

Enfoque social de las construcciones de viviendas con paredes de ferro-cemento en la ciudad de Portoviejo, Manabí

Social approach to the construction of houses with ferro-cement walls in the city of Portoviejo, Manabí

Enfoque social de las construcciones de viviendas

Roberth William Zambrano De La Torre ⁽¹⁾

César Mauricio Jarre ⁽²⁾

(1) Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo. Ecuador. rzambrano6577@utm.edu.ec.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5450-5037>

(2) Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo. Ecuador. cesar.jarre@utm.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3427-3467>

Contacto: rzambrano6577@utm.edu.ec

Resumen

En el Ecuador existe una alta demanda de viviendas de interés social, país donde se desarrolló la investigación. El objetivo de estudio fue analizar la alternativa del uso del ferro-cemento en la construcción de vivienda social en el cantón Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador. La investigación fue descriptiva, se fundamentó en la búsqueda de información de fuentes bibliográficas, además, se recopiló información empírica mediante una encuesta validada por expertos en la construcción, la misma que buscó obtener información real acerca del uso y conocimiento del material por parte de los profesionales para el análisis de viabilidad. El procesamiento y análisis de los datos se lo realizó en el software SPSS versión 25. La medición y cálculo del presupuesto de una vivienda de interés social permitió determinar el costo final de una vivienda T8. La población de 3121 ingenieros civiles registrados en el respectivo colegio profesional provincial, de la cual se investigó una muestra de 115 profesionales, el nivel de significancia fue de $\pm 8\%$. Como resultado de mayor relevancia de la investigación se obtuvo

que una vivienda de interés social construida con paredes de Ferro-Cemento es más económica que una construida con materiales tradicionales (bloques o ladrillos), como también aportando igual o mejor resistencia y seguridad ante las exigencias normativas sismo resistentes.

Palabras Clave: viviendas populares, costos de construcción, materiales de construcción, presupuestos de viviendas, economía popular

Abstract

In Ecuador there is a high demand for affordable housing, the country where the research was carried out. The objective of the study was to analyze the alternative of the use of ferro-cement in the construction of social housing in the Portoviejo canton, province of Manabí, Ecuador. The research was descriptive, it was based on the search for information from bibliographic sources, in addition, empirical information was collected through a survey validated by construction experts, which sought to obtain real information about the use and knowledge of the material by the professionals for feasibility analysis. The data processing and analysis was carried out in SPSS version 25 software. The measurement and calculation of the budget for a low-income housing allowed determining the final cost of a T8 housing. The population of 3121 civil engineers registered in the respective provincial professional association, from which a sample of 115 professionals was investigated, the level of significance was $\pm 8\%$. As a result of greater relevance of the research, it was obtained that a social interest house built with Ferro-Cement walls is cheaper than one built with traditional materials (blocks or bricks), as well as providing equal or better resistance and security in the face of the demands earthquake resistant regulations.

Keywords: popular housing, construction costs, construction materials, housing budgets, popular economy

Introducción

El ferro-cemento se empezó a utilizar en el siglo XIX por el francés Jean Louis Lambot siendo como primeras aplicaciones la creación de pequeños botes, recipientes de agua, plantas y otros objetos (Wainshtok Rivas & Lizazo Hernández, 2014). Por ser éste material más económico que una construcción de mampostería con bloque o ladrillo (Wainshtok Rivas & Lizazo Hernández, 2014), éste se destaca por su ligereza, resistencia al fuego y a los movimientos sísmicos, no se oxida, es de menor inversión económica, más segura, estable y de alta durabilidad (Bedoya Ruíz, 2005), beneficiando a los

usuarios para que puedan obtener una casa a menor costo y con mayores ventajas como las ya mencionadas; siempre y cuando, se cumpla con requerimientos técnicos y sísmicos que es la prioridad en éste trabajo.

La construcción de viviendas empleando el ferro-cemento, es una área poco explotada en Ecuador, sin embargo, constituye una técnica económica y de gran utilidad en construcción de viviendas de forma masiva (Baena, 2019). Para el citado país, es una gran alternativa la construcción de viviendas elaboradas con paredes de ferro-cemento porque generan menos gastos y optimizan materiales, a la vez que están dirigidas a sectores vulnerables de la población, ante lo cual surgió la necesidad de investigar las ventajas de las paredes de ferro-cemento en la construcción de viviendas sociales en el cantón Portoviejo, provincia de Manabí. A través de esta investigación se evidencia que ésta alternativa es viable y tiene aceptación de las familias que verán la oportunidad de acogerse a este nuevo sistema constructivo, por los beneficios ya mencionados.

La necesidad y la dificultad de encontrar nuevos materiales que apoyen la tecnología para generar vivienda económica, digna y segura, ha llevado a investigar el ferro-cemento como alternativa de construcción de viviendas sociales en el cantón Portoviejo, provincia de Manabí. Según Bedoya & Álvarez (2009), el ferro-cemento ha sido utilizado en soluciones de viviendas de bajo costo en muchas partes del mundo por ser un tipo de hormigón armado de pared delgada, habitualmente construido con mortero de cemento y reformado con mallas de alambre continuas.

Los métodos tradicionales de construcción siguen teniendo gran aceptación en el país, pero desde hace algunos años se han introducido nuevos productos y tecnologías al mercado nacional y están empezando a tener gran aceptación en ciertos sectores de la construcción. La forma de construir depende del nivel tecnológico de la sociedad que construye y de las necesidades que ésta sociedad manifiesta.

En este sentido Zambrano (2014), señala que el ferro-cemento es un sistema alternativo para la construcción de viviendas, es de poco espesor, es flexible, y revestido por un mortero muy rico en cemento, cubre totalmente la malla de acero, logrando una estructura rígida y con una resistencia muy buena a la compresión y a la tracción. La relación agua cemento es un agente importante para la resistencia del ferro-cemento, esta característica influye ya que define la porosidad de la pasta de cemento, por lo tanto, se puede decir cuanto menor sea la porosidad mayor será la resistencia de la pasta y mortero (Ruíz, 2016).

El ferro-cemento surge como material que, a pesar de ser empleado durante un largo periodo de viviendas en otros países como México y Cuba, en el Ecuador no ha sido estudiado a profundidad y por lo tanto no ha sido masificada su aplicación. (Péres, Kaireh, & Díaz, 2018) muestra estudios recientes que indican el buen comportamiento de paneles de ferro-cemento como sistema principal de resistencia sísmica para viviendas. En la actualidad el ferro-cemento es un material que se está impulsando como una alternativa para la construcción de depósitos de líquidos como piscinas, cisternas, cúpulas de iglesias entre otras, siendo un material muy adaptable para su fabricación y a la vez por ser un material inoxidable, impermeable, económico y ecológico (Chuquisala, 2016).

Por su parte, Familia & Pichardo (2014), indica que es un material considerado de bajo costo ya que se ahorra el 30% de una edificación en comparación al sistema tradicional, esto hace que sea un sistema constructivo ideal para la construcción de viviendas de interés social y edificios de dos niveles. Esta investigación brinda información para el análisis de la alternativa de uso del ferro-cemento en la construcción de vivienda social del cantón Portoviejo, provincia de Manabí. En países del tercer mundo donde la demanda de viviendas de bajo costo es muy alta, el ferro-cemento se ha utilizado como una alternativa eficaz que, por una parte, ofrece viviendas durables, y de buena calidad y, por otro lado, brinda un sistema constructivo con base en mano de obra poco calificada (Rumaja, 2020).

Según Valencia, Pérez, & Arjona, (2020), el ferro-cemento es un material de construcción muy versátil que se viene usando desde el siglo pasado, pero sus aplicaciones no son divulgadas entre los profesionales de la construcción, que no actualizan sus conocimientos sobre esta tecnología, en la mayoría de los casos por desconocimiento o incertidumbre ante lo nuevo. Los ingenieros civiles están en el servicio de la sociedad, por consiguiente, tienen la obligación de contribuir con el bienestar humano, por lo cual dentro de la ingeniería es el deber de plantear mejoras para las personas que viven en zonas rurales, así buscar nuevos materiales y sistemas constructivos que tengan un buen comportamiento estructural, que pueda ser de bajo costo, que no necesite mano de obra calificada y que el tiempo de ejecución sea rápido (Huanca, 2019).

El presente artículo tiene por objetivo analizar la alternativa del uso del ferro-cemento en la construcción de vivienda social en el cantón Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador.

Materiales y métodos

La investigación fue descriptiva, se fundamentó en la búsqueda de información de fuentes bibliográficas, además, se recopiló información empírica mediante una encuesta validada por expertos en la construcción, la misma que buscó obtener información real acerca del uso y conocimiento del material por parte de los profesionales para el análisis de viabilidad.

El procesamiento y análisis de los datos se lo realizó en el software SPSS versión 25. La medición y cálculo del presupuesto de una vivienda de interés social facilitado por el MIDUVI, permitió referenciar y determinar el costo final de una vivienda T8 utilizando ferro-cemento en sus paredes. La población investigada fueron 3121 ingenieros civiles registrados en el respectivo colegio profesional, la muestra fue de 115, el nivel de significancia fue de $\pm 8\%$.

El instrumento aplicado inició con la declaración del consentimiento informado de los colaboradores de la investigación. Los criterios de inclusión fueron: Ingenieros civiles agremiados en su colegio profesional. Los criterios de exclusión fueron Ingenieros Civiles agremiados que no estaban activos en la profesión y aquellos que no aceptaron el consentimiento informado. Los aspectos éticos considerados en la investigación fueron: Confidencialidad en la información, procesamiento de datos en software especializados y nivel de confiabilidad en la información. Los autores de la investigación declaran no tener conflicto de intereses.

Resultados

El instrumento utilizado se lo digitalizó en Google form, luego tomando la base de datos proporcionada por el Colegio de Ingenieros Civiles de Manabí, se lo difundió entre sus agremiados para que lo respondieran, el formulario fue cerrado con las primeras 115 respuestas que comprendía la muestra. A continuación, se presenta los datos obtenidos de la aplicación del instrumento.

Dimensiones	Total	
	f	%
Mucho	31	27 %
Poco	81	70 %
Nada	3	3 %
Total	115	100%

Tabla 1. Conocimientos actualizados sobre paredes de ferro-cemento como alternativa de construcción de vivienda social

La muestra de ingenieros civiles encuestados, evidencia que existe elevado porcentaje de colegas que tienen poco conocimientos sobre los diseños y construcción de edificaciones con paredes de ferro-cemento como alternativa de construcción de vivienda social, entendiéndose esta situación por lo novedoso del sistema de construcción y además porque los profesionales de la construcción poco se preocupan por mantenerse a la vanguardia en cuanto a nuevas alternativas de construcción que tienden siempre a optimizar recursos y a brindar mejores opciones de seguridad y economía.

Dimensiones	Total	
	F	%
Muy alto	22	19 %
Alto	62	54 %
Medio	26	23 %
Bajo	3	3 %
Muy Bajo	2	2 %
Total	115	100%

Tabla 2. Nivel de resistencia del ferro-cemento ante el sismo ocurrido el 16 de abril en el Ecuador, según experiencia de los profesionales de la construcción

Los datos presentados en la tabla 2 corroboran lo sucedido por experiencias profesionales el nivel de resistencia del ferro-cemento ante el sismo ocurrido el 16 de abril en el Ecuador, donde más de la mitad de los encuestados consideran que la resistencia del ferro-cemento ante un movimiento telúrico es de nivel alto, es decir que cumple con los parámetros normativos en la construcción por lo que debido al alto contenido de acero y a la gran dispersión de éste el ferro-cemento tiene mayor resistencia a la tracción que el hormigón.

Dimensiones	Total	
	F	%
Mucho	28	24 %
Poco	78	68 %
Nada	9	8 %
Total	115	100%

Tabla 3. Conocimientos sobre los costos de materiales en la construcción con ferro-cemento

En la tabla 3 se puede observar que la apreciación de los encuestados es que tienen pocos conocimientos sobre los costos de materiales en la construcción con ferro-cemento, entendiéndose esta situación por el poco uso del sistema de construcción y además porque los ingenieros civiles le brindan poca importancia a la búsqueda y actualización de nuevas alternativas de trabajo que tienden siempre a optimizar recursos y a brindar mejores opciones de seguridad y economía.

Dimensiones	Total	
	f	%
Muy alto	20	17 %
Alto	56	49 %
Medio	35	30 %
Bajo	4	3 %
Muy Bajo	0	0 %
Total	115	100%

Tabla 4. El ferro-cemento y su contribución en el ahorro al momento de realizar una construcción

De acuerdo a los resultados obtenidos por parte de los profesionales encuestados presentados en la tabla 4, el más alto porcentaje se ubica entre los informantes que consideran que en un nivel alto el ferro-cemento puede contribuir en el ahorro al momento al momento de realizar una construcción, ya que se necesitaría menos mano de obra calificada, el tiempo de ejecución es más rápido y esto implicaría el tema de optimizar recursos.

Dimensiones	Total	
	f	%
Muy de acuerdo	25	22 %
De acuerdo	71	62 %
Poco de acuerdo	18	16 %
Nada de acuerdo	1	1 %
Total	115	100%

Tabla 5. Contribución del ferro-cemento a la protección del medio ambiente

Con los resultados obtenidos por parte de los profesionales encuestados y presentados en la tabla 5, se puede notar que cuando se habla de cemento y hormigón, los informantes tienen la percepción de ser altamente contaminantes, pero al analizar este tipo de material, resulta que, usadas de manera adecuada, el ferro-cemento está entre las alternativas de construcción más sostenibles disponibles en la mayor parte

de lugares del mundo. A pesar de que la producción del cemento consume mucha energía, si se usa inteligentemente, los elementos de pared resultantes tienen un bajo contenido de energía incorporada y su ciclo de vida se compara muy bien con cualquier otro material.

Dimensiones	Total	
	f	%
Mucho	8	7 %
Poco	46	40 %
Nada	61	53 %
Total	115	100%

Tabla 6. Proyectos de construcción de vivienda de tipo social utilizando Ferro-Cemento

Los datos mostrados en la tabla 6, indican claramente que el mayor porcentaje de los profesionales investigados no han realizado construcciones de vivienda de interés social utilizando el ferro-cemento, puesto que siguen manteniendo el mito de la construcción tradicional con bloque o ladrillo es la mejor opción y esto hace que los profesionales de la construcción no se motiven por actualizar los conocimientos constructivos que generen beneficios tanto para el constructor como para el dueño de la vivienda.

Presupuesto					
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1	Preliminares				80,36
1,001	Replanteo y nivelación manual	M2	49,00	0,74	36,26
1,002	Limpieza de terreno	M2	49,00	0,90	44,10
2	Movimiento de tierras				187,11
2,001	Excavación a mano para plintos	M3	10,35	5,20	53,82
2,002	Relleno de piedra bola	M3	4,50	15,18	68,31
2,003	Relleno de lastre hidrocompactado manual	M3	3,60	10,69	38,48
2,004	Desalojo de material excavado	M3	10,35	2,56	26,50
3	Hormigones				3.696,36
3,001	Hormigón simple en replantillo h=0.05 cm f'c=140 kg/cm2	M3	0,65	86,74	56,38
3,002	Hormigón en plintos f'c=210 kg/cm2	M3	2,03	124,94	253,00
3,003	Muro de hormigon ciclopeo bajo cadena (incl. Encofrado)	M3	1,41	105,22	148,36
3,004	Hormigon en cadenas vigas f'c=210 kg/cm2 (incl. Encofrado)	M3	1,41	131,33	185,18
3,005	Hormigón en columna f'c= 210 kg/cm2 (incl. Encofrado)	M3	2,19	155,66	340,43

3,006	Hormigón en vigas f'c=210 kg/cm2 (inc. Encofrado)	M3	1,15	160,67	185,09
3,007	Contrapiso e= 7 cm con malla electrosoldada f'c=210 kg/cm2	M2	48,64	11,04	536,99
3,009	ACERO DE REFUERZO fy= 4200 kg/cm2	KG	887,88	1,70	1.509,40
3,01	CORREA "G" 100x50x15x2 MM	M	68,40	7,04	481,54
4	Mampostería				1.861,30
4,001	Mampostería estructural de ferrocemento	M2	100,11	17,60	1761,94
4,002	MORTERO EN MAMPOSTERÍA e=5cm	M3	5,01	19,91	99,66
5	Pisos				110,66
5,001	Cerámica en baños	M2	9,13	12,12	110,66
6	Carpintería metálica y de madera				1.279,35
6,001	Cubierta de galvalume de e=0,25mm	M2	69,86	10,06	702,79
6,002	PUERTA DE MADERA (0,90x2,00)	U	3,00	114,60	343,80
6,003	PUERTA DE MADERA (0.70x2.00)	U	1,00	86,12	86,12
6,004	Ventana de aluminio vidrio de 4mm	M2	3,90	37,60	146,64
7	Instalaciones eléctricas				362,45
7,001	Punto de iluminación	PTO	6,00	25,07	150,42
7,002	Caja de breaker de 2-4 y acometida al medidor	U	1,00	42,83	42,83
7,003	Punto de tomacorrientes 220 v	PTO.	1,00	24,40	24,40
7,004	Punto de tomacorrientes 110 v	PTO.	8,00	18,10	144,80
8	Instalaciones de agua potable				184,01
8,001	Punto de agua potable	PTO.	4,00	21,47	85,88
8,002	Acometida de agua potable 1/2"	U	1,00	41,89	41,89
8,003	Tubería de aa.pp. 1/2" (incluye accesorios)	M	8,00	7,03	56,24
9	Instalaciones sanitarias				269,88
9,001	Caja de revision (60 x 60)cm	U	2,00	62,05	124,10
9,002	Punto de aa.ss. 50mm inc. Accesorios	PTO.	4,00	18,15	72,60
9,003	Tubería de aa.ss. Pvc 50 mm	M	4,50	3,48	15,66
9,004	Punto de aa.ss. 110 mm inc. Accesorios	PTO.	1,00	25,87	25,87
9,005	Tubería de 110 mm pvc tipo b	M	5,00	6,33	31,65
10	Pintura				1.250,12
10,001	Pintura de caucho interior y exterior	M2	197,18	2,89	569,85
10,002	Empaste exterior e interior	M2	197,18	3,45	680,27
11	Varios				203,26
11,001	Inodoros de tanque bajo economico	U	1,00	74,57	74,57
11,002	Lavamanos completo blanco (con grifería)	U	1,00	57,78	57,78
11,003	Fregadero acero inoxidable 1 pozos con escurridera	U	1,00	70,91	70,91
Subtotal					9.484,86
Iva				12%	1.138,18
Total					10.623.04
Son:	Diez mil seiscientos veinte y tres con 04/100 dólares				

Tabla 7. Presupuesto de Vivienda de Interés Social T8 utilizando ferro-cemento en sus paredes

Presupuesto					
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1	Preliminares				277.08
1,001	Replanteo y nivelación manual	M3	39,00	0,75	29.25
1,002	Mejoramiento del suelo en cimientos	M3	7.50	15.33	114.98
1,003	Relleno 60% piedra 40% suelo	M3	2.46	15.73	38.70
1,004	Excavación manual en suelo normal	M3	18.00	4.15	74.70
1,005	Relleno con suelo normal	M3	5.00	4.05	20.25
2	Cimentación				917.90
2,001	Hormigon Simple F 'C=140 Kg/Cm2 (Replanteo E=5 Cm y cimientos)	M3	0.65	124.74	81.08
2,002	Hormigon Simple F 'C=210 Kg/Cm2 (plintos)	M3	1.70	138.74	235.86
2,003	Hormigon Simple F 'C=180 Kg/Cm2 (h. Ciclópeo cimientos)	M3	3.35	117.92	395.03
2,004	Hormigon Simple F 'C=210 Kg/Cm2 (Cadenas)	M3	1.40	147.09	205.93
3	Estructura				2.324.82
3,001	Hormigón en columna f'c= 210 kg/cm2 (incl. Encofrado)	M3	1.05	179.70	188.69
3,002	Contrapiso e= 5 cm con malla electrosoldada f'c=180 kg/cm2	M2	33.48	18.06	604.65
3,003	Hormigón en vigas f'c=210 kg/cm2 (inc. Encofrado)	M3	1.29	191.97	247.64
3,004	Hormigon simple para dinteles f'c=210 kg/cm2 (incl. Encofrado)	M3	5.00	42.30	211.50
3,005	ACERO DE REFUERZO fy= 5000 kg/cm2	KG	658.24	1.52	1.000.52
3,006	Acera posterior e=5cm (incluye material de mejoramiento)	M2	3.60	19.95	71.82
4	Mampostería				2.390.83
4,001	Mampostería con bloque de carga 3MPa e=15 cm	M2	61.00	20.15	1.229.15
4,002	Mampostería con bloque de carga 3MPa e=10 cm	M2	27.80	16.25	451.75
4,003	Enchape de mampostería	M2	9.60	11.49	110.30
4,004	Corchado de ondas entre cubierta y mampostería	ML	12.00	4.29	51.48
4,005	Loseta mesón de cocina	ML	1.15	39.59	45.53
4,006	Revocado de piso	M2	71.17	0.49	34.87
4,007	Enlucidos	M2	98.94	4.19	414.56
4,008	Mortero de relleno para mampostería	M2	4.50	11.82	53.19
5	Instalaciones eléctricas				459.39
5,001	Punto de iluminación	PTO	6.00	23.95	143.70
5,002	Acometida principal hasta centro de carga	PTO	1.00	53.47	53.47

5,002	Centro de carga bifásico 6 espacios incluye disyuntores y puesta a tierra	U	1.00	109.46	109.46
5,003	Circuito de alimentación para cocina de inducción , 220 v	PTO	1.00	53.46	53.46
5,004	Punto de tomacorrientes 110 v 20A	U	5.00	19.86	99.30
6	Instalaciones hidrosanitarias				569.31
6,001	Inodoro de porcelana blanco tipo económico	U	1.00	68.50	68.50
6,002	Lavamanos de porcelana blanco incluye grifería	U	1.00	31.52	31.52
6,002	Fregadero de acero inoxidable 1 pozo incluye grifería	U	1.00	58.10	58.10
6,003	Ducha sencilla con llave tipo campanola	U	1.00	24.79	24.79
6,004	Acometida de ½”	ML	5.00	6.46	32.30
6,005	Tubería PVC-D ½” roscable	M	8.00	4.80	38.40
6,006	Punto de agua potable	U	4.00	16.79	67.16
6,007	Punto de agua servida 50mm	U	4.00	12.10	48.40
6,008	Punto de agua servida 110mm	U	1.00	22.29	22.29
6,009	Tubería PVC 50 mm desagüe	M	4.50	7.22	32.49
6,010	Tubería PVC 110 mm desagüe	M	5.00	9.14	45.70
6,011	Rejilla de piso D 50mm	U	2.00	3.83	7.66
6,012	Caja de revisión 60x60cm incluye tapa	U	2.00	46.00	92.00
7	Cubierta				1.177.15
7,001	Cubierta de galvalumen prepintado con recubrimiento de poliuterano	M2	43.30	14.02	607.00
7,002	Estructura de cubierta	M2	43.30	13.17	570.15
8	Acabados				1882.72
8,001	Cerámica en baños	M2	6.93	15.92	110.30
8,002	Cerámico en piso	M2	34.38	15.49	532.56
8,003	Cerámica en mesón de cocina	M2	0.75	17.58	13.19
8,004	Blanqueado de pared interior	M2	124.72	2.56	319.84
8,005	Pintura exterior	M2	37.00	3.78	139.99
8,006	Puerta metálica 90x210 ingreso principal	U	1.00	122.76	122.67
8,007	Puerta metálica 80x210 ingreso posterior	U	1.00	122.67	122.67
8,008	Puerta de madera (0,90x2,00)	U	2.00	95.59	191.18
8,009	Puerta de madera (0.70x2.00)	U	1.00	95.59	95.59
8,010	Ventana de aluminio vidrio de 4mm	M2	5.37	43.71	234.73
Subtotal					10.000,00
Iva				12%	1200,00
Total					11.200,00
Son:	Once mil doscientos con 00/100 dólares				

Tabla 8. Presupuesto de Vivienda de Interés Social T8 utilizando bloque en sus paredes

De acuerdo a los valores obtenidos en la tabla 7 y 8, el rubro de paredes de ferro-cemento para una vivienda de interés social es \$1.861,30 mientras que el rubro de mampostería de bloque para la misma vivienda es \$2.390,83 de acuerdo al presupuesto referencial para una construcción con las mismas dimensiones pero construidas con diferente material (MIDUVI, 2016). Es por tal motivo que en el aspecto económico presenta una ventaja en comparación a las construcciones convencionales, además de brindar seguridad, estabilidad y durabilidad.

Discusión

Del análisis técnico-económico que se realizó en la investigación se aprecia un 22% más económica la vivienda construida con paredes de ferro-cemento, considerando los costos de materiales y mano de obra en Ecuador, además se tiene un mejor control de calidad de sus componentes, este valor está proyectado considerando que el personal no calificado desarrollará las tareas de elaboración de paredes, fundición de cimentación y columnas de una sola vivienda, si todos estos elementos se construyeran en serie los costos podrían disminuir hasta un 30% de acuerdo a lo notificado a nivel internacional sobre el proceso de industrialización de sistemas de construcción. Los constructores Jhon Julca y Andy Vásquez, realizaron un análisis técnico-económico de presupuestos según los costos de Perú, manifestando que el sistema prefabricado de viviendas utilizando paneles de ferro-cemento es un 41% más económico que los sistemas tradicionales y a la vez resistentes y confortables en donde se utiliza mano de obra poco calificada y en menor tiempo que las tradicionales (Julca & Vasquez, 2020), situación que se presenta de similar manera en la actual investigación.

El ferro-cemento demuestra ser un material apropiado como alternativa de construcción de edificaciones pequeñas como viviendas, dado su bajo costo, la facilidad constructiva y el correcto comportamiento estructural ante solicitaciones normales de carga por gravedad y sísmica. En Colombia se encontró evidencias de una investigación relacionada con la efectuada por los autores de este trabajo, en la cual se puede observar coincidencias en cuanto a las ventajas de este tipo de construcciones, en ella se indica que el ferro-cemento es un material compuesto que permite construir elementos estructurales de poco espesor, flexibles y que además logra tener una gran resistencia y buen comportamiento ante cargas sísmicas. Al emplear el ferro-cemento la estructura tiene un peso inferior estimado en el 10% y el 25% comparado con la mampostería tradicional de bloque o ladrillo (Malpica, 2017).

El análisis realizado entre investigaciones similares, se enfocó específicamente a países de la región (Colombia, Ecuador y Perú), por tener similitudes culturales y socioeconómicas, y para que el análisis no tenga sesgos, ya que por lo general los costos tanto de mano de obra calificada como de materiales de construcción son semejantes. Visto de esta manera se determina con evidencias que el tipo de construcción con Ferro-Cemento tiene ventajas en cuanto a los económico y resistencia.

Conclusiones

En el análisis bibliográfico permitió conocer que el tipo de construcción con ferro-cemento en el Ecuador es reciente, no ha sido muy difundido en el sector de la construcción y por lo tanto no se ha generalizado su uso, sin embargo, en países como México y Cuba, es muy común este tipo de construcción, teniendo esta alternativa como la primera opción de edificación de viviendas de interés social.

Los beneficios del ferro-cemento en la construcción de viviendas de interés social van desde el ahorro de materiales, la elasticidad y alta resistencia, por lo tanto, se lo puede emplear no solo en la construcción de paredes sino también en un sin número de obras civiles, tales como construcción de barcos, iglesias, piscinas, reservorios de agua entre otras.

La relación de costos entre una vivienda construida con ferro-cemento y otra construida con materiales tradicionales (bloque o ladrillo) es menor y más rápida en su ejecución, este análisis técnico económico fue realizado en Ecuador, evidenciando resultados similares en Perú, y en ambos casos, con porcentajes diferentes, se logró evidenciar la reducción significativa de los costos.

Bibliografía

- Baena, J. (2019). Evaluación experimental de la respuesta fuera del plano de muros de mampostería, no reforzada y reforzada con franjas de mallas electrosoldadas y mortero. En J. Baena, Evaluación experimental de la respuesta fuera del plano de muros de mampostería, no reforzada y reforzada con franjas de mallas electrosoldadas y mortero. (pág. 16). Medellín: Eafit.
- Bedoya Ruíz, D. A. (2005). Estudio de resistencia y vulnerabilidad sísmicas de viviendas de bajo costo estructuradas con ferrocemento. Universitat Politècnica de Catalunya, 36.
- Bedoya, D., & Álvarez, D. (2009). Comportamiento de viviendas de ferrocemento bajo cargas cíclicas. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 8(15 especial), 39.

- Chuquisala, B. (2016). Análisis y diseño de una piscina familiar utilizando el sistema de ferrocemento como material de construcción. En B. Chuquisala, Análisis y diseño de una piscina familiar utilizando el sistema de ferrocemento como material de construcción (págs. 10-11). Guayaquil, Guayas, Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas. Escuela de Ingeniería Civil.
- Familia, F., & Pichardo, E. (2014). Análisis estructural del ferrocemento como estructura según su forma, comparado con el sistema tradicional. En F. Familia, & E. Pichardo. Santo Domingo: Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña.
- Huanca, B. (2019). Análisis de factibilidad técnica y económica de viviendas estructuradas con ferrocemento para las zonas rurales del distrito de Taraco-Puno. En B. Huanca, Análisis de factibilidad técnica y económica de viviendas estructuradas con ferrocemento para las zonas rurales del distrito de Taraco-Puno (págs. 15-16). Juliaca: Universidad Peruana Union, Una Institución Adventista.
- Julca, J., & Vasquez, A. (2020). Diseño de paneles nervados de ferrocemento en la construcción de viviendas Unifamiliares en la Provincia de Jaén. En J. Julca, & A. Vasquez, Diseño de paneles nervados de ferrocemento en la construcción de viviendas Unifamiliares en la Provincia de Jaen (pág. 89). Jaén, Jaén, Perú: Universidad Nacional de Jaén.
- Malpica, P. (2017). Análisis de Factibilidad Técnica y Económica de viviendas sismoresistentes en ferrocemento. En P. Malpica, Análisis de Factibilidad Técnica y Económica de viviendas sismoresistentes en ferrocemento (pág. 113). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil.
- Péres, E., Kaireh, A., & Díaz, X. (2018). Edificio Multifamiliar antisísmico de 3 niveles de ferrocemento. Aporte Santiaguino 11(2), 11(2), 348.
doi:<http://dx.doi.org/10.32911/as.2018.v11.n2.587>
- Ruíz, G. (2016). Propuesta de techo de bambú con ferrocemento para viviendas Unifamiliares. En G. Ruíz, Propuesta de techo de bambú con ferrocemento para viviendas Unifamiliares (págs. 19-20). San Carlos, Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil.
- Rumaja, A. (2020). El Comportamiento estructural de un sistema sismo resistente a base de paneles de ferrocemento y madera reforzada con acero para viviendas de dos niveles en la ciudad de Cusco, Periodo 2016. En A. Rumaja, El Comportamiento estructural de un sistema sismo resistente a

base de paneles de ferrocemento y madera reforzada cona cero para viviendas de dos niveles en la ciudad de Cusco, Periodo 2016. (págs. 2-4). Cusco: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ingeniería Civil, Departmaneto Académico de Ingeniería Civil.

Valencia, E., Pérez, M., & Arjona, I. (2020). Análisis del Comportamiento mecánico a compresión de paneles estructurales prefabricados de ferrocemento. *Perspectivas de la Ciencias y la Ingeniería*, 139-147.

Wainshtok Rivas, H., & Lizazo Hernández, Y. (2014). El uso del ferrocemento en la cosntrucción civil. *Experiencia Cubana. Arquitectura y Urbanismo*, XXXV(1), 1-2.

Zambrano, R. G. (2014). Ferrocemento y arcilla, tecnología alternativa para la vivienda. *Territorios*, 39-40.