

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MAMPOSTERÍA DE BLOQUES DE HORMIGÓN EN EDIFICACIONES DEL VALLE DE LOS CHILLOS QUE INICIARON SU CONSTRUCCIÓN DURANTE EL AÑO 2014(*)

Carolina Robalino B⁽¹⁾, Lorena Peñaherrera ⁽¹⁾, Dayana Tito ⁽¹⁾, Maricela López⁽¹⁾

⁽¹⁾Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción

Universidad de las Fuerzas Armadas. ESPE

Av. Gral. Rumiñahui, Sangolquí - Ecuador

icrobalino@espe.edu.ec

(*) Artículo ganador de la Primera Convocatoria de Movilidad 2015, en categoría Básica Estudiantes de IV y V Nivel.

RESUMEN

La falta de control técnico en las construcciones es visible en ciudades como Quito y Sangolquí, esto se ve reflejado directamente en la calidad de los materiales que los constructores adquieren para sus obras. Un trabajo inicial en las aulas de clase alerta sobre el problema que las edificaciones pueden tener respecto a las características de absorción y compresión de los mampuestos de hormigón. Al observar problemas de humedad, resistencia a la compresión en paredes de bloques de hormigón en el Valle de los Chillos surge la pregunta si hubo o no un control de calidad de estos materiales antes de su utilización. Por esto se decide iniciar con un análisis en el que se ensayan 3 edificaciones, que sumadas a las analizadas en clase, dirían si es necesario un estudio más amplio. Un análisis estadístico realizado con los datos obtenidos del municipio de Rumiñahui dio 58 construcciones como muestra de este cantón; hasta el momento se presentan los resultados iniciales de los ensayos de Porcentaje de Absorción y Resistencia a la Compresión de tres obras, mismos que en su mayoría no cumplen con la normativa INEN 640 y 643 en la que se describe el proceso de los ensayos y los requisitos que deben cumplir las muestras para ser aceptadas en su uso constructivo, por esta razón se decide realizar este estudio dividiendo al proyecto en dos etapas; la primera está conformada por las parroquias de Sangolquí y San Rafael pertenecientes al cantón Rumiñahui y la segunda está conformada por la parroquia de Conocoto pertenecientes al cantón Quito; todos estos sectores están dentro de la zona Valle de los Chillos.

ABSTRACT

The lack of technical control in buildings is visible in cities like Quito and Sangolquí, this is reflected directly on the quality of the materials that builders acquire for their works. An initial work developed in classrooms, alerts on the problem that buildings may have, about the characteristics of absorption and compression of concrete blocks used in masonry. Moisture and compressive strength problems in concrete block walls in Valle de los Chillos makes to ask if there was a quality control of these materials before use. Therefore it was decided to start with an analysis in which three buildings, added to those analyzed in class, would say if a larger study is needed. A statistical analysis using data obtained from the municipality of Rumiñahui, gave 58 constructions as the number of constructions required for this project. For this paper, is shown the initial test results related to Percentage of Absorption and Compressive Strength of three different constructions, which mostly don't reaches the minimum results required by INEN 640 and INEN 643, where is described the process and requirements that blocks must get for building purpose, for this reason it was decided to conduct this study dividing the project into two stages; the first consists of the parishes of Sangolquí and San Rafael which belongs to the Cantón Rumiñahui and the second consists of the parish of Conocoto belonging to Cantón Quito. All these areas belongs to Valley de los Chillos.

Recibido: Marzo de 2015

Aceptado: Abril de 2015

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Mampostería

La mampostería es uno de los materiales más utilizados desde la antigüedad hasta el día de hoy, se define como un material compuesto, constituido por piezas naturales o moldeadas artificialmente, encajadas entre sí por un mortero adhesivo. Sus componentes en los últimos años han ido cambiando así se tienen rocas simples, unidades industrializadas de arcilla y concreto, etc.

La mampostería combinada y confinada empleada actualmente se fabrica principalmente con piezas de barro recocido (ladrillos) y bloques sólidos de concreto ligero, los cuales se pegan mediante mortero con base en cemento, cal y arena con un espesor de junta entre 1 y 2 cm. (Tena, A., Juárez, A. & Salinas, V., 2007)

1.2 Bloque de Hormigón

Un bloque de hormigón es un mampuesto prefabricado, utilizado en la construcción de muros y paredes. Los bloques tienen forma prismática, con dimensiones normalizadas, y suelen ser esencialmente huecos. (Lagoset, 2015)

Sus dimensiones tradicionales en centímetros son 10x20x40, 20x20x40, 22,5x20x50.1 Cabe mencionar que estas medidas están ordenadas de tal manera que la primera medida corresponde al ancho del bloque, la segunda a la altura del mismo y la última corresponde al largo del bloque. (Lagoset, 2015)

Los bloques deben elaborarse con cemento Portland o Portland especial, áridos finos y gruesos, tales como: arena, grava, piedra partida, granulados volcánicos, piedra pómez, escorias y otros materiales inorgánicos inertes adecuados. (INEN 638, 1993)

Tabla 1 Tipos de bloques de hormigón y sus usos

TIPO	USO
A	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.
B	Paredes exteriores de carga, con revestimiento. Paredes interiores de carga con o sin revestimiento
C	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento
D	Paredes divisorias exteriores, con revestimiento. Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento.
E	Losas alivianadas de hormigón armado.

En el análisis estructural se estudian diversas causas que pueden afectar una edificación, como son el peso propio, el peso temporal y acciones accidentales, que se valúan como cargas. Los

efectos a los que estará sometida una edificación son los desplazamientos y esfuerzos internos en los materiales que la conforman. Para llevar a cabo el análisis es necesario estimar las propiedades mecánicas de los materiales con los que se piensa se construirá la obra y así con todas estas disposiciones se podrá justificar la seguridad de la edificación. (UNAM, 2006)

1.3 Definición de calidad

El termino calidad es importante, pero cada autor la define con sus propios conceptos y criterios debido a que no tiene un concepto universal aceptado. Calidad son todos los atributos y características de un producto o servicio que influyen en su capacidad para satisfacer una necesidad determinada. (Rosado, 2012)

La inspección en calidad consiste en examinar, medir, contrastar o ensayar las características de calidad de un producto o servicio para determinar su conformidad con los requisitos especificados. La inspección por sí misma, no influye en la calidad del producto, que es consecuencia de la fabricación. (Rosado, 2012)

1.4 Criterio de aceptación o rechazo de los lotes

Tabla 2 Criterio de aceptación o rechazo del lote

TAMAÑO DE LOTE	MUESTRA	Ac 1	Re1	Ac2	Re2
Hasta 1200	3	0	2	1	2
De 1200 a 35000	5	0	3	3	4
Más de 35000	8	1	4	4	5

Cuando el número de unidades defectuosas de la muestra sea igual al número de aceptación Ac 1 de la tabla 1, el lote en cuestión será aceptado. (INEN 639, 1993)

Cuando el número de unidades defectuosas de la muestra sea mayor o igual al número de rechazo Re 1 de la tabla 1, el lote será rechazado. Cuando el número de unidades defectuosas de la muestra se halle entre el número de aceptación Ac 1 y el número de rechazo Re 1, se tomará una segunda muestra del mismo tamaño que la inicial y se realizarán aquellas pruebas en las que, al ensayarse la primera muestra, se hayan presentado bloques defectuosos. (INEN 639, 1993).

2. ANTECEDENTES

La idea de realizar este proyecto nace desde las aulas de clase, luego de realizar ensayos a bloques huecos de hormigón se evidenciaron malos resultados respecto a los estándares de calidad que nos dicta las Normas INEN. Correlacionando estos resultados con los problemas visibles en las construcciones del Valle de los Chillos como es la humedad en paredes, misma que demanda grandes rubros económicos para su reparación; frecuente presencia de fisuras y grietas en paredes que podría repercutir en riesgos a la vida frente a un evento sísmico. Por todo esto se decide comprobar si los resultados obtenidos empíricamente en clase son la generalidad de los bloques usados en las obras civiles del Valle de los Chillos.

3. OBJETIVO DEL ESTUDIO

Para realizar el estudio de las propiedades mecánicas de la mampostería de bloques de hormigón en edificaciones del Valle de los Chillos se planteó como objetivo

- Obtener datos del Municipio sobre la población que construye en el Valle de los Chillos, luego se recolectaron muestras de bloques de obras que están construyendo en este período.
- Realizar los ensayos de absorción y compresión de mampuestos.
- Clasificar a los mampuestos de acuerdo a los usos que se les puede dar de acuerdo a la Norma INEN y así definir la calidad de los mampuestos de hormigón estudiados.

4. ÁREA DE ESTUDIO

Este estudio abarca la mampostería de bloques de hormigón en edificaciones que iniciaron su construcción durante el año 2014 en el Valle de los Chillos; este sector contempla los cantones: Rumiñahui y Quito. Se decidió delimitar la investigación en esta área debido a que los bloques ensayados en clase fueron comprados en Sangolquí que pertenece al Valle de los Chillos, además de la cercanía del laboratorio al sitio de ensayos, y para reducir el número de muestras necesarias para resultados confiables. Se divide el estudio en dos etapas una por cada cantón.

Actualmente estamos en la primera etapa que corresponden al cantón Rumiñahui con sus parroquias Sangolquí y San Rafael como sitios de estudio. En base a la normativa INEN se realizaron los ensayos de Porcentaje de Absorción y Resistencia a la Compresión de muestras extraídas de obras que están en Rumiñahui, específicamente las aledañas a la Av.General Rumiñahui. Además se recolectó muestras de construcciones en Selva Alegre, Inchalillo, centro de Sangolquí y San Luis, las que se encuentran en proceso de ensayo. Luego se continuará con la segunda etapa que conlleva el cantón Quito con la parroquia de Conocoto como sitio de estudio.

5. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la población de la primera etapa del proyecto que tiene como objeto de estudio el cantón Rumiñahui con las parroquias de Sangolquí y San Rafael, se obtuvo datos sobre permisos de construcción definitivos en el municipio de Rumiñahui de los años 2012, 2013 y 2014 para tener un estimado de la población que construirá en el año 2015.

Usamos los permisos de construcción definitivos debido a que estos se otorgan luego de la cimentación, lo que nos asegura el uso de mampuestos en dichas construcciones.

Tabla 3 Datos de permisos definitivos de construcción en el Municipio de Rumiñahui

AÑO	PERMISOS
2012	185
2013	250
2014	182
2015	206

Para el cálculo de la muestra se utiliza la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * PQ}{(N - 1) * \frac{E^2}{k^2} + PQ} \quad (1)$$

DONDE;

n=tamaño de la muestra

N= tamaño de la población; 206

PQ= constante de varianza; 0.2 porque hay 5 clasificaciones de los bloques (1/5)

E=error muestral máximo admisible; 10%

k=constante de corrección de error; 2

$$n = \frac{206 * 0.2}{(206 - 1) * \frac{0.1^2}{2^2} + 0.2} \quad (2)$$

$$n = 58$$

La muestra que se obtuvo para la primera etapa es de 58 construcciones de las cuales se dividió en 5 sub-etapas debido a que el laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, no está designado únicamente para este proyecto sino para muchos otros y su capacidad no nos permite ensayar inmediatamente las 58 muestras.

Para la sub etapa 1 de la parroquia Sangolquí y San Rafael, se tomaron 12 construcciones aleatorias dentro de este sector; se solicitaron 3 muestras para efectos de ensayos de acuerdo a la norma es el número mínimo de muestras que se pueden ensayar.

De la misma forma se continuará con las siguientes sub-etapas y luego con la parroquia Conocoto que es la etapa 2.

6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

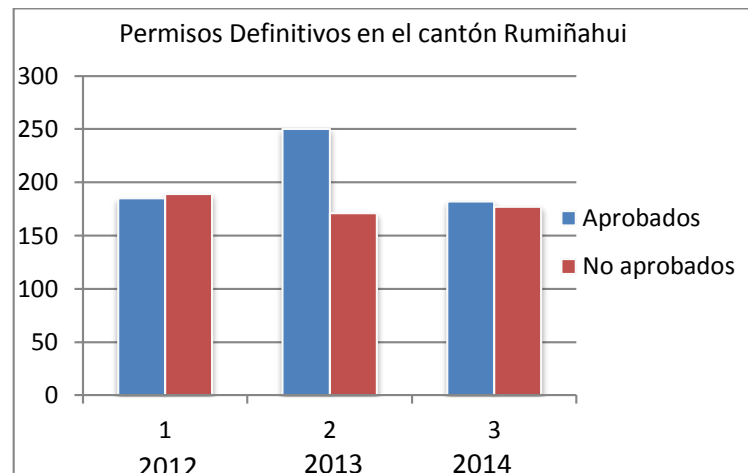
Dentro de la metodología esta investigación aborda la obtención de datos reales de permisos de construcción definitivos en el municipio de Rumiñahui puesto que este permiso se otorga luego de finalizada la cimentación, lo que nos asegura la utilización de mampuestos en las obras; A partir de los datos de los años 2012, 2013 y 2014 tenemos un aproximado de la población del año 2015 que construirá y usará mampuestos. Calculamos la muestra de construcciones de estudio de la primera etapa que corresponde al cantón Rumiñahui siendo esta 58 edificaciones; posteriormente la dividimos en 5 sub-etapas, teniendo 12 obras para la primera; se recolecta tres muestras de bloques de hormigón aleatoriamente en cada obra civil perteneciente a Sangolquí o San Rafael, como dicta la Norma INEN 639; se procede a ensayarlas según la Norma INEN 642 y 640 para porcentaje de absorción y resistencia a la compresión, respectivamente; se compara los resultados obtenidos con los estándares que nos da la Norma INEN 643 y comprobamos si los bloques son de buena o mala calidad para el uso que se les da en el ámbito constructivo.

6.1 Datos estadísticos

Haciendo una media de los 3 años obtenemos un aproximado de la población del 2015 que será de 206.

Tabla 4 Permisos definitivos de construcción del Municipio de Rumiñahui

Año	Permisos	
	Aprobados	No aprobados
2012	185	189
2013	250	171
2014	182	177

**Figura 1** Permisos de construcción en Rumiñahui

7. MAPA GENERAL DE MUESTREO

**Figura 2** Zona de muestreo San Rafael, Google maps, 2015



Figura 3 Zona de muestreo Sangolquí, Google maps, 2015

8. RESULTADOS DE LABORATORIO

Tabla 5 Resultados de ensayos de laboratorio

EDIFICIO	MUESTRA	PESO SECO	PESO SATURADO	ANCHO	ALTO	PROFUNDIDAD	AREA EFECTIVA	CARGA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN
		(g)	(g)	(cm) a	(cm) b	(cm) c	(cm ²)			(%)
1	1	7478,80	8725,80	14,00	19,00	37,50	525,00	3945,00	7,51	16,67
	2	7041,39	7998,67	13,60	18,50	38,00	516,80	4678,00	9,05	13,60
	3	6986,99	8209,30	14,00	19,00	39,00	546,00	4678,00	8,57	17,49
2	4	7124,90	8342,40	13,90	18,90	39,00	542,10	4678,00	8,63	17,09
	5	6897,89	7863,90	13,80	19,00	38,50	531,30	4678,00	8,80	14,00
	6	6816,90	8154,10	14,50	19,00	38,00	551,00	3898,00	7,07	19,62
3	7	7055,79	8013,44	14,00	19,00	39,00	546,00	5530,00	10,13	13,57
	8	6840,30	8179,80	14,30	19,00	38,70	553,41	5530,00	9,99	19,58
	9	7001,70	7892,40	14,00	18,70	39,00	546,00	5530,00	10,13	12,72

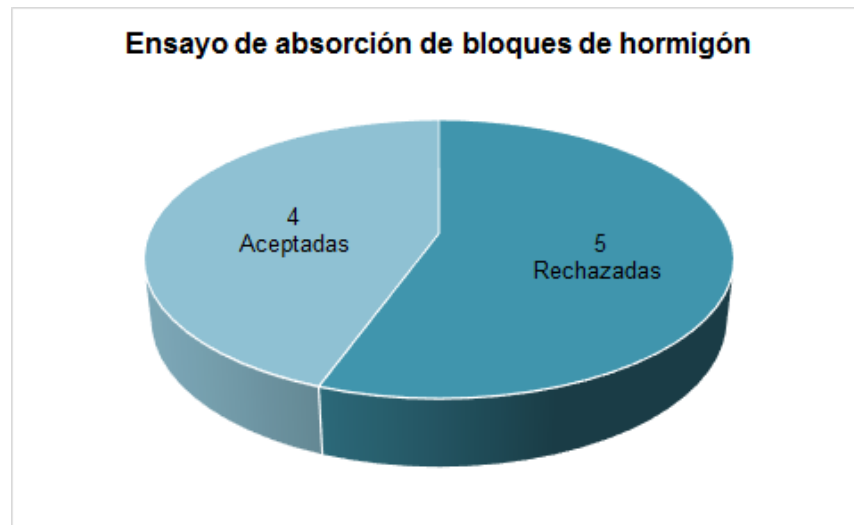


Figura 4 Muestras aceptadas y rechazadas según absorción.

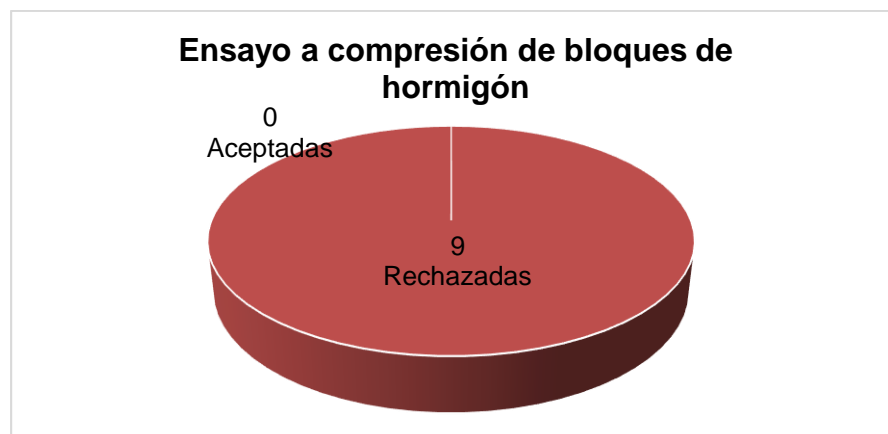


Figura 5 Muestras aceptadas y rechazadas según compresión

La norma INEN indica los parámetros mínimos que un bloque de hormigón debe cumplir para alcanzar ser ubicado en una de las tipologías especificadas en la Tabla 1.

La resistencia mínima a la compresión que un bloque debe alcanzar está indicada en la Tabla 6. Para la absorción se estipula que el porcentaje encontrado en el ensayo no sobrepasará el 15%. INEN 643, 1993.

Tabla 6 Requisitos de resistencia a la compresión que deben cumplir los Bloques huecos de hormigón, INEN 643, 1993

TIPO DE BLOQUE	Resistencia mínima a la compresión en MPa. a los 28 días
A	6
B	4
C	3
D	2,5
E	2

Luego de hacer los procedimientos de ensayo obtuvimos los siguientes resultados para resistencia a la compresión y porcentaje de absorción de las 9 muestras correspondientes a 3 obras de la Av. General Rumiñahui.

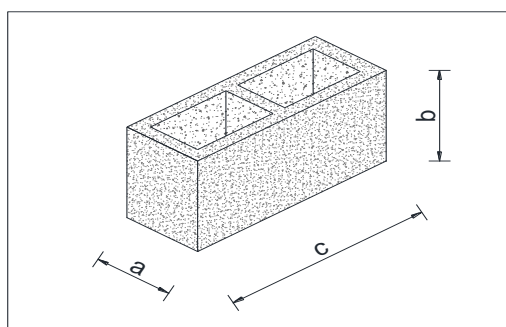


Figura 6 Dimensiones del bloque

Tabla 7. Tabla de resultados de los bloques ensayados de “La Colina”

MUESTRA	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	PROFUNDIDAD (cm)	AREA EFECTIVA (cm ²)	FUERZA (kg)	ESFUERZO (kg/cm ²)	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)
1	7478,80	8725,80	14	19	37,5	525	3945,00	7,51	16,67
2	7041,38	7998,67	13,6	18,5	38	516,8	4678,00	9,05	13,60
3	6986,99	8209,30	14	19	39	546	4678,00	8,57	17,49
4	7124,90	8342,40	13,9	18,9	39	542,1	4678,00	8,63	17,09

5	6897,89	7863,90	13,8	19	38,5	531,3	4678,00	8,80	14,00
6	6816,90	8154,10	14,5	19	38	551	3898,00	7,07	19,62
7	7055,79	8013,44	14	19	39	546	5530,00	10,13	13,57
8	6840,30	8179,80	14,3	19	38,7	553,41	5530,00	9,99	19,58
9	7001,70	7892,40	14	18,7	39	546	5530,00	10,13	12,72

9. RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE ENCUESTAS

Tabla 8 Tabulación de datos de encuestas

TABULACIÓN DE DATOS		
PREGUNTA		
1.- Dirección de la construcción	Sangolquí	66,67
	San Rafael	33,33
2.- ¿Dónde compra los bloques?	Rumiñahui	50,00
	Quito	33,33
3.- ¿Cuál es el precio del bloque por unidad?	menos de 20 ctvs.	0,00
	20 -30 ctvs.	16,67
	31-40 ctvs.	83,33
	más de 40 ctvs.	0,00
4.-¿Costo total de la construcción?	< \$10000	0,00
	\$10000-\$30000	0,00
	\$30000-\$50000	0,00
	\$50000-80000	16,67
	\$80000-\$100000	16,67
	> \$100000	33,33
5.- ¿Tiene un fiscalizador?	sí	100,00
	no	0,00

10. CONCLUSIONES

- Los resultados de compresión son muy bajos. Ninguna de las construcciones cumple con lo indicado en la norma (ningún bloque pasa el ensayo), por el que se considera que no deberíamos usar estos bloques en vista que no llegan ni al tipo E, cuyo uso es aliviamiento de losas.
- En cuanto a absorción solo la tercera construcción pasa la norma en vista que solo un bloque falla. Esto repercutirá en problemas de absorción en las edificaciones analizadas.
- Los resultados obtenidos confirmar la teoría inicial y son un indicador que el proyecto de investigación debe continuar para a futuro poder hacer una propuesta que cambie

el control de calidad de los materiales de construcción en la zona analizada, en vista de la alerta que esta etapa inicial de investigación está arrojando.

- Las otras muestras de esta etapa de estudios están ensayándose y se cree que los resultados no van a mejorar.

11. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con esta investigación y con otras relacionadas a los materiales de construcción, en vista que los resultados obtenidos alertan sobre el problema de calidad que los bloques tienen en el sector y la deficiente calidad que otros materiales podrían tener.
- Un buen control de calidad en la producción de mampostería de bloques de hormigón es necesaria para que se cumpla con los estándares que dicta la norma INEN y que no se produzca problemas de humedad o resistencia a la compresión a corto y mediano plazo.
- Es necesario realizar los ensayos a los bloques de hormigón antes de su aceptación para ser utilizados en mamposterías de edificaciones de cualquier tipo, en vista que está en juego la estética, la calidad de vida y seguridad de los habitantes.

12. REFERENCIAS

1. Rosado, R. (2012). Estudio y comparativa de los controles de calidad de los proyectos y obras de Construcción En Europa. España.
2. INEN 638. (2014). Norma Técnica Ecuatoriana. Obtenido de http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/nte_inen_638.pdf
3. INEN 639. (2012). Norma técnica ecuatoriana. Obtenido de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0639.2012.pdf>
4. Sánchez, M. (2013). Vulnerabilidad sísmica de construcciones patrimoniales históricas de mampostería en Chile: aplicación a los torreones españoles de Valdivia. Chile.
5. Tena, A., Juárez, A. & Salinas, V. (2007). Resistencia y deformación de muros de mampostería. Revista de Ingeniería Sísmica No. 76 29-60, 32.
6. UNAM. (2006). Ensayo de muros de mampostería. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/558/A3.pdf?sequence=3>