

Variante Del Sistema Constructivo De Viguetas Y Plaquetas Con Elementos Integrados

Variant Of The Of The Joist And Platelet Construction System With Integrated Elements

Autores:

**Juan Carlos Verdecia Somoano¹, Javier Alejandro García Miranda²
Carlos Rodríguez García³, Adriana Fernández Castillo⁴**

¹ Profesor Asistente, Departamento de Construcciones, Universidad de Matanzas, Carretera a Varadero, km 3 ½, Matanzas, Cuba. email: juan.verdecia@umcc.cu

² Profesor Asistente, Departamento de Construcciones, Universidad de Matanzas, Carretera a Varadero, km 3 ½, Matanzas, Cuba. email: javier.garcia@umcc.cu

³ ECMOT, Jefe de Departamento Técnico Unidad Básica de Servicios Hormigón. Vía Rápida Varadero Cárdenas, Finca La Chachura, Matanzas, Cuba. Teléfono: (53) 4566 2423 email: crodriguez@ehv.cu. Profesor Auxiliar, Departamento Construcciones Universidad de Matanzas, Carretera a Varadero, km 3 ½, Matanzas, Cuba. Teléfono: (53)45256782. email: carlos.rodriquez@umcc.cu

⁴ Estudiante de Ingeniería Civil, Universidad de Matanzas, Carretera a Varadero, km 3 ½, Matanzas, Cuba. email: adriana.fernandez@umcc.cu

RESUMEN

El sistema constructivo de vigueta y plaqueta constituye una de las soluciones de cubierta y entepiso más utilizadas en la construcción de viviendas en la provincia de Matanzas. La necesidad de edificar y rehabilitar viviendas con grandes luces trajo consigo que existieran cambios en las dimensiones de sus elementos componentes y por consiguiente en su diseño. Estas modificaciones incumplen ciertos parámetros de resistencia y requisitos de durabilidad referentes a los sistemas constructivos de pequeño formato, no estando acorde con las tendencias actuales que rigen el proceso de diseño de estructuras de hormigón armado en Cuba. La investigación propone una variante del sistema constructivo de viguetas y plaquetas con elementos integrados, donde la carpeta de hormigón y una viga de sección trapezoidal conforman una viga de sección T que aporta mayor resistencia al sistema y cumple con los requisitos de durabilidad, además de mantener los principios para los cuales fue creado (maniobrabilidad y economía). Se analizan dos variantes de semi-viguetas, la primera con un puntal en el centro y sin acero negativo, y la segunda con un puntal y con acero negativo, donde según los resultados obtenidos la primera variante es la que resiste el sistema de carga impuesto una vez integrado el sistema entre la viga T y la semivigueta. El principal aporte del trabajo es proporcionar a los organismos encargados de su diseño y construcción una nueva variante acorde con las exigencias que deben cumplir los sistemas constructivos.

Palabras claves: sistema constructivo, hormigón armado, elementos integrados

ABSTRACT

The construction system of joist and platelet constitutes one of the roof and floor solutions most used in the construction of houses in the province of Matanzas. The need to build and rehabilitate houses with large spans led to changes in the dimensions of its component elements and consequently in its design. These modifications fail to meet resistance parameters and durability requirements regarding small-format construction systems, they are not in accordance with current trends that govern the design process of reinforced concrete structures in Cuba. The research proposes a variant of the joist and platelet construction system with integrated elements, where the concrete folder and a trapezoidal section beam form a T-section beam that provides greater resistance to the system and meets the durability requirements, in addition to maintaining the principles for which it was created (maneuverability and economy). Two variants of semi-joists are analyzed, the first with a strut in the center and without negative steel, and the second with a strut and with negative steel, where according to the results obtained, the first variant is the one that resists the imposed load system. once the system is integrated between the T-beam and the semi-joist. The main contribution of the work is to provide the organism in charge of its design and construction with a new variant in accordance with the requirements that construction systems must meet.

Keywords: construction system, reinforced concrete, integrated elements

Nota editorial: Recibido noviembre 2021; Aceptado diciembre 2021

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años en Latinoamérica se ha observado un incremento importante en la construcción de viviendas de interés social (VIS), estas se encuentran localizadas en todo tipo de climas [1]. La infraestructura de viviendas tipo VIS debe presentar un buen nivel de servicio, además que deben cumplir con los requisitos mínimos de calidad y de seguridad estipulados en los códigos de diseño y construcción. Un aspecto importante lo constituye el costo de estas viviendas, que debe ser un costo módico, debido a su alto carácter social.

Las VIS se han convertido en un tema de profunda investigación a nivel internacional, debido al crecimiento poblacional y en constante expansión. Lin [2] dirige su investigación a desarrollar un enfoque institucional y de gobernanza para comprender la construcción de viviendas sociales a gran escala en China, donde muestra que los contextos institucionales específicos y las relaciones y roles de varios actores han afectado la calidad de los proyectos de vivienda social contemporáneos. Existe una pesada carga financiera sobre el gobierno local y los problemas de gestión de los barrios de viviendas sociales en los modos de gobernanza existentes. Una solución para hacer frente a estos problemas es establecer diversas formas de asociaciones de vivienda social, que son responsables de la construcción y gestión de la vivienda social [3].

Julián, et al. [1] mostraron un estudio comparativo de los costos asociados a la construcción de vivienda de baja altura, bajo costo y de interés social. El estudio incluyó tres de los sistemas estructurales más utilizados para la construcción de viviendas de baja altura en Latinoamérica, tales como el sistema tradicional de muros de mampostería confinada, muros de hormigón reforzados con mallas electrosoldadas y muros reforzados con fibras de acero. La comparación de los costos se realizó mediante el análisis de presupuestos, donde se determinó que, desde el punto de vista económico, los sistemas de muros de concretos reforzados con mallas electrosoldadas o con fibras de acero son más favorables que los sistemas de mampostería confinada.

Marrufo, et al. [4] presentan un estudio orientado a innovar dentro de la industria local de construcción en serie para viviendas de interés social en Ciudad Juárez, México, mediante el empleo de los Métodos Modernos de Construcción (MMC). Por tanto, establece ventajas que los contenedores de acero reutilizados, aportan a un proyecto constructivo de este tipo. Los resultados demuestran que la reutilización de contenedores de acero reduce en un 60% la fabricación o construcción de prototipos por métodos tradicionales. La elaboración de cada

vivienda en fábrica reduce la posibilidad de que existan jornadas laborales pérdidas por efectos meteorológicos y otros contratiempos presentes en el método tradicional.

Viegas, et al. [5] presentan el diseño y desempeño térmico de muros acumuladores de calor, Heat Storage Wall (HSW) de materiales mixtos (hormigón y agua) para el calentamiento de viviendas de construcción masiva construidas por el Estado Nacional de Argentina. La propuesta se sustenta debido a la grave escasez de viviendas sociales, donde el Estado Nacional responde a esta escasez de forma cuantitativa más que cualitativa, evitando soluciones arquitectónicas y tecnológicas de bajo mantenimiento para esta problemática.

La cubierta y el entrepiso constituyen las fases de obras que mayor incidencia representan en el costo total de la vivienda, además de ser las de mayor complejidad debido a que sus componentes se encuentran generalmente sometidos a esfuerzos de flexión. Ambos elementos inciden en la seguridad estructural de la vivienda, ya que soportan las sollicitaciones normales de trabajo y las provocadas por los fenómenos meteorológicos. En la construcción y rehabilitación de viviendas para la población, el programa se torna completamente masivo y la utilización de materiales y técnicas que tengan un elevado precio y complejidad de construcción no es una solución viable. En la construcción de viviendas sociales se emplean elementos constructivos prefabricados, que cuentan con dimensiones y peso que permiten su sencilla manipulación y que no requieren alta especialización en el proceso de montaje.

La utilización de sistemas constructivos prefabricados que simplifiquen el proceso de edificación y que agilicen el tiempo de ejecución de la obra se hace una necesidad para el país. Dentro de los sistemas de entrepisos y cubiertas utilizados se encuentra el sistema de vigueta y plaqueta. En la provincia de Matanzas se ha ampliado el uso de esta solución para cubiertas y entrepiso, debido básicamente a tenerse un suministro estable de la solución, a su facilidad constructiva; no llevando alta especialización de la mano de obra ni equipos para montaje para lograr calidad en la ejecución. El mismo se conforma de manera general por viguetas prefabricadas de hormigón armado de sección rectangular que cubren la luz principal, sobre las mismas se colocan plaquetas de hormigón armado (500 x 900 x 50 mm), siendo la luz de trabajo de las plaquetas 900 y 500 mm para cubierta y entrepiso respectivamente. Sobre toda la superficie de la cubierta y entrepiso se coloca una capa continua de hormigón que se denomina carpeta, con un espesor de 6 a 7 cm que cuenta con un armado en forma de malla.

Existe un gran despliegue de este sistema en la provincia de Matanzas, donde ha demostrado sus excelentes características. Según Rodríguez [6], se conoce que un grupo de parámetros analizados en el diseño estructural de este sistema no están acorde con los requerimientos que exponen las tendencias actuales de diseño de estructuras de hormigón en Cuba, dígase resistencia y durabilidad. La presente investigación propone una variante del sistema con elementos integrados que aproveche la capacidad resistente de las viguetas y la carpeta para trabajar en conjunto mediante secciones compuestas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se describen los parámetros que influyen en el diseño del sistema constructivo propuesto. Se determina el peso máximo con que deben contar los elementos para que puedan ser cargados sin provocar lesiones, se define la sección de la vigueta que permitirá la unión con la carpeta de hormigón al igual que las dimensiones de la plaqueta. Se definen las cargas a las que será sometido tanto de cubierta como de entrepiso y se determinará la resistencia de diseño del sistema propuesto.

2.1 Manipulación de la carga

En la construcción de viviendas para la población es muy común el uso de sistemas constructivos para disminuir tiempos de ejecución y ahorrar encofrados, un gran por ciento de estos sistemas está compuesto por elementos que requieren ser montados manualmente, como ejemplos de estos sistemas se encuentran: vigueta y plaqueta, viga y bovedilla, losa

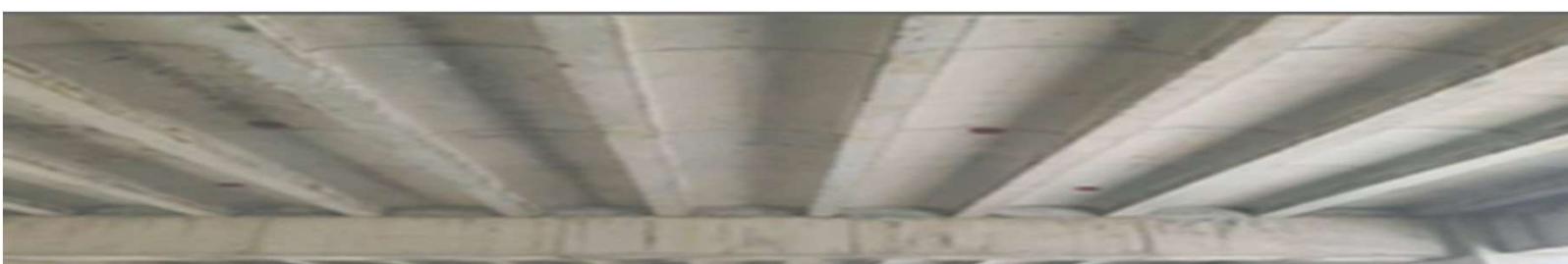
canal invertida, entre otros. La manipulación se debe tener en cuenta en el diseño de las dimensiones de los elementos que componen los sistemas constructivos ya que el peso en muchos casos es responsable de la aparición de fatiga física o bien de lesiones en los trabajadores, originando grandes costos económicos y humanos ya que el trabajador queda incapacitado para realizar su trabajo habitual. Para un correcto diseño de los elementos componentes de los sistemas constructivos es necesario restringir el peso de los mismos para que pueda ser manipulable para el trabajador sin riesgo de lesiones.

La mejora de la seguridad en las construcciones ha sido significativa en las últimas décadas [7, 8], donde varias investigaciones han sido dirigidas a la seguridad de los trabajadores [9-11]. Debido al gran esfuerzo físico que requieren algunos trabajos de construcción, los trabajadores son propensos a sufrir trastornos músculo-esqueléticos [12]. La restricción del peso en los elementos de sistemas constructivos no debe ser el máximo debido a condiciones de trabajo de las obras y del montaje además teniendo en cuenta que el agarre mayormente no es el ideal, una restricción del peso para elementos de sistemas constructivos de 40 kg por trabajador es sensato, pues estaría dentro del rango de los estudios en el área y cumpliría con normativas ergonómicas [13].

Los pesos totales de los elementos deben ser restringidos según su longitud y la cantidad de obreros que serán utilizados para el montaje. La tabla 1 muestra cual debe ser el peso máximo que deben tener las vigas en función de su longitud.

Tabla 1: Peso límite de la vigueta

Longitud (m)	Cantidad de obreros	Peso Límite (kg)
3,00	4	160
3,50	5	200
3,75	5	200
3,90	5	200
4,00	5	200
4,50	5	200
5,00	5	200



2.2 Sección de las semi-viguetas

Se utilizará la sección trapezoidal (Figura 1) ya que estas tienen una alta prestación para el diseño de viguetas de pequeño formato. Su principal ventaja es que brinda una zona extra de apoyo con el fin de colocar las plaquetas sin que el alma de la vigueta sea afectada, además, brinda un mayor aporte del hormigón al tener más sección en la zona comprimida. Estos elementos serán prefabricados y tendrán sección variable y longitud de hasta 5 m.

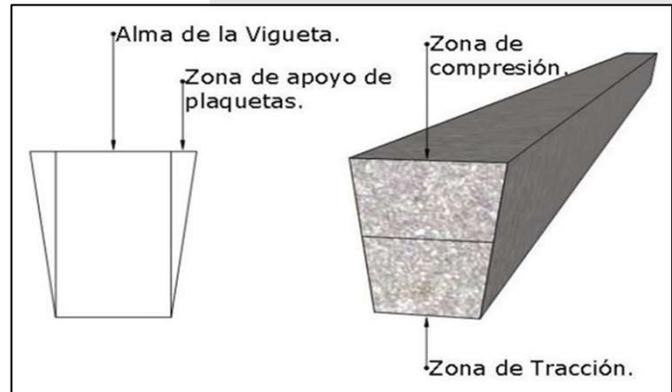


Figura 1: Sección de las semi-viguetas.



Figura 2: Lugar de almacenamiento de las plaquetas de 900 x 500 mm.

2.3 Sección de las plaquetas

Se mantendrán las características geométricas y físicas de las plaquetas que se producen actualmente en la provincia de Matanzas, estas son de hormigón simple de 900 x 500 mm con un espesor de 5 cm y una resistencia a compresión del hormigón de 20 MPa. Colocadas con el módulo de 900 mm en cubierta y de 500 mm en entrepiso. La figura 2 muestra el lugar de almacenamiento.

2.4 Integración de vigueta y carpeta de hormigón armado

El sistema trabajará de forma compuesta, concebido mediante la unión de la semi-vigueta prefabricada con una carpeta de hormigón armado fundido in situ de 5 cm de espesor. La integración de estos dos componentes formará una sección T que resume la estructura de soporte, la cual aprovecha la alta resistencia del hormigón a compresión, aporta una mayor rigidez y menores deflexiones que con los elementos actuando por separado. En la figura 3 se puede observar el sistema resultante con la incorporación de sus elementos en forma colaborativa



Figura 3: Integración de los elementos componentes.

En la figura 4 se delimita la sección T resultante de la unión de la carpeta de hormigón in situ en conjunto con la semi-vigueta.

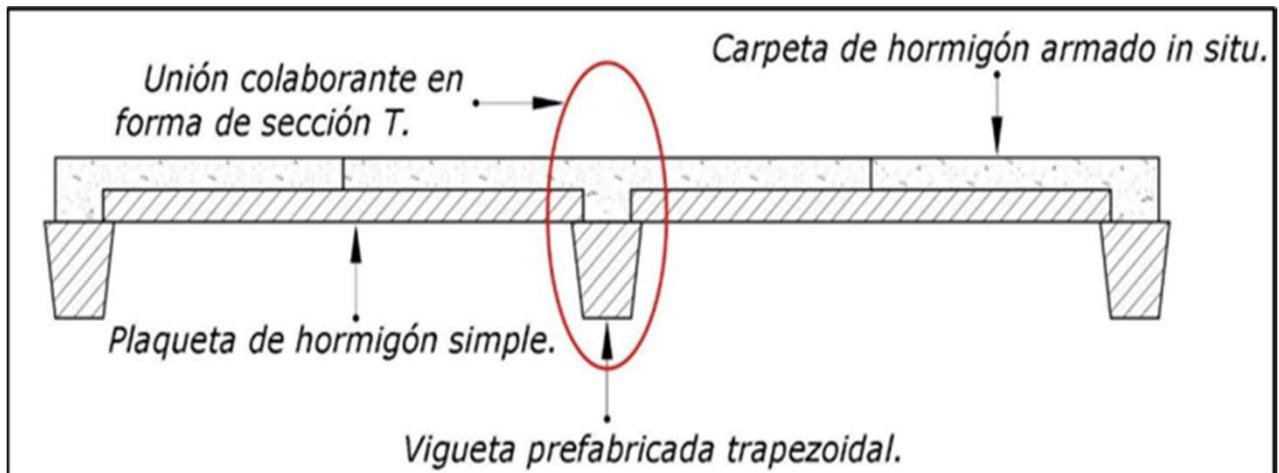


Figura 4: Detalle de la viga T formada de la unión viga-carpeta.

2.5 Cargas actuantes

Los valores nominales mínimos de carga debido al uso o explotación, son definidos como los valores más desfavorables para ciertas o posibles condiciones de uso normal de las edificaciones. Para los efectos del cálculo y diseño se utilizarán en la norma cubana NC 284 : 2003 [14].

Cargas de uso:

1. Para entepiso se seleccionó $1,5 \text{ kN/m}^2$ que corresponde al valor de "habitaciones de viviendas comunes".
2. Para cubiertas se seleccionó $0,8 \text{ kN/m}^2$ que corresponde a "desagüe libre y accesible solo a mantenimiento".
3. Para el cálculo de la semi-vigueta se tendrá en cuenta una carga de uso de $2,5 \text{ kN/m}^2$ que corresponde al tránsito de los obreros con equipos sobre ellas.

Como solución de impermeabilización de la cubierta se tomarán 3 capas de papel o fieltro asfáltico, asfalto y gravilla, con una densidad superficial de $0,4 \text{ kN/m}^2$ la establecida por NC 283 : 2003 [15]. Como solución de piso se escogerá losas cerámicas de 20 mm de espesor y densidad igual a $0,20 \text{ kN/m}^2/\text{cm}$, el mortero de cemento Portland para colocar la losa tendrá 15 mm, densidad de 20 kN/m^3 y relleno de 50 mm. La calidad del hormigón

dependerá del nivel de agresividad del ambiente, el hormigón armado colocado in situ tendrá una densidad de 24 kN/m^3 con una compactación normal, el hormigón armado producido en planta tendrá una densidad de 25 kN/m^3 para una compactación intensa y el mortero de cemento Portland para plaquetas tendrá una densidad de 20 kN/m^3 .

2.6 Requisitos de durabilidad

Hoy en día en el diseño de estructuras de hormigón armado no basta solamente con hacer diseños estructurales que resistan las cargas actuantes, hay que tener en cuenta los requisitos de durabilidad los cuales están directamente relacionados con el medio ambiente, el recubrimiento del acero y la calidad del hormigón determinada por su resistencia a compresión, en lo que influye la relación agua/cemento, su consistencia, compactación, curado, etcétera. Para el diseño del sistema se utilizarán los parámetros que fijan una duración de las estructuras mayor o igual a 50 años según NC 250 : 2005 [16]. En la investigación se utilizará la NC 207 : 2019 [17] para la realización de los cálculos estructurales.

3. RESULTADOS

A continuación, se muestra y describe el resultado del diseño del sistema constructivo de viguetas y plaquetas con elementos integrados. El total de luces diseñadas de las viguetas son siete, las cuales se mantuvieron del sistema constructivo de viguetas y plaquetas convencional. Siendo Matanzas una provincia con muchas zonas de alta agresividad, para esta investigación se diseñó el sistema solo para un ambiente agresivo.

3.1 Diseño de la semi-vigueta a flexión considerando una redistribución de momento del 100% (Variante 1)

En este diseño se asume que la semi-vigueta se fisura producto de un puntal, donde se forma una articulación plástica y existe una redistribución de momento del 100%, proporciona el momento más crítico, vigueta que no requiere de acero negativo y se tendrá en cuenta una variante para el nivel de agresividad más alto. La figura 5 muestra la distribución de momentos de esta variante, la tabla 2 brinda los datos del armado en cada caso según las luces donde se observa que los pesos de las semi-viguetas cumplen con los pesos límites planteados.

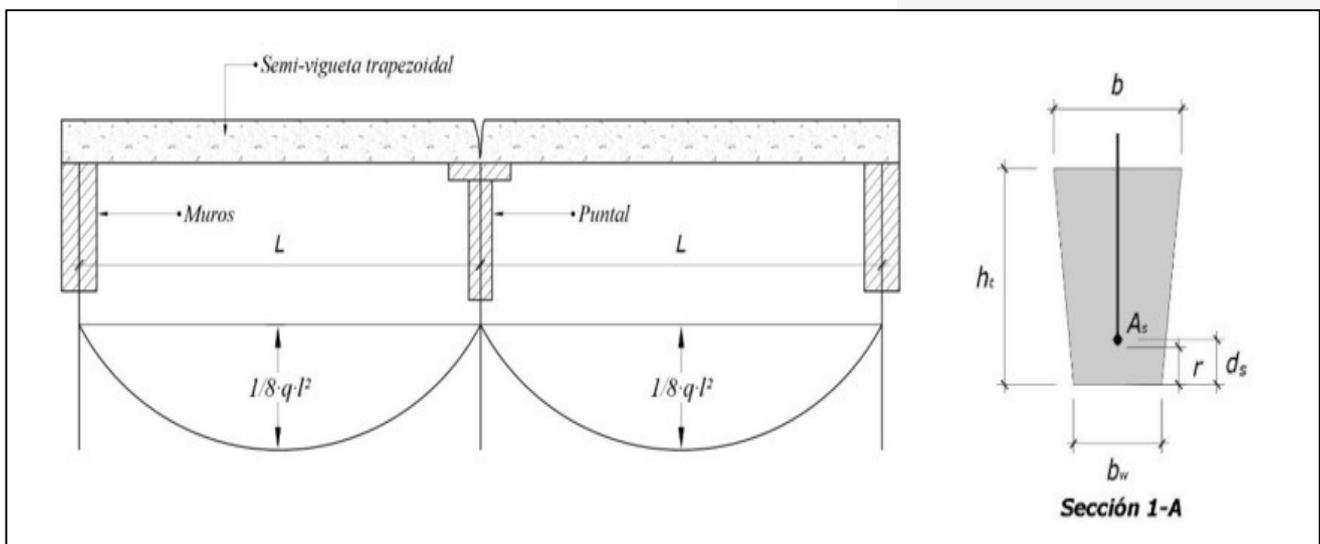


Figura 5: Detalle de la semi-vigueta con fisuración producto a puntal.

Resultados del diseño de la semi-vigueta trapezoidal a flexión sometida a un ambiente de alta agresividad ($f_c=30$ MPa)									
Viguetas	Longitud (m)	Peralto total ht(cm)	bw (cm)	b (cm)	Fy (MPa)	ds (cm)	rn (cm)	Acero Positivo \varnothing (mm)	Peso (kg)
Vigueta 1	3,00	11	5	10	300	4,6	4	12,7	59
Vigueta 2	3,50	12	5	10	300	4,8	4	15,9	75,6
Vigueta 3	3,75	12	5	10	300	4,8	4	15,9	81
Vigueta 4	3,90	13	5	10	300	4,8	4	15,9	91,26
Vigueta 5	4,00	13	5	10	300	4,8	4	15,9	93,6
Vigueta 6	4,50	13	7	12	300	4,9	4	19,1	133,38
Vigueta 7	5,00	15	7	12	300	4,9	4	19,1	171

3,2 Resultado de la semi-vigueta trapezoidal a flexión considerando una viga continua de dos claros (Variante 2)

En esta variante de diseño de la semi-vigueta no ocurre la fisuración en el centro de la luz, por lo que se obtiene un momento negativo que requiere de refuerzo y disminuye el momento positivo, por lo que se obtiene menos área de acero en tracción. En la figura 6 se muestra el esquema de distribución de momentos; en la tabla 3 se encuentran los datos del armado y se puede observar que, con respecto a pesos en kg, esta variante no tiene mucha diferencia con la anterior.

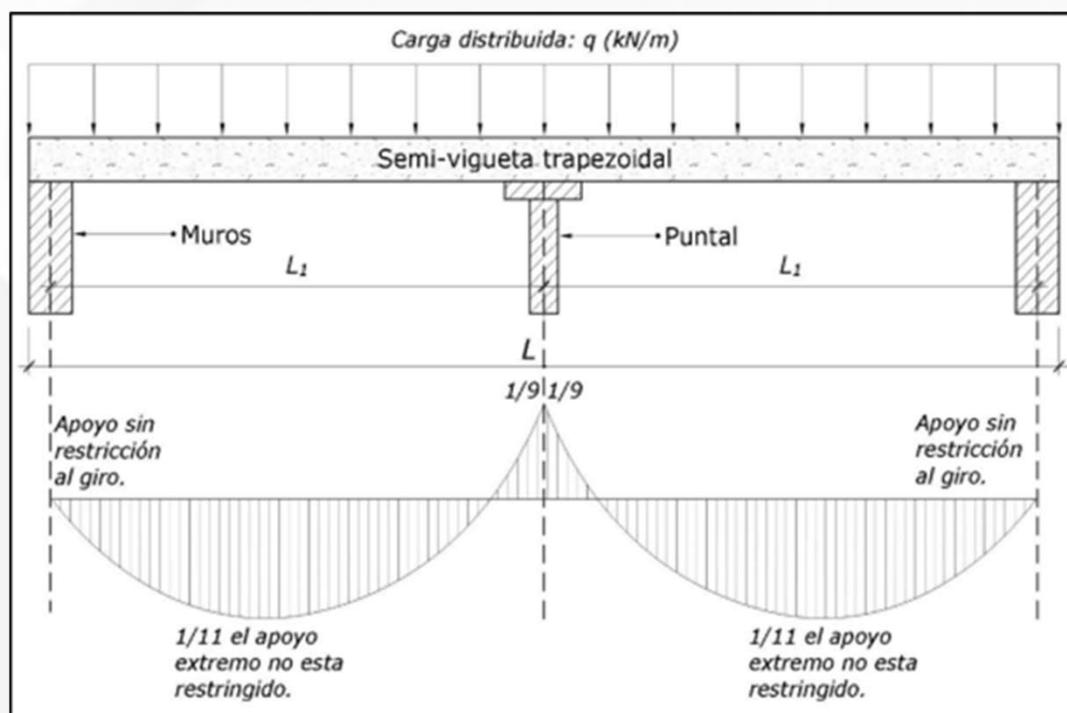


Figura 6: Detalle de la semi-vigueta con acero negativo producto del puntal.

Tabla 3: Dimensiones y refuerzo de la semi-vigueta sometida a un ambiente de alta agresividad.

Resultados del diseño de la semi-vigueta trapezoidal a flexión sometida a un ambiente de alta agresividad ($f'_c=30$ MPa)									
Viguetas	Longitud (m)	Peralto total ht (cm)	b_w (cm)	b (cm)	F_y (MPa)	d_s (cm)	r_n (cm)	Acero Positivo \varnothing (mm)	Peso (kg)
Vigueta 1	3,00	11	5	10	300	5,27	3,00	15,9	59,4
Vigueta 2	3,50	12	5	10	300	5,27	3,00	15,9	75,6
Vigueta 3	3,75	12	5	10	300	5,27	3,00	15,9	81
Vigueta 4	3,90	12	5	10	300	5,43	3,00	19,1	84,24
Vigueta 5	4,00	13	5	10	300	5,27	3,00	15,9	93,6
Vigueta 6	4,50	13	7	12	300	5,43	3,00	19,1	133,38
Vigueta 7	5,00	14	7	12	300	5,43	3,00	19,1	159,6

3.3 Resultados de la viga compuesta en forma T a flexión

Para el diseño de la viga T se utilizaron las cargas de la cubierta y las áreas de acero obtenidas en la semi-vigueta trapezoidal. Con las semi-viguetas y su armado se determinó el momento resistente de la sección y se comparó con el momento actuante. La figura 7 muestra los casos de diseño para las dos variantes mencionadas anteriormente.

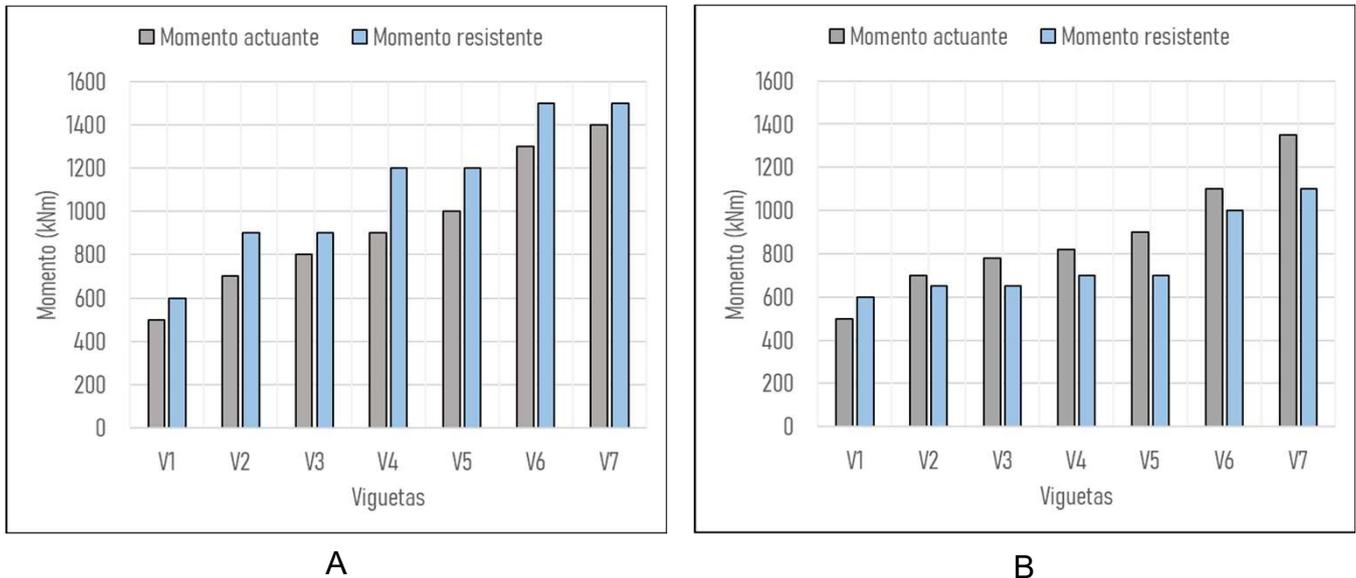


Figura 7: Comparación Momento actuante vs Momento resistente A. Sección T integrada considerando redistribución de momento del 100 % (Variante 1), B. sección T integrada considerando una viga continua de dos claros (Variante 2).

En la primera variante del diseño como se muestra en la figura 7 los momentos resistentes son mayores que los momentos actuantes en todos los casos, por lo que las áreas de acero y la sección obtenida en la semi-vigueta para el Dominio 3 fueron suficiente para soportar las cargas actuantes una vez conformada la sección T. Se considera que el diseño cumple con los requerimientos de resistencia y asegura la ductilidad deseada. En la segunda variante, mostrada en la figura 8, los momentos resistentes son menores que los momentos actuantes en la mayoría de los casos, lo que significa que las áreas de acero y las secciones obtenidas en la semi-vigueta no son suficiente para soportar las cargas que actúan sobre la viga T. Para utilizar la segunda variante como diseño habría que aumentar el área en tracción, pero se estaría colocando demasiado acero para satisfacer un momento más pequeño que actúa sobre la semi-vigueta, disminuye la profundidad del bloque de compresiones, lo que conlleva a que el diseño se desplace hacia el Dominio 3a o 4, donde se atenta contra las condiciones de racionalidad, economía, mejora de la deformabilidad y pérdida de la ductilidad del diseño. Por lo antes expuesto se utilizará la primera variante.

En la tabla 4 se muestran las características del armado según las luces de la viga T formada por la unión de la carpeta con la viga trapezoidal.

Tabla 4: Dimensiones y refuerzo de la viga T integrada sometida a un ambiente de alta agresividad.

Resultados del diseño de la viga T a flexión sometida a un ambiente de alta agresividad ($f'c=30\text{MPa}$)								
Viguetas	Longitud (m)	Peralto total ht (cm)	bw (cm)	b (cm)	Fy(MPa)	ds (cm)	rn (cm)	Acero Positivo \varnothing (mm)
Vigueta 1	3,00	21	5	75	300	300	4,14	12,7
Vigueta 2	3,50	22	5	85	300	300	4,30	15,9
Vigueta 3	3,75	22	5	85	300	300	4,30	15,9
Vigueta 4	3,90	23	5	85	300	300	4,30	15,9
Vigueta 5	4,00	23	5	85	300	300	4,30	15,9
Vigueta 6	4,50	23	7	87	300	300	4,30	19,1
Vigueta 7	5,00	24	7	87	300	300	4,30	19,1

3.4 Diseño del cortante en la semi-vigueta

En el caso del cortante, el cortante crítico se encuentra en la semi-vigueta, antes de actuar en conjunto con la carpeta, la tabla 5 muestra el resultado de los espaciamientos según las luces de las viguetas.

Tabla 5: Dimensiones y refuerzo de la viga T integrada sometida a un ambiente de alta agresividad

Resultados de la semi-vigueta a cortante en ambiente de alta agresividad:						
Viguetas	Longitud (m)	Peralto total (cm)	Fy (MPa)	Diámetro de acero \varnothing (mm)	ds (cm)	Espaciamientos (cm)
Viguetas 1	3,00	11	300	6	4,64	23
Viguetas 2	3,50	12	300	6	4,80	21
Viguetas 3	3,75	12	300	6	4,80	18
Viguetas 4	3,90	13	300	6	4,80	22
Viguetas 5	4,00	13	300	6	4,80	20
Viguetas 6	4,50	13	300	6	4,96	28
Viguetas 7	5,00	13	300	6	4,96	20

3.5 Diseño de la carpeta de hormigón fundido in situ

La carpeta de hormigón fundida in situ se diseñó a flexión y se determinaron los espaciamientos del acero principal o de carga y el acero por temperatura. En la figura 8 se muestra el esquema de colocación de los aceros y en la tabla 5 los espaciamientos según las luces.

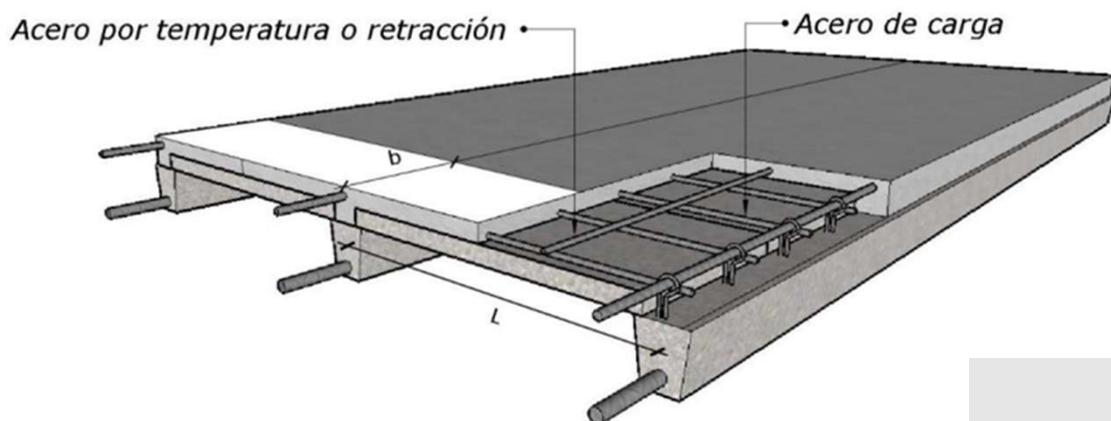


Figura 8: Esquema de colocación de acero de la carpeta.

Tabla 5: Dimensiones y refuerzo de la carpeta de hormigón in situ.

Resultados del diseño de la carpeta a flexión								
Viguetas	Longitud (m)	Peralto ht (cm)	b (cm)	Fy (MPa)	ds (cm)	Diámetro del acero Ø (mm)	Espaciamientos (cm)	
							10	25
Viguetas 1	0,95	5	100	300	2	6	10	25
Viguetas 2	0,95	5	100	300	2	6	10	25
Viguetas 3	0,95	5	100	300	2	6	10	25
Viguetas 4	0,95	5	100	300	2	6	10	25
Viguetas 5	0,95	5	100	300	2	6	10	25
Viguetas 6	0,97	5	100	300	2	6	10	25
Viguetas 7	0,97	5	100	300	2	6	10	25

4. CONCLUSIONES

El uso de sistemas constructivos de pequeño formato es ampliamente usado en la construcción de viviendas sociales en Cuba. Dentro de las características que deben poseer estos sistemas se encuentra la economía y la necesidad de que sus dimensiones permitan su montaje manual. El sistema de cubierta y entrepiso de viguetas y plaquetas es usado en gran parte de las viviendas sociales de Matanzas, aunque investigaciones han demostrado que un grupo considerable de parámetros analizados del diseño estructural de este sistema, no están acorde con los requerimientos que exponen las tendencias actuales de diseño de estructuras de hormigón en Cuba. El sistema propuesto constituye una variante al sistema constructivo de viguetas y plaquetas. Las secciones logradas de las semi-viguetas son de forma trapezoidal con un peso que facilita el montaje manual. Antes del vertido del hormigón de la carpeta, las semi-viguetas deben llevar un puntal en el centro de su luz, donde se analizaron dos variantes, con acero negativo en el área del puntal y sin acero negativo, permitiendo la fisuración en la zona de momento negativo. Según los resultados obtenidos la segunda variante cumple con los requisitos de resistencia una vez conformado el sistema. Al hormigonar la carpeta de hormigón se integra a la semi-vigueta formando una viga con sección T con gran capacidad de carga, resultando en un sistema colaborante donde cada elemento aporta estructuralmente a la resistencia.

1. C. Julián, A. William, and E. Fabián, "Evaluación de los costos de construcción de sistemas estructurales para viviendas de baja altura y de interés social," *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, vol. 16, no. 4, pp. 479-490, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.riit.2015.09.001>
2. Y. Lin, "An institutional and governance approach to understand large-scale social housing construction in China," *Habitat International*, vol. 78, pp. 96-105, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2018.06.001>
3. Y. Lin, Z. Liu, and S. Wang, "The Reference for Chinese Public Rental Housing from the Dutch Experience," *Urban Planning International*, vol. 32, pp. 138-145, 2017. <https://doi.org/10.22217/upi.2015.354>
4. A. Marrufo *et al.*, "Technical-economic evaluation in the use of steel containers for serial construction in social interest housing," in *2018 XIV International Engineering Congress (CONIIN)*, 2018, pp. 1-5. 10.1109/CONIIN.2018.8489785
5. G. M. Viegas *et al.*, "Heat storage wall made of concrete and encapsulated water applied to mass construction social housing in temperate climates," *Energy and Buildings*, vol. 159, pp. 346-356, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.11.001>
6. C. Rodríguez, "Optimización del diseño del sistema de entrepiso y cubierta de viguetas y plaquetas," Tesis de maestría, Departamento de Construcciones, Universidad de Matanzas, Cuba, 2018. <http://cict.umcc.cu/repositorio/tesis/Tesis%20de%20Maestr%C3%ADa/Ingenier%C3%ADa%20Asistida%20por%20Computadora/2018>
7. H.-C. Seo *et al.*, "Analyzing safety behaviors of temporary construction workers using structural equation modeling," *Safety Science*, vol. 77, pp. 160-168, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.03.010>
8. H. Li *et al.*, "Proactive behavior-based safety management for construction safety improvement," *Safety Science*, vol. 75, pp. 107-117, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.01.013>
9. M. Mazlina Zaira and B. H. W. Hadikusumo, "Structural equation model of integrated safety intervention practices affecting the safety behaviour of workers in the construction industry," *Safety Science*, vol. 98, pp. 124-135, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.06.007>
10. M. Shin *et al.*, "A system dynamics approach for modeling construction workers' safety attitudes and behaviors," *Accident Analysis & Prevention*, vol. 68, pp. 95-105, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.09.019>
11. S. Subedi and N. Pradhananga, "Sensor-based computational approach to preventing back injuries in construction workers," *Automation in Construction*, vol. 131, p. 103920, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103920>
12. X. Yan *et al.*, "Wearable IMU-based real-time motion warning system for construction workers' musculoskeletal disorders prevention," *Automation in Construction*, vol. 74, pp. 2-11, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.11.007>
13. L. F. Idrovo, "Análisis de las lumbalgias generadas por posturas forzadas en el personal de obreros oficiales en las obras de construcción de viviendas en la urbanización La Romareda en el proceso de fundición de losas en el año 2014. Establecer formas de trabajo utilizando medios apropiados de levantamiento de cargas.," Master Thesis, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad de Guayaquil, Ecuador, 2016. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/21261>
14. NC 284 : 2003 Edificaciones. Cargas de uso, La Habana, Cuba.
15. NC 283 : 2003 Densidad de materiales naturales, artificiales y de elementos de construcción como carga de diseño, La Habana, Cuba.
16. NC 250 : 2005 Requisitos de durabilidad para el diseño y construcción de edificaciones y obras civiles de hormigón estructural, La Habana, Cuba.
17. NC 207 : 2019 Requisitos Generales para el diseño y construcción de estructuras de hormigón, La Habana, Cuba.
18. A. Karji *et al.*, "Assessment of Social Sustainability Indicators in Mass Housing Construction: A Case Study of Mehr Housing Project," *Sustainable Cities and Society*, vol. 50, p. 101697, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101697>

