.

Color y textura.

El color presentado por las unidades de mampostería, elaborados con el agregado de pómez, tiende a tener un color gris claro, esto se debe a que la pómez utilizada es de color blanquesina, lo que permite que al combinarse con el cemento se produzca el color antes mencionado y además presentan una textura porosa casi normal.

Forma y dimensiones

Para este estudio, se seleccionó el bloque hueco que tiene las dimensiones nominales estándar de 15x20x40 Cms. Se escogió este tipo de bloque ya que los huecos proporcionan una cámara aislante que puede ser utilizada para incrementar el aislamiento acústico y térmico de la pared además que sirven para colocar el acero de refuerzo y el concreto de la estructura propia de la pared.

Medición de las dimensiones de los bloques.

Se escogieron tres bloques de cada proporción (1:5, 1:6, 1:7), tomando las medidas de largo, ancho, alto y espesores de caras y alma, con el fin de obtener un promedio de estas medidas y así determinar las variaciones en las dimensiones. Los resultados de las mediciones del bloque se muestran en la tabla No.II-36.

Absorción del bloque.

El procedimiento para obtener la absorción máxima en porcentaje de los bloques de pómez, fue el siguiente :

1.- Se cortaron secciones de las caras de los bloques, para tener fracciones representativas de ellos y de esta manera realizarle las pruebas pertinentes de absorción.

TABLA No.II-33

MEDICION DE LAS DIMENSIONES DE LOS BLOQUES DE POMEZ

PROPORCION	No. MUESTRA	ANCHO (Cms.)	ALTO (Cms.)	LARGO (Cms.)	ESPESOR DE LAS CARAS (Cms.)	ESPESOR DE MEMBRANAS (Cms.) *	ESPESOR DE MEMBRANAS (Pulg.) *	ESPESOR DE MEMBRANA EQUIVALENTE (Pulg/Pie) **
1 : 5	1	14.20	19.15	39.00	3.10	2.90	1.14	2.67
	2	14.20	19.40	39.00	3.00	3.00	1.18	2.77
	3	14.20	19.50	39.00	3.10	3.00	1.18	2.77
1 : 6	1	14.20	19.30	39.00	3.10	2.90	1.14	2.67
	2	14.20	19.40	39.00	3.00	2.90	1.14	2.67
	3	14.10	19.40	39.00	3.10	2.85	1.12	2.62
1 : 7	1	14.30	19.50	39.00	3.10	2.90	1.14	2.67
	2	14.20	19.00	39.00	3.20	2.90	1.14	2.67
	3	14.20	19.50	39.00	3.00	3.00	1.18	2.77
PROMEDIOS		14.20	19.35	39.00	3.08	2.94	1.15	2.70

* PROMEDIO DE LA MEDIDA DE 3 UNIDADES TOMADAS EN EL PUNTO MAS DELGADO DE LAS ALMAS

** SUMA DE LOS ESPESORES DE TODAS LAS ALMAS DE UNA UNIDAD EN PULGADAS Y DIVIDIDA ENTRE LA LONGITUD DE LA UNIDAD EN PIES.

2.- Las secciones cortadas de los bloques se colocaron en un horno durante 24 horas para obtener el peso seco.

3.- Después de obtener los pesos secos de las secciones, se colocaron en un tanque con agua durante 72 horas, para obtener el peso saturado superficialmente seco.

$$Absb = \frac{Wsat - Wseco}{Wseco} \times 100$$

donde :

Wsat = Peso del especimen saturado superficialmente seco.

Wseco = peso del especimen completamente seco en Kgs.

Los resultados de las absorciones obtenidas de las secciones de los bloques se presentan en la tabla No.II-37.

TABLA No. II-37

ABSORCION DEL BLOQUE DE POMEZ

PROPORCION	PESO HUMEDO (Gr.)	PESO SECO (Gr.)	ABSORCION (%)	PROMEDIO
1:7	621.50	485.60	27.98	28.78
	647.00	497.20	30.13	
	628.00	490.30	28.22	
1:6	602.90	468.10	28.78	28.06
	611.90	481.30	27.67	
	607.70	473.50	28.34	
1:5	671.30	519.80	29.14	27.37
	653.10	514.50	26.93	
	620.50	492.30	26.04	

CONCLUSIONES.

1. Las propiedades físicas de la pómez del banco de la finca El Limón son las mismas después de 15 años de haber realizado los primeros estudios, los resultados de las propiedades físicas obtenidas en aquella época (1978), son aproximadamente similares a las actuales, tal como puede observarse en la tabla No. I-1 y tabla No. II-13.

2. El concreto elaborado con las relaciones de A/C = 0.4, 0.5 y 0.6, no es adecuado para la elaboración de bloques de concreto de acuerdo a los resultados de la tabla No. II-14, debido a sus altos revenimientos.

3. Para el diseño de mezclas utilizables en la elaboración de bloques, deberá partirse del contenido de humedad natural del agregado y para el control de la cantidad de agua que se debe agregar a la mezcla de concreto, éste se deberá hacer por tanteos mediante el método de prueba y error, hasta obtener un revenimiento nulo; además, la mezcla debe contener el cemento necesario para dar al concreto una resistencia que se adecúe a las necesidades hacia las cuales se está proyectando.

4. En este estudio, la mezcla que puede considerarse como óptima es la de proporción (cemento-pómez) de 1:5 con respecto a las otras de 1:6 y 1:7, ya que los resultados de resistencia a la tensión, compresión y cortante fueron mayores tanto en el bloque individual como en las prismas elaborados con bloques (conjunto).

5. Debido a que en la elaboración de cilindros y bloques solo se realizó el vibrado con la máquina bloquera sin compactar, los especímenes sometidos a la compresión, fallaron por aplastamiento en la zona superior, que es donde se genera menor unión entre las partículas de agregado y el cemento, observándose una gran cantidad de vacíos en el núcleo de los cilindros fallados en una zona de aproximadamente en 1/6 de la altura de los especímenes medidos a partir de la parte superior tanto para cilindros como para bloques.

CAPITULO III

ANALISIS DE DATOS

Y

RESULTADOS OBTENIDOS

3.1 ANALISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS E INTERPRETACION

3.2 PROPIEDADES FISICAS DE LA POMEZ

Contenido de humedad natural.

El contenido de humedad de la pómez puede variar, de acuerdo a la época (seca o húmeda), cuando se extraiga el material para determinar la cantidad de agua retenida en las partículas (granos), del agregado que lo conforman.

Los resultados en la tabla No. II-1, corresponden a muestras para pruebas que fueron extraídas del banco de la Finca El Limón en la época transitoria de seca a húmeda, cuando las lluvias aún eran escasas, por lo que éstos contenidos de humedad (arena wh=24.66%, grava wh=12.36%) pueden considerarse bajos con relación a los que pudieran determinarse en la época lluviosa.

Absorción.

De acuerdo a las normas ASTM C-127-73 y ASTM C-128-73, un agregado normal deberá estar sumergido en agua, para poder medir su capacidad de absorción, durante 24 horas. Debido a que las partículas de pómez poseen una gran cantidad de cavidades macro y microscópicas que se comunican entre sí, el proceso de absorción de la pómez es más lento, en comparación con el agregado normal. Por eso se calculó la absorción para el agregado de pómez fino y grueso a las 48 y

72 horas; éstos valores en las tablas No.II-2 y No.II-3, se consideran muy altos si se comparan con los obtenidos en agregados normales (arena de río y grava), cuya absorción varía de 2% a 4% para agregados gruesos y de 0.2% a 2% para agregados finos.

Las 24 horas para determinar la absorción de los agregados normales establecidas en las normas ASTM C-127-73 Y C-128-73, no es aplicable a los agregados de pómez de La Finca El Limón, ya que éstos, tienen la capacidad para seguir absorviendo agua a las 48 y 72 horas de permanecer inmerso, al final de las cuales se puede determinar su capacidad de absorción. Esto permite hacer notar que: el poder absorvente de la pómez, exige atención especial en el control de la cantidad de agua que se debe suministrar a las mezclas de concreto.

Gravedad Específica.

Las normas ASTM C-127-73 y C-128-73 designación E-12, establecen que la gravedad específica de los agregados normales, deberá estar entre 2.6 y 2.9.

En el caso de los agregados livianos (de pómez), las normas de la ASTM no los considera, por lo que no hay valores de control (rangos de variación); pero de acuerdo al estudio de los diferentes bancos de pómez (capítulo I, referencias 2>, 4>, 5>, 6> y 7>), y este estudio, se puede considerar que la

gravedad específica de los agregados livianos (de pómez), tienen valores entre 1.00 y 2.40.

En esta investigación, se pudo determinar que la gravedad específica de la arena de pómez del banco de la finca El Limón es de 1.61, y para la grava es de 1.21; por lo que queda establecido que la pómez de la finca El Limón es un agregado ligero.

Granulometría.

De acuerdo a los resultados obtenidos, del análisis granulométrico de la pómez del banco de la finca El limón, y lo establecido por la norma ASTM C-331-85, la cual estipula los porcentajes de material que deberán pasar por cada malla, para elementos de mampostería de concreto ligero, éstos no cumplen con los límites establecidos en dicha norma.

Las gráficas granulométricas (No.II-5 a No.II-10 y No.II-15 a No.II-17), muestran que tanto el agregado fino, como el agregado grueso o misceláneo caen fuera de los límites establecidos por las norma de la ASTM, por lo cual la pómez del banco de la finca El Limón, no se ajusta a lo establecido.

Los módulos de finura obtenidos en este estudio son: para grava MF=7.03 y para arena MF=3.76. Estos valores indican la existencia de gran cantidad de partículas gruesas y al

compararlos con los valores de la tabla No. I-5 (Pag.No.35), la arena de la pómez del banco de la finca El Limón se clasifica como muy gruesa, por ser el módulo de finura mayor que 3.50, este dato es más utilizado en otros diseños de mezclas según el A.C.I, mientras que para la grava su módulo de finura puede variar según el tamaño máximo a utilizar en el diseño de la mezcla.

Los coeficientes de curvatura y de uniformidad, determinados en este estudio, de acuerdo a la tabla No. II-11 son:

Pómez	Promedios	
	Cc	Cu
Arena	1.25	5.68
Grava	1.10	1.97

Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (*), los requisitos para considerar un material bien graduado son:

Grava $Cu > 4$ y $1 < Cc < 3$

Arena $Cu > 6$ y $1 < Cc < 3$

(*) Se toma como base la clasificación S.U.C.S.,debido a que el CU y Cc para considerar bien o mal graduado el agregado, para concreto, no está establecido en las normas de la ASTM.

Por lo anterior, el agregado de pómez de la finca El Limón se clasifica como grava mal graduada (WP) y arena mal graduada (SP).

En general, el material de pómez del banco de la finca El Limón no es bien graduado, como tampoco es uniforme en su granulometría.

Contenido de Materia Orgánica.

La cantidad en peso o volumen de materia orgánica que puede contener el agregado de pómez del banco de la finca El Limón, puede disminuir la calidad de las mezclas, hasta provocar reacciones químicas con el cemento, dañando el concreto y llegar a efectos tal como la eflorescencia; la arcilla y el limo pueden causar disminución en la resistencia de los elementos de concreto si estos se encuentran en altos porcentajes en los agregados utilizados en la elaboración de concreto.

La norma ASTM C-140, establece el método de colorimetría para determinar la cantidad de materia orgánica para agregados finos; este método se basa en comparaciones entre el color del líquido en el cual se sumerge cierta cantidad de material (aproximadamente 60 Grs.) y los colores de la placa orgánica y es así como se puede definir la cantidad de sustancias extrañas a los agregados.

En el caso del banco en estudio, el material en su estado natural presenta un color muy claro a simple vista, con la apariencia de ser bastante puro, pero ésto no es suficiente para calificar la arena de pómez, como apta para ser utilizada en la elaboración de mezclas, por lo que es necesario efectuarle la prueba de colorimetría. El color expelido por la arena de pómez del banco de la finca El Limón, en dicha prueba, es más claro que el color No.1 de la placa orgánica, lo que indica la pureza del material, es decir, que la pómez del banco de la finca El Limón puede considerarse como un agregado limpio de impurezas orgánicas.

Peso Volumétrico.

Los valores de los resultados de los pesos volumétricos secos varillados de la pómez del banco de la finca El Limón, se muestran en la tabla No. II-12 y la gráfica No. II-1.

La gráfica %arena-%grava Vrs peso volumétrico, describe una curva cóncava hacia abajo en la que se observa que el peso volumétrico es máximo, en la proporción de agregado fino / agregado grueso = 60/40, lo cual constituye la relación arena/grava.

Los pesos volumétricos secos sueltos obtenidos en este estudio fueron:

Arena = 625.83 Kg/M3

Grava = 430.00 Kg/M3

Según la norma ASTM C-331-81 los valores máximos de peso volumétrico seco suelto, para agregados de peso ligero son:

Arena = 1100.00 Kg/M3

Grava = 880.00 Kg/M3

Por lo anterior, la pómez de la finca El Limón se clasifica como un agregado de peso ligero, por tener valores de peso volumétrico seco suelto menores que los límites máximos especificados anteriormente (ver tabla No.I-3).

3.3 ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS A PARTIR DE LOS DISEÑOS DE MEZCLAS, CON DIFERENTES RELACIONES DE A/C.

Se elaboraron mezclas de prueba, utilizando las relaciones de A/C = 0.4, 0.5 y 0.6, para la combinación óptima de agregado fino /agregado grueso, la cual correspondía a 60/40 (ver gráfica No. II-1, de pesos volumétricos, sueltos y varillados). Para ésto, fue necesario establecer un tamaño máximo del agregado, considerando como agregado grueso el que pasaba por la malla de 3/8" y el que quedaba retenido en la No.4, y como agregado fino el que pasaba por la malla No.4

Una vez efectuados los diseños de las mezclas, se pudo comprobar en el laboratorio, que al utilizar dichas relaciones se obtenían revenimientos muy altos; aún así, se procedió a elaborar seis cilindros de prueba utilizando para ello un vibrador eléctrico manual con el fin de obtener resultados satisfactorios en textura, manejabilidad y resistencia para elaborar bloques con este tipo de concreto. Así, se llegó a establecer que :

Para la elaboración de bloques, la utilización de diseños de mezclas con relaciones de A/C de 0.4, 0.5 y 0.6, no pueden aplicarse porque siempre se obtiene un valor de revenimiento de 7 cms a 17 cms. (ver tabla No.II-14), lo que contraviene uno de los principales requisitos en la fabricación de bloques, que es la utilización de mezclas con revenimiento nulo.

Se puede llegar a obtener una mezcla con revenimiento nulo, disminuyendo tanto el agua, como el cemento, llegando al punto que las cantidades de agua y cemento serían mínimas y la mezcla que se obtendría sería una mezcla totalmente pobre, en la cual habría una gran cantidad de agregado y una mínima cantidad de cemento, que no sería suficiente para lograr adherencia entre las partículas del concreto fresco hecho a base de pómez, las cuales se disgregarían, con el

mínimo esfuerzo posible; por tanto, dichas relaciones no se pueden utilizar en la fabricación de bloques de pómez.

De la tabla No.II-14, de diseño de mezclas para relaciones de A/C =0.4, 0.5, 0.6 se puede observar lo siguiente:

Los revenimientos máximos y mínimos obtenidos para las diferentes relaciones de A/C, son de 17.0 cms. y 7.0 cms.respectivamente, resultados que no son nada factibles, si se toma en cuenta que el espesor de las paredes de los bloques son delgadas (e=3.00 cms.) y que el retiro del molde en la hechura del bloque es casi instantáneo .

Además, una vez fabricados los cilindros, pudo observarse, que debido al alto contenido de agregado grueso, la textura que éstos presentaban era demasiada porosa, permitiendo una filtración excesiva de agua (absorción alta a la inmersión), lo que indicaba que lo mismo o peor ocurriría en los bloques debido a su espesor.

Sin embargo, el concreto hecho a base de pómez, con las relaciones de A/C de 0.4, 0.5, 0.6, podrían ser utilizadas en la fabricación de otros elementos sólidos o reforzados como vigas y columnas una vez se comprueben las resistencias aptas para éstas al ensayar cilindros de 15cms x 30cms y se tomen en cuenta el intemperismo, pero no se puede utilizar este concreto, para fabricar bloques de mampostería hecho a base de pómez.

Basados en los dos resultados anteriores, se optó por utilizar el material en condición miscelánea fino-grueso, ésto aumenta la cantidad de agregado fino, lo cual mejora la textura para la durabilidad y la resistencia del bloque así como la elaboración del concreto fresco y manejabilidad de la mezcla en la elaboración del bloque mismo.

3.4 ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICAS DE LA POMEZ PARA EL DISEÑO FINAL DE MEZCLAS PARA LA ELABORACION DE BLOQUES.

Se pudo comprobar en el laboratorio, que el material tamizado solamente por la malla de 3/8", presentaba un mayor contenido de agregado fino, comparado con la proporción obtenida al principio para la relación de agregado fino-grueso (60/40); ésto permitió utilizar el agregado que pasaba dicha malla ya que resulta ser una manera más fácil de obtener una combinación de agregado fino-grueso para compensar la deficiencia de agregado fino como se obtuvo en el análisis granulométrico inicial.

A esta combinación de materiales se le determinó, las propiedades físicas siguientes :

- Granulometría.(ver tablas Nos.II-15,II-16,II-17 y II-18).
- Pesos Volumétricos (ver tabla No.II-19)
- Contenido de humedad natural (ver tabla No.II-20).

De las cuales se determinó que la granulometría del material, aún no cumple con los límites establecidos por la norma ASTM C-331, para material combinado, clasificando esta pómez como una arena muy gruesa y mal graduada.
El peso volumétrico seco suelto y varillado, está dentro del límite que establece la norma ASTM C-331, para considerarlo como un material de peso ligero, ya que el peso volumétrico seco suelto es de 615.70 Kgs/m3., el cual es menor que 1000 Kgs/m3.,que es el que establece dicha norma para material combinado.

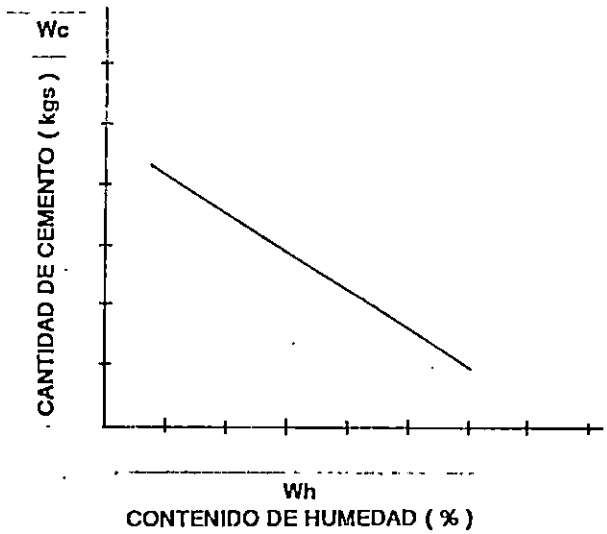
El contenido de humedad (wh = 33% promedio), determinado para este material puede considerarse como alto, ya que las muestras fueron extraídas en la época lluviosa (ver tabla II-20, Pág.No.93).

3.5 ANALISIS DEL DISEÑO FINAL DE LA MEZCLA.

Obtenidas las propiedades físicas del material, se elaboró una serie de mezclas por proporcionamiento en peso de los materiales (cemento-pómez) de 1:5, 1:6 y 1:7, ya que no existe un método de diseño definitivo para la elaboración de mezcla para fabricar bloques; también se optó por utilizar este método de proporcionamientos por pesos, por ser el que utilizan algunas de las fábricas de bloques de concreto, tal

como Materiales Saltex, S.A. de El Salvador. En este proceso, el factor que rige las condiciones para elaborar la mezcla de concreto y obtener resultados satisfactorios en revenimiento nulo, fluidez para adherencia del agregado con el cemento y otros, es el contenido de humedad natural, ya que el método que se utiliza para su control es el de prueba y error en el tantéo del agua (ver proceso de elaboración de mezclas Pág.No.101), en el cual la cantidad de agua a suministrar a la mezcla depende única y exclusivamente del contenido de humedad que presente el agregado al momento de utilizarlo para la fabricación del concreto fresco.

La mejor manera de obtener resultados satisfactorios en el proporcionamiento de los agregados incluyendo el agua será por medio de una gráfica de calibración obtenida de varios ensayos, que incluya diferentes contenidos de humedad contra los pesos de los materiales (cemento-agregado); la cual controlaría los contenidos de cemento y agua en la mezcla. La gráfica típica a construir en base a un peso prefijado de material es la siguiente:



3.6 ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DE COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO LIGERO HECHO A BASE DE POMEZ.

El concreto que se utilizó para fabricar los cilindros es del mismo con el que se elaboraron los bloques.

El concreto elaborado en este estudio es para mampostería y no concreto del tipo estructural, las resistencias a la compresión obtenidas, 22.71Kg/cm2 a 47.02Kg/cm2, de acuerdo con el ACI son bajas; sin embargo estos resultados pueden considerarse para elaborar elementos de mampostería, en el cual la máxima resistencia requerida a la compresión es de 100 Kgs/cm2 (ver gráfica No. I-1), de promedio al probar a la compresión 3 cilindros a los 28 días de curado.

De la gráfica No.II-2, de resistencias a la compresión de cilindros para concreto ligero, se puede observar lo siguiente:

Para la proporción 1:7 de cemento-agregado, la resistencia a la compresión, es más baja comparada con las resistencias de las proporciones de 1:6 y 1:5, ya que en la proporción 1:7, se tiene una mayor cantidad de agregado con respecto a la del cemento, volviendo la mezcla más pobre; es decir, que la cantidad de pasta necesaria para garantizar la unión de las partículas es pequeña, caso contrario sucede con las otras proporciones, en las cuales se tiene mayor cantidad de cemento.

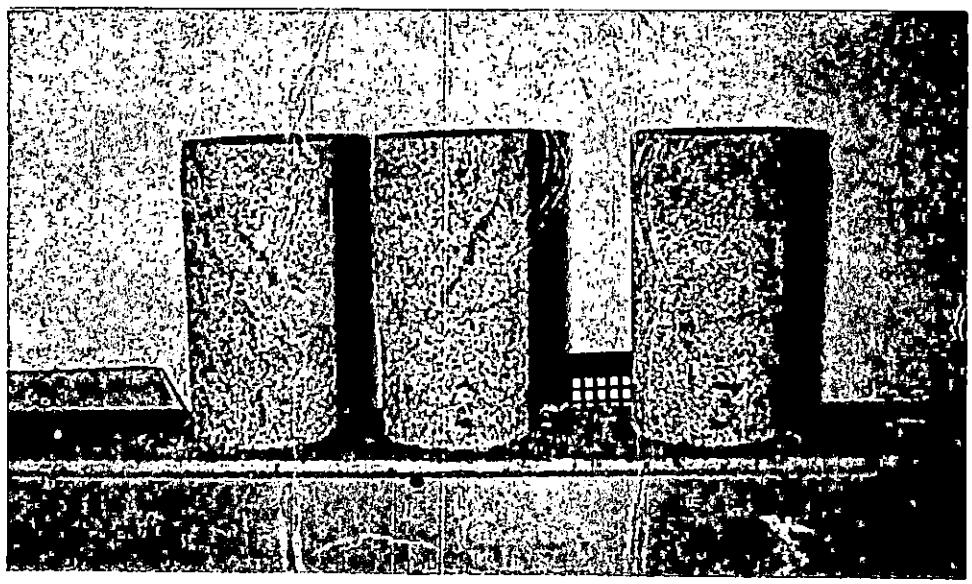
De acuerdo a lo descrito, se podría hacer notar que: la cantidad de pasta de cemento con el agregado permite alcanzar las resistencias requeridas así: pobre contenido de cemento da resistencias bajas y apropiada cantidad de cemento la resistencias del concreto son mayores.

De las curvas de resistencia a la compresión (ver gráfica No. II-2), se puede verificar que a los 7 días de curado, los cilindros alcanzaron aproximadamente el 50% de la resistencia obtenida a los 28 días y a los 14 días de curado el concreto ganó un 75% de la resistencia obtenida a los 28 días; de estos resultados se puede afirmar que el comportamiento del concreto ligero es similar al del concreto normal, en cuanto a ganar resistencia a la compresión durante el curado.

Todos los cilindros ensayados, presentaban una falla por aplastamiento en la parte superior y también se originaron grietas más o menos a 45°, tal como sucede en los especímenes elaborados con concreto normal, siendo esta la clásica manifestación de falla (ver fotografía No.2).

La falla por aplastamiento en la parte superior de los cilindros, se debe a que en esa zona la cantidad de vacíos es mucho más grande comparada con la zona inferior de los elementos, causada por el vibrado no uniforme y la no compactación del concreto ya que los cilindros fueron colocados en la misma máquina de fabricar bloques, la cual

no proporciona ningún tipo de compactación, sino que le proporciona al concreto un vibrado, que unido al propio peso de las partículas, hacen que se haga una mayor concentración de partículas en la parte inferior de los cilindros.



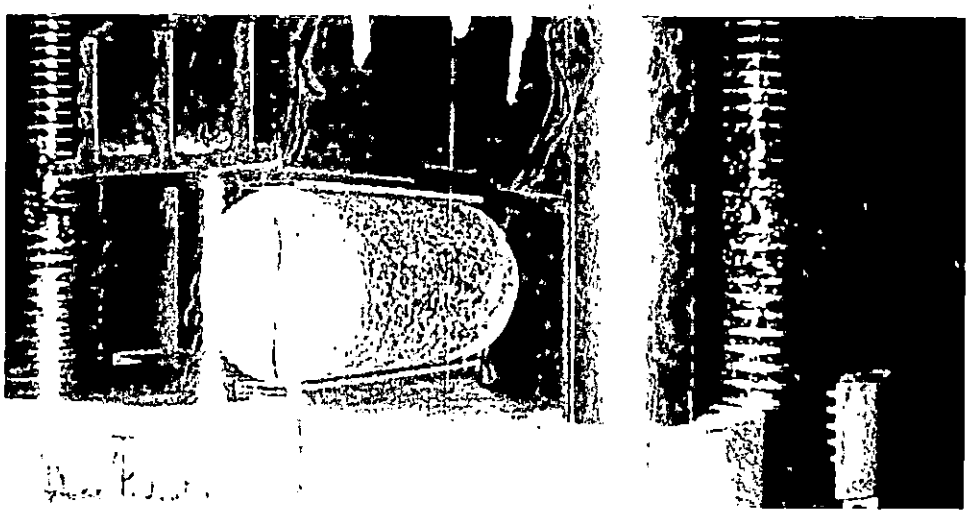
Fotografía No.2
Falla ≈ 45° presentada por cilindros de control elaborados con el mismo concreto del bloque al ensaye de compresión.

3.7 RESISTENCIA A LA TENSION DE LOS CILINDROS DE CONTROL DE CONCRETO LIGERO.

El análisis de la resistencia a la tensión del concreto a base de pómez para bloque de mampostería, de acuerdo a los resultados de la gráfica No.II-3 es el siguiente:

- El contenido de cemento presente en la mezcla diseñada, influyó en la resistencia obtenida a la tensión, ya que a menor contenido de cemento (proporción 1:7), la resistencia a la tensión es menor y viceversa para proporciones de 1:5 y 1:6.

- La falla en el ensaye a tensión mostró, fractura de las partículas de pómez, producto de la debilidad de éste grano. El tipo de falla fue a lo largo del eje longitudinal del especimen como se esperaba, es decir perpendicular al plano de aplicación de la carga, tal como puede observarse en la fotografía No.3 y No.4; es de hacer notar, que el tipo de falla ocurrida es similar a la observada en especímenes de concreto normal.



Fotografía No.3
Falla presentada por los cilindros de control.

Fotografía No.4.
Secciones de los cilindros sometidos a esfuerzos de tensión

- Las resistencias a la tensión para concreto de mampostería, obtenidas en este estudio, oscilan entre el 41% y el 50%, de las resistencias a la tensión obtenidas en los ensayes realizados en el año 1978 (ver referencia 5>), para concreto estructural con agregado de ese mismo banco.

Se hace la comparación anterior debido a que las normas de la ASTM, no establecen rangos de variación para las resistencias a tensión de especímenes elaborados con concreto ligero para mampostería ya que solamente señalan resultados para elementos fabricados con concreto ligero estructural tal como lo establece la norma ASTM C-330.

3.8 ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESION DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO A BASE DE POMEZ.

El comportamiento de la resistencia a la compresión obtenida de los bloques de concreto liviano de pómez para las mezclas de 1:5, 1:6 y 1:7, cuando éstos se probaron a los 7, 14 y 28 días de edad de curado, se muestra en la gráfica No.II-4, la cual es de tendencia similar a la curva esfuerzo de compresión-edad, para cilindros de concreto normal. La ganancia de resistencia lograda por los bloques a los 7 días de edad es de 92.12%, de su resistencia a los 28 días; a los 14 días los bloques presentaron un 96.55%, de su resistencia total a los 28 días. Siendo mayor en todo caso

la ganancia de resistencia de los bloques elaborados para la proporción de 1:5.

De la curva resistencia-edad, se puede establecer que los bloques durante los primeros 7 días de edad alcanzan una resistencia elevada, notándose que para los 14 días la resistencia aumenta pero en menor proporción que al inicio y de forma similar a los 28 días el incremento es leve, definiendo así la curva de resistencia esperada.

Las normas ASTM C-90-85 y C-129-85, establecen los esfuerzos promedios mínimos de compresión para unidades huecas de mampostería portantes y no portantes de carga, respectivamente.

En la gráfica No.II-4, se puede observar que los bloques elaborados con las proporciones de cemento-agregado de 1:5, 1:6 y 1:7, no se pueden considerar como unidades de mampostería que pueden portar cargas considerables, ya que los esfuerzos de compresión obtenidos con dichos bloques, son menores que los 70 Kgs/cm2, que establece la norma ASTM C-90-85, para bloque portante de mampostería.

El bloque de pómez elaborado con la relación de 1:5, cumple con el límite de resistencia a la compresión establecida por

la norma ASTM C-129-85 (bloque no portante), por lo cual, dicha proporción puede utilizarse para fabricar bloque, para las condiciones en las cuales no se necesite soportar cargas de consideración.

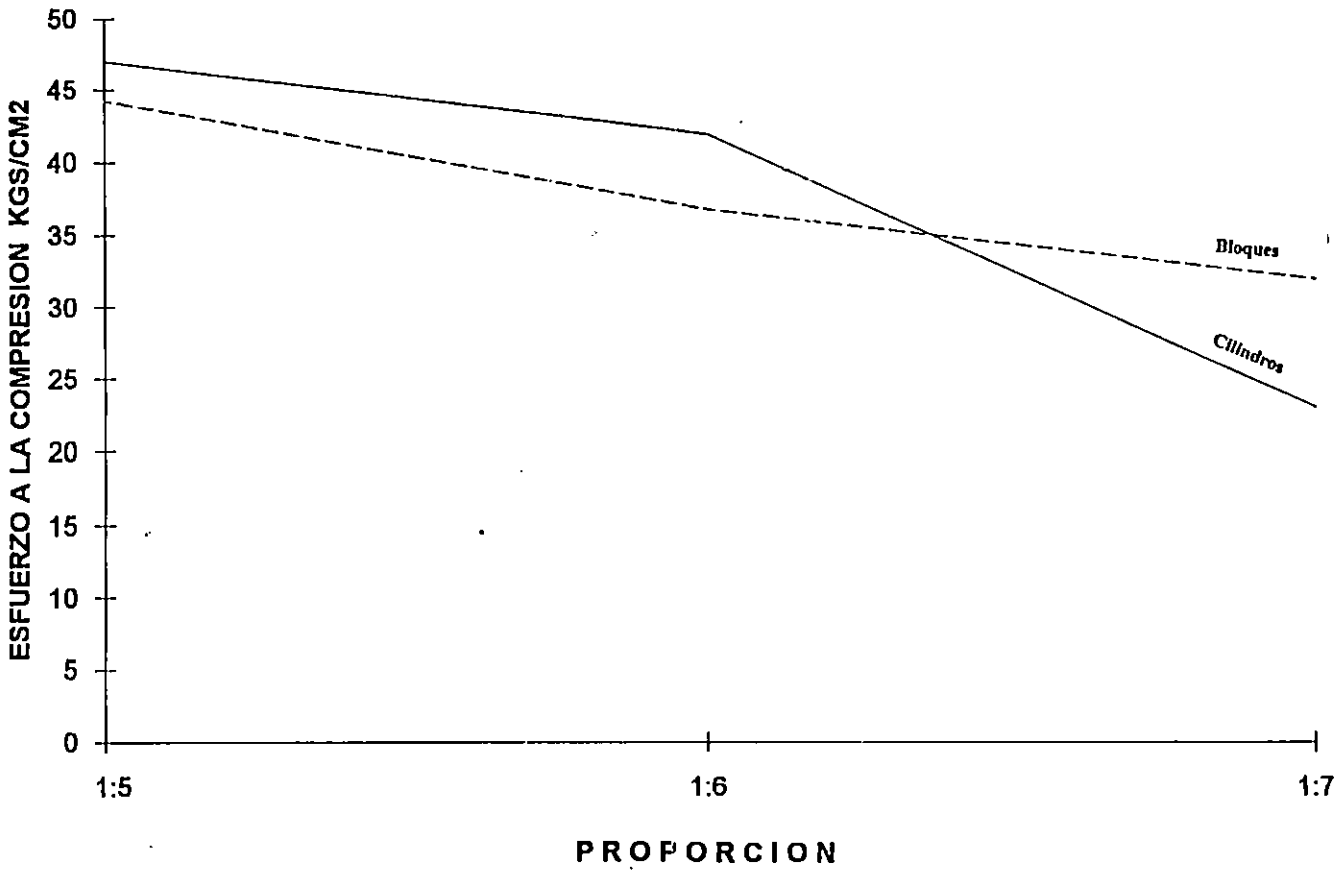
Estos análisis están basados en los resultados presentados por los bloques como unidad, por lo que será necesario considerar la resistencia de un conjunto de bloques, es decir prismas (ver fig.II-5, Pág. No.132), con el fin de dar un resultado final y evaluar si se puede o no utilizar el bloque de pómez en paredes portantes y no portantes.

Uno de los factores que directamente contribuyó para que las resistencias a la compresión fueran bajas, es la manera de cómo se cabecearon los especímenes, ya que las experiencias obtenidas por la fábrica de bloques Materiales Saltex, han determinado que los especímenes (bloques), experimentan una pérdida del 15% al 20%, de la resistencia total que puedan ganar dichos elementos, cuando el método que se utilice no es el adecuado para lograr la condición de cabeceado que se requiere.

La gráfica No.III-1, muestra la correlación de resistencias obtenidas entre bloques y cilindros. De acuerdo a esos resultados, se observa que las resistencias netas de los

GRAFICA No III-1

RESISTENCIAS A LA COMPRESION DE CILINDROS Y BLOQUES HECHOS DE CONCRETO LIGERO PARA DIFERENTES PROPORCIONES DE CEMENTO-AGREGADO A LOS 28 DIAS DE CURADO



Proporción Cemento Agregado	Cilindros Esfuerzo Neto	Bloques Esfuerzo Neto
1:5	47.02	44.21
1:6	41.79	36.65
1:7	22.71	31.74

bloques, para la diferentes proporciones de agregado-cemento,(1:5, 1:6 y 1:7), a los 7 y 14 días de edad, presentaron resistencias menores que los cilindros elaborados con las mismas proporciones que a los 28 días de edad, las resistencias a la compresión de dichos cilindros fueron menores que las presentadas por los bloques ensayados a la misma edad. Lo cual conlleva a que las resistencias de los cilindros no necesariamente indican las resistencias que podrían presenta los bloques elaborado con el mismo concreto.

3.9 RESULTADOS OBTENIDOS DEL ENSAYE A COMPRESION PARA CUBOS DE MORTERO.

El mortero se elaboró de acuerdo a los métodos utilizados por el obrero tipo en la construcción, sin tener un diseño previo a su elaboración, por lo que debido a la rugosidad de los bloques fue necesario utilizar un mortero altamente fluido (fluidez = 130%), para lograr la penetración de éste en los poros de los bloques.

La resistencia a la compresión de los cubos elaborados con este mortero fue baja (66.67 Kgs/cm2), debido a la alta fluidez con que se elaboró dicha mezcla, ésta es aproximadamente el 54.12% de la resistencia que deberá tener un mortero clasificado como tipo S, en el cual su f'c tendrá

que ser igual a 125 Kgs/cm2., a los 28 días de edad, tal como lo establece la norma ASTM C-270.}

3.10 ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE PRISMAS ELABORADOS CON BLOQUES A BASE DE POMEZ.

Debido a que las normas ASTM E-447-84 y E-519-81, no establecen rangos de variación con respecto a los parámetros de esfuerzos a la compresión y cortante de prismas de mampostería, se utiliza como parámetro de comparación el estudio realizado en mayo de 1993, por la Universidad de El Salvador, através del laboratorio de suelos y materiales de la Escuela de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, con fines de ser utilizado en la elaboración del Reglamento de Diseño Sísmico de El Salvador.

El estudio consiste en la determinación de la resistencia a la compresión y a la fuerza cortante de prismas elaborados con bloques de diferentes fábricas del país, las cuales utilizan para la fabricación de bloques, arena de río, escoria volcánica y agregados de peso normal; los resultados de este estudio se presentan en las tablas No.III-1 y No.III-2.

TABLA No. III-1

ESFUERZO A LA COMPRESION EN PRISMAS DE BLOQUES DE 15 x 60 x 60 (28 días de edad)

FABRICA	ESFUERZO DE COMPRESION Kgs/cm2.
BLOQUITUBOS (SAN SALVADOR)	59.0286
SALTEX (SAN SALVADOR)	53.7231
TROPICAL (SAN SALVADOR)	51.6795
HERCULES (SANTA ANA)	45.6928
INDUBLOK (SAN SALVADOR)	33.9683
LEONES (LA UNION)	25.8332
2M (SANTA ANA)	16.2571
LEONES (USULUTAN)	15.9034
ARTESANAL (SAN MIGUEL)	14.8947
LEONES (SAN MIGUEL)	14.4362

RESULTADOS DEL ENSAYE A LA COMPRESION EN PRISMAS DE BLOQUES, REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA. U.E.S. CON FINES DE SER UTILIZADO EN LA ELBORACION DEL REGLAMENTO DE DISEÑO SISMICO DE EL SALVADOR.

TABLA No. III-2

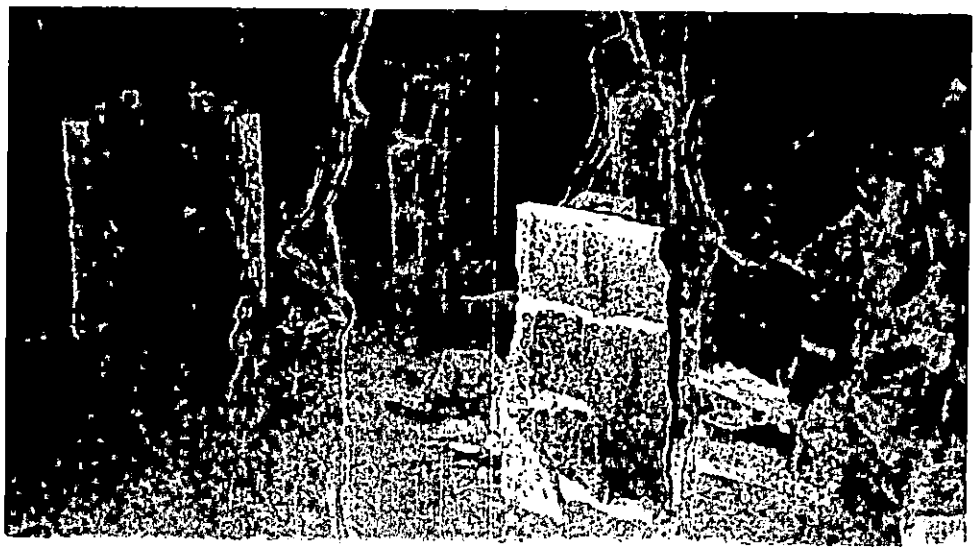
ESFUERZO AL CORTANTE EN PRISMAS DE BLOQUES DE 15 x 60 x 60 (28 días de edad)

FABRICA	ESFUERZO AL CORTANTE Kgs/cm2.
HERCULES (SANTA ANA)	6.10
SALTEX (SAN SALVADOR)	5.51
TROPICAL (SAN SALVADOR)	3.96
INDUBLOK (SAN SALVADOR)	3.78
2M (SANTA ANA)	3.47
LEONES (LA UNION)	2.99
LEONES (SAN MIGUEL)	2.20
ARTESANAL (SAN MIGUEL)	2.09
LEONES (USULUTAN)	2.09

RESULTADOS DE ENSAYE A CORTANTE EN PRISMAS DE BLOQUES, REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, U.E.S. CON FINES DE SER UTILIZADOS EN LA ELABORACION DEL REGLAMENTO DE DISEÑO SISMICO DE EL SALVADOR.

Resistencia a la compresión de prismas.

En el ensaye de resistencia a la compresión de los prismas, se tuvo como resultado una falla tipo en el alma de todos los prismas, siendo esta falla producto de la aplicación de una carga axial, transmitida por el cabezal de la máquina Tinius Olsen y que puede verificarse en la fotografía No.5.



Fotografía No.5
Falla presentada por los prismas al ser sometidos a tensión.

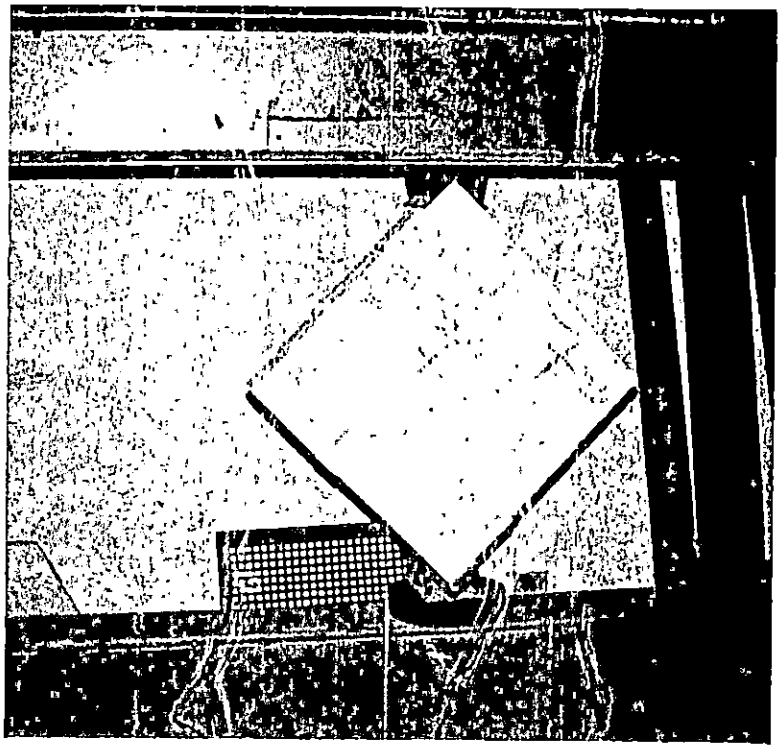
De la tabla No.II-33, se determina que la máxima resistencia a la compresión es de 32.53 Kg/cms2 y corresponde a los prismas fabricados con bloques elaborados con una proporción de cemento-pómez de 1:5 y que al ser comparada con la resistencia máxima de la tabla No.III-1, se tiene, que se logró alcanzar el 55.11% de ésta.

Al observar la gráfica No.II-6, se tiene, que la ganancia de resistencia a la compresión a los 28 días de edad, de los prismas fabricados con bloques elaborados con las proporciones cemento-pómez de 1:7 y 1:6, es aproximadamente igual, observándose también que con respecto a las proporciones antes mencionadas, se da un aumento más notable en la ganancia de resistencia a la compresión, en los prismas fabricados con bloques elaborados con una proporción cemento-pómez de 1:5.

Resistencia a la fuerza cortante de prismas.

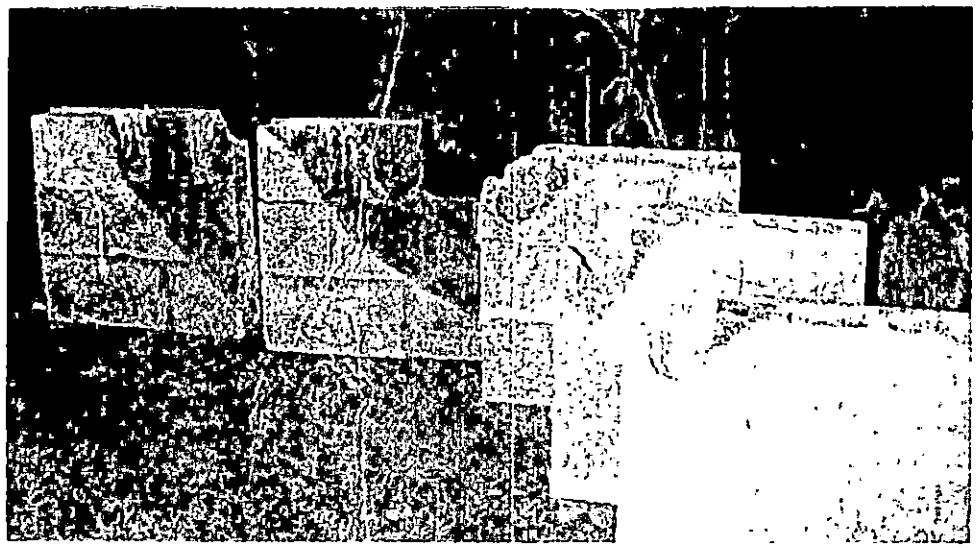
Como resultado del ensaye de resistencia de los prismas a la tensión diagonal, debido a la fuerza aplicada por las vigas de transmisión de carga de la máquina Forney PT-30, en dos de los vértices opuestos de los prismas (ver fotografía No.6), se produjeron dos tipos de falla en el transcurso de la prueba en todos los prismas, dándose el primer tipo de falla por aplastamiento en el medio bloque que conforma uno de los vértices que está sometido a la aplicación de carga y como era de esperarse el segundo tipo de falla ocurrió através de una grieta inclinada (aproximadamente a 45°, falla por cortante), la cual es común que se dé en esta clase de ensaye y se asemeja a la falla debido a las tensiones diagonales provocadas por las fuerzas laterales

que originan los sismos sobre las paredes de las edificaciones.



Fotografía No.6
Aplicación de fuerza lateral al prisma
por medio de la máquina FORNEY PT-30.

El segundo tipo de falla fue incipiente a la mitad del espesor del cuerpo del prisma y hubo necesidad de golpearlo en forma leve para determinar claramente este tipo de falla, la cual puede verificarse en la fotografía No.7.



Fotografía No.7
Falla presentada por los prismas
al ser sometidos a esfuerzos cortantes

De la tabla No.II-34, se determina que la máxima resistencia al esfuerzo cortante es de 3.40 Kg/cms2 y corresponde a los prismas fabricados con bloques elaborados con la proporción cemento-pómez de 1:5 y que al ser comparada con la resistencia máxima (6.10 Kgs/cm2) de la tabla No.III-2, se tiene que se logró alcanzar el 55.74% de ésta.

En la gráfica No.II-7 se observa que el valor máximo de la resistencia a la fuerza cortante es de 3.40 Kg/cms2 y corresponde a los prismas fabricados con bloques elaborados con una proporción cemento-pómez de 1:5, observándose también, que la ganancia de resistencia a los 28 días de

edad de los prismas fabricados con bloques elaborados con las proporciones cemento-pómez de 1:5 y de 1:6, es aproximadamente igual y para los prismas que tienen una proporción de 1:7, la ganancia de resistencia a la fuerza cortante es menor en relación a las otras proporciones.

Adherencia.

La norma ASTM C-952, no establece la variación (rangos) de los esfuerzos de adherencia, los cuales serían útiles como parámetros de comparación. Los resultados obtenidos en este estudio, se compararán con los resultados obtenidos de la adherencia entre mortero y bloque hueco de suelo-cemento (ver tabla No.III-3.), tomada de referencia 11>.

De la tabla No.II-35, se determina que el promedio de los esfuerzos de adherencia es de 1.045 kg/cms2, para prismas fabricados con bloques elaborados con la proporción cemento-pómez de 1:5 y al ser comparado con el esfuerzo de adherencia promedio de 1.413 Kg/cms2, obtenido entre mortero y bloque hueco de suelo-cemento, se tiene que se logró alcanzar el 73.95% de éste.

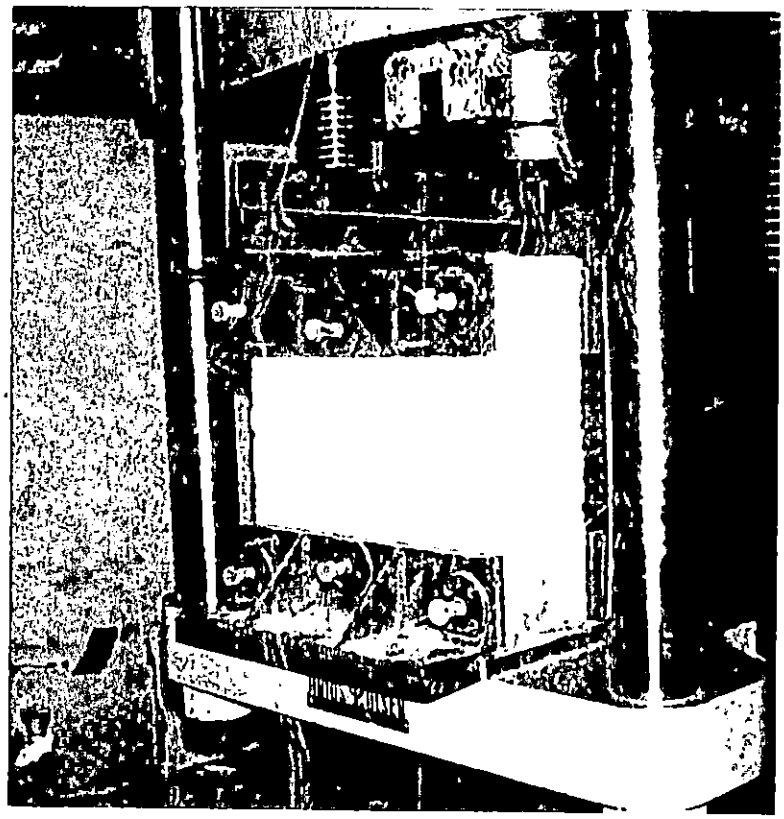
La fotografía No.8, muestra el sistema de carga excéntrica que se creó, para determinar el esfuerzo de adherencia; y como resultado de la aplicación de carga a los prismas en la

TABLA No III-3

TABLA DE RESULTADOS DE ADHERENCIA PARA BLOQUE HUECO DE SUELO-CEMENTO (A LOS 28 DIAS DE EDAD)

MUESTRA	PROPORCION		AREA EN CM2.		I (CM4)		DISTANCIAS (CMS.)		CARGA EN Kgs.	ESFUERZO DE ADHERENCIA ADH (KGS/ CM2.)	
No.	B	M	NETA	GRUESA	NETA	GRUESA	d	C		NETO	GRUESO
1	1 : 10	1:4	453.00	585.00	10572.75	10968.75	22.60	7.70	45.45	1.550	1.420
2		1:5	453.00	585.00	10572.75	10968.75	22.60	7.70	45.32	1.548	1.418
1	1 : 11	1:4	453.00	585.00	10572.75	10968.75	22.60	7.70	44.25	1.533	1.403
2		1:5	453.00	585.00	10572.75	10968.75	22.60	7.70	44.37	1.535	1.404
1	1 : 12	1:4	453.00	585.00	10572.75	10968.75	22.60	7.70	45.60	1.553	1.422
2		1:5	453.00	585.00	10572.75	10968.75	22.60	7.70	44.9	1.543	1.402
P R O M E D I O											1.413

máquina Tinius Olsen, la falla ocurrió en la base del mortero, para los tres prismas, indicando la falta de adherencia en la parte más lisa del bloque.



Fotografía No.8
Sistema de carga excéntrica para determinar el esfuerzo de adherencia.

TABLA No.III-4

CUADRO RESUMEN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO Y BLOQUES ELABORADOS CON AGREGADO DE POMEZ DE LA FINCA EL LIMON

PROPIEDADES MECANICAS DE ELEMENTOS	PROPORCION : CEMENTO POMEZ		
	1 : 5	1 : 6	1 : 7
CILINDROS (TESTIGOS)			
ESFUERZO A LA COMPRESION f'c (KGS/CM2)	47.02	41.79	22.91
ESFUERZO A LA TENSION f't (KGS/CM2)	8.24	6.75	4.00
BLOQUE (UNIDAD)			
ESFUERZO A LA COMPRESION f'u NETO (KGS/CM2)	44.21	36.65	31.74
ESFUERZO A LA COMPRESION f'u GRUESO (KGS/CM2)	26.06	21.47	18.60
PRISMAS			
ESFUERZO A LA COMPRESION f'm (KGS/CM2)	32.53	24.36	23.05
ESFUERZO AL CORTANTE fv (KGS/CM2)	3.40	3.32	2.44
ESFUERZO DE ADHERENCIA fadh (KGS/CM2)	1.045	----	----
MORTERO	RELACION 1 : 3		
ESFUERZO A LA COMPRESION f'c (KGS/CM2)	66.67		

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC. DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO : CUADRO RESUMEN DE LAS PROPIEDADES MECANICAS	COORDINADOR : ING. JOAQUIN M.SERRANO CHOTO ASESORES : ING. ROGELIO E. GODINEZ ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Brs. : NELSON W. RINCAN HERNANDEZ RICARDO ALFREDO ORTIZ TORRES ERNESTO E.SEGUNGO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA

3.11 ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL BLOQUE DE CONCRETO DE POMEZ DE LA FINCA EL LIMON

Color y textura.

El bloque a base de pómez en estado seco presenta un color gris claro y además presenta una textura porosa casi normal, respecto a los bloques de concreto normal.

Medición de las dimensiones de los bloques.

De la tabla No.II-36, se observa que los valores mínimos de espesores de caras y membranas obtenidos en éste estudio, son de 3.0 cms y 2.85 cms respectivamente, los cuales al ser comparados con los espesores mínimos de caras (2.50 cms) y membranas (2.50 cms) establecidos por la norma ASTM C-90- 85, se tiene que los bloques elaborados con proporciones cemento-pómez de la finca El Limón de 1:5, 1:6 y 1:7 cumplen con los requisitos establecidos por la norma antes mencionada.

Absorción.

Para la determinación de la absorción máxima en porcentaje, se tomó como base el procedimiento utilizado en el estudio realizado en Mayo de 1993 por la Universidad de El Salvador, através del Laboratorio de Suelos y Materiales de la escuela

de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

El estudio antes mencionado se realizó, con el fin de utilizar los resultados en la elaboración del Reglamento de Diseño Sísmico de El Salvador.

Se determinó que el bloque de concreto elaborado a base de agregado de pómez presenta un alto porcentaje de absorción (27.37%), para el bloque de proporción de 1:5 y que al compararlos con los resultados obtenidos de los bloques fabricados con otros agregados (13.69%), la absorción del bloque de pómez puede considerarse como alta, ya que los resultados de las absorciones de los otros bloques son bajas.

Por tanto, el bloque hecho a base de agregado de pómez, tiene una absorción alta, tal como se definió anteriormente, debido a que el bloque presenta gran cantidad de vacíos microscópicos y macroscópicos, que hacen más fácil el alojamiento del agua en dichas cavidades.

Contracción por secado.

Los especímenes utilizados para determinar la contracción del concreto, a los 7, 14, 28 y 60 días, no presentaron variaciones en su longitud, es decir, que las medidas de

dichos especímenes, se mantuvieron constantes para los diferentes períodos en que se efectuaron las mediciones.

Es de hacer notar que la mezcla, que se utilizó en este estudio, para determinar la contracción del concreto, presentó un revenimiento nulo, con lo cual se redujo la cantidad de agua existente en la mezcla; estos dos factores contribuyeron directamente a que los especímenes no presentaran variaciones en las medidas de sus longitudes.

Lo antes mencionado viene a reafirmar lo expuesto en la referencia No.10>, donde han logrado establecer que el uso de revenimientos bajos, la presencia de temperaturas bajas y el bajo contenido de agregado fino, propician una disminución en las contracciones del concreto.

Las condiciones de la mezcla de concreto, utilizada en la fabricación de los especímenes de prueba para esta investigación, son similares a las que El Instituto Mexicano, considera como variantes determinantes en la contracción del concreto, con lo cual se justifica que los especímenes de prueba no presentaran cambios en sus dimensiones.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES

Y

RECOMENDACIONES

INTRODUCCION.

Las conclusiones que se presentan a continuación, son producto del análisis realizado a los resultados obtenidos a lo largo de este trabajo de graduación, con respecto a las propiedades físicas de la pómez del banco de la finca El Limón así como también de los resultados obtenidos en el diseño y elaboración de mezclas de concreto hecho a base de este material, además del comportamiento presentado por los cilindros de control, bloques fabricados con este concreto y en conjunto através de prismas, cuando son sometidos a una aplicación de carga para determinar resistencia a la tensión, compresión, cortante y adherencia.

Es de hacer notar que se tomó como base para el análisis de los resultados obtenidos, los parámetros establecidos por las normas de la ASTM, por lo que las conclusiones involucran en su totalidad a las normas antes mencionadas.

CONCLUSIONES.

1. De la revisión de los distintos estudios realizados a la pómez de diferentes bancos existentes en el país, se establece que: la pómez de los bancos que se encuentran en las depresiones volcano-tectónicas, posee las mejores propiedades físicas para elaborar concreto, con lo cual se llega a determinar que el concreto estructural elaborado a base de pómez extraída de estos bancos, alcanzan resistencias que se aproximan a los valores de resistencias obtenidas en concretos estructurales elaborados con agregados normales (arena de río y piedra triturada o grava), ver mapa I-1, gráfica I-1 y tabla I-1.

2. De los análisis de los resultados obtenidos en la determinación de las propiedades físicas de la pómez de la finca El Limón, se tiene que el material de este banco, es un agregado liviano, con un alto poder absorvente, limpio de impurezas orgánicas y que posee una gran cantidad de partículas gruesas, así como una granulometría no uniforme, por lo que se clasifica como un agregado mal graduado.

3. Las mezclas elaboradas con relaciones agua-cemento de 0.4, 0.5 y 0.6, para hacer bloque de mampostería presentan altos revenimientos, lo cual contraviene uno de los principales requisitos en la elaboración de bloques; en efecto, se deben utilizar mezclas que presenten revenimientos nulos, para que el bloque no sufra ninguna deformación geométrica al ser desenmoldado instantáneamente y a la vez garantizar sus propiedades físicas y mecánicas.

4. De acuerdo a los resultados obtenidos en cilindros y bloques elaborados con concretos a base de pómez, la resistencia a la compresión y a la tensión que el concreto pueda alcanzar a los 28 días de curado, dependerá de lo siguiente: de la conformación, consistencia, pureza y de que se encuentre libre de alteraciones por intemperismo el grano de pómez (calidad del agregado), de la cantidad de cemento-pómez existente en la mezcla para determinada proporción, de la cantidad de agua agregada a la mezcla, de la vibración y compactación que se le dé al especimen al momento de elaborarlo, del manejo de los especímenes después de fabricados, de la forma del curado del elemento (rociado o inmersión), del cabeceado de los especímenes para ser ensayados y de la forma de aplicación de la carga.

5. El método que resultó ser el más adecuado al elaborar concreto para fabricar bloques a base de pómez, es mediante el uso de proporciones en peso de los materiales que lo conforman (cemento-pómez), a partir del cual se controló el contenido de humedad natural que presentó el agregado del banco de la finca El Limón al momento de elaborar el concreto; el control adicional del agua es por tanteos (prueba y error, ver pág.101).

6. El bloque de pómez fabricado con la proporción en peso de 1:5 (1 de cemento x 5 de pómez), es el que presenta los mejores resultados en cuanto a resistencias a la compresión como unidad y en conjunto através de prismas elaborados con estos bloques; así mismo, presentan las resistencias más altas a la fuerza cortante y a los esfuerzos de adherencia, comparados con los de las otras proporciones de 1:6 y 1:7. Con lo cual se establece que: a mayor contenido de cemento, la adherencia entre las partículas de agregado que componen el concreto fresco aumenta, creando de esta manera una masa más firme y sólida; y en consecuencia, la resistencia del bloque aumenta.

7. El bloque elaborado con concreto fresco hecho a base de pómez con las proporciones de 1:5, 1:6, 1:7, presenta una textura porosa casi normal con respecto al bloque que se fabrica en nuestro medio, sin embargo debido a la alta absorción de 27.37%, a la inmersión, indica que se debe repellar a fin de mejorar la durabilidad.

8. El bloque de pómez presenta una resistencia a la compresión relativamente baja en forma individual; pero en conjunto (prismas hechos con bloques de pómez), las resistencias a la compresión y cortante están contenidas en el rango de resistencias obtenidas al probar prismas hechos con bloques de chispas y escoria volcánica usados tradicionalmente en la industria de la construcción (ver tablas No.III-1 y No.III-2).

9. El costo del bloque de pómez es menor que el costo actual del bloque ofertado en el mercado de nuestro medio, aún cuando su proyección sea con el fin de obtener beneficios lucrativos, ya que el precio del bloque de pómez incluyendo la mano de obra es de ¢2.43/unidad, comparado con ¢2.75/unidad que es el precio promedio del bloque elaborado a base de chispa.

10. El costo del bloque de pómez es mucho más barato si se orienta a programas de ayuda mutua, con lo cual tendría que eliminarse el costo de la mano de obra, logrando así elaborar el bloque a ¢1.26/unidad, con un ahorro de ¢1.17/unidad, o sea el 48.10% de ahorro por unidad producida.

11. El alcance de las normas de las ASTM, establece rangos de variación para los agregados livianos y concreto liviano sin abarcar la especificidad. Para el caso los agregados de pómez, concreto de pómez y unidades (bloques) u otros elementos fabricados a base de pómez; por eso, se ha tenido que utilizar parámetros guías de comparación que no corresponden a la pómez, pero que sirven de correlación para el control de los resultados. Así, los parámetros y procesos de fabricación establecidos en este estudio como en anteriores, llenan ese vacío de dichas normas, para que sean usados en otras investigaciones.

RECOMENDACIONES.

1. El concreto hecho a base de pómez para las relaciones de agua-cemento de 0.4, 0.5, 0.6, pueden ser utilizadas en la fabricación de elementos sólidos como vigas y columnas, siempre y cuando se compruebe que las resistencias a la compresión y tensión en cilindros de control, fabricados con este concreto alcancen valores de resistencias, que se aproximen a las resistencias establecidas para concretos estructurales normales.

2. Debido al resultado obtenido en la elaboración de bloque con proporción cemento-pómez 1:5, con respecto a la resistencia a la compresión y lo establecido por la norma ASTM C-129; el bloque de pómez puede ser utilizado para la conformación de paredes que no sean portantes de cargas importantes.

3. Las resistencias a la compresión y cortante presentada por los prismas de 60x60 cms. hechos a base de pómez indican que éstos pueden utilizarse para muros no portantes o en aquellos cuyas cargas no sean importantes, como en el caso de viviendas de una planta, donde las cubiertas son livianas.

4. En caso de utilizar el bloque de pómez para la construcción de viviendas, las paredes exteriores de las mismas, deberán ser revestidas mediante un repello, incluyendo las hiladas que queden bajo el nivel del piso terminado, de manera que los efectos del intemperismo no ocasiones efectos negativos en las paredes expuestas a la acción de tales fenómenos, ya que el bloque por si solo presenta una alta absorción.

5. La calidad del bloque de pómez puede mejorarse al combinar la pómez del banco de la finca El Limón con otros agregados finos (por ejemplo arena pumítica), con el fin de mejorar la textura y disminuir la absorción del mismo, así como también aumentar la resistencia a la compresión de éstos, en forma individual, además de aumentar las resistencia a la compresión y la fuerza cortante en los prismas fabricados a base de estos elementos, con lo que se mejoraría el comportamiento de las paredes, logrando así que éstas sean capaces de absorver las fuerzas producidas por los sismos.

6. Los resultados obtenidos en este estudio, se podrían mejorar si se utiliza en la fabricación del bloque una máquina del tipo vibro-compactadora, ya que aumentaría la unión entre las partículas. Así mismo el cabeceado

con la mezcla de arcilla-azufre y un cabeceador adecuado comprobaría si se mejora el resultado en la prueba de resistencia a la compresión.

7. Considerando que este estudio es el seguimiento de investigaciones sobre concreto liviano a base de pómez, es conveniente dar seguimiento a esta investigación, la cual tiene que ser orientada a resolver el problema habitacional que actualmente atraviesan las familias de bajos ingresos económicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1> Programa regional de desarrollo científico y tecnológico de la Organización de los Estados Americanos (O.E.A.).(1979). Programa de investigación de vivienda popular en El Salvador. Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima.

2> Larios Cerón, José Humberto y otros. (1986). Paneles de concreto ligero para divisiones. Trabajo de graduación. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. U.E.S.

3> Atlas de El Salvador. (1979). Instituto Geográfico Nacional Ingeniero Pablo Arnoldo Guzmán. 3a.Edición.

4> Escobar, Roberto Alfonso y otros. (1970). Tecnología del concreto, tomo III. Concreto liviano de pómez. Seminario de graduación. Escuela de Ingeriería Civil. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. U.E.S.

5> Navas Hurtado, Juan Aurelio y otros. (1978). Estudio experimental sobre concreto liviano de pómez. Seminario de graduación. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. U.E.S.

6> Aguirre Serpas, Victor Manuel y otros. (1978). Estudio experimental sobre concreto ligero de piedra pómez. Seminario de graduación. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. U.E.S.

7> Díaz Hernández, Miguel Angel y otros. (1978). Estudio experimental sobre concreto ligero de pómez. Seminario de graduación. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. U.E.S.

8> Instituto Federal para las Geociencias y Recursos Naturales. (Abril 1972). Estudio sobre el uso Industrial de Minerales no Metálicos en El Salvador. Informe mimiografiado.

9> Neville, Adams M. (1977). Tecnología del concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. Editorial Limusa. A.C.México. Tomo I.

10> Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. (1978). Diseño y Control de Mezclas de Concreto. Editorial Limusa, México.

11> Calderón Calderón, Gustavo Alejandro y otro. (1988). Materiales y Métodos Constructivos para la Vivienda Marginal y Rural (parte III). Trabajo de Graduación. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. U.E.S.

12> Mc Millan, F.R. y Tuthil, Lewis H. (1990). Cartilla del Concreto (ACI-SP1). IMCYC. Editorial Limusa. México.

A P E N D I C E S

APENDICE 1

ELABORACION Y ENSAYE DE BLOQUES A BASE DE POMEZ DEL BANCO DE LA FINCA EL LIMON Y OTROS AGREGADOS.

Se elaboraron bloques huecos de dimensiones estándar de 10x20x40 cms., utilizando como agregado para elaboración del concreto la pómez de la finca El Limón, con un tamaño máximo del grano de 3/8" en combinación con una arena pumítica, a la cual se le determinó su granulometría y se obtuvo como resultado, que ésta tiene un exceso de partículas de diámetro que están comprendidas entre la malla No.30 y la No.100, por lo tanto no cumple con los límites establecidos por la norma ASTM C-331 para agregado fino y según la tabla I-5, esta arena se clasifica como una arena fina, por tener un módulo de finura de 2.02 (ver tabla No.1-A).

Debido a que a esta arena pumítica, solamente se le determinó granulometría, el proceso de proporcionamiento de los agregados para la mezcla se realizó por proporción de volumenes, con el fin de conocer la variación que podría tener la resistencia a la compresión del concreto elaborado con la pómez de la finca El Limón, en combinación con otro agregado.

Se elaboró manualmente un volumen de mezcla para fabricar aproximadamente 6 bloques, para proporciones (cemento-pómez-de la finca El Limón - arena pumítica(*)) de 1:4:1 y 1:3:2,

(*) Con apariencia a la tierra blanca y que no procede del banco de la finca El Limón.

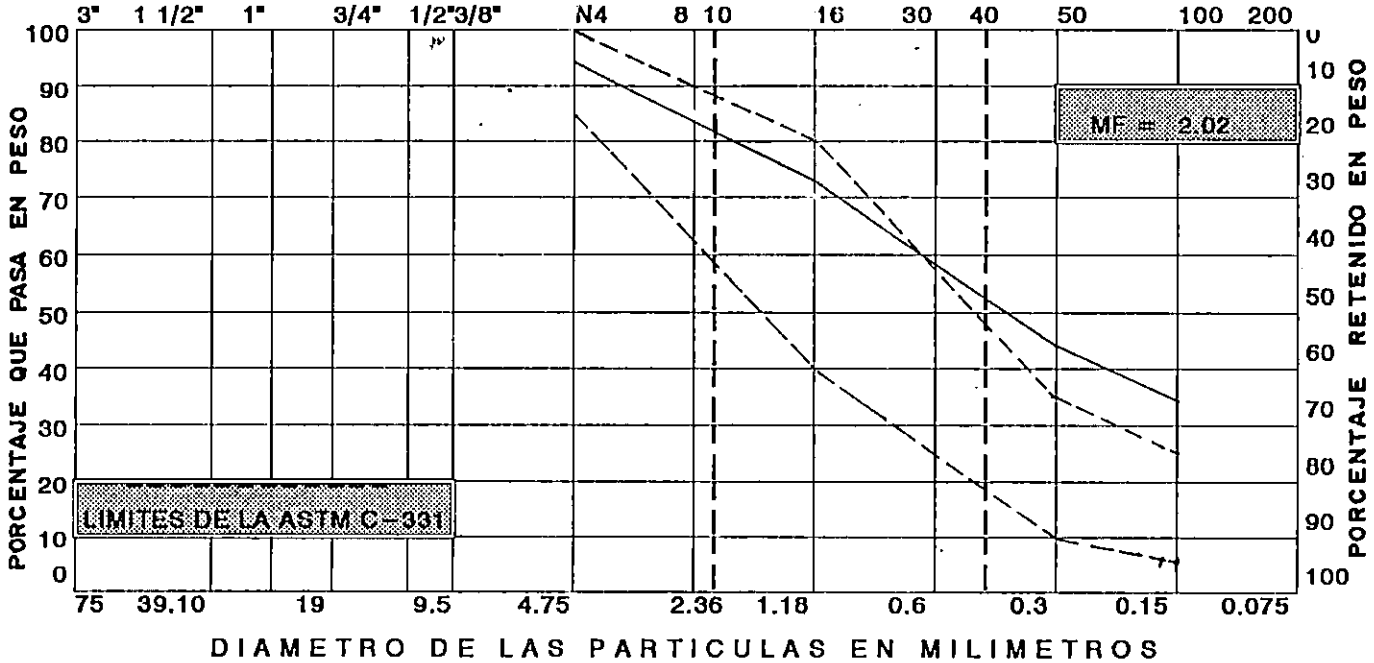
TABLA No.1-A

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

TIPO DE MUESTRA OBTENIDA	:	ARENA
LUGAR DE EXTRACCION	:	
UBICACION	:	CIUDAD DE SANTA ANA
ANALISIS FISICO	:	GRANULOMETRIA
TIPO DE SUELO	:	ARENA PUMITICA
MUESTRA No.	:	1
PESO NETO DE LA MUESTRA	:	500.00 Grs.

MALLA	Peso retenido parcial en Grs.	% retenido parcial	% retenido Acumulado	% que pasa la malla
No. 4	15.30	3.06	3.06	96.94
No. 8	50.90	10.18	13.24	86.76
No. 16	68.10	13.62	26.86	73.14
No. 30	65.60	13.12	39.98	60.02
No. 50	67.70	13.54	53.52	46.48
No. 100	60.20	12.04	65.56	34.44
Pasan la No 100	172.20	34.44	100.00	0.00
SUMAS	500.00	100.00		

ANALISIS DE MALLAS



GRAVA		ARENA		
GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC: DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION: ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE FOMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO. AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO: GRANULOMETRIA	COORDINADOR: ING. JOAQUIN M. SERRANO CHOTO ASESORES: ING. ROGELIO E. GODINEZ G. ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Bis: NELSON W. RINCAN HERNANDEZ. RICARDO A. ORTIZ TORRES. ERNESTO E. SEGUNDO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA

añadiendo el agua necesaria para obtener un revenimiento nulo. El proceso de fabricación y cabeceado de los bloques es el descrito en el capítulo II, páginas No.94 y No.108, respectivamente.

Los resultados del ensaye a compresión de los bloques elaborados con las mezclas descritas anteriormente se presentan en la tabla No.2-A.

En el transcurso del ensaye a compresión de los bloques se observó que éstos se fracturaban por el alma y que luego de este primer efecto, tenían la capacidad de seguir soportando carga hasta que se fracturaron por completo, obteniéndose así su carga última.

Al comparar los resultados de la tabla No.2-A, con los de la tabla No.II-30, se tiene que para la proporción de cemento agregados 1:4:1, se puede observar un aumento en la resistencia a la compresión de 39.75% y para la proporción de 1:3:2 un 85.34%, de la resistencia alcanzada con la proporción de cemento-pómez (1:5) con la pómez de la finca El Limón.

En la gráfica No.1-A, se puede observar el incremento de resistencia a la compresión que se dió en los bloques al incluir la arena pumítica en proporciones de 1:4:1 y 1:3:2; con dicha inclusión también se mejoró la textura de los bloques, aproximándose a la que presentan los elaborados en el mercado nacional.

TABLA No.2-A

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

ELEMENTO DE ANALISIS : BLOQUES DE CONCRETO LIGERO DE POMEZ DE LA FINCA EL LIMON Y ARENA PUMITICA DE OTRO BANCO. BLOQUES DE 10.00 CMS. DE ESPESOR .

PRUEBA MECANICA : RESISTENCIA A LA COMPRESION

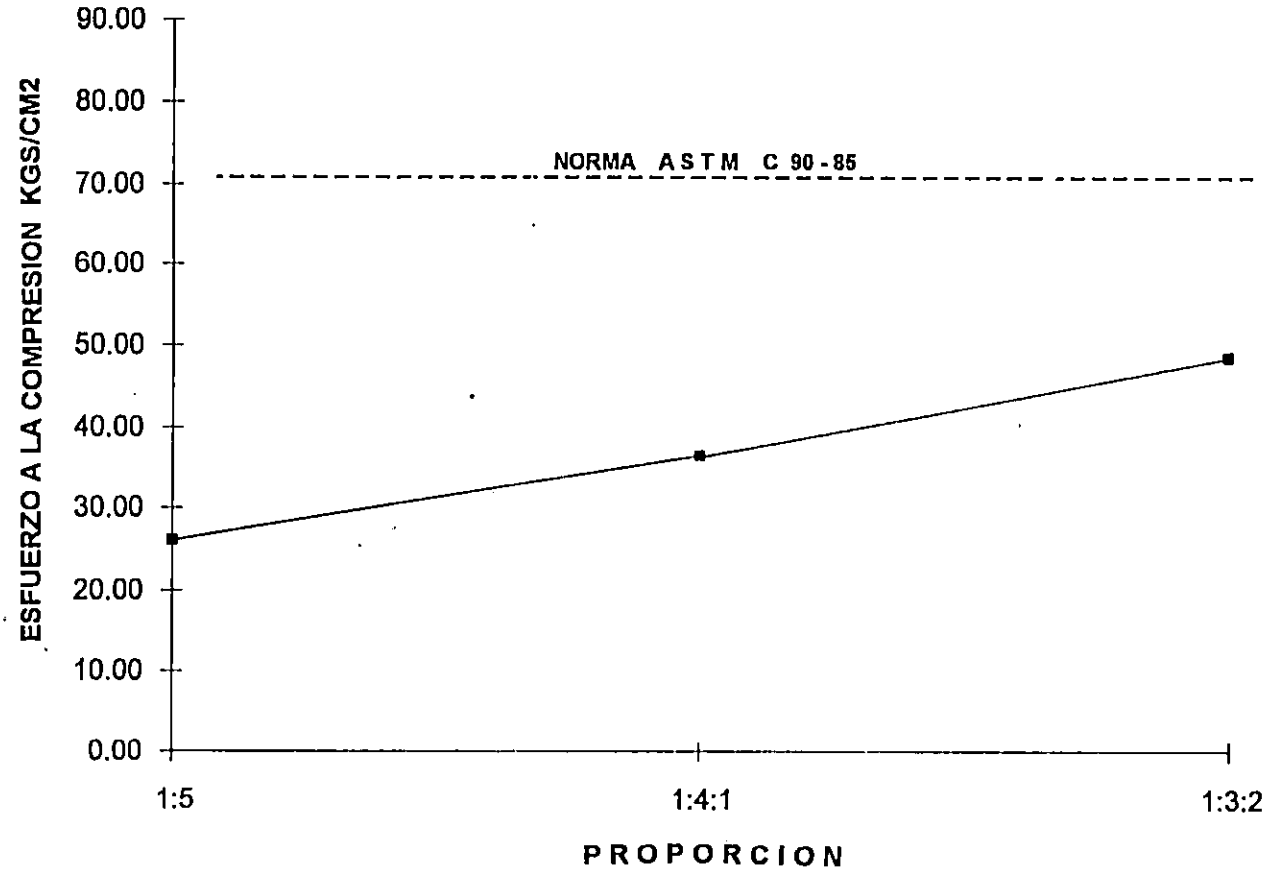
TIEMPO DE CURADO : 28 DIAS

BLOQUE No.	LARGO Cm.	ANCHO Cm.	ALTO Cm.	AREA NETA Cm2.	AREA GRUESA Cm2.	PESO Kgs.	VOLUMEN NETO Cm3.	PESO VOLUMET. Kgs./m3	CARGA Kgs.	ESFUEZO NETO Kgs./Cm2.	ESFUERZO NETO PROMEDIO Kgs./Cm2.	ESFUEZO GRUESO Kgs./Cm2.	ESF.GRUESO PROMEDIO Kgs./Cm2.
PROPORCION 1 : 4 : 1 (CEMENTO + POMEZ DE LA FINA EL LIMON + ARENA PUMITICA)													
1	39.20	9.20	18.00	251.65	360.64	7.544	4529.70	1665.45	11350.00	45.10	52.19	31.47	36.42
2	39.20	9.20	18.20	251.65	360.64	7.595	4580.03	1658.29	14300.00	56.82		39.65	
3	39.20	9.20	18.30	251.65	360.64	7.378	4605.20	1602.10	13750.00	54.64		38.13	
PROPORCION 1 : 3 : 2 (CEMENTO + POMEZ DE LA FINCA EL LIMON + ARENA PUMITICA)													
1	39.30	9.20	18.40	251.65	361.56	9.300	4630.36	2008.48	12450.00	49.47	69.34	34.43	48.30
2	39.20	9.20	18.30	251.65	360.64	7.929	4605.20	1721.75	17600.00	69.94		48.80	
3	39.30	9.20	18.40	251.65	361.56	7.988	4630.36	1725.14	22300.00	88.62		61.68	

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FAC. DE INGENIERIA Y ARQ. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	TRABAJO DE GRADUACION ELABORACION DE BLOQUES DE CONCRETO DE POMEZ PARA VIVIENDAS DE BAJO COSTO AGOSTO 92 A OCTUBRE 93	BANCO DE LA FINCA EL LIMON COATEPEQUE ENSAYO : PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BLOQUES DE POMEZ Y ARENA PUMITICA	COORDINADOR : ING. JOAQUIN M.SERRANO CHOTO ASESORES : ING. ROGELIO E. GODINEZ ING. CIRILO MENDEZ RAYMUNDO ING. GUSTAVO A. CALDERON	DESARROLLADA POR Brs. : NELSON W. RINCAN HERNANDEZ RICARDO ALFREDO ORTIZ TORRES ERNESTO E.SEGUNGO GRANADINO MIGUEL ANGEL ANAYA RIVERA

GRAFICA No I–A

BLOQUE DE CONCRETO LIGERO HECHO DE POMEZ, RESISTENCIA A LA COMPRESION EN AREA GRUESA, A LOS 28 DIAS DE CURADO



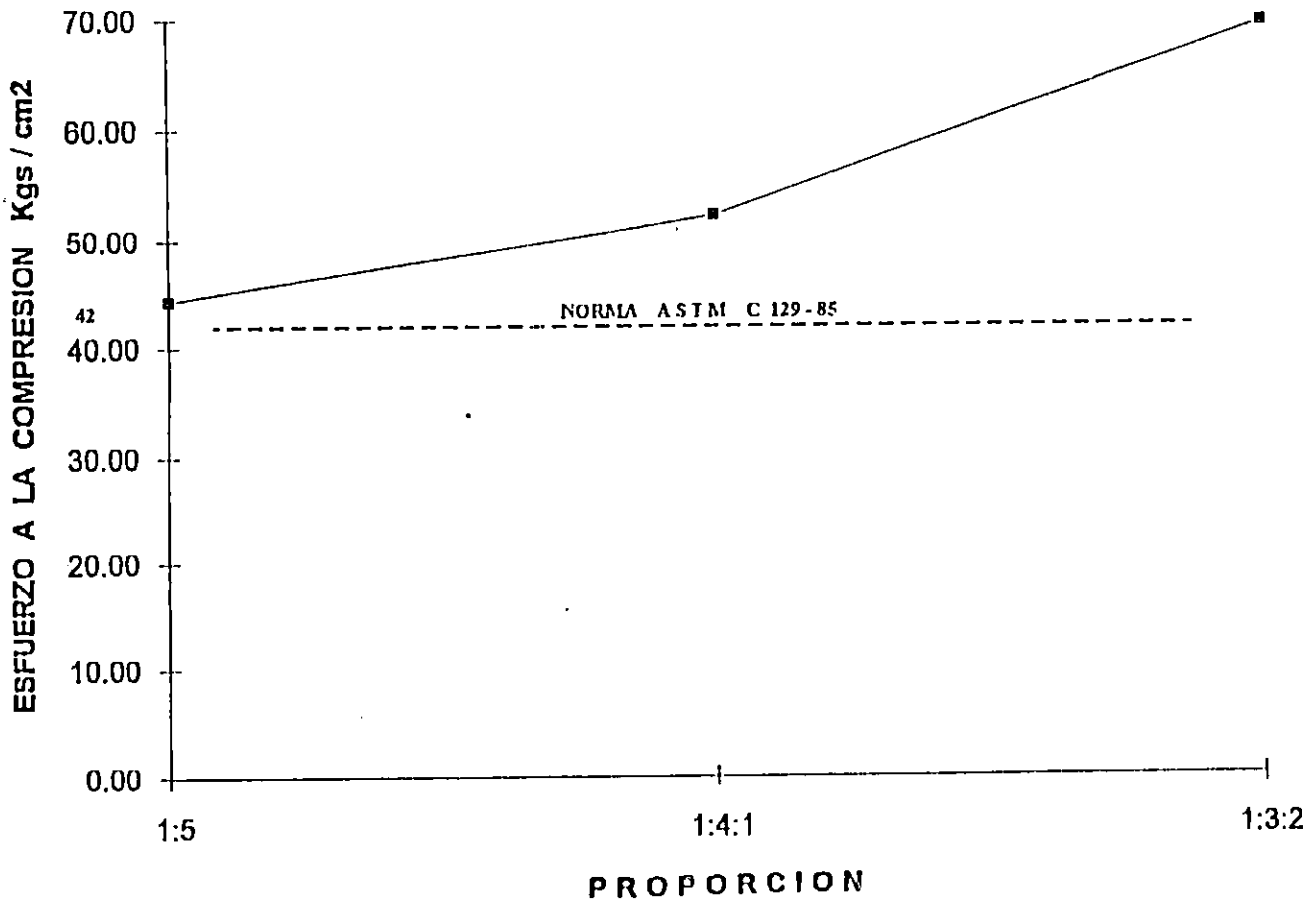
Proporción Cemento-Agregado	Esfuerzo a la Compresión	Mezcla
1:5	26.06	Cemento Pomez
1:4:1	36.42	Cemento Pomez Arena
1:3:2	89.34	Cemento Pomez Arena

De la gráfica No.2-A, se tiene que la resistencia a la compresión de los bloques con proporciones de 1:4:1 y 1:3:2; sobrepasan el límite de 42.0 Kgs/cm2. establecido por la norma ASTM C-129, pero no alcanzan la resistencia a la compresión de 70.0 Kgs/cm2. que establece la norma ASTM C-90, por lo tanto este tipo de bloques se clasifica como no portantes de carga, ya que están dentro del rango de variación de ambos límites.

Es importante hacer notar que la norma ASTM C-129, también establece el peso unitario máximo que debe tener un bloque para ser considerado como liviano y es de 1860 Kgs/m3, en el caso de este estudio el bloque que reune tal requisito es el elaborado con la proporción de 1:4:1 (ver gráfica No.3-A).

GRAFICA No 2-A

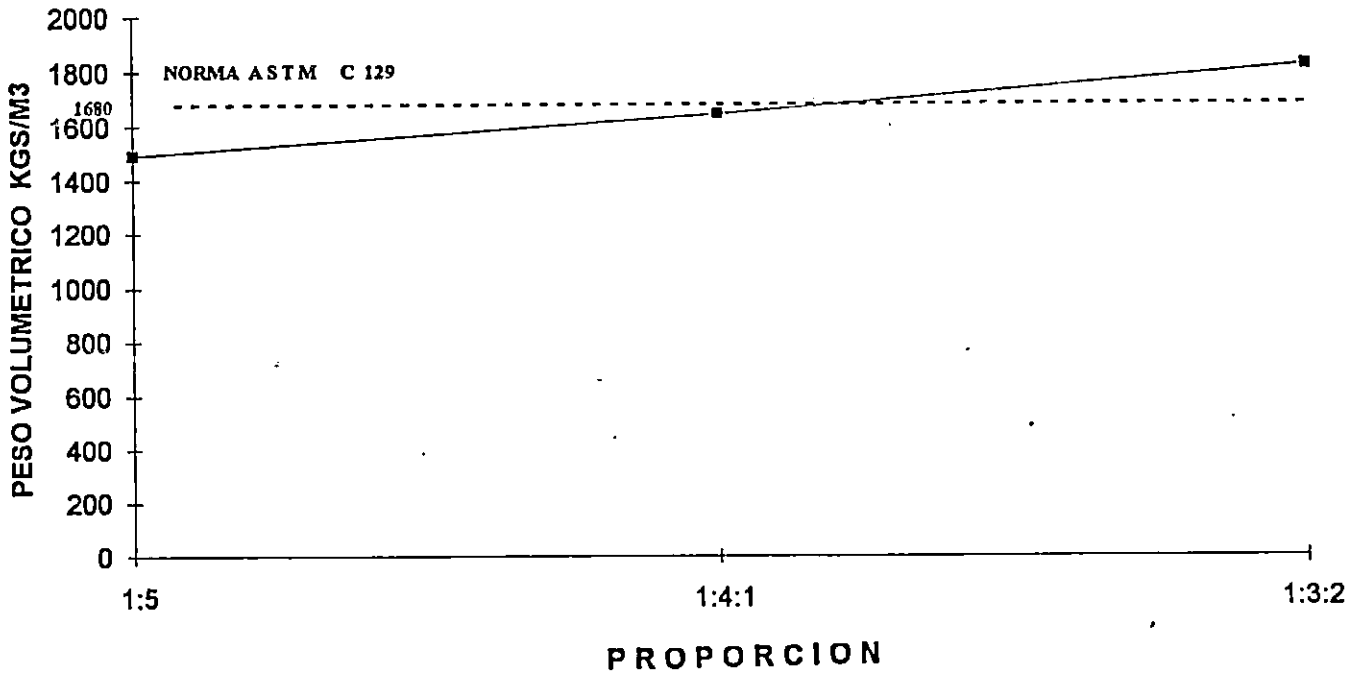
BLOQUES DE CONCRETO LIGERO HECHOS DE POMEZ RESISTENCIA A LA COMPRESION EN AREA NETA A LOS 28 DIAS DE CURADO



Proporción Cemento-Agregado	Esfuerzo a la Compresión	M e z c l a
1:6	44.21	Cemento Pomez
1:4:1	52.19	Cemento Pomez Arena
1:3:2	69.34	Cemento Pomez Arena

GRAFICA No 3–A

BLOQUES DE CONCRETO LIGERO HECHOS DE POMEZ
PESO VOLUMETRICO VRS. PROPORCION CEMENTO–AGREGADO



Proporción Cemento Agregado	Peso Volumétrico (Kgs/m3)	Incremento Peso Volumétrico
1:5	1490.43	0.00
1:4:1	1641.95	151.52
1:3:2	1818.46	328.03

APENDICE 2.

ANALISIS DE COSTOS PARA LA PRODUCCION DEL BLOQUE DE CEMENTO POMEZ DEL BANCO DE LA FINCA EL LIMON.

Basados en los resultados obtenidos de las pruebas mecánicas, realizadas a los bloques elaborados con proporciones de cemento-pómez de 1:5, 1:6 y 1:7, se presenta el análisis de costo en dos modalidades (producción privada y ayuda mutua), para la fabricación de bloques con una proporción de 1:5, por ser éstos, los que de acuerdo con la norma ASTM C-129, pueden ser utilizados en la elaboración de paredes que no portan cargas importantes, ya que superan la resistencia de compresión de 42.5 Kgs/cm2, establecida por dicha norma.

Se preveé que la producción del bloque se realice en un área muy cercana al banco de la finca El Limón, utilizando para ello una máquina bloquera vibradora (ver fotografía No. 9), la cual es de fabricación nacional ensamblada en el taller de mecánica de la Ciudad de los Niños ubicada en Santa Ana.

Fotografía No.9
Máquina Bloquera

ANALISIS DE COSTOS DE FABRICACION.

Costo de maquinaria y equipo

Equipo	cantidad	vida útil	costo total
máquina	1 CU	20 años	¢ 21,000.00
moldes	2 CU	2 años	¢ 2,000.00
Chumaceras	2 CU	2 años	¢ 150.00

Costo unitario de producción de bloque a base de pómez del banco de la finca El Limón.

CASO I. Fábrica industrial.

Producción para comercializarlo como otro bloque de construcción alternativo en el mercado nacional.

Gastos de operación y mantenimiento		¢ 2,017.50
Máquina	¢21000.00/20años	¢1050.00
Moldes	(¢2000.00x9 períodos)/20años	¢ 900.00
Chumaceras	(¢150.00x9 períodos)/20 años	¢ 67.50

Gastos de operación x día = ¢2017.5/240 días **¢8.41**

Mano de obra		¢230.72
1 operador de máquina	¢ 67.70/día	
4 Auxiliares	¢ 163.02/día.	
Costo diario de operación		¢239.13

promedio bloques a fabricar c/1 bol cemento		=	30 unidades.
para un bloque se necesita		=	0.033 bol.
Cantidad promedio de bloques a fabricar		=	350 unid/día
El volumen del bloque		=	0.006196 m3.
cemento	= 0.033 bol x ¢30.00/bol	=	¢ 0.999
Pómez	= 0.006196 m3 x ¢25.00/m3	=	¢ 0.155
(M.obra + Maq.)	= ¢239.13/350unidxdía	=	¢ 0.683
otros gastos de agua y corriente		=	¢ 0.10
	COSTO NETO		¢ 1.94/unidad

Si se trabaja con una tasa de rendimiento del 25% el costo del bloque es de **¢2.43/cu.**

CASO II. Fabricación por esfuerzo propio.

Para el caso de ayuda mutua el costo del bloque deberá calcularse así :

A todos los costos anteriores tendrá que quitarle el costo de la mano de obra y la tasa de rendimiento:

mano de obra ¢ 239.13/350 unid. = ¢ 0.683

rendimiento ¢ 0.49/cu

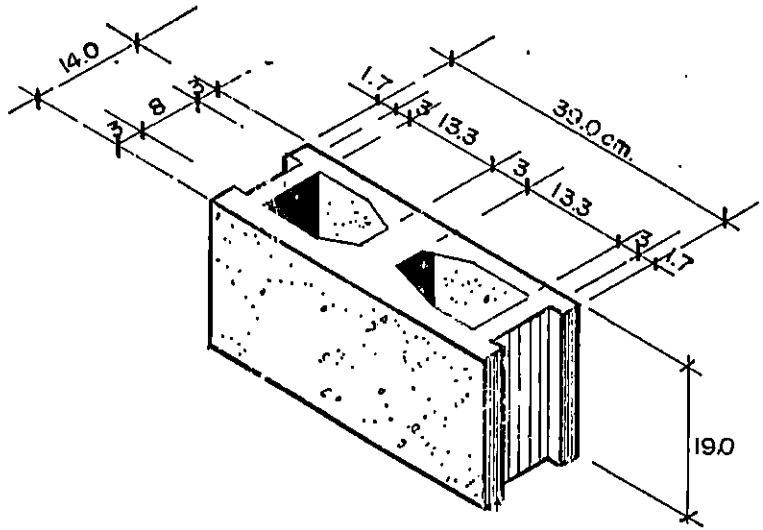
luego el costo será = ¢2.43 - ¢ 0.683 - ¢0.49

Costo Total = ¢1.26/ unidad.

Ahorro = ¢ 2.43 - ¢ 1.26 = ¢ 1.17/unidad

o sea el 48.10% por unidad producida.

CARACTERISTICAS DEL BLOQUE PROPUESTO EN ESTE ESTUDIO



PROPORCION CEMENTO–POMEZ 1:5

PROPIEDADES GEOMETRICAS :

DIMENSIONES	= 14x19x39	Cms
AREA GRUESA	= 546.00	Cm2
AREA NETA	= 326.10	Cm2
AREA HUECA	= 219.90	Cm2
% DE AREA HUECA	= 40.27	%
% DE AREA NETA	= 59.73	%

PROPIEDADES FISICAS :

VOLUMEN DEL BLOQUE	= 6196.00	Cm3
PESO VOLUMETRICO DEL BLOQUE	= 1416.67	Kg/M3
PESO DEL BLOQUE	= 8.77	Kgs/U
ABSORCION	= 27.37	%
CONTRACCION	= NO SE DETERMINO	
DURABILIDAD	= POR SU ALTA ABSORCION DEBE REPELLARSE	

PROPIEDADES MECANICAS :

RESISTENCIA DEL BLOQUE A COMPRESION (AREA GRUESA)	= 26.06	Kgs/Cm2
RESISTENCIA A LA COMPRESION EN PRISMAS DE 60x60 Cms	= 32.53	Kgs/Cm2
RESISTENCIA AL CORTANTE EN PRISMAS DE 60x60 Cms	= 3.40	Kgs/Cm2
ESFUERZO DE ADHERENCIA EN PRISMAS DE 40x40 Cms (A.GRUESA)	= 1.045	Kgs/Cm2
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO	= 66.67	Kgs/Cm2

NOTA : LOS RESULTADOS QUE SE PRESENTAN SON EL PROMEDIO DE 3 UNIDADES

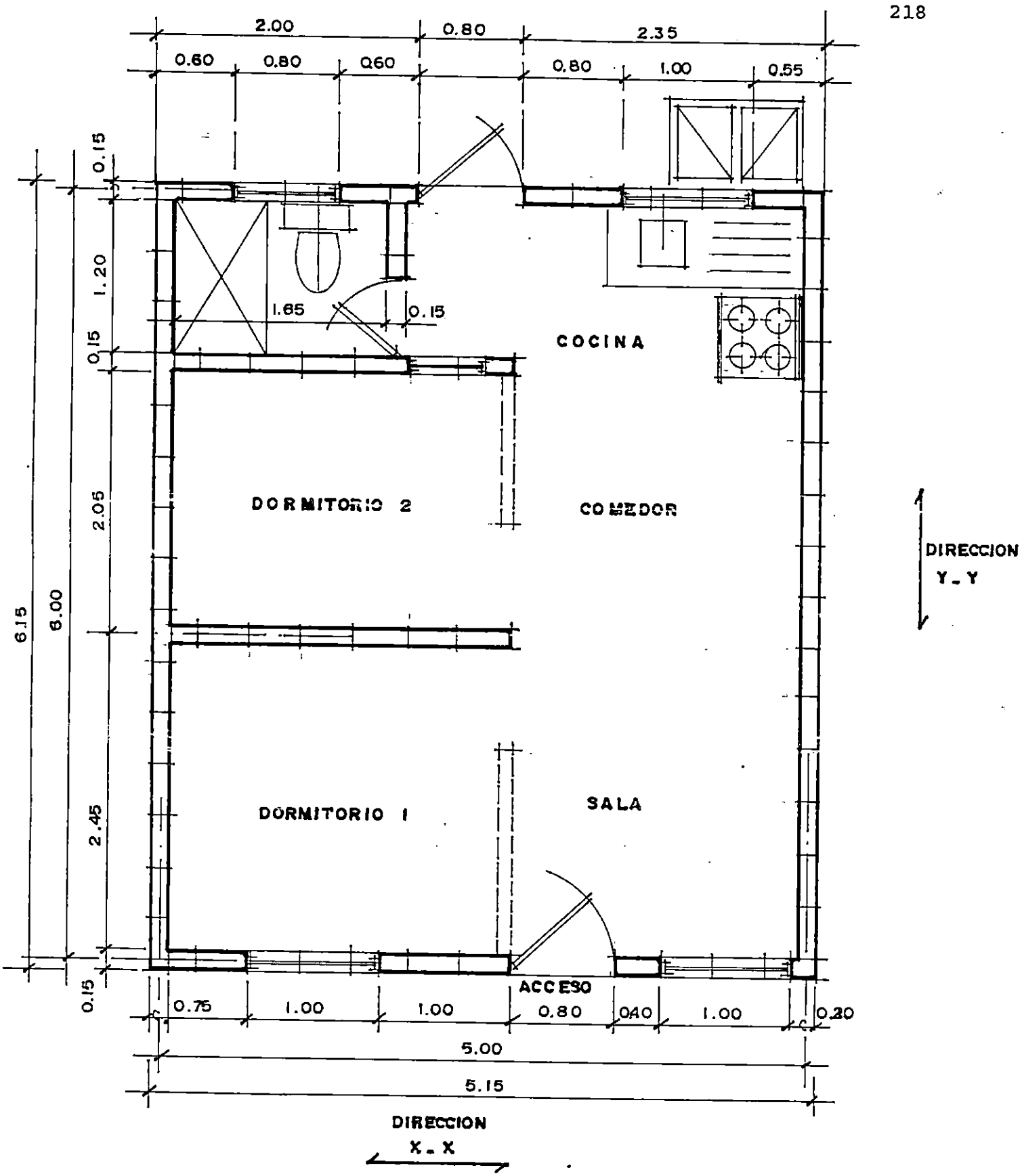
APENDICE 3.

PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA UNA VIVIENDA.

El diseño del refuerzo vertical y horizontal, que se presenta en este trabajo de graduación es para una vivienda tipo, de 5.15 mts. de frente por 6.15 mts. de fondo, es una breve introducción a las características y usos estructurales de la mampostería con unidades de bloques hechos con concreto a base de pómez.

El caso que se presenta a continuación supone que el sismo está actuando en la dirección Y-Y, pero en la práctica para el diseño de muros de una casa, se tendrá que diseñar suponiendo un sismo en la dirección Y-Y como en la dirección X-X.

Para esta propuesta solamente se ha diseñado el acero de refuerzo, para los muros que son menos críticos, o sea que no poseen áreas de apertura (ventanas y puertas) y además se propone el refuerzo que podrían tener las soleras de fundación y de coronamiento, basados en los requisitos que establece el reglamento de diseño sísmico de El Salvador (R.D.S.E.S.).



PLANTA ARQUITECTONICA esc. 1:40

Simbología :

f'm	=	Resistencia a la compresión de diseño.
$\overline{Fm}$	=	Resistencia a la compresion promedio de prismas.
Cm	=	Coeficiente de variación.
Vb	=	Cortante basal.
C	=	Factor que depende de la zona.
D	=	Factor que depende del período fundamental de vibración.
I	=	Factor de importancia.
Vp	=	Fuerza que se aplica en la parte superior del muro.
fv	=	Esfuerzo cortante de la pared.
Fv	=	Esfuerzo cortante admisible.
ρ	=	Cuantía de acero.
As	=	Area de acero.
Es	=	Módulo de elasticidad del acero.
Em	=	Módulo de elasticidad de la mampostería.
WTp	=	Peso total de las paredes.
Wt	=	Peso del techo.
Ws	=	Peso sísmico.
n	=	Razón modular.
Kd	=	Distancia de las fibras más alejadas a compresion al eje neutro.
I	=	Momento de inercia con respecto al eje neutro.

Wp = Peso de pared.

Ap = Area perimetral.

S = Longitud de influencia.

As = Area de acero.

At = Area de pared.

Pp = Peso de pared.

Mm = Momento máximo.

Fa = Esfuerzo axial admisible.

Fb = Esfuerzo flector admisible.

fa = Esfuerzo axial nominal.

fb = Esfuerzo flector nominal.

Ap = Area de pared

Pv = Peso unitario del bloque

t = Espesor del bloque

t' = Espesor efectivo

S = Longitud de influencia

ρv = Cuantía de acero vertical

ρh = Cuantía de acero horizontal

P = Fuerza axial

L = Longitud de pared

d = peralte

A = Area efectiva de mampostería.

Análisis Numérico.

Suponiendo que el sismo entra en la dirección Y-Y.

Aparedes Y-Y = 1.2 x (6.15+6.15+0.6) = 15.48 m2.

Aparedes X-X = 1.2 x (5.15+5.15+2.8+2.8) = 19.08 m2.

At = 34.56 m2.

Peso de paredes :

WTp = Pv x t x At

WTp = 1416.67 Kgs/m3.x 0.14 mts x 34.56 m2

WTp = 6854.42 Kgs.

Peso del techo :

Wt = Ap x (Wlámina + West.mat. + Winst.eléc +Wviva)

Wt = 5.15mts. x 6.15mts. x (15+8+10+20)Kgs/m2

Wt = 1678.64 Kgs

Peso sísmico :

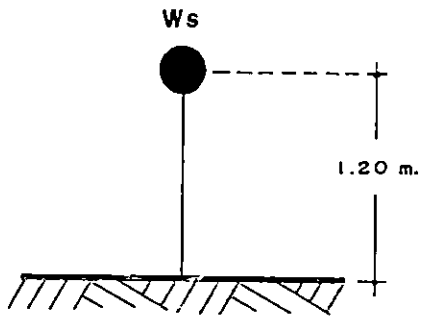
Ws = WTp + Wt

Ws = (6854.42 + 1678.64) Kgs

Ws = 8533.06 Kgs

Cálculo de cortante basal :

Concentrando el peso a la mitad de la altura de la pared.



Vb = C x D x I x Ws

De R.D.S.E.S. se tiene que:

C = 0.19 (Factor que depende de la zona) Art.# 6

D = 1.00 (Factor que depende del periodo fundamental de vibración) Art.# 8

I = 1.00 (Factor de importancia) Art.# 7

Vb = C x D x I x Ws

Vb = 0.19 x 1 x 1 x 8533.06 Kg

Vb = 1621.28 Kgs

Revisión por cortante en paredes en la dirección Y-Y

$$Vp = \frac{Vb \times 1.5}{2}$$ (Fuerza que se aplica en la parte superior de la pared)

$$Vp = \frac{1621.28 \text{ Kgs} \times 1.5}{2}$$

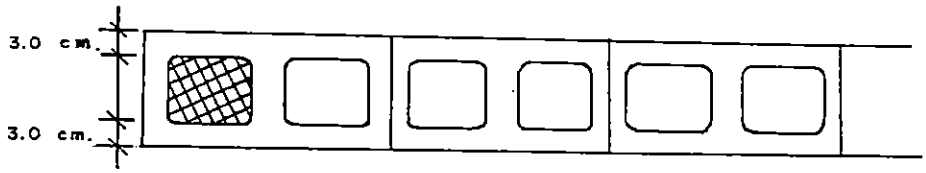
$$Vp = 1215.96 \text{ Kgs.}$$

Nota : 1.5 = factor de ampliacion tomado de R.D.S.E.S.Art.43

Esfuerzo cortante de la pared

$$fv = \frac{Vp}{t' \times L}$$

donde t' = 10 cms. (espesor efectivo)



$$fv = \frac{1215.96 \text{ Kgs}}{10 \text{ cm} \times 615\text{cm.}}$$

$$fv = 0.198 \text{ Kgs/cm2.}$$

de R.D.S.E.S. Se tiene que $Fv = 0.23 \sqrt{f'm}$ ó 2 kgs/cm2. Kgs/cm2.(esfuerzo cortante admisible y se toma el menor)

$$\text{donde} \quad f'm = \frac{\overline{Fm}}{1 + 2.5\ Cm}$$

$$f'm = \frac{32.53\ \text{Kgs/cm2}}{1 + 2.5\ (0.15)}$$

$$f'm = 23.66\ \text{Kgs/cm2.}$$

$$Fv = 0.23 \sqrt{23.66} = 1.12\ \text{Kgs/cm2.}$$

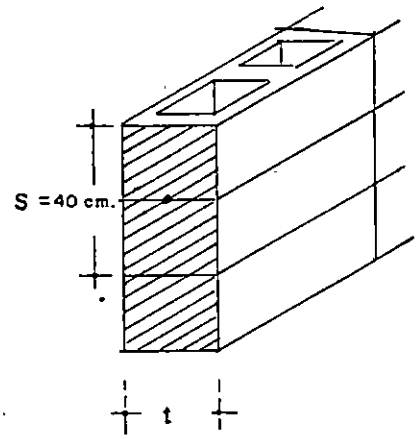
donde: $fv < Fv$

$0.198 < 1.12$ ok!!

de R.D.S.E.S. se tiene que hay que utilizar el acero mínimo por cortante de 1 varilla de 6.4 mm. de diámetro (#2, As = 0.31 cm2) @ 40 cms es decir a cada 2 hiladas y debe cumplir con la cuantía de acero vertical $\rho h \geqslant 0.0005$

$$\rho h = \frac{As}{t \times s}$$

$$\rho h = \frac{0.31\ \text{cm2.}}{14\ \text{cms} \times 40\ \text{cms}}$$



$\rho h = 0.00055$

$\rho h \geqslant 0.0005$

$0.00055 \geqslant 0.0005$ ok!!

Además de R.D.S.E.S. se tiene que cumplir que :

$$\rho v + \rho h = 0.0013$$

$$\rho v = 0.0013 - \rho h$$

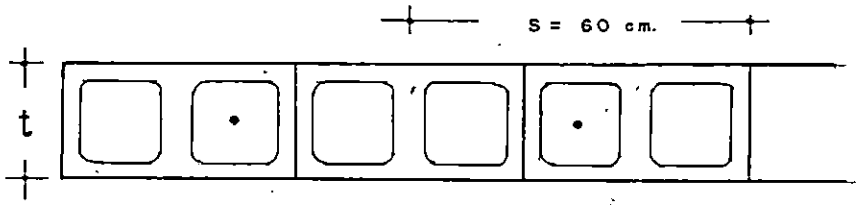
$$\rho v = 0.0013 - 0.00055$$

$$\rho v = 0.00075$$

$$Asv = \rho v \times t \times s$$

Suponiendo una distribución de acero vertical @ 60 cms. entonces Asv = 0.00075 x 14 cms x 60 cms.

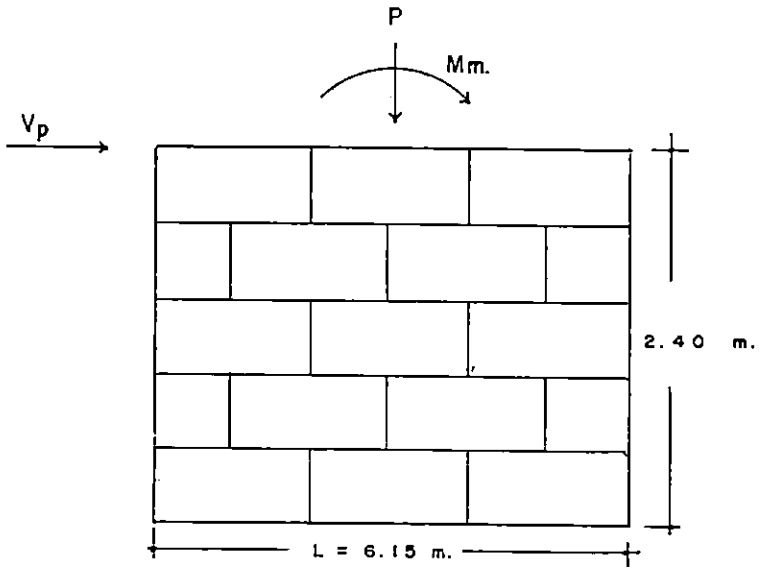
donde : Asv = 0.63 cm2.



por lo tanto utilizar 1 varilla # 3 = 0.71 cm2. @ 60 cms. en la parte media de la pared, pero para los extremos el acero debe calcularse haciendo una revisión por flexión.

Revisión por flexión.

De R.D.S.E.S. se tiene que Fb = 30.00 Kgs/cm2. ó 0.33 f'm



Momento máximo :

$$Mm = \frac{Vp \times L}{2}$$

$$Mm = \frac{1215.96 \times 6.15}{2} \quad (Kgs)(mts)$$

$$Mm = 3739.07 \quad Kgs\text{-}mt.$$

$$Mm = 373907.00 \quad Kgs\text{-}cm.$$

Fuerza axial :

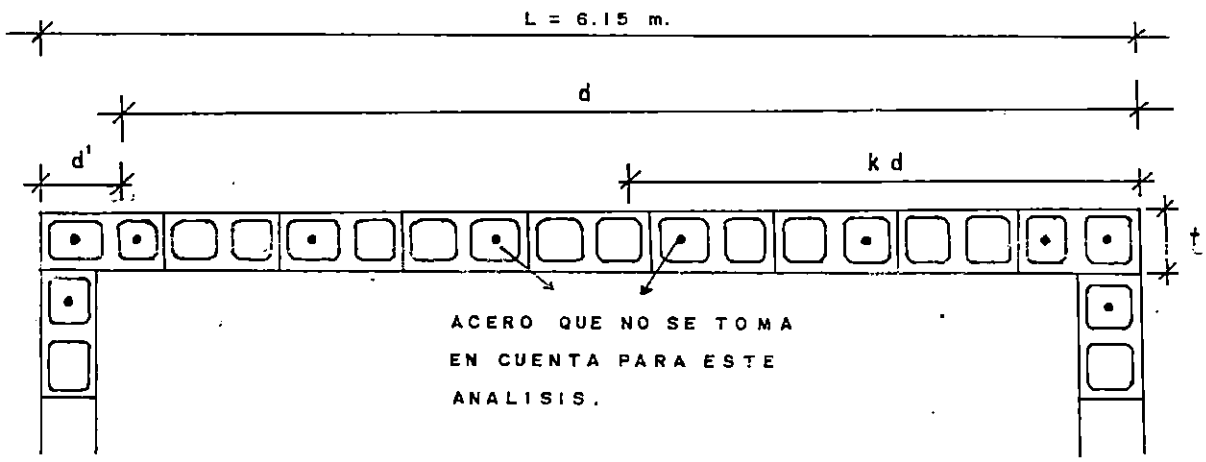
$$P = \frac{W\ t}{2} + Wp$$

$$P = \frac{1678.64}{2} + Pv \times t \times Apared$$

$$P = 839.32 + 1416.67 \times 0.14 \times (2.40 \times 6.15)$$

$$P = 3766.73 \text{ Kgs.}$$

Analizando la pared por el pie



$d = 615 - d'$

$d' = 20.00$ cms.

$d = 595.00$ cms.

Ubicación del eje neutro

probando con 3 varillas #4 (As = 1.27 cm2) en los extremos

$$n \times As \times (d-kd) = t \times kd \times (kd/2)$$

$$n = Es/Em.$$

donde $Es = 2 \times 10^6$ Kgs/cm2.

$Em = 700\ f'm$ Kgs/cm2.

$$n = 2 \times 10^6 / (700 \times 23.66)$$

$$n = 120.76$$

entonces :

$$120.76 \times (3.00 \times 1.27) \times (595 - kd) = 14/2 \times kd^2$$

resolviendo para kd :

$$7\ kd^2 + 460.01\ kd - 273759.50 = 0$$

$$kd = 167.61 \text{ cm}$$

Momento de inercia con respecto al eje neutro :

$$I = nAs\ (d-kd)^2 + t((kd)^3)/3$$

$$I = 120.76(3x1.27)(595-167.61)^2 + 14/3x(167.61)^3$$

$$I = 106015950.50 \text{ cm4.}$$

Esfuerzo flector nominal :

$$fb = \frac{Mm \times kd}{I} = \frac{373907.0 \times 167.61}{106015950.50}$$

fb = 0.59 Kgs/cm2.

Esfuerzo axial nominal :

A = nAs + t'x L (Area efectiva de mamposteria)

A = 120.76 x (3x1.27) + (10x615)

A = 6610.10 cm2.

$$fa = \frac{P}{A} = \frac{3766.73 \text{ Kgs}}{6610.10 \text{ cm2.}}$$

fa = 0.57 kgs/cm2.

de R.D.S.E.S. se tiene que :

Fa = 0.2 f'm (esfuerzo axial admisible)

Fa = 0.2 x 23.66 Kgs/cm2.

Fa = 4.73 Kgs/cm2.

Fb = 0.33 f'm (esfuerzo flector admisible)

Fb = 7.81 Kgs/cm2.

Revisando la condición :

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{fb}{Fb} < 1$$

Sustituyendo valores

$$\frac{0.57}{4.73} + \frac{0.59}{7.81} < 1$$

$$0.196 < 1 \quad \text{ok!!}$$

Resumen :

Por lo tanto para muros en la dirección Y-Y, la distribución del acero de refuerzo deberá ser :

Refuerzo horizontal = 1 var. # 2 @ 40 cms.

Refuerzo Vertica medio = 1 var. # 3 @ 60 cms.

Refuerzo Vertical extremos = 3 var. # 4 en los extremos.

Del Art.52 del R.D.S.E.S. se tiene que el acero mínimo y dimensiones de la solera de fundación son las siguientes :

ancho = 30.00 cms .

peralte = 25.00 cms.

Refuerzo = 4 var.#3 y estribos #2 @ 10 cms.

Y un desplante no menor de 50 cms. de profundidad.

Solera de coronamiento

Ancho = 14 cms.

Peralte = 20 cms.

Refuerzo de 4 varillas #3 y estribos #2 @ 20 cms.

A N E X O S

N O R M A S

A. S. T. M.

ANEXO No 1

ESPECIFICACIONES ESTANDAR

PESO UNITARIO Y VACIOS EN LOS AGREGADOS

NORMA ASTM C-29-78

Esta norma se ha emitido bajo la designación fija C-29; el número próximo siguiente a la designación indica el año de adopción original ó en caso de revisión, el año de la última revisión.- Un número entre paréntesis indica el año de la última reaprobación.-

1- ALCANCE.

Este método de ensayo incluye los procedimientos paradeterminar el peso unitario de los agregados finos y gruesos o una combinación de ambos.-

Nota 1. Los valores establecidos en las unidades acostumbradas en los Estados Unidos serán considerados como estándar.-

Los equivalentes de las unidades acostumbradas en los Estados Unidos al sistema métrico dadas con esta norma son aproximados.-

2. DOCUMENTOS APLICABLES.

2.1 ASTM Estándar:

C-127 Ensaye para Gravedad Específica y Absorción de Agregado Grueso.-

C-128 Ensaye para Gravedad Específica y Absorción de Agregado Fino.-

C-702 Muestras Reducidas de Campo de Agregados Para el Ensaye de Tamaño.-

D-75 Muestreo de Agregados.-

3. SIGNIFICADO Y USO.

3.1 Este método de ensaye es usado a menudo para determinar los valores de peso unitario necesarios para el diseño de mezclas de concreto de cemento portland.-

3.2 También pueden calcularse, haciendo uso de éste método, los vacíos en los agregados.-

4. APARATOS.

4.1 Balanza.- Balanza o báscula con una sensibilidad de por lo menos 0.1% del peso de la muestra en cualquier punto dentro del intervalo de uso.- El intervalo de uso se considerará que abarca desde el peso del recipiente vacío al peso del recipiente más su contenido considerándolo a este un peso de 100 lbs/pie3 (1600 kg/m3).

4.2 Varilla Apisonadora.- Una varilla metálica, recta, lisa, de sección transversal circular de 5/8 de pulg. (15.9 mm.) de diámetro y aproximadamente de 24 pulg.(60 cm.) de longitud con un extremo redondeado en forma de hemisferio.-

4.3 Medida. Un recipiente metálico para medir, de forma cilíndrica y de preferencia con asas.- Deberá ser estanco y con la parte superior e inferior, preferiblemente acabadas a máquina a las dimensiones exactas internamente y lo suficientemente rígido

como para lograr que mantenga su forma aún bajo condiciones severas de uso.-

El borde superior no deberá tener aristas vivas y estará contenido en un plano con una tolerancia de 0.01 pulg (0.25 mm.) y deberá ser paralelo al fondo con una desviación máxima de 0.5 grados (Nota 2) las medidas de los dos tamaños mayores detallados en la tabla 1 deberán ser reforzados alrededor del borde superior con una banda metálica para proveer un grosor total de pared de no menos de 0.20 pulg.(5 mm.) en una altura de 1 1/2 pulg. (38 mm.).- La capacidad y dimensiones de la medida deberá cumplir con los límites de las tablas 1 ó 2.-

Nota 2. El borde de la medida estará satisfactoriamente plano si una hoja de calibrar de 0.01 pulg. (0.25 mm.) no puede ser insertada en ningún lugar entre el borde y la placa de vidrio de 1/4 pulg. de espesor que haya sido colocada sobre el.- La parte superior y la base se considera que son suficientemente paralelos si la pendiente relativa entre dos placas de vidrio colocadas en contacto con la cubierta y la base no excede del 1% en ninguna dirección.-

5. MUESTREO.

5.1 Debe realizarse generalmente de acuerdo con el Método D-75 y reducción de la muestra de acuerdo con el método C-702.-

6. MUESTRA.

6.1 La muestra de agregado debe secarse, hasta obtener peso constante, preferiblemente en un horno, a una temperatura de 230 ± 9 °F (110 ± 5 °C).

-

7. CALIBRACION DE MEDIDAS.

7.1 Llene el recipiente con agua, a temperatura ambiente, y cúbralo con una placa de vidrio, a manera de eliminar las — burbujas y el exceso de agua.-

7.2 Determine el peso neto de agua contenida en la medida, con- una precisión de ± 0.1% .-

7.3 Mida la temperatura del agua y determine su peso unitario de la tabla 3 interpole si es necesario.-

7.4 Se calculará el factor de medida dividiendo el peso unitario del agua entre el peso del agua requerido para llenar el recipiente.-

8. PROCEDIMIENTO POR VARILLADO.

8.1 El procedimiento por varillado es aplicable a agregados que tengan un tamaño máximo igual o menor a 1 1/2 pulg.(40 mm).

8.1.1 El recipiente para medir se llenará hasta la tercera parte de su volumen y su superficie se nivelará con los dedos, golpee la superficie del agregado 25 veces, con la varilla, distribuyendo los golpes uniformemente en la superficie.- Llene el recipiente hasta las dos terceras partes de su volumen total y nuevamente nivele y varille la superficie.-

Finalmente, llene la medida colmándola ligeramente y vuelva a varillar.- Nivele la superficie del agregado con los dedos o una regla de tal manera que los rebordes de las partículas mayores de agregado grueso que sobresalgan del nivel de la parte superior del recipiente compensen aproximadamente los vacíos más grandes, que queden en la superficie del agregado.-

8.1.2 Al varillar la primera capa, la varilla no deberá golpear el fondo del recipiente.- Al varillar la segunda y tercera capa, solamente se usará la fuerza suficiente para que la varilla apisonadora, penetre hasta la capa anterior del agregado que se halla colocado en el recipiente.

8.1.3 Pese el recipiente y su contenido y determine el peso neto del agregado con una aproximación de 0.1%.- Multiplique este peso por el factor calculado según 7.4.- El resultado es el peso unitario del agregado compactado por varillado.-

9. PROCEDIMIENTO POR SACUDIDO.

9.1 El procedimiento por sacudido es aplicable a agregados que tengan un tamaño máximo comprendido entre 1 1/2 y 4 pulg.-

9.1.1 El recipiente se llenará en 3 porciones aproximadamente iguales según se describió en 8.1.1 y cada una de las capas se compactará colocando el recipiente sobre una base firme, tal como un piso, elevando en forma alterna los lados opuestos del recipiente unas 2 pulg. (50 mm.) y dejándolo caer de tal manera que golpee sobre la base firmemente.- Con este procedimiento las partículas del agregado se reacomodarán, por

si mismas hasta alcanzar una condición densa y compacta.- Dada una de las capas se compactará dejando caer el recipiente 50 veces de la manera descrita, 25 veces en cada lado.- La superficie del agregado se nivelará después con los dedos o con una regla de tal forma que los rebordes de las partículas mayores del agregado grueso que sobresalgan del nivel de la parte superior del recipiente compensen aproximadamente los vacíos más grandes de la superficie del agregado.

9.1.2 Pese el recipiente y su contenido y determine el peso neto del agregado con una aproximación de 0.1%.- Multiplique este peso por el factor calculado según 7.4.- El resultado es el peso unitario del agregado compactado por sacudido.-

10. PROCEDIMIENTO DE TRASPALEO.

10.1 El procedimiento de traspaleo es aplicable a agregados que tengan un tamaño máximo igual o menor a 4 pulg. (100 mm).-

10.1.1 Llene la medida hasta que rebalse por medio de una pala ó cucharón, dejando caer el agregado de una altura no mayor de 2 pulg. (50 mm), de la parte superior del recipiente.-

Tómese las precauciones necesarias para prevenir, hasta donde sea posible, la segregación de las partículas que constituyen la muestra de ensaye en función de su tamaño.-

La superficie del agregado se nivelará, después con los dedos o con una regla, de tal manera que los rebordes de las partículas más grandes de agregado grueso que sobresalgan de

la parte superior del recipiente compensen aproximadamente los vacíos más grandes que queden en la superficie del agregado.-

10.1.2 Se determinará el peso neto del agregado contenido en el recipiente con una aproximación del 0.1%.- Multiplíquese por el factor calculado tal como se describe en la sección 7.4.- El resultado es el peso unitario suelto del agregado.

11 CONTENIDO EN VACIOS EN AGREGADOS.

11.1 El contenido de vacíos en agregados puede ser calculado usando el peso unitario, medido ya sea por el procedimiento de varillado, sacudido ó traspaleo, como sigue:

% de Vacíos = ((A x W) - B / (A x W)) x 100

Donde:

A= Gravedad especifica de la masa del agregado como se determinó en la Sección 5 del Método C-127 ó la Sección 5 del Método C-128.-

B= Peso unitario del agregado como se determinó en la sección 8, procedimiento de varillado, Sección 9, procedimiento por sacudido ó Sección 10, procedimiento de traspaleo en lbs/pie3 (kg/m3).-

W= Peso unitario del agua, 62.4 lbs/pie3 (999 kg/m3).

11.2 Reporte los resultados calculados en 11.1 como:

11.2.1 Vacíos en agregados compactados por varillado (%), ó

11.2.1 Vacíos en agregados compactados por sacudimiento (%),ó

11.2.3 Vacíos en agregados sueltos (%).-

12. PRECISION.

12.1 Se ha encontrado que la desviación estándar multilaboratorio para agregado grueso de peso normal, y un tamaño nominal máximo de 3/4 de pulg. (19.0 mm) cuando se hace uso de una medida de 1/2 pie3 (15 litros) ha sido establecida en 1.5 lbs/pie3 (24 kg/mts3).- Por lo tanto los resultados de dos pruebas adecuadamente realizadas por dos laboratorios diferentes en muestras del mismo agregado grueso no deben diferir en más de 4.2 lbs/pie3 (67 kg/mt3).-

La desviación estándar para un operador simple ha sido establecida en 0.7 lbs/pie3 (11 kg./mts3); por lo que los resultados de dos pruebas adecuadamente realizadas, por el mismo operador en el mismo agregado grueso, no deben diferir en más de dos lbs/pie3 (32 kg./mts3).-

ANEXO No. 2

ESPECIFICACIONES ESTANDAR PARA MORTEROS EN UNIDADES DE MAMPOSTERIA

NORMA ASTM C-270

Esta norma se ha emitido bajo la designación fija C-270; el número próximo siguiente a la designación indica el año de adopción original o en el caso de revisión el año de la última revisión.- Un número entre paréntesis indica el año de la última reaprobación.-

1. **ALCANCES.**

1.1 Esta especificación cubre morteros para usos en la construcción de estructuras de unidades de mampostería reforzada o no reforzada.

Cuatro tipos de mortero son cubiertos en cada una de las especificaciones alternas:

Especificaciones en base a proporción.

Especificaciones en base a propiedades.

1.2 Las especificaciones en base a propiedades y proporciones gobernará como se especifica.

1.3 Cuando ninguna especificación en base a propiedades y proporciones sea dada, las especificaciones en base a proporciones gobernará; al menos que la información sea protestada y aceptada por el especificador que demuestre que

el mortero cumple con los requisitos de las especificaciones en base a las propiedades.-

2. SELECCION DEL TIPO DE MORTERO.

2.1 El comportamiento de la mampostería está influenciada por las propiedades del mortero, tales como: Trabajabilidad, Retención de Agua y Resistencia a la Adherencia, Durabilidad, Extensibilidad, Resistencia a la comprensión.-

Ya que estas propiedades varían con el tipo de mortero y es de suma importancia de que éste sea seleccionado para aplicaciones particulares, como el que mejor cumpla con los requisitos.-

La tabla 2.A es una guía generalmente para la selección de tipo de mortero para paredes de mampostería varios.

La selección de tipo de mortero también deberá basarse en el tipo de unidades de mampostería a usarse, así como el código de construcción aplicable a los requisitos de prácticas ingenieriles estándar, tales como: Diseño de esfuerzos admisibles y soportes laterales.

TABLA No. 1

PROPORCION DE MORTERO POR VOLUMEN
(ASTM C - 270)

TIPO DE MORTERO	CEMENTO PORTLAND	CEMENTO PARA MAMPOSTERIA	CAL HIDRATADA	AGREGADOS CONDICION HUMEDA Y SUELTA
M	1 1	1 -	- 1/4	NO MENOS DE 1 1/4 NI MAS DE 3 VECES LA SUMA DE LOS VOLUMENES DE CEMENTO Y CAL UTILIZADOS.
S	1/2 1	1 -	- 1/4 A 1/2	
N	- 1	1 -	- 1/2 A 1 1/4	
O	- 1	1 -	- 1 1/4 A 1 1/2	
K	1	-	2 1/2 A 4	

* Para nuestro estudio no se utilizo cal hidratada; solamente cemento-arena de rio en una proporcion de 1:3

TABLA No. 2

RESISTENCIA A LA COMPRESION
(F'P) (ASTM C- 270)

TIPO DE MORTERO	RESISTENCIAA PROMEDIO A LA COMPRESION A 28 DIAS (Kg/Cm2)
M	175
S	125
N	55
O	25
K	5

TABLA No. 2 A

GUIA PARA LA SELECCION DEL MORTERO PARA MAMPOSTERIA.

UBICACION	PORCION DEL EDIFICIO	TIPO DE MORTERO	
		RECOMENDADO	ALTERNATIVO
EXTERIORES, SOBRE GRADAS.	Paredes de carga portante	N	S o M
	Paredes no portante	O	N o S
	parapetos	N	S
EXTERIORES, Y BAJO GRADAS.	Paredes de fundicion, paredes de retencion, Alcantarillados, Tuberias de desecho, Pavimentos, Aceras y Patios.	S	M o N
INTERIORES.	Paredes carga portante	N	S o M
	Particiones no portantes	O	K o N

ANEXO No. 3

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO.

NORMA ASTM C-39

Esta norma se ha emitido bajo la designación fija C-39; el número próximo siguiente a la designación indica el año de adopción original o en el de revisión el año de la última revisión.-
Un número entre paréntesis indica el año de la última reaprobación.

1. ALCANCE.

1.1 Este método cubre la determinación de la resistencia a la determinación de especímenes cilíndricos de concreto tales como cilindros moldeados y núcleos.-

2. DOCUMENTOS APLICABLES.

2.1 Para métodos de moldeado de especímenes de concreto ver ASTM método C-192, elaboración y curado en el laboratorio de especímenes de concreto y ASTM Método C-31, elaboración y curado en el campo de especímenes de concreto.-
C-617 Cabeceado de cilindro de concreto.

3. APARATOS.

3.1 La máquina de ensaye puede ser de cualquier tipo, de capacidad suficiente y que pueda proporcionar la razón de carga prescrita en 5.2.- Será operada por energía y aplicará la carga continuamente, más bien que intermitentemente y sin choques.-

3.2 Si la carga de una máquina de comprensión usada en ensayo de concreto es registrada en un dial, esta deberá estar provista de una escala graduada que pueda ser leída con una precisión de 250 lbs. (1110 N) de carga. El dial deberá ser leído con 1% de la carga indicada en algún nivel del rango de carga. En ningún caso el rango de carga de un dial será considerado para incluir carga abajo del valor, el cuál es 100 veces el cambio menor de carga que puede ser leído en la escala.

La escala será provista con una línea de graduación igual a cero y también numerada. El centro del dial será suficientemente largo para alcanzar las marcas de graduación; el espesor del extremo indicador, no excederá la distancia libre entre las divisiones menores. Cada dial será equipado con un ajustador a cero, el cual es fácilmente accesible desde la parte exterior de la caja del dial y con un indicador máximo de carga.

4. MUESTRA DE ENSAYO.

4.1 Los ensayos de comprensión en especímenes curados-húmedos serán hechos tan pronto como sea práctico, después de removerlos del cuarto del curado. Ningún extremo del espécimen para ensayo de compresión saldrá de la perpendicularidad al eje en más de 0.5 grados (aproximadamente equivalente a 1/8" en 12") (3 mm en 300 mm). Los extremos del espécimen para ensayo de compresión que difieran del plano en más de 0.002" (0.05 0 mm) deberán cabecearse. Los especímenes de ensayo

deberán ensayarse en una condición húmeda. El diámetro del espécimen de ensayo se determinará con una precisión de 0.01" (0.25 mm) promediando dos diámetros que forman ángulo recto medidos aproximadamente a la mitad de la altura del espécimen. Este diámetro promedio deberá usarse para calcular el área de la sección transversal.

Cuando la longitud del espécimen sea menor que 1.8 D o mayor que 2.2 D, la longitud deberá ser medida con una precisión de 0.05 D.

5. PROCEDIMIENTO.

5.1 Colocación de Espécimen. Coloque la placa inferior, con su cara endurecida hacia arriba, sobre la placa o mesa de la máquina de ensayo, directamente abajo de la placa de apoyo de las placas superior e inferior y del espécimen de ensayo, colóquese el espécimen sobre la placa inferior. El eje del espécimen deberá alinearse cuidadosamente con el centro de carga de la placa con asiento esférico. Mientras la placa superior se baja hacia el espécimen, gírese lentamente su porción móvil a mano, para que se obtenga un contacto uniforme.

5.2 Velocidad de Aplicación de la Carga. Aplíquese la carga uniformemente y sin impactos. En máquinas de prueba de tornillo, la cabeza móvil deberá desplazarse a una velocidad aproximada de 0.05" (1.3 mm/minutos) cuando la maquinaria corre libre.

En máquinas hidráulicas la velocidad de aplicación de la primera mitad de la carga máxima se puede permitir una velocidad mayor.

No deberán hacerse ajustes en los controles de la máquina de ensayo mientras el espécimen está fluyendo rápidamente antes de la falla.

5.3 Aplique la carga hasta que el espécimen falle y regístrese la carga máxima soportada por el espécimen durante la prueba. Deberá anotarse el tipo de falla y la apariencia del concreto.

6. CALCULOS.

6.1 Calcúlese la resistencia a la compresión del espécimen dividiendo la carga máxima soportada durante la prueba por el área promedio de la sección transversal, determinada como se describe en la sección 3 y exprese el resultado con una aproximación de 10 pies (6.9 kg./cm2).

7. INFORME.

7.1 El informe deberá incluir lo siguiente:

7.1.1 Número de Identificación.

7.1.2 Diámetro (y longitud si está fuera de rango 1.8 D a 2.2 D), pulgadas o milímetros.

7.1.3 Area de la sección transversal, en pulgadas cuadradas o centímetros cuadrados.

7.1.4 Carga máxima, en libras fuerza o Newtons.

7.1.5 Esfuerzo de comprensión, calculado con una aproximación 10 pies.

7.1.6 Tipo de fractura, si es diferente al cono usual.

7.1.7 Defectos al espécimen o en las cabezas.

7.1.8 Edad del espécimen.

ANEXO No. 4

METODO ESTANDAR DE ENSAYE

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

NORMA ASTM C-128-73

Esta norma se ha emitido bajo la designación fija C-128; el número próximo siguiente a la designación indica el año de adopción original o en el caso de revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última reaprobación.

1. ALCANCE.

1.1 Este método cubre la determinación de la gravedad especifica en la masa, y gravedad especifica aparente, 73.4/73.4°F (23/23°C), y la absorción del agregado fino. La gravedad especifica en masa es la característica generalmente usada para calcular el volumen ocupado por el agregado en concreto de cemento portland.

1.2 Este método permite determinar (después de 24 horas de estar sumergida en agua) la gravedad especifica en masa y la gravedad especifica aparente, según se define en las definiciones ASTM E-12, Términos Relativos a Densidad y Gravedad Especifica de Sólidos, Líquidos y Gases, la gravedad especifica en masa basándose en el peso del agregado saturado y superficialmente seco, y la absorción según se define en las Definiciones ASTM C-125, para Términos Relativos a Concreto y Agregados para Concreto.

2. EQUIPO

2.1 Balanza de 1 kg. o más de capacidad,sensibilidad de 0.1 grs. o menos y exactitud dentro de 0.1 por ciento del peso que se determine.

2.2 Molde tronco - cónico

2.3 Picnómetro

2.4 Varilla Apisonadora.- Una varilla apisonadora metálica con un peso de 12 ± 1/2 onzas y que tenga una cara para apisonar plana y circular de 1 ± 1/8 de pulg. (25 ± 3 mm) de diámetro.

3. PREPARACION DE LA MUESTRA DE ENSAYE.

3.1 Obtener aproximadamente 1000 grs. de agregado fino de la muestra por medio del uso de un separador de muestras o por cuarteo (Nota 2). Secar la muestra en un recipiente adecuado hasta peso constante a una temperatura de 212 a 230 °F (100 a 110 °C). Déjese enfriar hasta una temperatura adecuada para el manejo, cúbrase con agua y déjese en reposo por 24 ± 4 horas (Nota 3). Debe quitar el exceso de agua con cuidado para evitar la pérdida de finos, extiéndase la muestra sobre una superficie plana expuesta a una ligera corriente de aire caliente y remuévase frecuentemente para asegurar un secado uniforme. Continúese esta operación tal que pueda fluir libremente. Colóquese entonces una porción de agregado fino parcialmente seco y suelto dentro del molde, compáctese ligeramente sobre una superficie lisa y no absorbente con el diámetro mayor hacia abajo, golpee ligeramente la superficie

25 veces con el apisonador y levante el molde verticalmente. Si se tiene humedad libre el cono de agregado fino conservará su forma. Continúese el secado moviendo constantemente y ensaye a intervalos frecuentes hasta que el cono de agregado fino pierda su forma al retirar el cono metálico. Esto indica que el agregado fino ha alcanzado la condición de saturado y superficialmente seco (Nota 4). Si se desea, se pueden emplear procedimientos mecánicos como ayuda par alcanzar la condición de saturado y superficialmente seco especificada.

Nota 2.- El proceso de cuarteo y el uso correcto del separador de muestras son discutidos en el manual de ensayes de concreto

Nota 3.- Cuando se van a utilizar los valores de Absorción y de gravedad específica como base para proporcionar mezclas de concreto con agregados usados normalmente en condición húmeda, el requisito de secado inicial hasta peso constante puede ser eliminado y si la superficie de las partículas se ha mantenido seca, el remojo de las 24 horas puede ser eliminado. Los valores para la absorción y la gravedad especifica en la condición de saturado y superficialmente seco pueden ser significativamente mayores para los agregados no secados en el horno antes del remojo, que para el mismo agregado tratado de acuerdo con 3.1.

Nota 4.- El procedimiento descrito en la sección 3 tiene por objeto asegurar que la primera determinación por tanteo se efectúe con algo de agua libre en la muestra.

Si el cono de agregado fino pierde su forma en el primer tanteo, el agregado fino se ha secado más allá de la condición de saturado y superficialmente seco. En este caso se pueden mezclar completamente unos pocos centímetros cúbicos de agua con el agregado fino dejando después la muestra en un recipiente cubierto durante 30 minutos. El proceso de secado y ensaye para la condición de flujo libremente ya se indicó.

4. PROCEDIMIENTO.

4.1 Introduzca inmediatamente en el picnómetro una muestra de 500 grs. del agregado fino, preparada como se describió en la sección 3, y llénelo con agua hasta aproximadamente el 90% de su capacidad. Gire, invierta y agite el picnómetro para eliminar todas las burbujas de aire. Ajuste la temperatura a 73.4 ± 3 °F (23 ± 1.7 °C), si es necesario, por inmersión en agua circulante, lleve el nivel del picnómetro hasta la capacidad calibrada. Determine el peso total del picnómetro, la muestra y el agua (Nota 6). Anote este y todos los pesos con una aproximación de 0.1 gramos.

Nota 5.- Una cantidad mayor de 500 gramos, pero no menor de 50 gramos, puede usarse si se tiene el cuidado de substituir por el peso de la muestra la cantidad "500" donde quiera que aparezca en las formulas 5.1, 6.1, 7.1 y 8.1.

Si el peso usado es menor de 500 gramos, los limites de precisión en los pesos y medidas deberán ser modificados proporcionalmente.

Nota 6.- Como una alternativa, la cantidad de agua necesaria para llenar el picnómetro puede ser determinada volumétricamente, usando una bureta con una precisión de 0.15 cm3. peso total del picnómetro, muestra y el agua se calculará como se indica a continuación:

$$C = 0.9976\ Va + 500 + W$$

Donde:

C = Peso del Picnómetro lleno con la muestra más el agua

Va = Volumen de agua añadida al picnómetro en cm3.

W = Peso del picnómetro vacío, en gramos.

4.2 Remueva el agregado fino del picnómetro, seque hasta peso constante a la temperatura de 212 a 230 °F (100 a 110 °C), enfríe al aire, a la temperatura ambiente, durante 30 a 90 minutos y péselo.

Nota 7.- Si el frasco volumétrico se usa y calibra para una precisión de 0.15 cm3 a 20 °C, el peso del frasco lleno con agua puede ser calculado como sigue:

$$B = 0.9976\ V + W$$

Donde:

B = Peso del frasco lleno con agua, grs.

V = Volumen del frasco, cm3.

W = Peso del frasco vacío, grs.

5. GRAVEDAD ESPECIFICA EN MASA.

5.1 Calcúlese la gravedad especifica en masa 73.4/73.4 °F (23/23°C), como se define en las normas ASTM B-12 como sigue:

Gravedad específica en masa = A/(B + 500 - C)

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el horno, en gramos.

B = Peso del picnómetro con agua, en gramos.

C = Peso del picnómetro con la muestra y agua hasta la marca de calibración, en gramos.

6. GRAVEDAD ESPECIFICA EN MASA (Condición saturada y superficialmente seca).

6.1 Calcúlese la gravedad especifica en masa 73.4/73.4°F (23/23 °C), basándose en el peso del agregado saturado y superficialmente seco, como sigue:

Gravedad especifica en Masa = 500/(B + 500 - C)

(base saturada y superficialmente seca).

7. GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE.

7.1 Calcúlese la gravedad especifica aparente, 73.4/73.4 °F (23/23 °C), como se define en las definiciones ASTM E-12, como sigue:

Gravedad especifica aparente = A/ (B + A - C)

8. ABSORCION

8.1 Calcúlese el porcentaje de absorción, según se define en las definiciones C-125, como sigue.

Absorción = ((500 - A)/A) x 100

9. PRECISION.

9.1 Los resultados de los ensayes realizados cuidadosamente en agregados de peso normal en un laboratorio, usando el mismo espécimen, deben tener como máximo las siguientes variaciones; especímenes diferentes de la misma muestra pueden producir variaciones mayores.-

9.1.1 La precisión en la determinación del a gravedad específica de un operador único y varios operadores será (2Ds Límite) o sea menor que ± 0.02 de la gravedad específica promedio, diferencias mayores que 0.03 entre ensayos duplicados sobre la misma muestra por medio por medio del mismo o diferente operador ocurrirán ocasionalmente, menos que el 5% de las veces (Límite 2Ds) menor que 0.03.-

9.1.2 Para absorción, el 95% de las veces la precisión del operador unitario es de ± 0.31 del promedio del porcentaje de absorción.- Las pruebas con diferentes operadores son probablemente menos precisas.- La diferencia entre ensayes por miedo del mismo operador sobre la misma muestra, no deberá exceder 0.45 más que el 5% de las veces (Límites 2Ds).-

ANEXO No. 5

ESPECIFICACIONES ESTANDAR ESFUERZO DE COMPRESION EN BLOQUES DE CONCRETO

NORMA ASTM C-140-75

Esta norma se ha emitido bajo la designación fija C-140; el número próximo siguiente a la designación indica el año de adopción original o en el caso de revisión, el año de la última revisión.- Un número entre paréntesis indica el año de la última reaprobación.

1. **Objetivos:** Estudiar un procedimiento de laboratorio para determinar la resistencia al a compresión simple de las unidades de mampostería.
2. **Alcance:** Este procedimiento permite llevar un control de resistencia a la comprensión para garantizar su utilidad.
3. **Equipo:** Máquina de Prueba (Universal Tinius Olsen).
   - Balanza con sensibilidad de por lo menos 0.5% del peso de espécimen pequeño.- Balanza Hidrostática.- .
   - Calibrador con graduación mínima de 1/64" (ó 0.5 mm.).-
   - Regla metálica graduada con 1/32" (ó 1 mm).-
4. **Material:** Unidades de mampostería de cemento.-
   - Azufre y arcilla.-
5. **Procedimiento:**
   - Debe marcarse cada espécimen no ocupando para ello más del 5% del área superficial del espécimen.-
   - Hacer la prueba de compresión de los especímenes 72 horas después de que éstos hayan llegado al laboratorio.-

- Cabecear las unidades adecuadamente garantizando la aplicación uniforme de las cargas en toda la sección.- Cabeceando con azufre y arcilla (dejar enfriar 2 horas por lo menos).-
- El período de carga no debe ser mayor de 2 minutos, ni menor que uno.-
- Las muestras deben centrarse con respecto al eje del cabezal de la máquina con un error menor de 1/16 pulgada.-

6. Cálculos:

Calcular esfuerzo total por medio de: $C = P/A$

Donde:

C = esfuerzo de comprensión (kg/cm2).-

P = carga máxima aplicada (kg).-

A = área bruta de la superficie de carga (cm2).-

ANEXO No. 6

ESPECIFICACIONES ESTANDAR PARA PRUEBAS DE ABSORCION EN BLOQUES DE CONCRETO.

NORMA ASTM C-90-75

Esta norma se ha emitido bajo la designación fija C-90-75; el número próximo siguiente a la designación indica el año de adopción original o en el caso de revisión, el año de la última revisión.- Un número entre paréntesis indica el año de la última reaprobación.-

1. **Objetivo:** estudiar un procedimiento de laboratorio para determinar la absorción de bloques.

2. **Equipo:**

   - Balanza, con una sensibilidad de aproximadamente 20 gr.
   - Regla metálica graduada con 1/32" (ó 1 mm).
   - Horno, con regulador de temperatura.

3. **Procedimiento:**

   - Debe marcarse cada espécimen no ocupando para ello más del 5% del área superficial del espécimen.
   - Sumergir los especímenes de prueba en agua durante el período necesario a una temperatura de 15.6° a 26.7°C, para saturar los especímenes.
   - Pesar el espécimen sumergido en el agua cada período establecido (14 y 28 días), obteniendo así Wss.
   - Remover el agua visible con un paño húmedo y pesar cada espécimen.

- Secar al horno durante 24 horas por lo menos a una temperatura de 110° ± 5°C y pesar nuevamente.

4. Cálculos:

Calcular la absorción por medio de la fórmula:

4.1 - Absorción máxima absoluta en kg/m3

$$\frac{Wsat - Wseco}{Wsat - Wss} \times 1000$$

Donde:

Wsat = Peso saturado superficialmente seco en kgs.

Wseco = Peso seco en kgs.

Wss = Peso sumergido en kgs.

4.2 - Absorción máxima en porcentaje

$$\frac{Wsat - Wseco}{Wseco} \times 100$$

Donde:

Wsat = Peso del espécimen saturado superficialmente seco en kgs.

Wseco = Peso del espécimen completamente seco en kgs.

ANEXO No. 7

ENSAYO ESTANDAR DE ESFUERZOS DE ADHERENCIA DEL MORTERO EN UNIDADES DE MAMPOSTERIA

NORMA ASTM C-952-76

Esta norma se ha emitido bajo la designación fija C-952; el número próximo siguiente a la designación indica el año de adopción original o en el caso de revisión, el año de la última revisión.- Un número entre paréntesis indica el año de la última reaprobación.-

1. Alcance:

Esta designación cubre los procedimientos para obtener los esfuerzos de adherencia entre unidades huecas de mampostería o sólidas.

2. Preparación del mortero de unión de acuerdo a la norma ASTM C - 305, verificando las pruebas siguientes:

2.1 Contenido de humedad del mortero (ASTM C - 230).

2.2 Retención de agua del mortero: ASTM C - 91.

2.3 Esfuerzos de comprensión del mortero: ASTM C - 109 y C - 270.

3. Cálculo:

Los esfuerzos de adherencia, tanto para área gruesa como neta, se obtienen aplicando las formulas siguientes.

$$fg = \frac{d.\ P.\ t/2}{Igx} - (P/Ag)$$

$$fn = \frac{d.P\ t/2}{Inx} - (P/An)$$

Donde:

fg = esfuerzos de adherencia en área gruesa.

fn = esfuerzos de adherencia en área neta.

d = distancia del brazo de carga aplicada al eje del espécimen.

P = carga aplicada.

t/2 = distancia del eje neutro a la cara del espécimen, complemento de d.

Igx = momento de inercia de la sección gruesa, de la cara de contacto entre bloques, o sea del mortero que los une con el eje a lo largo de los bloques.

Inx = momento de inercia de la sección neta y dado en la cara de contacto sobre el eje a lo largo de los bloques.

l = largo del bloque.

t = ancho del bloque.

Ag = área gruesa de la sección.

An = área neta de la sección.

ANEXO No. 8

ESPECIFICACIONES ESTANDAR

AGREGADOS DE PESO LIGERO PARA UNIDADES DE MAMPOSTERIA DE CONCRETO

NORMA ASTM C - 331 - 82

Esta norma se ha emitido bajo la designación fija C-331; el número próximo siguiente a la designación indica el año de adopción original o en el caso de revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última reaprobación. Un carácter sobrescrito (E) epsilon indica un cambio de editorial desde la última revisión o reaprobación.

Esta especificación ha sido aprobada para uso de agencias del departamento de defensa y para alistarse en el índice DOD de especificaciones y estándares.

1.- ALCANCES.

1.1 Estas especificaciones se refieren a agregados de peso ligero destinados para el uso en unidades de mampostería de concreto en las cuales sea de primordial importancia la ligereza de peso.

1.2 Los valores expresados en las unidades pulgadas-libras, tienen que ser consideradas como estándar. Los equivalentes métricos de las unidades pulgadas-libras dadas en esta norma son aproximados.

2.- DOCUMENTOS APLICABLES.

2.1 Normas ASTM

C-29 Método de ensaye para peso unitario y vacíos en los agregados.

C-40 Método de ensaye para impurezas orgánicas en agregados finos para concreto.

C-114 Método para análisis químico de cemento hidráulico (3).

C-125 Definiciones de términos relativos a concreto y agregados para concretos.

C-136 Método para análisis de cribado de los agregados fino y grueso.

C-142 Método de ensaye para grumos de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados.

C-151 Método de ensaye para expansión en autoclave de cemento portland.

C-157 Método de ensaye para cambio de longitud de morteros de cemento y concreto endurecidos.

C-641 Método de ensaye para materiales colorantes en agregados para concreto ligero.

C-641 Método de ensaye para materiales colorantes en agregados para concreto ligero.

C-666 Método de ensaye para resistencia del concreto al congelamiento y descongelamiento rápido.

D-75 Práctica para el muestreo de los agregados.

3.- CARACTERISTICAS GENERALES.

3.1 Estas especificaciones cubren tres tipos generales de agregados de peso ligero a saber:

3.1.1 Agregados preparados por expansión, calcinación o sinterización de productos tales como escoria de altos hornos, arcilla díatomita, ceniza volante, perlita, pizarra y vermiculita.

3.1.2 Agregados preparados por procesamiento de materiales naturales, tales como piedra pómez, escoria o toba.

3.1.3 Agregados que consisten de cenizas derivadas de la combustión de carbón o de coque.

3.2 Los agregados estarán compuestos predominantemente de materiales inorgánicos granulares.

4.- GRADUACION

4.1 La graduación cumplirá con los requisitos establecidos en la tabla 1, excepto por lo que se estipula en la sección 4.3.

4.2 Uniformidad de graduación: Para garantizar una uniformidad razonable en la graduación de embarques sucesivos de agregados de peso ligero, se determinará el modulo de finura de los agregados; cualquier embarque que difiera en más del 7% del correspondiente a la muestra remitida para ensayes de aceptación podrá rechazarse el agregado del embarque, a menos que se demuestre que producirá concreto de las carcterísticas requeridas.

4.3 Modificación de los requisitos de graduación:

Cuando se requieran características especiales en las unidades para mampostería de concreto, tales como textura particulares, resistencia, peso, aislamiento acústico ó propiedades de

aislamiento térmico, puede modificarse los requisitos de graduación por convenio entre las partes interesadas, siempre que la graduación alternativa produzca concreto de las características requeridas.

5.- PESO UNITARIO.

5.1 El peso unitario de los agregados de peso ligero cumplirá con los requisitos de la tabla 2.

5.2 Uniformidad de peso: El peso unitario de embarques sucesivos de agregados de peso ligero no diferirá en más de 10% del de la muestra remitida para ensayes de aceptación.

6.- SUSTANCIAS DAÑINAS.

6.1 Los agregados de peso ligero no contendrán cantidades excesivas de sustancias dañinas, según queda establecido por los siguientes limites:

6.1.1 Impurezas orgánicas: Los agregados de peso ligero que al ser sometidos a ensayes para impurezas produzcan un color más oscuro que el color estándar se rechazarán a menos que pueda demostrarse que la coloración se debe a cantidades pequeñas de materiales que no son dañinas al concreto.

6.1.2 Coloración: Los agregados de peso ligero que al ser sometidos al ensaye de coloración para materiales, se clasifiquen como de "color fuerte" y oscuros por medio del ensayo visual de coloración, se ensayaran, por medio del procedimiento químico, y los agregados que contengan 1.5 mg.

o más de oxido férrico (Fe_2O_3) se rechazarán para su uso en unidades de mampostería.

6.1.3 Terrones de arcilla: La cantidad de terrones de arcilla no excederá el 2% del peso seco.

6.1.4 Pérdida por ignición: La pérdida por ignición de los agregados de peso ligero elaborados de productos residuales de la combustión del carbón o la hulla, no excederá del 35%, la pérdida por ignición de otros agregados no excederá del 5%.

Nota 1: Ciertos agregados procesados pueden tener un carácter hidráulico y pueden hidratarse parcialmente durante su producción; si es así, la calidad del producto no se reduce por ello. Otros agregados pueden contener en su estado natural carbonatos inofensivos o agua en cristalización, que contribuirán a la pérdida por ignición. Por consiguiente se debe tener en cuenta el tipo de material al evaluar el producto en términos de la pérdida por ignición.

7. PROPIEDADES PARA LA FABRICACION DEL CONCRETO

7.1 Los especímenes de concreto que contengan los agregados de peso ligero que se estén ensayando cumplirán los siguientes requisitos:

7.1.1 Contracción por secado: La contracción por secado de los especímenes de concreto preparados y ensayados de acuerdo a la sección 9.1.1 no excederá del 0.10%.

7.1.2 Desconchamiento: Los especímenes de concreto preparados y ensayados de acuerdo a la Sección 9.1.2 no mostrarán desconchamiento en la superficie.

7.1.3 Durabilidad: En ausencia de un registro probado de durabilidad satisfactoria del concreto usado en unidades de mampostería, los agregados de peso ligero deberán pasar una prueba de congelamiento y descongelamiento satisfactoria para el comprador.

8. METODOS DE MUESTREO Y ENSAYE PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES DEL AGRAGADO.

8.1 El muestreo de agregados de peso ligero, y la determinación de las propiedades, enumeradas en esta especificación, se harán de acuerdo con los siguientes métodos:

8.1.1 Muestreo: Método ASTM D-75, excepto que los materiales contenidos en bolsas se mostrarán por medio de un separador y después por cuarteo.

8.1.2 Graduación: Método ASTM C-136, excepto que el peso de la muestra de ensaye de agregado fino estará de acuerdo con la tabla 3, y cuando se utilice cribado mecánico, el agregado será cribado solamente durante 5 minutos. La muestra de ensaye de agregado grueso consistirá de 0.1 pie3 (2830 cm3) o más del material usado para determinar el peso unitario.

8.1.3 Peso unitario: (suelto), Método de ensaye C-29, utilizar el procedimiento de traspaleo descrito en las sección 7 del

método C-29, excepto que el agregado será ensayado en una condición de secado en el horno.

8.1.4 Impurezas orgánicas: Método de ensaye C-40.

8.1.5 Módulo de finura: Definiciones C-125.

8.1.6 Terrones de Arcilla en los agregados:: Método de ensaye C-142.

8.1.7 Pérdidas de Ignición: Método C-114.

8.1.8 Materiales de color: Método de ensaye C-641

9.- METODOS DE ENSAYE PARA DETERMINAR PROPIEDADES PARA LA FABRICACION DE CONCRETO.

9.1 Las propiedades para fabricación de concreto de agregados de peso ligero se determinarán de acuerdo con los siguientes métodos, usando la misma relación entre agregados finos y gruesos de peso ligero que se propone emplear, y usando tres especímenes para cada tipo de ensaye.

9.1.1 Contracción del concreto: Método de ensaye C-157, con las siguientes excepciones:

9.1.1.1 Preparar una mezcla de concreto en proporción de una parte de cemento portland a seis partes de agregados combinados en volumen en estado seco y suelto. Ajustar el contenido de agua de tal manera que se produzca un revenimiento de 2 a 3 pulg. (50 a 76 mm) y compactar completamente el concreto en moldes metálicos de 2x2x11 1/4

pulg. (50 x 50 x 286 mm). La superficie del concreto se realizará con una llana metálica.

9.1.1.2 Curar los especímenes de ensaye en condición húmeda durante 7 días a una temperatura de 73.4 ± 3 °F (23 ± 7°C) y a una humedad relativa de no menos de 95%. Hacer las mediciones iniciales de longitud inmediatamente después de retirar los especímenes del almacenamiento húmedo.

9.1.1.3 Almacenar los especímenes en una atmósfera de 73.4 ± °F (23 ± 7°C) y a una humedad relativa de 50 ± 5% durante la duración del ensaye. Hacer medidas subsecuentes a los 28 y las 100 días.

9.1.1.4 Calcular la diferencia de longitud de los especímenes, al removerlos del almacenamiento húmedo a una edad de 7 días y al efectuar la medición final a una edad de 100 días, con aproximación de 0.01% de la longitud efectiva de medición y reportarla como la contracción por secado del espécimen. Reportar la contracción por secado promedio de los especímenes como la contracción por secado del concreto.

9.1.2 Ensaye para materiales que producen desconchamiento.

Preparar especímenes de concreto para el ensaye de materiales que producen desconchamiento de acuerdo con la Sección 9.1.1.1. Curar y procesar un autoclave los especímenes de acuerdo con el método de ensaye ASTM C- 151.

Efectuar una inspección visual de los especímenes tratados en autoclave para determinar el número de zonas desconchadas que se hayan desarrollado en la superficie.

Reportar el número promedio de zonas desconchadas por espécimen.

9.3 Congelación y descongelación: Hacer ensayes de congelación y descongelación del concreto cuando se requiera, de acuerdo con el método de ensaye C-666.

TABLA No. 1

REQUISITOS DE GRADUACION PARA AGREGADOS DE PESO LIGERO PARA UNIDADES DE MAMPOSTERIA DE CONCRETO.-

Designacion de tamaño	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA LAS MALLAS DE ABERTURAS CUADRADAS							
	3/4 (19.0 mm)	1/2 (12.5 mm)	3/8" (9.5 mm)	Nº 4 (4.75 mm)	Nº 8 (2.36 mm)	Nº 16 (1.18 mm)	Nº 50 (300 MICRAS)	Nº 100 (150 MICRAS)
AGREGADO FINO Nº 4 (4.75 mm) a 0	-	-	100	85-100	-	40-80	10-35	5-25
AGREGADO GRUESO								
1/2" a Nº 4 (12.5 a 4.75 mm)	100	90-100	40-80	0-20	0-10	-	-	-
3/8" a Nº 8 (9.5 a 4.75 mm)	-	100	80-100	5-40	0-20	0-10	-	-
AGREGADO FINO Y GRUESO COMBINADO								
1/2" (12.5 mm) a 0	100	95-100	-	50-80	-	-	5-20	2-15
3/8" (9.5 mm) a 0	-	100	90-100	65-90	35-65	-	10-25	5-15

TABLA No. 2

REQUISITOS DE PESO UNITARIO PARA AGREGADOS DE PESO LIGERO PARA UINIDADES DE MAMPOSTERIA.-

Designación de tamano	Peso Seco Suelto	
	lb/pie³	(kg/m³)
AGREGADO FINO	70	(1120)
AGREGADO GRUESO	55	(880)
AGREGADO FINO Y GRUESO COMBINADO	65	(1040)

TABLA No. 3

PESO DE LA MUESTRA DE AGREGADOS FINOS DE PESO LIGERO PARA ENSAYE GRANULOMETRICO.-

PESO NORMAL DEL AGREGADO		PESO DE LAMUESTRA DE PRUEBA GRAMOS.
Lb/pie³	Kg/m³	
5-15	80-240	50
15-25	240-400	100
25-35	400-560	150
35-45	560-720	200
45-55	720-880	250
55-65	880-1040	300
65-70	1040-1120	350

ANEXO No. 9

ESPECIFICACIONES ESTANDAR

AGREGADOS DE PESO LIGERO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL

NORMA ASTM C- 330 -77

Esta norma se ha emitido bajo la designación fija C-330; el número próximo siguiente a la designación indica el año de adopción original o en el caso de revisión, el año de la última revisión.- Un número entre paréntesis indica el año de la última reaprobación.

1. ALCANCES

1.1 Estas especificaciones se refieren a agregados de peso ligero destinados para el uso en concreto estructural el cual sea de primordial importancia la ligereza de peso y la resistencia a la comprensión del concreto.- Los procedimientos involucrados en estas especificaciones no incluyen métodos para control del concreto en la obra.-

Nota 1. Los valores establecidos en las unidades acostumbradas en los Estados Unidos serán considerados como estándar.- Los equivalentes de las unidades acostumbradas en los Estados Unidos al sistema métrico dadas con esta norma son aproximados

Nota 2. No están cubiertos en estas especificaciones los agregados que utilizarán en concretos para propósitos tales como resistencia al fuego, utilización como material de relleno, para construcciones de concreto cuyo empleo se basa en pruebas de carga y no en procedimientos convencionales de diseño.-

2. CARACTERISTICAS GENERALES

2.1 En estas especificaciones se incluyen dos tipos generales de agregados de peso ligero.-

2.1.1 Agregados preparados por medio de expansión, calcinación o sinterización de productos tales como escoria de altos hornos, arcilla, diatomita, ceniza volante o pizarra.-

2.1.2 Agregados preparados por medio de procesamiento de materiales naturales como piedra pómez, escoria o toba.-

2.2 Los agregados estarán compuestos predominantemente de materiales celulares de peso ligero y materiales inorgánicos granulares.-

3. GRADUACION

3.1 La graduación cumplirá con los requisitos en la tabla 1.-

3.2 Uniformidad de Graduación.- Para obtener una uniformidad razonable en la graduación de embarques sucesivos de agregados de peso ligero, el módulo de finura se determinará en muestras obtenidas de los embarques a intervalos estimados por el comprador.- Si el módulo de finura de los agregados de cualquier embarque difiere en más de 7% del correspondiente a la muestra remitida para las pruebas de aceptación, el agregado del embarque debe rechazarse, a menos que pueda demostrarse que producirá concreto de las características requeridas.

4. PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

4.1 El peso unitario de los agregados de peso ligero cumplirá con los requisitos de la Tabla 2.-

4.2 Uniformidad de Peso.- El peso unitario de embarques sucesivos de agregados de peso ligero no diferirá en más de 10% del de la muestra remitida para los ensayes de aceptación.-

5. SUSTANCIAS DAÑINAS

5.1 Los agregados de peso ligero no contendrán cantidades excesivas de sustancias dañinas, según queda establecido por los límites siguientes:

5.1.1 Impurezas Orgánicas.- Los agregados de peso ligero que al ser sometidos al ensaye para impurezas orgánicas produzcan un color más oscuro que el color estándar se rechazarán, a menos que pueda demostrarse que la coloración se debe a la presencia de cantidades pequeñas de materiales no dañinos al concreto.-

5.1.2 Coloración.- Los agregados de peso ligero, que al ser sometidos al ensaye de coloración para materiales, se clasifiquen como de "color fuerte" u obscuros por medio del procedimiento químico y los agregados que contengan 1.5 mg. o más de Oxido Férrico (fe2 O3) se rechazarán para su uso en concreto estructural.-

5.1.3 Terrones de Arcilla.- La cantidad de terrones de arcilla no excederá el 2% del peso seco.-

5.1.4 Pérdida por Ignición.- La pérdida por ignicion de los agregados de peso ligero no excederá el 5%.-

Nota 3. Ciertos agregados procesados pueden tener un carácter hidráulico y pueden hidratarse parcialmente durante su producción; si es así, la calidad del producto no se reduce por ello.- Otros agregados pueden contener en su estado natural carbonatos inofensivos o agua de cristalización que contribuirán a la pérdida por ignición,- Por consiguiente, se debe tener en cuenta el tipo de material al evaluar la calidad del producto en términos de la perdida por ignición.-

6. PROPIEDADES PARA LA ELABORACION DEL CONCRETO

6.1 Los especímenes de concreto que contengan agregados de peso ligero que se vayan a ensayar deben cumplir los siguiente requisitos:

6.1.1 Resistencia a la Comprensión y Peso Unitario. Será posible producir concreto estructural, usando los agregados de peso ligero que se van a ensayar, con tal que uno o más de los requisitos de resistencia a la comprensión y de los de resistencia al agrietamiento por tensión, según la tabla No 4, se satisfagan sin exceder los correspondientes valores máximos de los pesos unitarios.-

6.1.1.1 Para lograr el cumplimiento de estos requisitos mínimos se pueden substituir los agregados finos de peso ligero en parte o por completo por arena natural, siempre que el uso del concreto estructural propuesto contemple una combinación

similar de materiales.- El reporte de la prueba debe registrar la proporción de todos los ingredientes y características de la arena natural como se especifica en la norma ASTM C- 33, para agregados de concreto (ver nota 4).

6.1.1.2 La resistencia a la compresión y el peso unitario será el promedio de tres especímenes, y la resistencia al agrietamiento por tensión será el promedio de ocho especímenes.-

Los valores de resistencia intermedia y los correspondientes valores de peso unitario pueden establecerse por interpolación.-

Nota 4. Los materiales que no cumplan con los requisitos del promedio mínimo de resistencia al agrietamiento por tensión podrán ser usados, siempre que el diseño sea modificado para compensar el valor mas bajo.-

6.1.2 Contracción por secado.- La contracción por secado de los especímenes de concreto preparados y ensayados de acuerdo a la sección 8.1.4 no excede el 0.10%.-

6.1.3 Desconchamiento.- Los especímenes de concreto preparados y ensayados de acuerdo a la sección 8.1.5 no deberán mostrar deconchamientos en la superficie.-

6.1.4 Durabilidad.- En ausencia de un registro probado de durabilidad satisfactoria del concreto estructural, los agregados de peso ligero deberán pasar una prueba de

congelamiento y descongelamiento satisfactoria para el comprador.-

7. METODOS DE MUESTREO Y ENSAYE PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

7.1 Los agregados de peso ligero se muestrearán y las propiedades enumeradas en estas especificaciones se determinarán, de acuerdo con los siguientes métodos:

7.1.1 Muestreo.- Método ASTM D-75 Muestreo de Agregados.-

7.1.2 Graduación.- Método ASTM C-136. Ensaye para Análisis de Cribado ó Tamiz de Agregados Finos y Gruesos , excepto que el peso de la muestra de ensaye para agregado fino estará de acuerdo con la tabla 3, y que cuando se utilice cribado mecánico el agregado será cribado solamente durante 5 minutos.- La muestra de ensaye de agregado grueso consistirá de 0.1 pie3 (2830 cm3) ó más del material usado para la determinación del peso unitario.-

7.1.3 Peso Unitario (Suelto).- Método ASTM C-29.- Ensaye para Peso Unitario y Vacíos en los Agregados, utilícese el procedimiento de traspaleo descrito en la sección 7 del método C-29, excepto que el agregado será ensayado en una condición de secado en el horno.-

7.1.4 Impurezas Orgánicas. Método ASTM C-40. Ensaye para Impurezas Orgánicas en Arenas Para Concreto.-

7.1.5 Módulo de Finura.- Definiciones ASTM C-125.- Términos Relativos a Concreto y Agregados Para Concreto.-

7.1.6 Partículas Desmenuzables de los Agregados.- Método ASTM C-142. Prueba para Terrones de Arcilla y Partículas desmenuzables en los Agregados.-

7.1.7 Perdidas por Ignición.- Métodos ASTM C-114, Análisis Químico de Cemento Hidráulico.-

7.1.8 Materiales de Color.- Métodos ASTM C-641. Para Materia - les Colorantes en Agregados para Concreto Ligero.

8. METODOS DE ENSAYE PARA DETERMINAR PROPIEDADES PARA LA ELABORACION DE CONCRETO.

8.1 Las propiedades para la elaboración del concreto de agregados de peso ligero se determina de acuerdo con los siguientes métodos, usando la misma relación entre agregados finos y gruesos de peso ligero que se propone emplear.- Excepto para la resistencia al agrietamiento por tensión; se requieren tres especímenes para cada tipo de ensaye.-

8.1.1 Resistencia a la compresión.- Método ASTM C-39. Ensaye para Resistencia a la Compresión de especímenes Cilíndricos de Concreto.- Los especímenes de ensaye se elaborarán de acuerdo con el Método ASTM C-192 Elaboración y Curado en Laboratorio de Especímenes de Concreto para Ensaye.-

Curar los Especímenes de Acuerdo con el Método ASTM C-192, o de acuerdo con el procedimiento usado para determinar el peso unitario (Ver 8.1.3).-

8.1.1.1 A la edad de 7 días, los especímenes se retirarán del cuarto húmedo y se almacenarán a una temperatura de 73.4 ± 2 °F (23 ± 1.1 °C) y a una humedad relativa de 50 ± 5% hasta el momento del ensaye.-

8.1.2 Resistencia al Agrietamiento por Tensión. Prepárense los especímenes cilíndricos para ensaye de 7 x 12 pulgadas (152 x 305 mm) de acuerdo con el método C-192, Elaboración y Curado en Laboratorio de Especímenes de Concreto para Ensaye y ensayarlo de acuerdo al método ASTM C-496.

Ensaye para la Resistencia al Agrietamiento por Tensión de Especímenes Cilíndricos de Concreto.-

8.1.3 Peso Unitario del Concreto.- Método ASTM C-567. Ensaye para Peso Unitario del Concreto Ligero Estructural.- Utilizar los procedimientos de la sección 4 del Método ASTM C-567.-

8.1.4 Contracción del Concreto.- Método ASTM C-157, Ensaye Para Cambio de Longitud de Morteros de Cemento y Concreto Endurecidos, con las siguientes excepciones:

8.1.4.1 Preparar la mezcla de concreto en proporción de una parte de cemento portland a seis partes de agregados combinados medidos en volúmenes en estado seco suelto.- Ajustar el contenido de agua de tal manera que se produzca un revenimiento de 2 a 3 pulg. (50 a 76 mm) y compactar

completamente el concreto en moldes metálicos de 2 x 2 x 11 1/4 pulg. (50 x 50 x 286 mm) para agregados con un tamaño máximo de 1/2 pulg. (12.7 mm.) ó menos, la superficie del concreto se alisará con una llana metálica.-

8.1.4.2 Curar los especímenes de ensaye como se prescribe en el numeral 8.1.1 para los especímenes de ensaye a compresión.- Hacer las mediciones iniciales de longitud inmediatamente después de retirar los especímenes del almacenamiento húmedo.- Hacer medidas subsecuentes a los 28 y 100 días.-

8.1.4.3 Calcular la diferencia de longitud de los especímenes, al removerlos del almacenamiento húmedo a una edad de 7 días y al efectuar la medición final a una edad de 100 días con aproximación de 0.01% de la longitud efectiva de medición y reportarla como la contracción por secado de los especímenes.- Reportar el promedio de contracción por secado de los especímenes como la contracción por secado del concreto.-

8.1.5 Ensaye Para Materiales que Provocan Desconchamiento.- Prepare especímenes de concreto para ensayes de materiales que provocan desconchamiento de acuerdo con el numeral 8.1.4.1 curar y procesar en autoclave los especímenes de acuerdo con el método C-151, Ensaye de expansión en Autoclave de Cemento Portland (3), Inspeccionar Visualmente los especímenes tratados en autoclave para determinar el número de zonas desconchadas en la superficie.- Reportar el número promedio de zonas desconchadas por espécimen.-

8.1.6 Congelamiento y Descongelamiento.- Hacer ensayes de congelamiento y descongelamiento del concreto cuando se requiera de acuerdo con el siguiente método: ASTM C-666, Ensaye Para Resistencia del Concreto al Congelamiento y Descongelamiento Rápido.-

TABLA No. 1

REQUISITOS DE GRADUACION PARA AGREGADOS DE PESO LIGERO PARA UNIDADES DE MAMPOSTERIA DE CONCRETO.-

Designación de tamaño	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA LAS MALLAS DE ABERTURAS CUADRADAS							
	3/4 (19.0 mm)	1/2 (12.5 mm)	3/8" (9.5 mm)	Nº 4 (4.75 mm)	Nº 8 (2.36 mm)	Nº 16 (1.18 mm)	Nº 50 (300 MICRAS)	Nº 100 (150 MICRAS)
AGREGADO FINO Nº 4 (4.75 mm) a 0	-	-	100	85-100	-	40-80	10-35	5-25
AGREGADO GRUESO								
1/2" a Nº 4 (12.5 a 4.75 mm)	100	90-100	40-80	0-20	0-10	-	-	-
3/8" a Nº 8 (9.5 a 4.75 mm)	-	100	80-100	5-40	0-20	0-10	-	-
AGREGADO FINO Y GRUESO COMBINADO								
1/2" (12.5 mm) a 0	100	95-100	-	50-80	-	-	5-20	2-15
3/8" (9.5 mm) a 0	-	100	90-100	65-90	35-65	-	10-25	5-15

TABLA No. 2

REQUISITOS DE PESO UNITARIO PARA AGREGADOS DE PESO LIGERO PARA UINIDADES DE MAMPOSTERIA.-

Designación de tamano	Peso Seco Suelto	
	lb/pie³	(kg/m³)
AGREGADO FINO	70	(1120)
AGREGADO GRUESO	55	(880)
AGREGADO FINO Y GRUESO COMBINADO	65	(1040)

TABLA No. 3

PESO DE LA MUESTRA DE AGREGADOS FINOS DE PESO LIGERO PARA ENSAYE GRANULOMETRICO.-

PESO NORMAL DEL AGREGADO		PESO DE LAMUESTRA DE PRUEBA GRAMOS.
Lb/pie³	Kg/m³	
5-15	80-240	50
15-25	240-400	100
25-35	400-560	150
35-45	560-720	200
45-55	720-880	250
55-65	880-1040	300
65-70	1040-1120	350

TABLA No. 4

Peso unitario promedio máximo a los 28 dias secado al aire.- lb/pie^3	kg/m^3	Resistencia promedio al agredecimiento por tensión a los 28 dias.- PSI (MPa)	(kg/cm^2)	Resistecia promedio mínima a la compresión a los 28 días.- PSI (MPa)	(kg/cm^2)
		Todos los agregados de peso ligero			
110	(1760)	320 (2.2)	(2.4)	4000 (28)	(280)
105	(1680)	320 (2.1)	(21.4)	3000 (21)	(210)
100	(1602)	290 (2.0)	(20.3)	2500 (17)	(175)
		Arena/Agregado Ligero			
115	(1840)	330 (2.3)	(23.1)	4000 (28)	(280)
110	(1760)	310 (2.1)	(27.1)	3000 (21)	(210)
105	(1680)	300 (2.1)	(21.0)	2500 (17)	(175)

ANEXO No 10

ESPECIFICACIONES ESTANDAR PARA UNIDADES HUECAS PORTANTES DE MAMPOSTERIA DE CONCRETO.

NORMA ASTM C 90-85

Este estándar se ha establecido bajo norma fija C-90; el número que sigue de inmediato indica el año de la adopción original o en el caso de revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última reaprobación. Una letra épsilon (E) escrita arriba indica un cambio editorial desde la última revisión o reaprobación.

1. ALCANCE.

1.1 Esta especificación cubre las unidades de mampostería de concreto hechas con cemento Portland, agua y agregados minerales, con o sin la inclusión de otros materiales. Hay tres clasificaciones por peso para los bloques de concreto de mampostería huecos:

(1) Peso Normal, (2) Peso Medio, y (3) Peso Ligero.

1.2 Los valores establecidos para las unidades en pulgadas y libras deben ser considerados como el estándar. Los equivalentes métricos de las unidades en pulgadas y libras pueden ser aproximados.-

Nota 1.- Las unidades huecas de mampostería de concreto cubiertas por estas especificaciones están hechas con agregados de peso liviano o de peso normal, o de ambos.-

Nota 2.- Cuando se desea algo en particular, tal como clasificación por peso, resistencia más alta a la compresión,

textura de la superficie, acabados, color, resistencia al fuego, aislamiento, propiedades acústicas u otros casos especiales, las propiedades deberán ser especificadas separadamente por el comprador. Sin embargo, los suministrantes locales deberán ser consultados sobre la disponibilidad de unidades que tengan las características deseadas.

2. DOCUMENTOS APLICABLES.

2.1 Estándares ASTM.

C-33 Especificación para los agregados del concreto.

C-140 Método de muestreo y ensayo de unidades de mampostería de concreto

C-150 Especificaciones para cemento Portland.

C-207 Especificaciones para cal hidratada para propósitos de mampostería.

C-331 Especificaciones para agregados de peso liviano para unidades de mampostería de concreto.

C-595 Especificaciones para cementos hidráulicos mezclados.

C-618 Especificaciones para cenizas volantes y puzolana sin tratar o puzolana calcinada para usarla como un aditivo mineral en Concreto de Cemento Portland.

3. CLASIFICACION.

3.1 Grados.- Las unidades de mampostería de concreto fabricadas de acuerdo con estas especificaciones, conformarán dos grados, como se indica a continuación:

3.1.1 Grado N.- Para uso general, como en paredes exteriores abajo o arriba del nivel del suelo, que pueden o no estar expuestas a la penetración de la humedad o la intemperie y para paredes interiores y de apoyo.

3.1.2 Grado S.- Limitadas para usarse arriba del nivel del suelo, en paredes exteriores con una capa de protección contra el agua y en paredes no expuestas a la intemperie.

3.2 TIPOS.- Dos tipos de bloques de concreto huecos en cada uno de los dos grados son cubiertos como sigue:

3.2.1 Tipo I.- Unidades de humedad Controlada.- Las unidades designadas como Tipo I (Grados N-I y S-I) cumplirán todos los requerimientos de las especificaciones, incluyendo el contenido de humedad establecidos en la Tabla 1.

3.2.2 Tipo II.- Unidades con humedad No Controlada - Las unidades designadas como Tipo II (Grados N-II y S-II), cumplirán todos los requerimientos de estas especificaciones, excepto el contenido de humedad establecido en la Tabla 1.

4. MATERIALES Y FABRICACION.

4.1 Materiales Cementantes - Los materiales se ajustarán a las siguientes especificaciones en lo que sean aplicables:

4.1.1 Cemento Portland - Especificación C-150.

4.1.2 Cementos Mezclados - Especificación C-595.

4.1.3 Cal Hidratada, Tipo S - Especificación C-207.

4.1.4 Puzolanas - Especificación C-618.

4.2 Agregados.- Los agregados se ajustaran a las siguientes especificaciones, excepto que los requerimientos de granulometría no se aplicarán necesariamente:

4.2.1 Agregados para peso normal - Especificaciones C-33.

4.2.2 Agregados para peso liviano - Especificación C-331.

4.3 Otros componentes.- Los agentes inclusores de aire, pigmentos colorantes, repelentes o integrantes de agua, sílica finamente molida, etc., serán previamente establecidos como convenientes para usarlos en concreto, y se ajustarán a las normas ESTANDAR ASTM cuando sean aplicables,o se demuestre por ensayo o experiencia no ser perjudiciales a la durabilidad del concreto

5. PROPIEDADES FISICAS.

5.1 Al tiempo de enviar las unidades al sitio de trabajo, se llenarán los requerimientos físicos prescritos en la Tabla 2.

5.2 El contenido de humedad de los bloques de concreto huecos del Tipo I al tiempo de enviarlos, se ajustará a los requerimientos prescritos en la Tabla 1.

6. ESPESOR MINIMO DE LA CARA DE LA PARED Y DE LAS MEMBRANAS.

6.1 El espesor de la pared de rostro y de las membranas se ajustarán a los requerimientos listados en la Tabla 3.

Nota 3.- Los diseños de unidades especiales que comprendan amarres del metal resistentes a la corrosión, pueden ser aprobados mediante ensayos que demuestren que el amarre es estructuralmente equivalente a la membrana mínima especificada en rigidez, anclaje y resistencia a las caras de pared.

7. VARIACIONES PERMISIBLES EN LAS DIMENSIONES.

7.1- Ninguna dimensión total (ancho, alto y largo) diferirá más de 1/8 de pulgada (3.18 mm) de las dimensiones estándar especificadas.

Nota 4.- Las dimensiones estándar de las unidades son las dimensiones designadas por el fabricante. Las dimensiones nominales de las unidades de tamaño modular son iguales a las dimensiones de fabricación más 3/8 de pulgada (9.53 mm), el espesor de una junta de mortero estándar. Las dimensiones nominales de los tamaños no modulares generalmente exceden las dimensiones estándar en 1/8 a 1/4 de pulgada (3.18 a 6.35 mm).

8. INSPECCION VISUAL.

8.1 Todas las unidades serán sanas y libres de fracturas u otros defectos que podrían interferir con la colocación apropiada de los bloques a reducir la resistencia o durabilidad de la construcción. Las fracturas menores incidentales al método usual de fabricación o los astillamientos menores resultantes de los métodos usuales de manejo en los embarques y envíos, no serán razones para rechazo.

8.2 Los bloques que están destinados a servir como una base para repello deben tener una superficie suficientemente áspera para permitir una buena adherencia.

8.3 Cuando los bloques van a ser usados en construcción de paredes expuestas, la cara o caras que van a quedar expuestas deberán estar libres de astilladuras, rajaduras u otras

imperfecciones, excepto que si no más del 5% de un embarque contiene ligeras rajaduras o pequeñas astilladuras no mayores de 1 pulgada (25.4 mm), esto no será considerado suficiente razón para rechazo.

9. MUESTREO Y ENSAYOS

9.1 Al comprador o a su representante autorizado, se le concederán las facilidades apropiadas para inspeccionar y muestrear los bloques en el lugar de fabricación de los lotes listos para el despacho. Al menos 10 días deberán ser permitidos para completar los ensayos.

9.2 Las muestras o ensayos de los bloques serán concordantes con los métodos de la norma C-140.

9.3 Cuando se especifica el Tipo I, bloques con humedad controlada, los requerimientos del contenido de humedad (Tabla 1) serán basados en el método de ensayo de la norma C-426, efectuando no más de 12 meses antes del envío de las unidades.

10. RECHAZO.

10.1 Si el embarque falla de acuerdo a las espeficaciones requeridas, nuevas muestras serán seleccionadas por el comprador del lote retenido y ensayadas a expensas del fabricante. Si el segundo juego de muestras falla de acuerdo a los requerimientos de ensayos, el lote entero será rechazado.

11. COSTO DE LOS ENSAYOS

11.1 Excepto como se especifica en las Sección 10 y a menos que otra medida sea acordada, el costo de la inspección y los ensayos serán hechos por el comprador.

TABLA No. 1

% DE ACORTAMIENTO LINEAL	Contenido máximo de humedad, % del total. Absorcion total (3 unidades)		
	Condiciones de humedad en el sitio de trabajo o punto de uso.		
	HUMEDO a/	INTERMEDIO b/	ARIDO C/
0.03 O MENOS	45	40	35
DE 0.03 A 0.045	40	35	30
0..45 A 0.065 MAXIMA.	35	30	25

TABLA No. 2

GRADO	Resistencia a la compresión mínima. Kg/Cm²		Absorcion maxima de agua (Lb/pie³) (Kg/M³) Promedio de 3 unidades			
	Área gruesa promedio		clasificación por peso			
	3 UNIDADES	UNINAD INDIVIDUAL	PESO LIGERO		PESO MEDIANO	PESO NORMAL
			Meor que 85 (1362)	Menor que 105 (1682)	Menor que 125 a los (2002a1682)	125 (2002) o mas
N-I N-II	70.4	56.3	--------	18 (288)	15 (240)	13 (208)
S-I S-II	49.3	42.2	20 (320)	--------	--------	--------

TABLA No. 3

ANCHO NOMINAL.		MINIMO ESPESOR DE CARAS.		ESPESOR DE MENBRANAS			
				MINIMO ESPESOR DE MEMBRANAS.		MINIMO ESPESOR DE MEMBRANA EQUIVALENTE.	
PLG.	MM.	PLG.	MM.	PLG.	MM.	PLG./PIE	MM./MT.
3 Y 4	76.2	3/4	19	3/4	19	1 5/8	136
	102						
6	152	1	25	1	25	2 1/4	188
8	203	1 1/4	32	1	25	2 1/4	188
10	254	1 3/8	35	1 1/8	29	2 1/2	209
		1 1/4	32				
12	305	1 1/2	38	1 1/8	29	2 1/2	209
		1 1/4	32				

* PROMEDIO DE LA MEDIDA DE 3 UNIDADES TOMADA EN EL PUNTO MAS DELGADO DE LAS ALMAS.

** SUMA DE LOS ESPESORES DE TODAS LAS ALMAS DE UNA UNIDAD, EN PLG.(MM) Y DIVIDIDA ENTRE LA LONGITUD DE LA UNIDAD EN PIES. (M).

ANEXO No. 11

ESPECIFICACIONES ESTANDAR

ANALISIS DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS POR TAMIZADO

NORMA ASTM C-136-77

Esta norma se ha emitido bajo la designación fija C-136; el número próximo siguiente a la designación indica el año de adopción original o en el caso de revisión el año de la última revisión.- Un número entre paréntesis indica el año de la última reaprobación.-

1. ALCANCE.

1.1 Este método describe un procedimiento para determinar la distribución de los tamaños de partículas de agregados finos y gruesos por medio de cribado.-

2. RESUMEN DEL METODO.

2.1 Una muestra, previamente pesada, de agregado seco, se separa por medio de una serie de tamices o mallas, con aberturas progresivamente menor, para determinar la distribución por tamaño de las partículas.-

3. APARATOS.

3.1 Balanza.- La balanza ó báscula tendrá una sensibilidad de por los menos 0.1% del peso de la muestra ensayada.-

3.2 Mallas.- Las mallas estarán montadas en marcos construidos de tal manera que no se pierda material durante el cribado.- Se seleccionarán mallas de tamaños adecuados para obtener la información que se requiera según las especificaciones

aplicables al material ensayado.- Las mallas cumplirán con las especificaciones para mallas usadas en ensayes (ASTM E-11).-

4. MUESTRAS.

4.1 La muestra de agregado cuyo análisis por cribado vaya a efectuarse, debe mezclarse y reducirse una cantidad conveniente por medio de un equipo divisor de muestras o por cuarteo.-

El agregado fino debe humedecerse antes de la reducción, a fin de reducir al mínimo la segregación y pérdida de polvo.-

La muestra para la prueba debe ser, aproximadamente, del peso deseado, cuando esté seca y debe ser el resultado final del método de reducción.- No se permitirá que se haga la reducción hasta alcanzar un peso exacto predeterminado.-

Nota 1. El proceso de cuarteo y el uso correcto del equipo divisor de nuestra son descritos en el "Manual de Ensayes de Concreto".-

4.2 Agregado Fino.- Las muestras de agregado fino para análisis granulométrico deben pesar en estado seco, aproximadamente las siguientes cantidades:

Agregado en el que el 95% pasa la Malla N°8 (2.36 mm), 100 grs.

Agregado en el que el 85% para la Malla N°4 (4.75 mm), y más del 5% se retiene en la malla N°8, 500 grs.-

Sin embargo, en ningún caso la fracción retenida en alguna malla al final del cribado debe pesar más de 0.62 gr/cm3) (4 gr/pulg2) de la superficie de la malla.-

Nota 2. Para las mallas usuales de 8 pulgadas. (203 mm) de diámetro, este requisito conduce a una cantidad total de 200 gramos.- La cantidad de material retenido en la malla crítica puede regularse intercalando una malla inmediata arriba de la malla crítica con aberturas mayores que la malla crítica ó seleccionando una muestra de tamaño adecuado.-

4.3 Agregado Grueso.- Las muestras de agregado grueso para análisis granulométrico pesarán, en estado seco, no menos que las cantidades indicadas en la Tabla No 1.

Nota 3. Se recomienda que las mallas montadas en marcos tengan un diámetro de 16 pulg. (406 mm) o más si van a usarse para ensayar agregados gruesos.-

4.4 En el caso de mezclas de agregados finos y gruesos, el material separará en dos tamaños por medio de la malla N°4.- Las muestras de agregados finos y gruesos se prepararán de acuerdo con lo que se describe en los párrafos 4.2 y 4.3 .-

5. PROCEDIMIENTO

5.1 Séquese la muestra hasta peso constante a una temperatura de 230 ± 9 °F (110 ± 5 °C).-

5.2 Ensámblese las mallas en orden decreciente de abertura y coloque la muestra en la malla superior.- Agite manualmente las mallas o por medio de un equipo mecánico por un tiempo

suficiente, establecido por tanteos o verificado por medio de mediciones hechas en la muestra real de prueba, para que cumpla con el criterio de aceptación de cribado en 5.3.-

5.3 Continúese el cribado por el período de tiempo necesario, de tal manera que una vez terminado no más del 1% en peso del residuo en cualquier malla individualidad pase por ella durante 4 minutos de tamizado continuo a mano, hecho como se indica a continuación:

Sostenga, con una mano y en posición ligeramente inclinada la malla individual dotada de una tapa y un fondo, mediante un movimiento vertical golpee con fuerza el costado de la malla contra la palma de la otra o razón de 150 veces por minuto, gire la malla un sexto de vuelta cada 25 golpes, aproximadamente.-

Para determinar el tiempo necesario de cribado para tamaños mayores al de la malla N°4, el material que se coloque en la malla debe limitarse a una sola capa de partículas.-

Si el tamaño de las mallas ensambladas entre sí, hace impráctico el movimiento descrito para el cribado, use la malla de 8 pulgadas de diámetro para verificar el tiempo necesario de cribado.-

5.4 El cribado en seco es generalmente satisfactorio para ensaye de rutina en agregados con graduación normal.- Sin embargo, cuando se desea una determinación precisa de la cantidad total que pasa la malla N°200 (75 mm), primero se debe ensayar la

muestra de acuerdo con el Método de ensaye para Materiales que pasan la Malla N°200 (75 mm), en agregados minerales por medio de lavado (ASTM C-117), el material que se pierda en este procedimiento se calculará y adicionará a la cantidad que pasa la malla N°200 cuando se utiliza el cribado en seco.-

Después que la muestra se ha lavado y resecado se puede cribar en seco de acuerdo con lo establecido en 5.2 y 5.3.-

5.5 Determínese el peso de las partículas de cada tamaño, pesándolo en una balanza que cumpla con los requisitos especificados en la sección 3.1 con aproximación de 0.1% del peso de la muestra.-

6. CALCULOS

6.1 Calcúlese los porcentajes basándose en el peso total de la muestra, incluyendo todo el material que pase la malla N°200 determinando de acuerdo con el Método C-117.-

7. INFORME.

7.1 El informe incluirá lo siguiente:

7.1.1 Porcentaje total de material que pasa cada malla, ó

7.1.2 Porcentaje total de material retenido en cada malla, ó

7.1.3 Porcentaje del material retenido entre mallas consecutivas de acuerdo con las especificaciones aplicables al material ensayado.- Repórtense los porcentajes aproximándolos al número entero más cercano, excepto para el porcentaje que pasa la malla N°200 el cual se reportara con aproximación de 0.1%.-

T A B L A No 1

TAMAÑO NOMINAL MAXIMO DE PARTICULAS		PESO MINIMO DE LA MUESTRA
Pulg.	mm	Kgs.
3/8	9.5	2.0
1/2	12.5	4.0
3/4	19.0	8.0
1	25.0	12.0
1 1/2	38.1	16.0
2	50.0	20.0
2 1/2	63.0	25.0
3	75.0	45.0
3 1/2	90.0	70.0

ANEXO No. 12

METODO ESTANDAR PARA ENSAYOS DE TENSION-DIAGONAL (Cortante) PARA LA JUNTA DE MAMPOSTERIA

NORMA ASTM E- 519-74

Esta norma se ha emitido bajo la designación fija E-519; el número próximo siguiente a la designación indica el año de adopción original o en el caso de revisión, el año de la última revisión.- Un numero entre paréntesis indica el año de la última reaprobación.-

1. ALCANCE.

1.1 Este método cubre designaciones para la tensión diagonal o resistencia al corte de módulos de mampostería de 4' x 4' mediante la carga de ellos en compresión a lo largo de una diagonal.

Esta causa una falla de tensión diagonal mediante la rotura del espécimen, en el sentido normal a la dirección de la carga.

2. DOCUMENTOS APLICABLES.

2.1 ESTANDARES DE LA ASTM.

E-4 Verificación de ensayos de maquinas.

E-72 Conducción del ensayo de Resistencias de paneles para construcciones de edificios.

3. SIGNIFICADO.

3.1 Este método evita la necesidad de una fuerza sostenida que evite la rotación del espécimen como el requerido en el ensayo de carga a tensión prescritas en el método E-72.

Por lo tanto, el estado de esfuerzo es conocido con gran claridad. El tamaño del espécimen fue seleccionado como el más pequeño que fuese razonable representativo de un módulo de mampostería completo y que permitirá el uso de máquinas de ensayo tales como las usadas en el laboratorio.

4. APARATOS.

4.1 MAQUINAS DE ENSAYO.

Las máquinas de ensayo deberán tener suficiente capacidad de carga a la compresión y de un dial de carga prescrita en 6.4, deberá ser operada mediante energía eléctrica y capaz de aplicar carga última y que no sea intermitente, o carga de impacto.

4.2 CABEZALES DE CARGA.

2 Cabezales de carga de acero deberán usarse para aplicar la carga del espécimen. La longitud de apoyo de cabeza deberá de ser de 6".

5. ESPECIMEN A ENSAYAR.

5.1 TAMAÑO.

El tamaño nominal de cada espécimen deberá de ser de 4' x 4' (1.2 x 1.2 m) por el espesor de la pared tipo a ensayarse. La

dimensión de 4' deberá estar dentro del rango de 1/4 de pulg. (6.4 mm en cada dirección).-

5.2 NUMERO DE ESPECIMENES.

El ensayo deberá ser hecho en por lo menos 3 especímenes construidos con el mismo tamaño y tipo de unidades de mampostería mortero y trabajabilidad.

5.3 CURADO.

Después de la construcción los especímenes no deberán ser removidos durante los primeros 7 días, deberán ser curados con el ambiente de laboratorio por lo menos de 28 días. El laboratorio deberá mantenerse a una temperatura de 75 ± 15°F (24 ± 8 °C). Con humedad relativa entre el 25 y 75% y no deberán haber corrientes de aire.

5.4 MORTEROS.

Deberán de moldearse 3 cubos de ensayo a la compresión de 2" (50 mm) para el ensayo de cada pilada de mortero usada en la construcción de los especímenes y armado bajo las mismas condiciones de ellos, con los cuales está asociado y deberán ensayarse el mismo día de los especímenes.

6. PROCEDIMIENTO.

6.1 COLOCACION DEL CABEZAL DE CARGA.

La posición del cabezal de carga superior e inferior deberá de centrarse en las superficies de carga superior e inferior de la máquina de ensayo.

6.2 COLOCACION DE ESPECIMEN.

Colocar el espécimen centrado en una posición vertical, en una capa de materia de yeso colocado con el cabezal de carga inferior. Cuando sea necesario llenar los espacios entre el espécimen y los platos de confinamiento lateral con el material de cabeceado, de igual manera cabecear la parte superior del espécimen.

6.3 INSTRUMENTACION.

Cuando sea requerido medir el acortamiento de la diagonal vertical que mide el alargamiento de la diagonal horizontal, bajo carga en una de las 2 maneras siguientes.

6.3.1 ESTADO A.

Mediante un compresómetro y un extensómetro, empleado ya sea un dial micrométrico o un traductor con desplazamiento lineal, recogiendo de este los resultados.

6.3.2 ESTADO B.

Mediante el alambre de resistencia eléctrica adherido a las 2 diagonales tan cerca de sus intersecciones como sea posible.

6.4 APLICACION DE LA CARGA.

6.4.1 Para especímenes sin instrumentación, aplicar la carga continuamente hasta la falla, más de la mitad de la máxima carga esperada podrá aplicarse a cualquier rango conveniente, después de esto ajustar los controles de la máquina, para que la carga faltante sea aplicada a un rango de no menos de 1 ni más de 2 minutos.

6.4.2 Para especímenes instrumentados para dar medición de deformaciones aplicar las cargas en incrementos adecuados de rangos comparables al de la 6.4.1. Escoja los incrementos de tal manera que por lo menos 10 lecturas de deformaciones sean obtenidas par definir la curva esfuerzo de deformación. Tales lecturas deberán obtenerse para cargas tan cerca de la última lectura viable.

Cuando el compartimiento del espécimen bajo las cargas indique que puede fallar repentinamente y dañar los instrumentos de medida de deformaciones, remover los instrumentos de medida de deformaciones, remover los instrumentos y aplicar la carga continuamente hasta que la máxima carga que puede ser aplicada al espécimen sea determinada.

7. CALCULOS.

7.1 ESFUERZOS DE CORTE.

Calcular el esfuerzo cortante para especímenes construidos con unidades sólidas (75% ó más del área neta). Sobre el área gruesa. Para especímenes construidos con unidades huecas menos del 75% del área gruesa hacer los cálculos sobre el área neta. El esfuerzo cortante de espécimen se calcula de la siguiente manera:

$$V = \frac{P}{t(h^2 + L^2)^{1/2}} \quad \text{ó} \quad V = \frac{P}{t \times D}$$

Donde:

V = esfuerzo cortante. t = espesor del prisma.

P = longitud del prisma. D = diagonal.

h = ancho del prisma.

ANEXO No. 13

ESPECIFICACIONES ESTANDAR PARA IMPUREZAS ORGANICAS EN ARENAS PARA CONCRETO

NORMA ASTM C-40

Esta forma se ha emitido bajo la designación fija C-40; el número próximo siguiente a la designación indica el año de adopción original, o en el caso de revisión el año de la última revisión.- Un número entre paréntesis indica el año de la ultima reaprobación.-

1. **Alcance:** Este método cubre un procedimiento aproximado para determinar la presencia de compuestos orgánicos dañinos en arenas naturales que se vayan a usar en la elaboración de morteros o concretos. El principal valor de la prueba esta en su capacidad de indicar si se hace necesario realizar mas pruebas en las arenas antes de que estas sean aprobadas o realizadas.

2. **Equipo:** Botellas de vidrio; graduales, de sección oval y de aproximadamente 350 mL. equipados con tapón hermético.

3. **Reactivo:** Solución de hidróxido de sodio (3%). Disuélvanse 3 partes de hidróxido de sodio (Na OH) en 97 partes de agua en peso.

   Vidrio montado en un marco plástico conteniendo los cinco colores orgánicos, establecidos según norma ASTM D - 1544.

4. **Muestra:** Muestra representativa de arena que pese aproximadamente 1 Lbs. (450 gr.).

5. **Procedimiento:** a) Llene una botella de vidrio con la arena que se va a probar, hasta la marca de 4.5 onzas (aproximadamente 130 mL.).

   b) Añada solución de Na OH al 3% en agua, hasta que el volumen de arena y liquido después de agitar el conjunto, sea de 7 onzas (aproximadamente 200 mL.).

   c) Tape la botella, agítela vigorosamente y déjela reposar por 24 horas.

   d) Comparar el color del liquido que está sobre la muestra, con el color del vidrio de color estándar de referencia (No. 3).

6. **Interpretación del resultado:** Si el color del liquido que se encuentra sobre la muestra, es más oscuro que el color estándar de referencia, debe considerarse la posibilidad de que la arena probada contenga compuestos orgánicos dañinos, y deberán hacerse otras pruebas antes de aprobar o rechazar el material.

ANEXO No. 14

METODO ESTANDAR DE ENSAYE

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

NORMA ASTM C-127

Esta norma se ha emitido bajo la designación fija C-127; el número próximo siguiente a la designación indica el año de adopción original, o en el caso de revisión el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última reaprobación.-

1. ALCANCE.-

1.1 Este método de ensaye se deberá usar al hacer determinaciones de la gravedad especifica de la masa, y de la absorción (después de 24 horas de estar sumergido en agua) del agregado grueso.- La gravedad específica de la masa es la característica general que se usa generalmente para calcular el volumen que ocupan los agregados en concreto de cemento portland.

1.2 Este método permite determinar directamente la gravedad específica de la masa según se define en las Definiciones de Términos Relativos a Densidad, Gravedad específica de sólidos, líquidos y gases (ASTM E-12), la gravedad específica de la masa basándose en el peso del agregado saturado y superficialmente seco, y la gravedad específica aparente según se define en las Definiciones E-12.

2. APARATOS.

2.1 Balanza.- Una balanza con capacidad de 5 kg. o más y una sensibilidad de 0.5 gr. o menos.

2.2 Canasta de Alambre.- Una canasta de alambre del N°6 al N°8 de aproximadamente 8" (20 cm) de diámetro y 8" (20 cm.) de altura.-

2.3 Un recipiente adecuado para sumergir la canasta de alambre en el agua, y un aparato adecuado para suspender dicha canasta del centros del platillo de la balanza.

3. MUESTRA DE PRUEBA.

3.1 Selecciónese por el método de cuarteo aproximadamente 5 kg. de agregados de la muestra que se vaya a ensayar, rechazando todo el material que pase la malla N°4 (4.75 mm)

4. PROCEDIMIENTO.

4.1 Después de lavar cuidadosamente la muestra para remover el polvo u otras capas de la superficie de las partículas, séquese la muestra hasta peso constante a una temperatura de 212 a 230 °F (100 a 110 °C) (nota) y después sumérjase en el agua por un período de 24 horas. Retírese la muestra del agua y enróllese en una tela grande absorbente hasta que todas las películas visibles de agua se hayan removido, aunque las superficies de las partículas parezcan todavía húmedas. Séquese los fragmentos de mayor tamaño individualmente.-

Téngase cuidado para evitar la evaporación durante la operación de secado superficial. Obténgase el peso de la muestra en la condición saturada y superficialmente seca.- Detérminese este y todos los pesos subsecuentes con una aproximación de 0.5 grs.

Nota.- Cuando los valores de la absorción y la gravedad especifica se vayan a utilizar como base para proporcionar mezclas de concreto con agregados de peso normal usados en condición húmeda, pueda eliminarse el requisito de secado a peso constante.

4.2 Después de pesada la muestra, colóquese inmediatamente la muestra saturada y superficialmente seca en la canasta de alambre y determínese su peso sumergido en agua a una temperatura de 68 a 77 °F (20 a 25 °C).

4.3 Séquese la muestra hasta peso constante a una temperatura de 212 a 230 °F (100 a 110 °C), déjese enfriar a la temperatura ambiente y pésese.-

5. GRAVEDAD ESPECIFICA DE LA MASA.

5.1 Calcúlese la gravedad específica de la masa, según se define en las Definiciones E-12, como sigue:

Gravedad específica de la masa = A/ (B-C)

Donde:

A = Peso en gramos de la muestra secada en horno.

B = Peso en gramos de la muestra saturada y superficialmente seca.-

C = Peso sumergido en gramos de la muestra saturada.

6. GRAVEDAD ESPECIFICA DE LA MASA (Condición Saturada y Superficialmente Seca).

6.1 Calcúlese la gravedad específica de la masa tomando como base el peso del agregado saturado y superficialmente seco, como sigue:

Gravedad especifica de la masa = B/(B-C).

7. GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE.

7.1 Calcúlese la gravedad específica aparente según se define en las Definiciones E-12 como sigue:

Gravedad Específica Aparente = A/(A-C).

8. ABSORCION.

8.1 Calcúlese el porcentaje de absorción como sigue:

% de Absorción = ((B-A)/A)x 100.

9. POSIBILIDAD DE REPRODUCIR LOS RESULTADOS.

9.1 Las determinaciones que se hagan por duplicado no deberán diferir en más de 0.02 en el caso de la gravedad específica ni de 0.05 por ciento en el caso del porcentaje de absorción.

ANEXO No. 15

ESPECIFICACIONES ESTANDAR

PESO VOLUMETRICO DEL CONCRETO ESTRUCTURAL LIGERO

NORMA ASTM C-567-71 (Reaprobada en 1977)

Esta norma se ha emitido bajo la designación fija C-567; el número próximo siguiente a la designación indica el año de adopción original o en el caso de revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última reaprobación.

1. ALCANCES.

1.1 Este método cubre la determinación del peso volumétrico del concreto recién mezclado para el control en su colocación y el peso seco al aire a la edad de 28 días para el control del diseño.

Nota 1.- Se presenta un método aproximado para calcular el peso volumétrico seco en el aire y una fórmula para estimar el peso volumétrico seco en el horno del concreto ligero en la sección 5.

2. DEFINICIONES.

2.1 El peso en aire se define como el peso volumétrico de un espécimen de concreto ligero curado durante 7 días, sin pérdida o ganancia de humedad, a la temperatura de 60 a 80 °F (16 a 27 °C) y secado durante 21 días a una humedad relativa temperatura de 73.4 ± 2.0 °F (23.0 ± 1.1 °C).

Nota 2.- La condición de 50% de humedad relativa para el período limitado de 21 días se selecciono para que se

aproximara a las condiciones de equilibrio "en servicio" para la mayor parte de los Estados Unidos.

3. APARATOS.

3.1 Balanza.- Se usará una balanza o báscula que tenga una precisión del 0.3% del peso de la muestra en cualquier punto del intervalo usado. El intervalo de uso se considerara que abarca desde el peso del recipiente vacío al peso del recipiente más su contenido.

3.2 Varilla de Compactación. Una varilla redonda y lisa de acero, de 5/8 de pulg. (16 mm) de diámetro y de aproximadamente 24 pulg. (610 mm) de longitud, recta, que tenga un extremo redondeado en forma de hemisferio cuyo diámetro sea 5/8 de pulg. (Método ASTM C-138).

3.3 Medida.- Se considera como estándar una medida con capacidad de 1/2 pie3 (14.2 lts.) que cumpla con lo establecido en la sección 2.4 del método C-138. Pueden usarse medidas que cumplan con las capacidades y requisitos de la tabla I para propósitos de información, excepto que deberán usarse para propósitos comparativos recipientes de la misma capacidad.

3.4 Moldes.Los moldes serán de forma cilíndrica. Deberá cumplir con lo que se establece en el Método C-31, Fabricación y curado de especímenes de concreto para el ensaye a la compresión y a la flexión en el campo , o la Especificación ASTM C-470, para Moldes para Encofrado de Cilindros de Prueba de Concreto.

3.5 Cuarto de Humedad Controlada. La condición óptima es un cuarto con la humedad relativa mantenida entre 50 ± 5%.

En caso de que el cuarto en el laboratorio de ensaye no tenga aire acondicionado que mantenga en 50% la humedad relativa, la condición se puede obtener en una cámara pequeña, tal como un recipiente metálico con tapa hermética. La descripción del Método de la Cámara se describe en la Practica Recomendada ASTM E-104, para mantener la humedad relativa por Medio de Soluciones Acuosas.

Nota 3.- Puede usarse una solución saturada de cloruro de calcio, si se restaura frecuentemente con sales secas, como de un secador inicial, para el período de almacenamiento; siempre y cuando se proporcione una circulación de aire interna adecuada y se use un hidrómetro confiable. Para los últimos días del ciclo de almacenamiento, puede usarse una solución saturada de nitrato de magnesio con el fin de mantener una humedad relativa de 53.5 por ciento.

3.6 Horno de Secado.- El Horno de Secado debe ser capaz de mantener la temperatura constante entre lo siguientes limites, 221 a 230 °F (105 a 110 °C), y la velocidad de evaporación será, en promedio de al menos 25 g/h. La determinación de la velocidad de evaporación se describe en la sección 2 (e) del Método ASTM C-88, Ensaye par Determinar la Sanidad de los Agregados Usando Sulfato de Sodio o Sulfato de Magnesio.

4. PROCEDIMIENTO.

4.1 Determínese el peso volumétrico del concreto recién mezclado de acuerdo con el Método ASTM C-138 con las siguientes excepciones:

4.1.1 Se permitirá la vibración de los especímenes, en la forma que se describe en la Sección 5.4 del Método ASTM C-192 Fabricación y Curado de Especímenes de Concreto par Determinar la Resistencia a la Flexión y a la Compresión en el laboratorio.

4.1.2 Cuando se use el procedimiento de varillado. este se hará de acuerdo con la sección 5 del Método C-138, excepto que, el concreto, en los recipientes de capacidad de 0.5 pie3 (0.014 m3) o menos deberá varillarse con 25 golpes por capa, y en los recipientes de 1 pie3 (0.003 m3) se varillará con 50 golpes por capa.

4.1.3 El peso neto de la muestra se registrara con un 0.3% de aproximación.

4.2 Determínese el peso volumétrico seco al aire en cilindros de 6 x 12 pulgs. (15 x 30 cms) Los especímenes de ensaye se harán según lo establecido en le Método C-192.

Los especímenes de ensaye que se elaboren, para comprobar la eficiencia del diseño del laboratorio en función del peso volumétrico del concreto, o como base de aceptación se cubrirán inmediatamente (Nota 4) después del moldeado con una cubierta de cartón parafinado, una tapa metálica, una hoja de

polietileno asegurada firmemente alrededor del cilindro, u otro material impermeable.

Durante los primeros 7 días, todos los especímenes se almacenaran bajo condiciones que permitan mantener la temperatura ambiente en la zona aledaña a los especímenes entre los 60 y 80 °F (16 y 27 °C) y eviten la pérdida de humedad en los especímenes. Los especímenes se sacarán de los moldes después de 24 horas y se cubrirán con lienzos o bolsas de polietileno par evitar la evaporación. Cuando se usen moldes de uso único, el espécimen deberá permanecer en el molde durante los 7 días del período de curado.

Nota 4.- Se permite un ligero retraso en los casos en que el concreto tienda a sangrar excesivamente.

4.3 El sexto día los especímenes se retirarán de la condición de curado y se sumergirán en agua a 73.4 ± 2 °F (23 ± 1.1 °C) durante 24 horas. Después de lo cual se determinará el peso sumergido, y rápidamente, después de sacarlos del agua, se determinará su peso saturado superficialmente seco.

Nota 5.- Cuando los especímenes son desenmoldados a la edad de 24 horas, pueden ser usados al mismo tiempo para determinar el peso sumergido y el peso saturado superficialmente seco (C y B de 4.4). Regrese los especímenes a la condición de curado hasta alcanzar la edad de 7 días.

4.4 Séquese los cilindros por 21 días a una temperatura de 73.4 ± 2 °F (23.0 ± 1.1 °C) en una humedad relativa de 50 ± 5%.

Pese los cilindros secos y calcule el peso seco al aire por pie cúbico (ó metro cubico) del concreto del concreto con la siguiente ecuación:

Peso/pie3 = (A x 62.3) / (B - C)

Peso/m3 = (A x 997) / (B -C)

Donde:

A = Peso a los 28 días del cilindro de concreto con el grado de secado especificado lbs/pie3 (kg/m3).

B = Peso del cilindro saturado y superficialmente seco, lbs/pie3 (kg/m3)

C = Peso del cilindro sumergido, lbs/pie3 (kg./m3).

5. METODO APROXIMADO PARA INFORMACION RAPIDA.

5.1 Puede calcularse un estimado del peso seco, para el control del proyecto. Este método no debe usarse como una base para la aceptación o para el control del diseño. El método debe usarse solo cuando se desea una información rápida.

5.2 Peso volumétrico Fresco: Detérminese el peso por metro cúbico del concreto recién mezclado usando un mínimo de 3 cilindros moldeados de 6 x 12 pulg. (15 x 30 cm.)

Nota 5.- Numerosas observaciones indican que la determinación del peso volumétrico del concreto recién mezclado con una medida de 1/2 pie3 y con cilindros de 6 x 12 pulg. (15 x 30 cm.) consolidado por varillado no son iguales. Por lo que el método aproximado requiere que se determine el peso del concreto fresco usando especímenes cilíndricos de 6 x 12 pulg.

5.3 Detérminese el peso y el volumen de cada molde cilíndrico antes de llenarlos. Los cilindros se moldearán de acuerdo con el Método C-192. Pésese los cilindros recién moldeados y calcúlese el peso neto del concreto en cada uno de ellos, restando el peso del molde. Calcúlese el peso por píe cúbico (o por metro cúbico) de concreto recién mezclado con la siguiente ecuación:

$$F = \frac{Wf}{V}$$

Donde:

F = peso de concreto fresco, lbs/pie3 (kg/m3)

Wf = peso del concreto recién mezclado en el cilindro, lbs (kg)

V = volumen del molde cilíndrico, pié3 (m3).

Nota 6.- El peso volumétrico fresco usado en el método aproximado debe ser el promedio de, por lo menos 3 determinaciones de peso unitario, cuyos valores no se aparten más del 2 por ciento promedio.

5.4 Peso calculado seco en horno: se puede calcular el peso seco en horno aplicando el método aproximado, usando la siguiente ecuación, siempre que se conozcan: todas la cantidades dosificadas, el contenido de humedad de los agregados, y el volumen de la mezcla de concreto.

$$Oc = \frac{Wdf + Wdc + 1.2\ Wct}{s}$$

Donde:

Oc = peso seco en horno aproximado, lbs/pie3 (kg/m3).

Wdf= peso del agregado fino seco en la dosificación, en lbs (kg).

Wdc= peso del agregado grueso seco en la dosificación, en lbs (kg).

Wct= peso del cemento en la dosificación, en lbs (kg).

1.2= cantidad de cemento, mas peso del agua de hidratación como 20 % del peso del cemento), y

s = volumen de concreto producido por la revoltura, en pie (m3).

5.5 Peso seco en el horno: Almacénense los especímenes de ensaye durante los primeras 24 horas, bajo condiciones tales que se mantenga la temperatura en la zona adyacente a los especímenes en el intervalo de 60 a 80 °F (16 a 27°C) y se evite la pérdida de humedad de los especímenes. Después de 24 horas retírense los cilindros de los moldes y colóquese en el horno a la temperatura 221 a 230 °F (105 a 110 °C).

Déjese entonces, que los especímenes se enfrien a la temperatura ambiente y pésense.

5.6 Peso seco al aire, aproximado: Calcúlese el peso por metro cúbico (ó pie cubico) seco al aire, aproximado, con la siguiente ecuación:

$$D = O + (F - O)\ p$$

Donde:

D = peso seco en aire aproximado lbs/pie3 (kg/m3)

F = peso unitario fresco, en lbs/pie3 (kg/m3),

determinado de acuerdo con la sección 5.2).

O = peso seco en horno, en lbs/pie3 (kg/m3), determinado de acuerdo con 5.4 ó 5.5.

p = constante, estima la fracción de la diferencia entre los pesos del concreto fresco y seco en el horno en función del peso de la humedad retenida en el concreto cuando se seca al aire. Su valor varía de 0.75 a 0.25.

Nota 7.- Las observaciones indican que "p" puede variar entre 0.75 y 0.25 debido a las variaciones en los agregados y en el diseño de la mezcla. El valor para un agregado específico para "p", deberá usarse 0.75.

ANEXO No. 16

ESPECIFICACIONES ESTANDAR DE ESFUERZO DE COMPRESION EN MORTEROS DE CEMENTO HIDRAULICO USANDO CUBOS DE MUESTRA de 2 pulg x 2 pulg.

NORMA ASTM - C -109-77

Esta norma se ha emitido bajo la designación fija C-109; el número próximo siguiente a la designación indica el año de adopción original o en el caso de revisión, el año de la última revisión.- Un numero entre paréntesis indica el año de la última reaprobación.

1 OBJETIVOS.

Estudiar un procedimiento de laboratorio para determinar la resistencia a la compresión de los morteros utilizados en la unión de bloques.

2. EQUIPO.

2.1 Báscula con variación permisible en una carga de 2000 gr. de $\pm$ 2.0 gr.

2.2 Probetas, de vidrio graduadas.

2.3 Moldes para especímenes; cúbicos de 2 pulg. por 2 pulg. deben tener un ajuste apretado. Los moldes no deben tener mas de tres compartimientos para cubos y debe desarmase en no mas de dos partes.

2.4 Mezcladora, recipiente y paleta, de acuerdo a especificación ASTM C-305.

2.5 Mesa y Molde de Flujo.

2.6 Pisón de material no absorbente, no abrasivo, no frágil.

2.7 Cuchara de albañil.

2.8 Máquina de prueba Tinius Olsen. La carga aplicada a los especímenes de prueba debe indicarse con una precisión de ± 1.0 por ciento.

3. PROCEDIMIENTO.

3.1 Se harán tres especímenes o más por cada período de prueba especificado.

3.2 Se preparan los moldes cubriendo ligeramente con aceite mineral o grasa lubricante ligera sus caras interiores, ensamblándolos posteriormente. En las líneas exteriores de contacto entre moldes y placa de base se aplica una mezcla de tres partes de parafina y cinco de resina por peso, calentada entre 110° y 120°C, de modo que formen uniones impermeables entre lo moldes y la placa de base.

3.3 Se procede al moldeado de especímenes inmediatamente después de terminar la prueba de fluidez dentro de un lapso no mayor de 2.5 minutos, se coloca una capa de mortero de aproximadamente 2.5 cm. de espesor en todos los compartimientos cúbicos, y se apisona en cada compartimiento 32 veces en cuatro pasadas, en 10 seg. aproximadamente. Cada pasada constará de 8 golpes adyacentes entre si sobre la superficie del espécimen, y en cada pisón deberá girarse 90° con respecto a la anterior, como se ilustra en la figura No 1.

3.4 Concluido el apisonamiento de la primera capa en todos los compartimientos; se llenan con el resto del mortero y se apisonan como se especificó en la primera capa.

Finalmente se enrasa con la llana con un movimiento de zigzag.

3.5 Inmediatamente después de elaborados los especímenes se colocan en la cámara húmeda durante 24 horas, efectuándose después de este tiempo su desmoldeo; luego son sumergidos en los tanques de agua hasta que cumplan el período en que deban ensayarse.

3.6 Antes del ensaye cada espécimen se limpia hasta que queda superficialmente seco. Las superficies deben estar planas,al haber una curvatura apreciable descártese el espécimen.

3.7 La carga se aplica a las caras del espécimen que estuvieron en contacto con las superficies planas del molde.

3.8 La velocidad de aplicación de carga se ajusta de modo que el resto de la carga se aplique sin interrupciones hasta la falla y que se alcance la carga máxima en tiempo no menor de 20 ni mayor de 80 seg.

Cálculos: $C = \frac{P}{A}$

Donde:

P = Carga total máxima indicada por la máquina en kgs.

A = Sección transversal del espécimen en cm2.

C = Esfuerzo de compresión en kg/cm2.

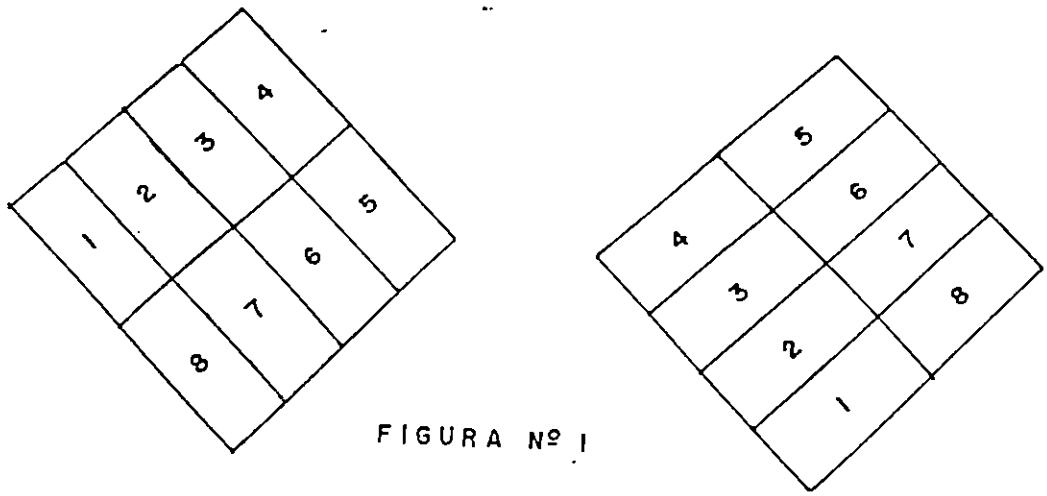


FIGURA Nº 1

ANEXO No. 17

ESPECIFICACION PARA LA MESA DE FLUJO PARA USARLO EN PRUEBAS DE CEMENTO HIDRAULICO

NORMA ASTM C-230

Esta norma se ha emitido bajo la designación fija C-230; el número próximo siguiente a la designación indica el año de adopción original o en el caso de revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última reaprobación.

PROCEDIMIENTO:

1- Se limpia y seca cuidadosamente la cara superior de la mesa de fluidez.

2- Se coloca al centro el molde de fluidez.

3- Colocar una capa aproximadamente de 2.5 cm. de espesor; la cual debe apisonarse 20 veces; a modo que se llene uniformemente.

4- Se llena el molde y se apisona como en el paso anterior.

5- Se enrasa el molde con la llama en un movimiento en zig-zag.

6- Secar y quitar el agua a la orilla del molde. Se levanta y retira el molde 1 minuto después que la operación de mezclado concluya.

7- Inmediatamente se deja caer la mesa desde una altura de 1.27 cm; 25 veces en 15 seg.

8- La fluidez es el incremento que resulta en el diámetro promedio de la base de la masa de mortero medido por lo menos en cuatro diámetros en intervalos poco más o menos

equidistantes, expresado como porcentaje del diámetro original de la base.

9- Deben elaborarse morteros de tanteo variando el porcentaje de agua hasta obtener la fluidez especificada elaborando un nuevo mortero en cada intento.

ANEXO No. 18

RESISTENCIA DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO A TENSION

NORMA ASTM C-496

Esta norma se ha emitido bajo la designación fija C-496; el número próximo siguiente a la designación indica el año de adopción original o en el caso de revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última reaprobación.

1. ALCANCE.

Este método incluye el procedimiento para determinar la resistencia a tensión de especímenes cilíndricos de concreto.

2. EQUIPO.

2.1 Máquina de Prueba.- Placa o barra de apoyo suplementaria. Si el diámetro o la dimensión mayor de la cara de apoyo superior o de la placa de apoyo inferior es menor que la longitud del cilindro que va a probarse, se usará una placa o barra de apoyo adicional de acero maquinado. Las superficies de dicha placa o barra se trabajarán a máquina, de modo que formen planos con una tolerancia de =0.025 mm, medida sobre cualquier línea de contacto del área de apoyo. Tendrá un ancho de por lo menos 5 cm. y un espesor no menor que la distancia al extremo del cilindro. La barra o placa serán usadas de tal manera que la carga se aplique sobre la longitud total del espécimen.

2.2 Tiras de Apoyo.- Para cada especimen se usarán dos tiras de apoyo de triplay,de un espesor nominal de 3 mm. (1/8 pulg.), libre de imperfecciones, ancho aproximado de 25 mm. (1 pulg.), y una longitud igual a la del especimen. Las tiras se colocarán entre el especimen y las placas de apoyo superior e inferior de la maquina de prueba, o entre el especimen y las placas o barras suplementarias (si se usan). Las tiras de apoyo se emplearán solo una vez.

3. MUESTRA DE ENSAYE.

3.1 Los especímenes con curado húmedo, entre su retiro del ambiente de curado y el ensaye, se mantendrán húmedos por medio de una cubierta de yute o manta húmedos, y se probarán en condición húmeda tan pronto como sea posible.

4. PROCEDIMIENTO.

4.1 Marcado. En cada extremo de los especímenes se trazaran líneas diametrales usando un dispositivo adecuado que asegure estén en el mismo plano axial.

4.2 Mediciones. El diámetro del espécimen de ensaye determina al más próximo 0.25 mm, promediando tres diámetros medidos cerca de los extremos y a la mitad del espécimen. Los cuales deben quedar en el plano que contiene las líneas marcadas en los dos extremos.

Promediando por lo menos dos medidas longitudinales, tomadas en el plano que contenga las líneas marcadas en los dos

extremos, se determina la longitud del espécimen al más próximo 2.5 mm.

4.3 Colocación. Se coloca una de las tiras de triplay a lo largo del centro de la placa de apoyo inferior. El espécimen se acomoda sobre la tira de triplay y se coloca de tal modo que las líneas marcadas en sus dos extremos sean verticales y queden centradas sobre la tira. A continuación se coloca longitudinalmente la segunda tira de triplay sobre el cilindro, centrándola sobre las líneas marcadas en los extremos del mismo. El conjunto debe colocarse de tal manera que se garanticen las siguientes condiciones:

1- Que la prolongación del plano que contenga las dos líneas marcadas en los extremos del espécimen pase por el centro de la placa superior de apoyo.

2- Que la placa suplementaria (cuando se use) y el centro del espécimen estén directamente debajo del centro de empuje de la placa con apoyo esférico.

4.4 Velocidad de Carga. La carga se aplica continuamente y sin impacto a una velocidad uniforme dentro del intervalo de 7 a 14 kg/cm2/min de esfuerzo indirecto de tensión. Hasta la falla del espécimen. Debe anotarse la carga máxima aplicada que indique la máquina de ensaye en al falla, el tipo de falla y la apariencia del concreto.

5. CALCULO.

La resistencia a tensión indirecta del espécimen se calcula como sigue:

$$F't = \frac{2P}{ld}$$

Donde:

Ft = resistencia a tensión en kg/cm2.

P = carga aplicada máxima, indicada por la máquina de ensaye, en kg.

l = longitud en cm.

d = diámetro en cm.

6. INFORME.

Deberá incluir:

Número de identificación,

Diámetro y longitud en cm.,

Carga máxima en kg.,

Resistencia a tensión calculada redondeando al más próximo 0.5 kg/cm2.,

Proporción estimada de agregado grueso fracturado durante el ensaye.

Edad del espécimen,

Antecedentes del curado,

Defectos del espécimen.

ANEXO No. 19

ESPECIFICACIONES ESTANDAR PARA UNIDADES HUECAS NO PORTANTES DE MAMPOSTERIA DE CONCRETO

NORMA ASTM C 129-85

Este estándar se ha establecido bajo la designación C-129; el número inmediatamente siguiente a la designación indica el año de la adopción original, o en el caso de revisión, el año de la última revisión. Un número en paréntesis indica el año de la última reaprobación. Una letra épsilon (E) escrita arriba indica un cambio editorial desde la última revisión o reaprobación.

1. ALCANCE.

1.1 Esta especificación cubre unidades de mampostería de concreto que no soportan carga, huecas y sólidas, hechas de cemento Portland, agua y agregados minerales, con o sin la inclusión de otros materiales. En entendido que estas unidades son para uso en paredes divisoras que no soportan carga, pero bajo ciertas condiciones puede ser conveniente usarlas en paredes arriba del nivel del suelo que no soportan carga, cuando efectivamente están protegidas de la intemperie.

1.2 Los valores de las unidades en pulgadas-libras, deben ser considerados como es el estándar.

Nota 1.- Las unidades de mampostería de concreto cubiertas por esta especificación son hechas con agregados de peso liviano o normal, o ambos.

Nota 2.- Cuando son deseadas características particulares, como clasificación por peso, textura de la superficie para apariencia o unión, acabado, color resistencia al fuego, aislamiento, propiedades acústicas u otras características especiales, tales propiedades deberán ser especificadas separadamente por el comprador. Sin embargo los vendedores locales debieran ser consultados sobre la disponibilidad de las unidades con las características deseadas.

Nota 3.- El valor de las unidades establecido en pulgadas-libras, debe ser considerado como el estándar.

2. DOCUMENTOS APLICABLES

2.1 ASTM Estándares.

C 33 Especialización para agregados del concreto.

C 140 Método de muestreo y ensayo de las unidades de mampostería de concreto.

C 150 Especificación para cemento Portland.

C 207 Especificación para cal hidratada para propósitos de mampostería de concreto.

C 331 Especificaciones para Agregados livianos para unidades de mampostería de concreto.

C 426 Método de ensayo para contracción por secado de bloques de concreto.

C 595 Especificación para Cementos Hidráulicos Mezclados.

C-618 Especificación para Cenizas Volantes y Puzolana Natural o Puzolana Natural Calcinada para usar como un aditivo mineral en Concreto de Cemento Portland.

3. CLASIFICACION.

3.1 Las unidades de mampostería de concreto que no soportan carga, fabricadas de acuerdo a esta especificación, se ajustarán a una de las tres clasificaciones por peso y a dos tipos, como sigue: (Nota 1)

Clasificación por peso	**Peso del concreto secado al horno lbs/ft3 (kg/m3)**		
Peso Ligero	105	(1680)	máximo
Peso medio	105 a 125	(1680 a 2000)	
Peso normal	125	(2000)	mínimo

3.2.1 TIPO I.- Unidades con humedad controlada. Las unidades tipo I se ajustan a todos los requerimientos de estas especificaciones, incluyendo el contenido de humedad requerida en la Tabla 1.

3.2.2 TIPO II.- Unidades con humedad no controlada. Las unidades de tipo II se ajustarán a todos los requerimientos de estas especificaciones, excepto el requerimiento de contenido de humedad contenido en la Tabla 1.

4. MATERIALES DE MANUFACTURA

4.1 Materiales cementantes. Los materiales se ajustarán a las siguientes especificaciones ASTM que sean aplicables:

4.1.1 Cemento Portland.- Especificación C-150.

4.1.2 Cemento Mezclados.- Especificación C-595.

4.1.3 Cal Hidratada, Tipo S.- Especificación C-207.

4.1.4 Puzolanas.- Especificación C-818.

4.2 Los agregados se ajustaran a las siguientes especificaciones ASTM, excepto los requerimientos de granulometría no serán necesariamente aplicables.

4.2.1 Peso Normal .- Especificación C-33.

4.2.2 Peso Liviano.- Especificación C-331.

4.3 Otros componentes.- Los agentes inclusores de aire, pigmentos colorantes, repelentes integrales al agua, sílica finamente molida, etc. serán previamente declarados como convenientes para el uso de concreto y además se ajustaran a los estándares ASTM cuando fueren aplicables, o se demostraré mediante ensayos o experiencia que no van en detrimento de la durabilidad del concreto.

5. ESPECIFICACIONES FISICAS.

5.1 Al tiempo de envió al lugar de trabajo, las unidades se ajustaran a los requerimientos de resistencia prescritos

5.2 El contenido de la humedad de las unidades de mampostería de concreto tipo I al tiempo de envío, se ajustaran los requerimientos prescritos en la tabla 1.

6. DIMENSIONES Y VARIACIONES PERMISIBLES.

6.1 El espesor mínimo de las caras no será menor de 1/2 pulg. (13 mm).

6.2 Ninguna dimensión (ancho, largo o alto) diferirá mas que 1/8 de pulg. (3.2 mm) de las dimensiones estándar especificadas.

Nota 3.- Las dimensiones estándar de las unidades son las dimensiones designadas de fabricación. Las dimensiones nominales o modulares de las unidades, son igual a las dimensiones de fabricación más 3/8 pulg. (9.5 mm) el espesor de una junta estándar de mortero. Las dimensiones nominales de las unidades no modulares usualmente exceden las dimensiones de fabricación en 1/8 a 1/4 pulg. (3,.2 a 6.4 mm).

7. INSPECCION VISUAL.

7.1 Todas las unidades estarán libres de fracturas u otros defectos que podrían interferir con la colocación apropiada de las unidades o afectar la resistencia o permanencia de la construcción. Las roturas menores incidentales al método de fabricación usual o las astilladuras menores resultantes de los métodos usuales de manejo acostumbrado en el embarque o envío, no serán razones suficientes para el rechazo.

7.2 Cuando las unidades van a ser usadas en paredes expuestas, la cara o caras que van a ser vistas estarán libres de astilladuras; roturas y otras imperfecciones, excepto que si no más del 5% del embarque contengan ligeras roturas o pequeñas astilladuras no mayores que 1 pulg. (25 mm), no será razón suficiente para el rechazo.

7.3 Las unidades de mampostería de concretos para paredes no portantes estarán claramente identificadas, de tal manera de evitar su uso como unidades de mampostería de concreto para paredes portantes.

8. METODO DE MUESTREO Y ENSAYO.

8.1 Al comprador o su representante autorizado, se le consideran las facilidades apropiadas para inspeccionar y muestrear las unidades en el lugar de fabricación, de los lotes listos para el envió. Al menos 10 días deberán ser permitidos para completar los ensayos.

8.2 Las muestras y los ensayos de los bloques serán concordantes con los métodos de las normas C-140.

8.3 Cuando son especificadas unidades tipo I de humedad controlada, el requerimiento del contenido de humedad (tabla 1) de acuerdo al numero de ensayo C-426 no deberá ser hecho mas de 12 meses antes del envió de las unidades.

9. RECHAZO.

9.1 Si el embarque falla de acuerdo a las especificaciones requeridas y el fabricante puede separarlo y nuevas muestras serán seleccionadas por el comprador del lote retenido y probadas a expensas del fabricante. Si el segundo lote muestra falla de acuerdo al requerimiento de ensayo, el lote entero será rechazado.

10. COSTO DE LAS PRUEBAS.

10.1 Excepto como se especifica en la sección 8 y a menos que otra medida sea acordada. El costo de la inspección y prueba será costeado por el comprador.

TABLA No. 1

% DE ACORTAMIENTO LINEAL	Contenido máximo de humedad, % del total. Absorción total (3 unidades)		
	Condiciones de humedad en el sitio de trabajo o punto de uso.		
	HUMEDO a/	INTERMEDIO b/	ARIDO C/
0.03 O MENOS	45	40	35
DE 0.03 A 0.045	40	35	30
0..45 A 0.065 MAXIMA.	35	30	25

TABLA No 2

	RESISTENCIA A LA COMPRESION AREA NETA PROMEDIO (MINIMO) KGS / CM2	P S I
PROMEDIO DE 3 UNIDADES	42.18	600
UNIDAD INDIVIDUAL	35.15	500

ANEXO No 20

ESPECIFICACIONES ESTANDAR

CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO METODO VOLUMETRICO

NORMA ASTM C-173-78

Esta norma se ha emitido bajo la designación fija C-173; el número próximo siguiente a la designación indica el año de adopción original ó en el caso de revisión, el año de la última revisión. Un número entre parentesis indica el año de la última reaprobación.

1. ALCANCE

1.1 Este método comprende la determinación del aire contenido en un concreto fresco con cualquier tipo de agregado , ya sea denso, celular o de peso ligero.

2. DOCUMENTOS APLICABLES

2.1 ASTM ESTANDAR

C-29 Especificaciones estándar para peso unitario y vacíos en los agregados.

C-138 Especificaciones estándar para peso unitario, producción y contenido (gravimétrico) de concreto.

C-172 Método de muestreo de concreto fresco.

C-231 Especificaciones estándar de contenido de aire en el concreto fresco por el método de presión.

3. APARATOS

3.1 Airómetro.Consiste en un tazón y una parte superior.

3.2 Embúdo

3.3 Varilla de compactación

3.4 Regla enrazadora

3.5 Jeringa

3.6 Vasija de un litro de capacidad

3.7 Llana

3.8 Cucharón

3.9 Alcohol Isopropílico

3.10 Mazo

4. PROCEDIMIENTO

4.1 COMPACTADO

Llenar el tazón con concreto fresco en tres capas iguales varillando cada una de ellas 25 veces, golpeando el tazón de 10 a 15 veces fuertemente con el mazo para cerrar los huecos dejados por el varillado y soltar cualquier burbuja grande de aire que pueda haber quedado atrapada.

4.2 ENRAZADO

Después de colocar la tercera capa de concreto fresco, retire el exceso con la regla enrazadora hasta que la superficie esté nivelada con la parte superior de tazón.

4.3 AGUA ADICIONAL

Asegure la parte superior con el tazón, coloque el embudo y adicione agua hasta que aparesca en el cuello. Retire el embudo y ajuste el nivel de agua con la jeringa, hasta que la parte inferior del menisco esté en la marca cero, después tape.

4.4 AGITADO

Invierta y agíte la unidad hasta que el concreto se desprenda de la base; y entonces con el cuello levantado gire y agíte la unidad hasta que el aire parezca haber sido removido del concreto.Colocar el aparato en forma vertical y destápelo ligeramente y déjelo reposar hasta que el aire llegue a la parte superior. Repita la operación hasta que no se observen más burbujas en el agua.

4.5 DISPERSION DE BURBUJAS

Cuando todo el aire a sido removido del concreto y se encuentra en la parte superior del aparato, remover la tapadera. Incremente en cantidades iguales de la taza medidora usando la jeringa, suficiente alcohol Isopropílico para dispersar la masa espumosa en la superficie del agua.

4.6 LECTURA

Haga una lectura directa del líquido en el cuello leyendo la parte de abajo del ménisco estimando lo mas cercano a 0.1 %.

5. **CALCULO**

Calcule el porcentaje de aire contenido por el concreto en el tazón de medida, adicionando la medida de 4.6 a la cantidad de alcohol utilizado.

GLOSARIO.

Mezcla Trabajable: La que indica facilidad de poder colocar la mezcla de cemento-pómez en los moldes de bloque dependiendo de la forma y tamaño del elemento a fabricar.

Consistencia Baja: Característica de la mezcla con respecto a su estado de fluidez. La consistencia abarca todos los grados de fluidez desde la más seca o baja hasta la más fluida de todas las mezclas posibles. Permite que el concreto pueda colocarse y consolidarse (compactarse), para formar una masa homogénea sin separación de los ingredientes.

Revenimiento: Es la diferencia de altura que se da entre la parte superior del cono (molde metálico), y la parte superior del cono de concreto asentado después de retirar el molde metálico (cono). La forma del cono metálico es truncada y de dimensiones de 30 cm. de altura, 20 cm. de diámetro mayor en la base y 10 cm. de diámetro menor en la parte superior (tronco cónico).

Curado: Se refiere al mantenimiento en un ambiente húmedo favorable de los elementos (cilindros y bloques) de concreto para que éste, no pierda su humedad interna, ya que ésto permite que el concreto gane una mejor resistencia. El curado se realiza generalmente por inmersión en una cubeta o pila lo suficientemente grande para garantizar el mantenimiento de la humedad, ésta generalmente está depositada en un cuarto totalmente cerrado (cuarto de curado).

Cabeceado: Preparado que se hace a los extremos de los cilindros de prueba o bloque, con el objeto de garantizar la aplicación uniforme de la carga en toda el área de contacto, al ensayar los especímenes en la máquina de prueba. Dependiendo del método de cabeceo, así será el resultado preciso de los ensayos.

Eflorescencia: Consiste en la formación de películas blancas en la superficie del concreto y son causados por sales solubles, que han emergido del fondo de la superficie y al combinarse con el dióxido de carbono admosférico, forman carbonatos (películas blancas).

Textura: Es la disposición final de las partículas de agregado (de pómez), notable en la superficie de un elemento (rostros del bloque o cilindro); en este caso la textura del concreto de pómez en la primera prueba (cilindros) fué porosa y en el segundo caso es rugosa casi normal. La textura puede ser indicador de la capacidad del bloque para absorver agua. También indica la apariencia en el acabado que pueden tener las paredes hechas de bloque así como su durabilidad.