

Caracterización de bloques de suelo cemento mampuesto



Raúl Ricardo Berlingieri, Patricia Irico, Miguel Rico¹

Eje 2: Diseño y materialidad para la sustentabilidad: Materiales y técnicas de construcción sustentable. Biomateriales. Tecnología de los materiales. Aplicaciones. Ciclo de vida de los materiales.

Introducción

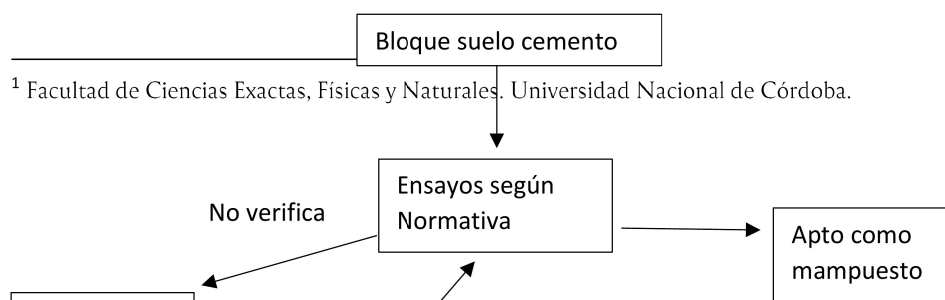
En este trabajo se busca factibilidad del bloque de suelo cemento, como mampuesto para la construcción. El suelo es extraído con su forma natural, el cual es sometido a un proceso de desterronamiento para lograr la granulometría correspondiente, para luego adicionar una porción de cemento y agua necesaria, para así lograr un bloque de suelo cemento.

Problemática

La industria de la construcción es una gran consumidora de materias primas y recursos no renovables. La misma implica un impacto ambiental no solo en la extracción de la materia prima, sino también en la fabricación de los productos.

Hoy con la crisis energética y el énfasis de las políticas ambientalistas, surge la necesidad de incursionar en el desarrollo de nuevos productos, para disminuir el impacto el consumo de energía y reducir el impacto ambiental generado en el proceso de producción, es así surge el estudio del bloque de suelo cemento.

Para el análisis de la problemática se utiliza el siguiente esquema:



¹ Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.

Objetivo Generales

- Fabricar un mampuesto ecológico.
- Lograr un mampuesto de suelo cemento que cumpla con los requisitos establecidos por la reglamentación existente.

Específicos

- Verificar el cumplimiento de las normativas vigentes.
- Reducir el consumo energético.
- Disminuir el impacto ambiental.

Materiales – métodos

Suelo Cemento

Una definición específica del suelo cemento sería, dada por PCA (Portland Cement Association): “el suelo cemento es una mezcla íntima de suelo, convenientemente pulverizado, con determinadas porciones de agua y cemento que se compacta y cura para obtener mejor densidad. Cuando el cemento se hidrata se transforma en un material duro, durable y rígido.”. Otras definiciones: “un material endurecido formado por el curado de una mezcla íntima de suelo, cemento y agua que se compacta” (O`Flagerty; 1968).

Por estas razones, la mezcla de suelo-cemento constituye una alternativa con una gran cantidad de cualidades para ser considerado un material económico y apto para construcciones de viviendas. Los Bloques Construidos con este material pueden ser utilizados en muros de carácter portante o no. Una ventaja adicional es que, en la construcción, el costo del flete es elevado, por lo que el uso del suelo del lugar donde se planea edificar posibilita reducir costos.

Suelo

El suelo utilizado para la elaboración del suelo-cemento puede ser de cualquier tipo: granular limpio, granulares y finos, arcillosos, limosos. Sin embargo, el suelo ideal para la elaboración de la mezcla suelen ser arenas, con una proporción de finos para darle la cohesión necesaria.

Una proporción adecuada sugerida por Roseto (1996) es:

- Arcilla: 5-10%
- Limo: 10-20%
- Arena: 60-80%

Otras sugerencias, recopiladas por Kless y Natalini (1999) se presentan en la Tabla 1

A continuación, la ponencia deberá contener como apartados mínimos: introducción, desarrollo y conclusiones o reflexiones.

Criterio de	Composición (%)		
	Arena	Arcilla	Limo
ICPA	70 a 85	5 a 10	10 a 20
HOUBEN	40 a 70	20 a 30	0 a 30
CINVA	45 a 80	Suma: 20 a 55	
MERRIL	Más de 50	Suma: Menor de 50	

Tabla 1. Composición de materiales

Técnicamente todo suelo exento de materia orgánica puede ser usado para ser estabilizado con cemento. Debe estar formado por una mezcla de arena, limo y arcilla; estos dos últimos en proporción tal que den cohesión suficiente a la mezcla y buena composición granulométrica, sin que se originen contracciones perjudiciales.

Para conocer los distintos porcentajes de los constituyentes básicos del suelo se recurre al análisis granulométrico del mismo.

Clasificación del suelo

El Sistema de clasificación de suelos del H.B.R. (Highway Research Board), para obras de ingeniería, está basado en el comportamiento de los suelos utilizados en obras viales. Los suelos de similares capacidades resistentes y condiciones de servicio fueron agrupados en siete grupos básicos según la Norma de Vialidad Nacional.

Los suelos de cada grupo tienen características en común, dentro de ciertos límites. Dentro de cada grupo hay una amplia variación de sus capacidades de resistencia, cuyos valores pueden ser similares a distintos grupos.

En los últimos años, estos grupos básicos de suelos fueron divididos en subgrupos y se ideó el índice de grupo, así diferenciando los suelos dentro de cada grupo.

La H.B.R. establece la siguiente clasificación:

La clasificación de suelos comprende dos grandes grupos, el de materiales granulares con un 35% o menos pasante tamiz IRAM 75 micrómetros (N°200) y el de los materiales limoarcillosos, con un contenido más del 35% pasante el tamiz N° 200.

Se diferencian 5 fracciones:

- Grava: Pasa tamiz de 3" y retenido en el tamiz N° 10 (2mm).
- Arena gruesa: Pasa tamiz N°10 (2mm) y retenido en el tamiz N°40 (425 micrómetros).
- Arena fina: Pasa tamiz N° 40 y retenido en el tamiz N°200 (75 micrómetros).
- Limo y arcillas combinados: Pasa tamiz N° 200.

Las condiciones y características generales de cada grupo de suelos se especifican en la norma de Vialidad Nacional VN- E4-84.

Determinación del índice de Grupo.

El índice de Grupo en esta clasificación de suelos se puede determinar con la fórmula basada en la granulometría, límite líquido e índice plástico del suelo, o recurriendo a determinaciones gráficas.

$$IG = (F - 35) [0,2 + 0,005(LL - 40)] + 0,01 (F - 15) (IP - 10)$$

- F: porcentaje de material que pasa por el tamiz IRAM N° 200, expresado como un número entero. Este porcentaje se expresa en función del material que pasa por el tamiz 3”.
- LL: límite líquido.
- IP: Índice plástico.

Tabla 2: Clasificación de los suelos para subrasante (con subgrupos), de la norma de VN-E4-84.

Tabla 2. Clasificación de los suelos para subrasante (con subgrupos), de la norma de VN-E4-84.

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
	A-1		A-3 ^A	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...	...	...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.	N.P.	N.P.	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. ^B
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

Tabla 2. Clasificación de suelo VN-E4-84

Cemento

En cuanto al cemento, en general se considera que los cementos resultan aptos para la construcción de bloques de suelos-cemento. Frente a la presencia de sulfatos en el suelo, se debe recurrir a cementos especiales (Norma IRAM 50001) ya que el efecto de las sales afecta la durabilidad y la resistencia del Bloque.

La determinación práctica del porcentaje de cemento en las mezclas utilizadas se realiza experimentalmente variando la proporción del volumen de cemento entre un 8 % y un 12 %. La norma VN-E20-66 (DNV; 1966) establece el procedimiento de ensayo para la determinación de las cantidades de cemento portland con que se deben ensayar las mezclas de suelo y cemento para establecer el menor porcentaje de cemento que le confiere al suelo características de estabilidad duraderas. El procedimiento consiste en clasificar el suelo según la metodología de H.R.B. (Highway Research Board) y con la misma, a partir de tablas dadas por la norma se determina el porcentaje de cemento en peso a agregar.

Agua

La cantidad de agua que se utiliza es un factor fundamental. La falta o exceso de agua exige un mayor trabajo en la compactación, dificultando la cohesión de los componentes de la mezcla. También afecta la resistencia y durabilidad del material.

Cada tipo de suelo requiere un grado de humedad determinado para su correcta compactación. La cantidad de agua total oscila generalmente entre 8 y 16% (Kless y Natalini; 1999).

El agua debe cumplir con todas las condiciones regladas por la norma 1601 para hormigones y el reglamento CIRSOC 201. En términos generales, el agua que sea potable es aceptable.

La función del agua, además de provocar la reacción química de endurecimiento del cemento, es proveer trabajabilidad a la mezcla.

Normativa Cirsoc

El reglamento CIRSOC contempla diferentes tipos de construcciones según destino y funciones, es decir que las construcciones sismorresistentes se agrupan de acuerdo con su función y la importancia que pueden tener eventuales daños. Definiendo los requisitos de los mampuestos. El reglamento establece los siguientes tipos de mampuestos:

- Ladrillo cerámico macizo.
- Bloques huecos portantes de cerámicos.
- Bloques huecos portantes de hormigón.

“Se consideran ladrillos cerámicos macizos aquellos mampuestos cuya sección según cualquier plano paralelo a la superficie de asiento el cual tenga un área neta no menor que el 80% del área bruta correspondiente, no presentan agujeros cuyas secciones transversales según el mismo plano tengan un área individual mayor al 4% del área bruta, y los espesores de sus paredes no sean menores a 25mm.”

“Consideran bloques huecos portantes aquellos mampuestos cuya sección según cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tenga un área neta no menor que al 40% del área bruta.”

“En ningún caso la altura de los mampuestos será mayor a 2/3 de su longitud, con excepción de los medios mampuestos utilizados en los bordes verticales de los muros para obtener la trabazón correspondiente.”

“El reglamento admitirá la utilización de mampuestos elaborados con materiales distintos a los especificados, siempre que satisfagan los requisitos que establece para los mampuestos ya mencionados.”

Resistencia a la compresión según el tipo de mampuesto tabla 3.

Tipo de mampuesto	Tipo de mampuesto			
	Tipo I y II		Tipo III	
	Promedio	Individual	Promedio	Individual
Bloque de Hormigón	> 6,5	> 5,5	> 5	> 4,5

Tabla 3. Resistencia a la compresión (cirsoc 103, Tomo III, Cap. 5)

Normas IRAM

Bloques no portantes

Resistencia a la compresión, densidad y absorción, según Norma IRAM 11561-2.

	Resistencia a compresión [Mpa]	
	Sección neta	Sección bruta
Promedio de 3 unidades	4	2,5
Unidad individual	3,5	2
1Mpa=10,2 kg/cm ²		

Tabla 3. Resistencia a la compresión Norma IRAM 11561-2

Designación	Densidad del hormigón kg/m ³	Absorción de agua kg/m ³	% de absorción
Liviano	< 1680	290	17,00%
Medio	1680 a 2000	240	13,00%
Normal	> 2000	210	10,50%

Tabla 4. Densidad y Absorción norma IRAM 11561-2

Bloques portantes

Resistencia a la compresión, densidad y absorción Según Norma IRAM 11561-3

	Resistencia en Mpa	
	Prom. 3 uni.	Individual
Bloque de H° portante	> 6	> 4
1Mpa=10,2 kg/cm ²		

Tabla 5. Resistencia a la compresión 11561-3

Designación	Densidad del hormigón kg/m3	Absorción de agua kg/m3	% de absorción
Liviano	< 1680	290	17,00%
Medio	1680 a 2000	240	13,00%
Normal	> 2000	210	10,50%

Tabla 6. Densidad y absorción Norma IRAM 11561-3

Dosificación

En base a la caracterización del suelo realizada por el Sr. Depiante con la supervisión del Ing. Miguel Rico en el laboratorio de Transporte III, Se estableció un espectro de dosificaciones que se detallan a continuación:

- 1 Dosificación 1 (D1): 20 % de suelo y 80 % de arena.
- 2 Dosificación 2 (D2): 40 % de suelo y 60 % de arena.
- 3 Dosificación 3 (D3): 60 % de suelo y 40 % de arena.
- 4 Dosificación 4 (D4): 80 % de suelo y 20 % de arena.

Se observa en el gráfico 3, las granulometrías de las diferentes mezclas suelos.

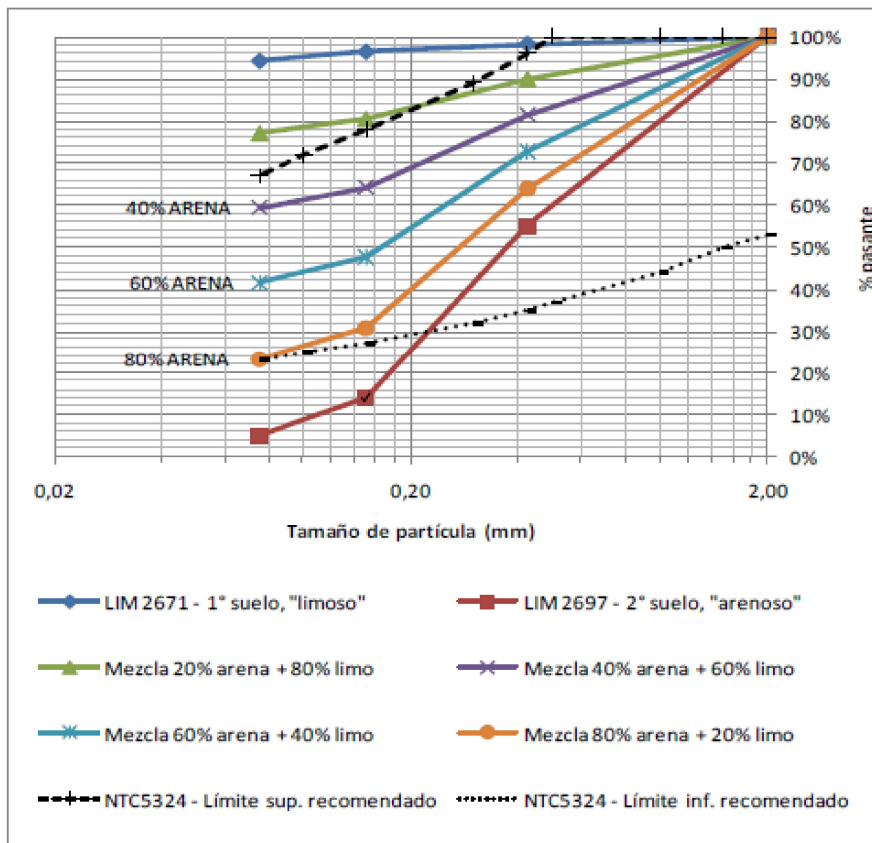


Ilustración 1. Mezclas de suelos.

Por criterio de descarte se decidió utilizar las dosificaciones intermedias, ya que si los resultados eran aproximados al óptimo, podríamos determinar la dosificación.

Dosificación N°2:

- Composición de la mezcla: 60% suelo y 40 arena.
- Clasificación del suelo según H.B.R.: A4
- % de cemento según la clasificación H.B.R.: 10%

Una vez clasificado el suelo se determinó el porcentaje de cemento. Con esto se realizó nuevamente el ensayo de compactación y densidad:

- Densidad máxima [gr/cm³]: 1,799 g/cm³
- Humedad óptima [%]: 17%
- Retenido en el tamiz N°4 [%]: 0%
- Pasante tamiz N°270 [%]: 55%

Dosificación N°3:

- Composición de la mezcla: 40% suelo y 60 arena.
- Clasificación del suelo según H.B.R.: A4.
- % de cemento según la clasificación H.B.R.: 10%

Una vez clasificado el suelo se determinó el porcentaje de cemento. Con esto se realizó nuevamente el ensayo de compactación y densidad:

- Densidad máxima [gr/cm³]: 1,85 g/cm³
- Humedad óptima [%]: 1,887%
- Retenido en el tamiz N°4 [%]: 0%
- Pasante tamiz N°270 [%]: 45%

Con estos datos se ingresó a la tabla 10 en donde se obtuvo la dosificación para elaborar los especímenes.

Material grueso(% retenido por el tamiz IRAM 4,75 mm)	Limo + Arcilla (% que pasa el tamiz IRAM 53 micrómetros)	Porcentaje de cemento a incorporar (en peso)					
		1,660 a	1,761 a	1,841 a	1,921 a	2,001 a	Más de 2,080
0-14	0-19	10	9	8	7	6	5
	20-39	9	8	7	7	5	5
	40-60	11	10	9	8	6	5
15-29	0-19	10	9	8	6	5	5
	20-39	9	8	7	6	6	5
	40-50	12	10	9	8	7	6
30-45	0-19	10	8	7	6	5	5
	20-39	11	9	8	7	6	5
	40-50	12	11	10	9	8	6

Tabla 7. Dosificación Según VN-E20-66.

Ingresando con las densidades máximas, % de retenido en el tamiz 4,75 mm y el % de pasante del tamiz de 53 micrómetros, se obtuvieron los siguientes porcentajes de cemento:

10 % en peso de cemento para la dosificación N°2.

9 % en peso de cemento para la dosificación N°3.

El cemento utilizado fue un CPC40 Holcim.

Una vez determinado el porcentaje de cemento se detallan las composiciones de la mezcla utilizada en la tabla 9.

Dosificación	% de suelo	% arena	% cemento
2	60	40	10
3	40	60	9

Tabla 8. Dosificaciones.

Desde ahora los bloques fabricados con su respectiva dosificación se nombrarán BD2 o BD3.

Proceso de fabricación

Para a fabricación de los mampuestos se realizó el siguiente procedimiento:

1. Pulverizado del suelo, para lograr la homogeneidad.
2. Tamizado del suelo arenoso a través del tamiz 10, para obtener la granulometría adecuada.
3. Una vez preparados los materiales se realizó la dosificación de la mezcla.
4. Se preparó la mezcla con la dosificación establecida.



Ilustración 2. Preparación de mezcla.

5. Se verificó la consistencia de la mezcla



Ilustración 3. Verificación de la consistencia de la mezcla.

6. Una vez obtenida la consistencia adecuada, se comenzó con la fabricación de los bloques.
Se llenó el molde de la máquina, se aplicó la fuerza de prensado y luego se desmoldó.



Ilustración 4. Prensado.



Ilustración 5. Desmolde

7. El curado se realizó en la cámara del laboratorio, el ambiente se encontraba saturado y a una temperatura de 23°C.
8. Se realizaron los ensayos según normas IRAM 11561-4 a 14 y 28 días.
Para el ensayo de compresión se encabezó el bloque para lograr superficies perfectamente planas y perpendicular al eje del espécimen. Luego se realizó el ensayo de compresión en la prensa IBERTEST HIB 150.



Para el ensayo de absorción y para el de absorción y densidad, se utilizó la balanza de Arquímedes y la balanza METTER TOLEDO con precisión de 0,1 gramo.

Resultados

Los resultados de los bloques BD2 se muestran en la tabla 10 y 11.

Identificación		días de ensayo	Dimensiones [mm]			Área [cm ²]	Carga de Rotura [KN]	Carga de rotura [Mpa]
N° Lim	S/ solicitante		a	b	h			
1.1	NE	14	249	124	75	308,76	34,30	1,11
1.2	NE	14	249	124	75	308,76	26,70	0,86
1.3	NE	14	249	125	76	311,25	30,10	0,97
1.4	NE	28	249	125	75	311,25	38,40	1,23
1.5	NE	28	250	124	75	310,00	36,70	1,18
1.6	NE	28	249	124	75	308,76	30,80	1,00

Tabla 9 Resultados a compresión

Identificación		Masa sat.sup. Seca [gr]	Masa sumergida [gr]	Masa seca [gr]	Densidad [kg/m ³]	Absorción	
N° Lim	S/ solicitante					Masa	Volumen
1.7	NE	2634,50	1360,00	2244,00	1760,69	17,40%	306,39
1.9	NE	2199,20	1295,70	1851,00	2048,70	18,81%	385,39
1.8	NE	2205,70	1315,50	2151,40	2416,76	2,52%	61,00

Tabla 10. Resultados de densidad y absorción.

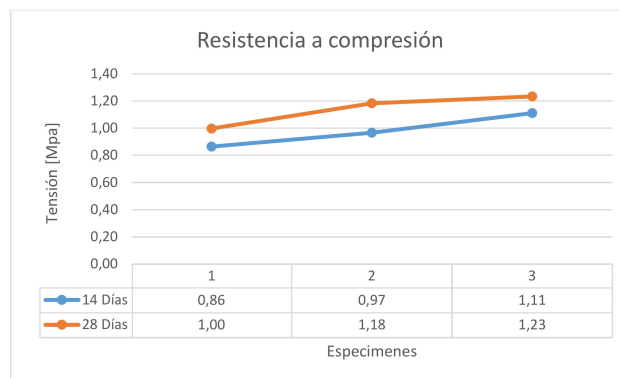


Gráfico 1. Resistencia a la compresión.

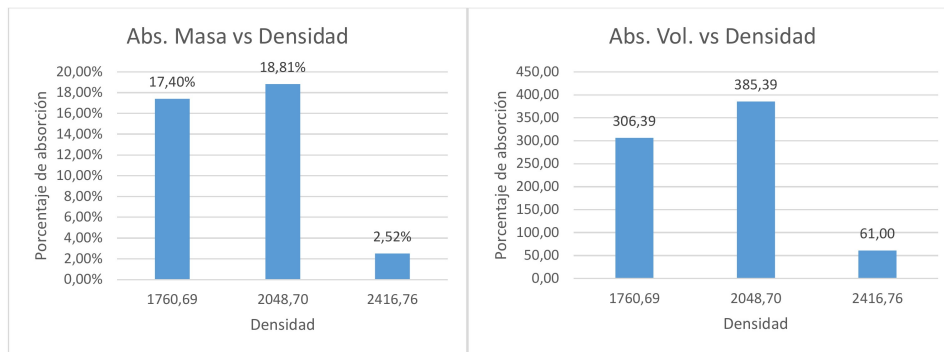


Gráfico 2. Variación de Absorción en masa con respecto a la densidad. **Gráfico 3.** Variación de absorción en volumen respecto a la densidad.

Los resultados de los bloques BD3 se observan en la tabla 12 y 13.

Identificación		Edad de ensayo	Dimensiones [mm]			Área [cm ²]	Carga de Rotura [KN]	Carga de rotura [Mpa]
N° Lim	S/ solicitante		a	b	h			
2.1	NE	14	249	124	77	308,76	71,60	2,32
2.6	NE	14	249	124	76	308,76	73,70	2,39
2.7	NE	14	249	124	77	308,76	81,70	2,65
2.2	NE	28	249	125	77	311,25	135,20	4,34
2.5	NE	28	249	124	76	308,76	140,20	4,54
2.8	NE	28	249	124	75	308,76	160,80	5,21

Tabla 11. Resistencia a la compresión

Identificación		Masa sat.sup. Seca [gr]	Masa sumergida [gr]	Masa seca [gr]	Densidad [kg/m ³]	Absorción	
N° Lim	S/ solicitante					Masa	Volumen
2.9	NE	3857,00	1993,00	3361,00	1803,11	14,76%	266,09
2.4	NE	3587,00	1857,40	3129,40	1809,32	14,62%	264,57
2.3	NE	3132,70	1648,60	2740,80	1846,78	14,30%	264,07

Tabla 12. Resultados de densidad y absorción.

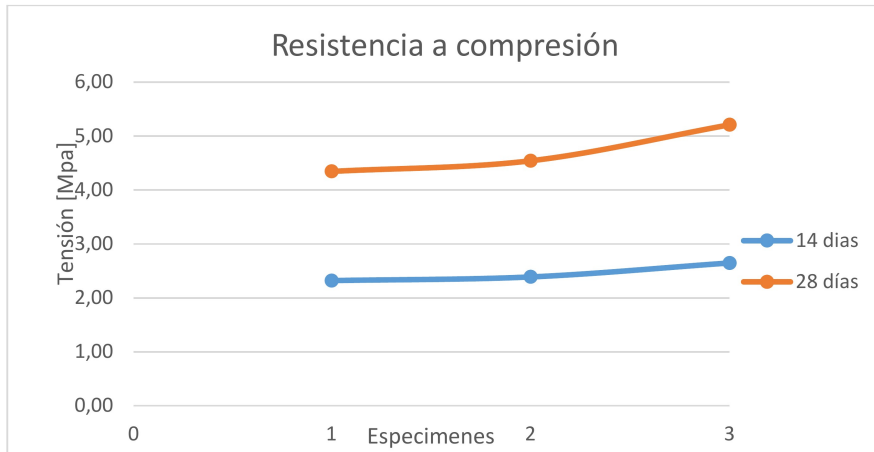


Gráfico 4. Resistencia a la compresión.

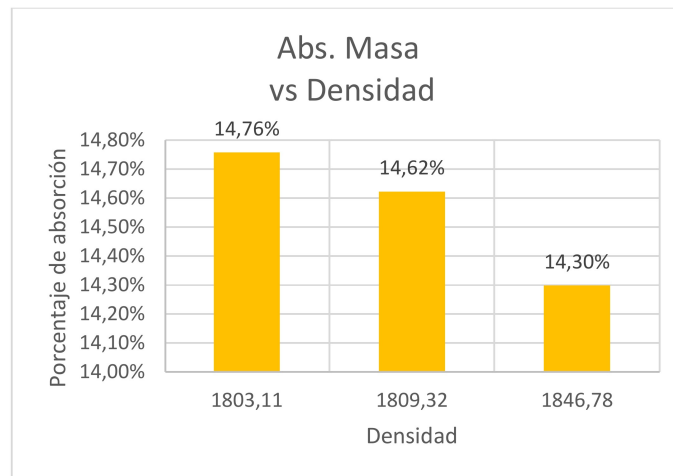


Gráfico 5. Variación de Absorción en masa con respecto a la densidad.

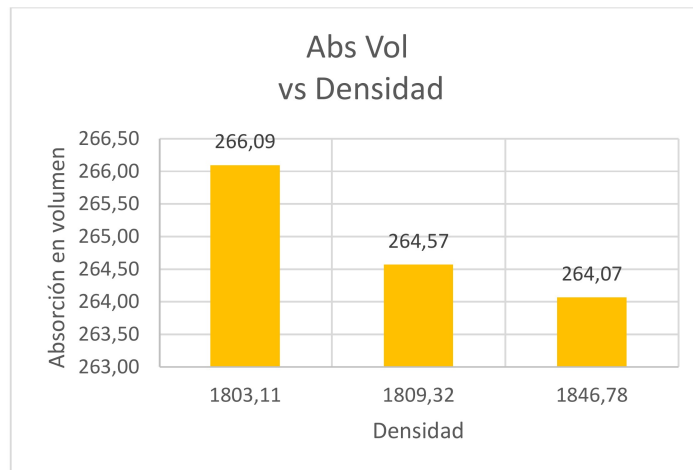


Gráfico 6. Variación de Absorción en volumen con respecto a la densidad.

Una vez obtenidos los resultados de los bloques con sus respectivas dosificaciones, podemos concluir que los bloques BD2 no Cumplen con los requisitos. Por esto se decidió descartar la misma.

En cuanto la dosificación 3 la resistencia a compresión según CIRSOC se aproxima a los valores deseados.

Por otro lado, según la clasificación IRAM establece las resistencias especificadas en la tabla 14.

Tabla 13. Requisitos según norma IRAM.

Tipo de mampuesto	Resistencia en Mpa	
	Prom. 3 uni.	Individual
Bloque de H° portante	> 6	> 4
Bloque de H° NO portante	> 2,5	> 2

Comparando los resultados obtenidos con la tabla 12, se clasificaría como un mampuesto no portante.

Se procedió a re-dosificar dosificación con un +2% de cemento portland.

Según lo expresado anteriormente se realizaron bloques nuevos con +2 % de cemento (11% de cemento), llamando a esta dosificación 3 bis (BD3bis).

Los resultados de los bloques BD3bis muestran en la tabla 15 y 16.

Identificación		Edad de ensayo	Dimensiones [mm]			Área [cm ²]	Carga de Rotura [KN]	Carga de rotura [Mpa]
N° Lim	S/ solicitante		a	b	h			
3.5	NE	14	250	125	77	312,50	84,90	2,72
3.6	NE	14	250	125	76	312,50	104,40	3,34
3.2	NE	14	250	125	77	312,50	108,80	3,48
3.7	NE	28	250	125	76	312,50	166,50	5,33
3.8	NE	28	250	125	76	312,50	184,40	5,90
3.9	NE	28	250	125	76	312,50	194,90	6,24

Tabla 14. Resistencia a la compresión.

Identificación	S/ solicitante	Masa sat.sup. Seca [gr]	Masa sumergida [gr]	Masa seca [gr]	Densidad [kg/m ³]	Absorción	
						Masa	Volumen
3.3	NE	2441,30	1247,70	2096,60	1756,53	16,44%	288,79
3.4	NE	2389,15	1226,10	2055,70	1767,51	16,22%	286,70
3.1	NE	2337,00	1204,50	2014,80	1779,07	15,99%	284,50

Tabla 15. Resultados de densidad y absorción.

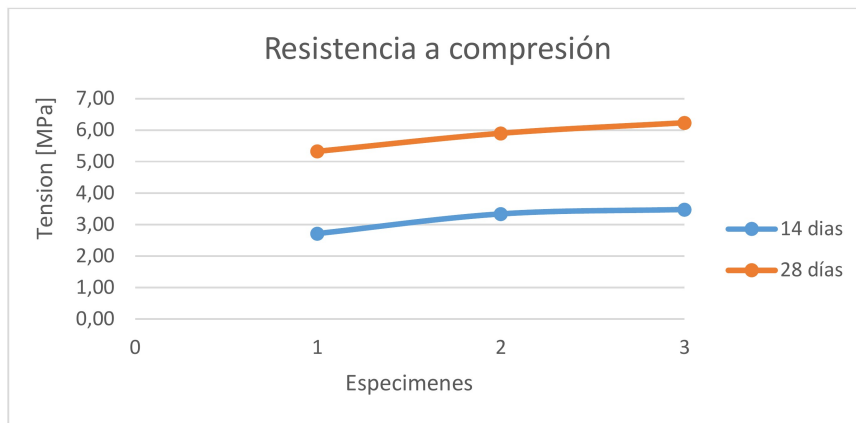


Gráfico 7. Resistencia a la compresión.

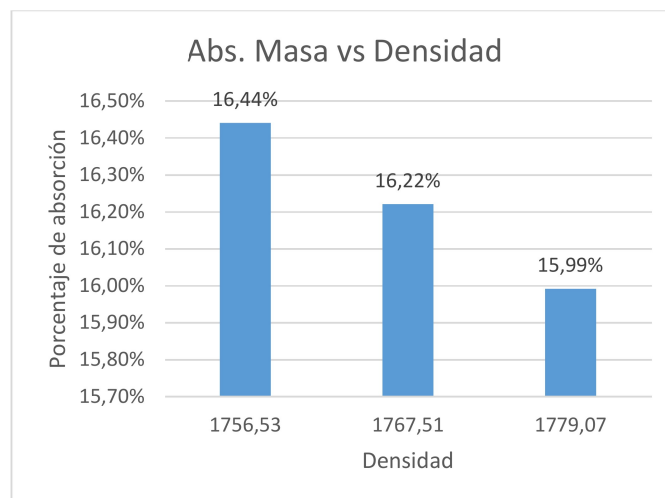


Gráfico 8. Variación de Absorción en masa con respecto a la densidad.

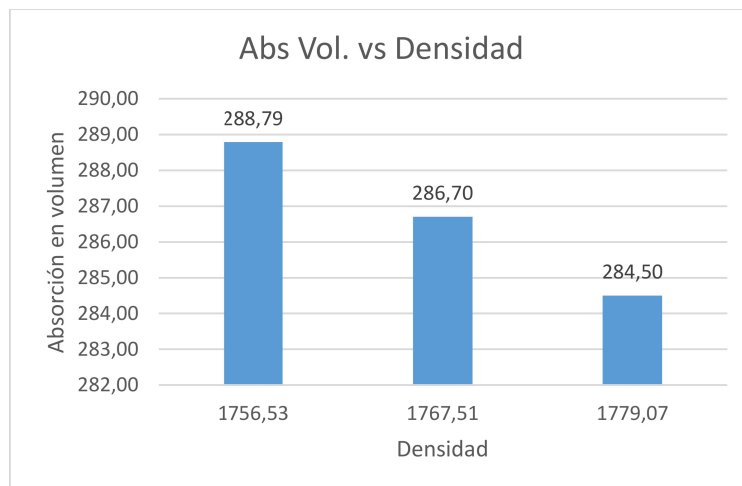


Gráfico 9. Variación de Absorción en volumen con respecto a la densidad.

Dosificación patrón, la misma se realizó con arena Paraná.

Para esta mezcla se utilizó 11 % de cemento.

Los resultados los bloques patrón se observan en la tabla 17.

Identificación		Edad de ensayo	Dimensiones [mm]			Área [cm ²]	Carga de Rotura [KN]	Carga de rotura [Mpa]
N° Lim	S/ solicitante		a	b	h			
4.1	NE	28	250	125	77	312,50	133,90	4,28
4.2	NE	28	250	125	76	312,50	154,00	4,93
4.3	NE	28	250	125	76	312,50	143,30	4,59

Tabla 16. Resistencia a la compresión.

Identificación		Masa sat.sup. Seca [gr]	Masa sumergida [gr]	Masa seca [gr]	Densidad [kg/m ³]	Absorción	
N° Lim	S/ solicitante					Masa	Volumen
4.5	NE	2862,40	1492,30	2497,80	1823,08	14,60%	266,11
4.4	NE	3363,00	1782,50	2978,80	1884,72	12,90%	243,09
4.6	NE	3254,00	1733,30	2888,70	1899,59	12,65%	240,22

Tabla 17. Resultados densidad y absorción.



Gráfico 10. Resistencia a la compresión.

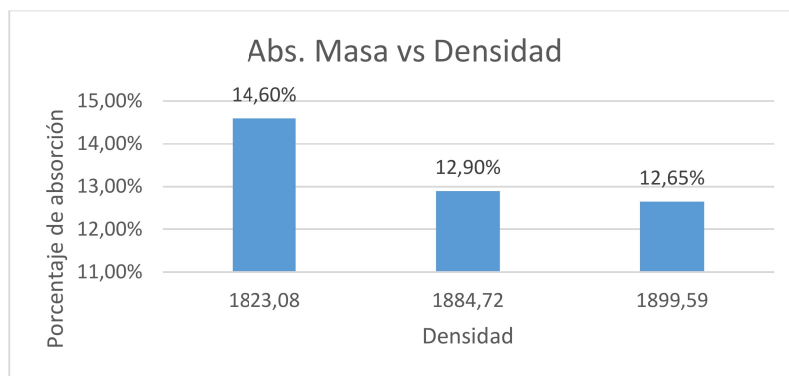


Gráfico 11. Variación de Absorción en masa con respecto a la densidad.

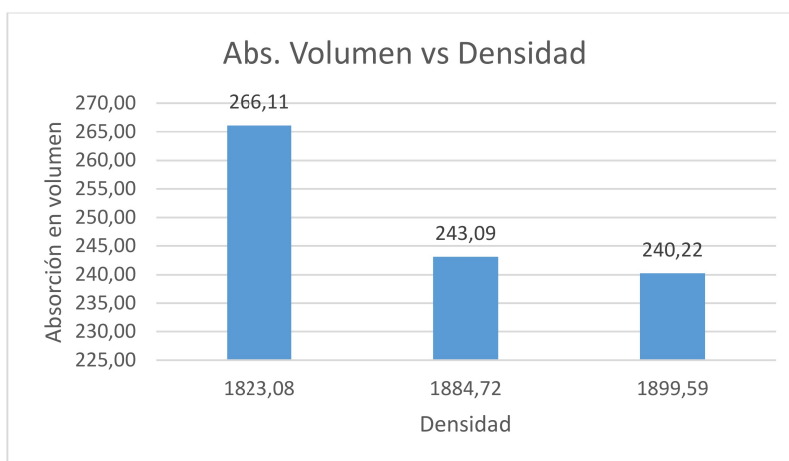


Gráfico 12. Variación de Absorción en volumen con respecto a la densidad.

Transmisibilidad térmica

En la tabla 19 de comparación de las conductividades térmicas de diferentes mampuestos utilizados en la construcción.

Materiales	λ (W/ m°C)
Ladrillo HCCA (Retak)	0,26
Ladrillo de arcilla cocido	0,69
Ladrillo de suelo - cemento	0,48

Tabla 18. Valores de conductividad térmica. Evelyn De Lacoste.

Observamos un buen comportamiento a la conductividad térmica, respecto a los mampuestos comparados.

Conclusión

- Los bloques fabricados cumplieron con los requisitos especificados a compresión según IRAM para bloques NO portantes.
- No cumplen con los requerimientos de absorción según IRAM.
- Los Bloques cumplieron con los requisitos según CIRSOC como mampostería sismoresistente tipo III.
- Se observa un leve incremento de resistencia a compresión de los bloques (BD3bis) respecto al patrón (BDP).
- Se observó una superposición entre el reglamento CIRSOC y las normas IRAM.

Recomendaciones

- Llevar este modelo a escala industrial.
- Investigar la adición de cenizas volantes.
- Incentivar a las industrias que realicen bloques con esta alternativa.

Bibliografía

- Acosta Valle, C. (1999). *Durabilidad en ladrillos prensados de suelo cemento*.
- Begliardo, H., Sánchez, M., Panigauí, M. C., Casenave, S., Fornero G. (2008). *Ladrillos de suelo cemento elaborados con suelos superficiales y barros de excavación para pilotes*.
- Depiante, P. (2015). *Informe técnico PS Desarrollo de bloques suelo cemento*.
- Gaitana, M. P. (2000). *Ladrillos Ladrillos de suelo cemento: Mampuesto tradicional en base a un material sostenible*.
- Impres. CIRSOC 103 tomo III
- Impres. CIRSOC 201
- Instituto del cemento portland Argentino. (2015). Artículo técnico. *Construcción suelo cemento*.
- IRAM. Norma IRAM 11561-2 (1997). *Bloques no portantes de hormigón*.
- IRAM. Norma IRAM 11561-3 (1997). *Bloques portantes de hormigón*.
- IRAM. Norma IRAM 50001. *Cemento*.
- Kless D. R., Natalini, M. B. (1999).
- Murillo Vázquez, E. X. (2010). *Estudio del comportamiento de las bases de pavimentos rígidos en la ciudad de cuenca y su influencia en el diseño*.
- Normas de Vialidad Nacional.
- Toraic Corral, J. (2008). *El suelo cemento como material de la construcción*

