

ANÁLISIS TÉCNICO PARA PROPUESTA DE APARCAMIENTO CON ESTRUCTURA DE ACERO EN LA CIUDAD DE MATANZAS

Ing. Luis David Céspedes Domínguez¹, MSc. Ing. Manuel Pedroso Martínez², Ing.
Dariel Soto Portillo³

1, 2, 3. Universidad de Matanzas, luis.cespedes@umcc.cu

Resumen

Se desarrolla un análisis técnico para la construcción de un aparcamiento de estructura de acero en la ciudad de Matanzas. Se analizan variables del contexto con una secuencia lógica orientadas hacia la formulación técnica y metodológica de parámetros ingenieriles óptimos para llevar a vías de hecho el objeto de obra con el objetivo de solventar problemas de accesibilidad y movilidad dentro de la urbe. Se demuestran las ventajas y el carácter novedoso que tiene el uso del acero en este tipo de construcciones, al caracterizarse como material reciclable, durable y de alta resistencia ante los agentes con los que interactúa directamente cuando su uso se lleva a cabo bajo la normativa pertinente. Su aplicación se proyecta en estudios detallados de antecedentes que demuestran la necesidad de este tipo de infraestructura dentro de la ciudad de Matanzas para minimizar accidentalidad y congestión vehicular.

Palabras claves: Aparcamiento; estructura de acero; accesibilidad; movilidad.

El crecimiento poblacional en zonas urbanas y los avances tecnológicos en la fabricación de vehículos, ha generado un incremento de viajes y una atención mayor hacia la búsqueda de espacios para estacionamientos. Por ello, los modelos de vialidad urbana deben tener en consideración la habilitación de estos espacios, tanto para vehículos privados de personas que residen o trabajan en el área urbana, como para el tráfico inducido por el desarrollo de la actividad comercial. (Santana Rodríguez, 2017)

La ciudad de Matanzas, afronta en la actualidad problemas en el funcionamiento de la vialidad debido a que las condiciones de operación de esta no son lo suficientemente favorables. La accesibilidad y movilidad del área es importante debido al obligado paso de los usuarios que circulan por el corredor turístico Habana-Varadero, ya sea por la Vía Blanca, como por la Carretera Central. Este flujo, el que se pronostica aumente debido al desarrollo del turismo de ciudad, generará una demanda de estacionamientos que excederá a la actual, observándose síntomas de incomodidad de circulación en las principales vías de la ciudad en los horarios de mayor generación de viajes, principalmente la mañana y la tarde. (Santos et al., 2017)

Los espacios para estacionar sobre la vía atraen automóviles, así que generan congestión. Los estacionamientos fuera de la vía necesitan espacios, los que no están disponibles para este uso por falta de gestión. Nada más ha cambiado tan dramáticamente el paisaje urbano tradicional durante las últimas décadas, como los automóviles estacionados sobre las vías por no contar con espacios fuera de estas disponibles para ello. (Chávez García, 2016)

En la actualidad el número de plazas de estacionamientos con que cuenta la ciudad de Matanzas es desfavorable, pues su capacidad ya ha sido rebasada por el número de usuarios que se trasladan hacia su centro. Estudios realizados por el departamento de Construcciones de la Universidad de Matanzas y por la Oficina del Conservador de la ciudad, reportan cifras alarmantes vinculadas al congestionamiento y susceptibilidad accidental debido a la obstrucción vial por vehículos estacionados sobre el pavimento. A la fecha, ingresan al centro de la ciudad una extensa cantidad de personas y gran parte de ellas lo hacen mediante vehículos.

En la construcción de aparcamientos multiplanta en los centros de ciudades, el concepto de rentabilidad es esencial y se presenta en múltiples aspectos.

- Reducir el coste de la construcción.
- Optimizar el uso del aparcamiento.
- Garantizar la rentabilidad de la inversión ganando m² de superficie. (Corral Fonseca, 2016)

Coste de la construcción

El coste medio de la construcción de un aparcamiento multiplanta en la ciudad de Matanzas, pudiera ascender aproximadamente a 150 000.00 pesos por plaza. De utilizarse métodos de construcción muy económicos puede descender a 90 000.00 pesos. Las características y condiciones locales, la importancia de los equipamientos adicionales, el tratamiento dado a la comodidad y al aspecto estético, pueden asimismo hacer que el coste se eleve a 300 000.00 pesos. (Santana Rodríguez, 2017)

Máximo aprovechamiento de uso

Un aparcamiento multiplanta sólo tiene un rendimiento aceptable si el índice de ocupación es suficientemente alto. Esto sólo se podrá conseguir si en el diseño y en la distribución se ha tenido en cuenta la comodidad de utilización. (García et al., 2018) Para ello es imprescindible un estudio detallado del comportamiento de los usuarios que arriban a la ciudad. Aumentar la altura libre interior, diseñar rampas más anchas, reducir el volumen de los pilares, un equipamiento de mejor calidad... todos estos factores contribuyen a aumentar la comodidad y la seguridad del usuario.

Análisis de rentabilidad

Si se considera el conjunto de los costes ligados a la construcción hasta el final de la vida útil del edificio, los análisis de rentabilidad ponen de manifiesto que las construcciones con estructura metálica resultan claramente las más económicas. De esta forma, si se considera únicamente la reducción en los plazos de ejecución de una obra en acero y el consiguiente retorno anticipado del capital invertido, el análisis de rentabilidad muestra una clara ventaja a favor de la construcción metálica. (Ríos et al., 2013)

En el momento de planificar el proyecto para ubicar un aparcamiento de este tipo en el centro de la ciudad de Matanzas, debe considerarse la flexibilidad del edificio ya que permite encarar una evolución rápida de las necesidades expresadas, así como de las exigencias impuestas a dicho edificio y a su durabilidad.

Por lo anterior, se debe prestar una especial atención a la flexibilidad de adaptación de la construcción. Las estructuras de acero pueden, llegado el caso, ampliarse tanto en planta como en altura sin perturbar por lo general su uso. Así, es relativamente frecuente que estas estructuras sean montadas, desmontadas después de su uso y montadas de nuevo en otra localización.

Además, es conveniente examinar en cada caso el impacto de los equipamientos anexos a los aparcamientos, tales como las gasolineras con servicio de cambio de aceite, las instalaciones de lavado de autos, los quioscos gastronómicos, etc. Estos servicios pueden aumentar el interés del proyecto e incidir sobre su rentabilidad global al ser fuente de beneficios adicionales. (Barter Pineda 2016)

Optimización de cimientos

Las construcciones metálicas presentan marcados beneficios y ventajas con respecto al resto. El metal es un material que presenta un peso propio reducido, es insensible en relación con los asientos del terreno, tiene gran deformabilidad y en apoyos simples no transmiten momentos de flexión permitiendo más sencillez en los cimientos. (Hernández et al., 2013)

La naturaleza del suelo predominante en Matanzas presenta un riesgo de deformación importante, por lo que como solución óptima se podría prever cimentaciones profundas sobre pilotes. El bajo peso de las construcciones metálicas permite reducir considerablemente el tamaño de dichos pilotes. Con objeto de beneficiarse de la reducción de costes de cimentación inducida por la construcción metálica, es recomendable no lanzar la licitación relativa a la misma hasta no haber elegido el tipo de estructura de carga.

Diseño arquitectónico

En el momento que se pretenda diseñar la fachada de un aparcamiento multiplanta abierto en el centro de la ciudad de Matanzas o en sus inmediaciones hay que tener en cuenta que una parte importante de la superficie de las paredes exteriores debe permanecer abierta. No obstante, el diseño de la fachada permite su integración con el paisaje urbano y con las vistas que proporciona el casco histórico de esta emblemática ciudad cubana. El uso de láminas dispuestas en sentido oblicuo, de paneles inclinados, de elementos acristalados o perforados etc., permite evitar la monotonía de este tipo de construcciones prefabricadas. Las referencias de varios aparcamientos abiertos multiplanta en varias de las ciudades del mundo, son claros ejemplos de integración con éxito de la obra en el medio ambiente natural o en el paisaje urbano.

Optimización de espacios libres

En la etapa de diseño de un aparcamiento, hay que proyectar vías de circulación lo más cortas posibles sin por ello aumentar inútilmente la superficie ocupada por las rampas. La disposición de éstas depende de cómo se utilice el edificio. (Enríquez et al., 2017) A este respecto, se establece una distinción entre duración de ocupación (aparcamiento permanente, de corta o larga duración) y tipo de ocupación (uso intermitente o continuo).

Las rampas pueden situarse dentro o fuera del edificio, ser curvas o rectas. Las rampas helicoidales son más rápidas que las rampas rectas. Las vías de acceso deben bordear las zonas de aparcamiento. En el sentido de salida, es necesario diseñar vías lo más cortas posibles.

La inclinación de las rampas debe ser inferior al 15 %, intentando limitarlas al 12 %. En cuanto a las rampas exteriores, la pendiente deberá ser menor, salvo que se disponga de otras medidas adecuadas contra la formación de escarcha. (NC 460: 2006)

Una inclinación menor requiere, evidentemente, rampas más largas y, por lo tanto, más superficie. Ahora bien, unas rampas más anchas y menos inclinadas aumentan la comodidad de uso, elemento que debe ocupar un lugar relevante en el diseño.

Aparcamientos de menor altura y una altura libre reducida permiten construir rampas más cortas. Otra manera de reducir la longitud de las rampas, manteniendo una inclinación razonable, consiste en utilizar el método Humy, que introduce un desfase de media planta entre vanos contiguos de aparcamiento.

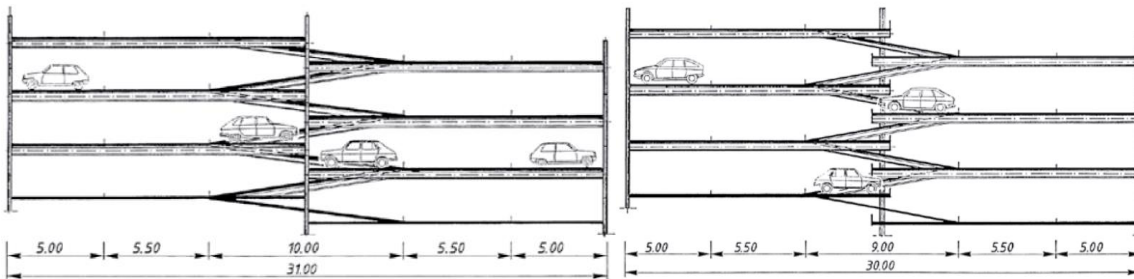
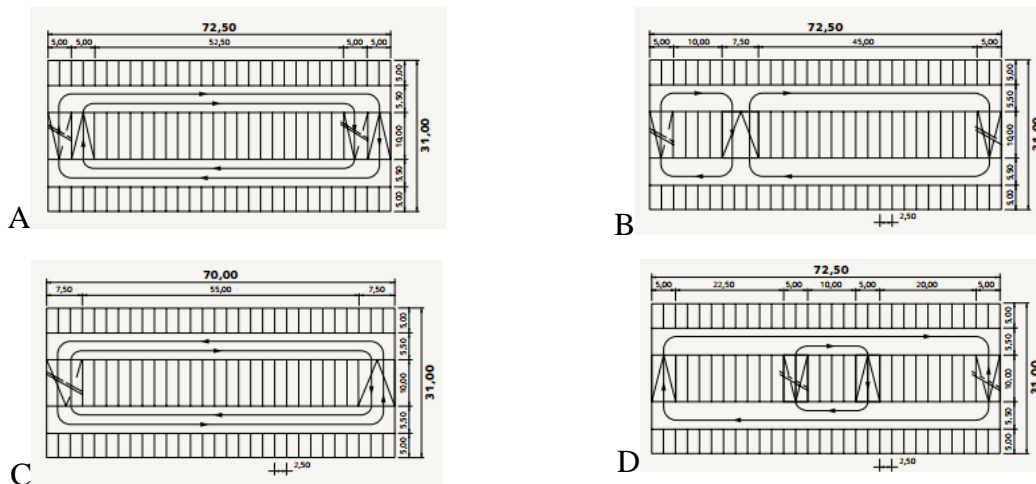
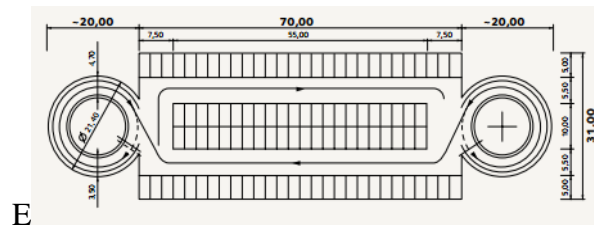


Figura 1- Inclinación de las rampas en aparcamiento multinivel para reducir longitud.
Fuente: NC 460: 2006

Cuando los pisos cuentan con una disposición vertical y sin desfase, este sistema requiere una anchura mínima de 31 m. Para cada tipo de rampas representadas, se ha calculado el espacio necesario y el recorrido más largo tanto para entrar como para salir de un edificio de cuatro niveles construido siguiendo el método de Humy.





- A: Rampas de entrada y salida yuxtapuestas, situadas en una extremidad del edificio, circulación en sentido único.
- B: Rampas situadas en una extremidad del edificio con circulación en ambos sentidos.
- C: Rampas de entrada y de salidas separadas, trayecto de salida más corto.
- D: Circulación mixta de entrada y salida, trayecto de salida más corto.
- E: Rampas helicoidales situadas fuera del edificio.

Figura 2- Tipos de rampas para un aparcamiento multinivel. Elementos componentes del subsistema vialidad que inciden en la accesibilidad y movilidad urbana.
Fuente: NC 460: 2006

Tabla 1- Valores de diseño para cada tipo de rampa.

Disposición de las rampas	Superficie total por planta (m ²)	Número de plazas por planta	Superficie por plaza (m ²)	Distancia del trayecto	
				Entrada (m)	Salida (m)
A	2248	100	22,48	654	521
B	2170	100	21,70	673	599
C	2248	102	22,03	514	271
D	2248	100	22,48	654	271
E	2889	100	22,48	316	251

Fuente: NC 460: 2006

Otro proyecto con la misma capacidad, dotado de rampas helicoidales exteriores muestra las ventajas de dicha disposición en aparcamientos de uso principalmente intermitente, aunque ésta necesita más superficie y una construcción más compleja.

Distribución del aparcamiento

En la etapa de diseño de las rampas, hay que respetar tanto en su parte más alta como en su base una distancia al suelo y una altura libre suficiente. La figura 3 presenta dos alternativas para realizar el cambio de inclinación. Hasta un desnivel de un 12 % la conexión puede realizarse sin redondeo o sin inclinación intermedia. (NC 460: 2006)

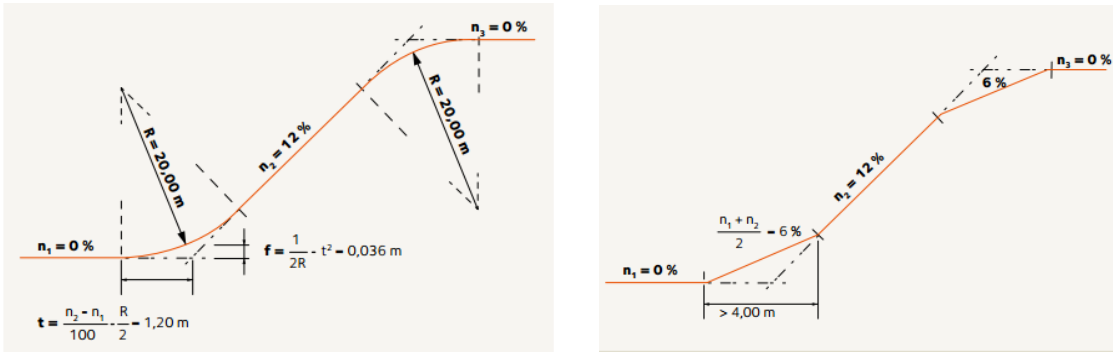


Figura 3- Alternativas para realizar el cambio de inclinación en las rampas.
 Fuente: NC 460: 2006

Cuando las vías de circulación son de dirección única como es el caso de muchas de las arterias de la ciudad de Matanzas, la mejor manera de organizar la circulación dentro del aparcamiento consiste en diseñar curvas de izquierda, que ofrecen una mejor visibilidad al conductor.

Optimización del uso de plazas

A pesar de los múltiples modelos de vehículos existentes en nuestro país, es posible determinar estadísticamente el volumen de un vehículo tipo. Todas las dimensiones básicas de las plazas, calles y rampas han sido calculadas en función de las dimensiones del vehículo indicadas en la figura 4:

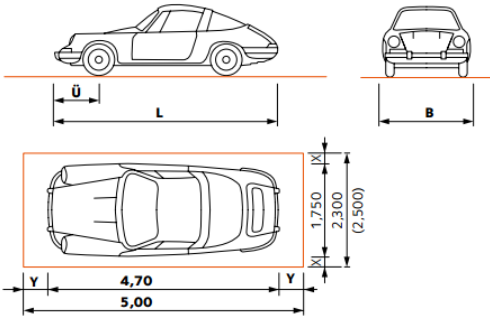


Figura 4- Dimensiones básicas de los vehículos ligeros.
 Fuente: NC 460: 2006

Las plazas pueden estar situadas a distintos ángulos. Cuando éstas están dispuestas de forma perpendicular a la calle de circulación, tienen una longitud de 5,00 m. y una anchura de 2,30 m. ó 2,50 m. dependiendo de si la calle tiene una anchura de 6,50 m. o de 5,50 m. El vano libre de las vigas es de 16,50 m. ó 15,50 m. mediante un sistema de carga sin pilar intermedio. (NC 460: 2006)

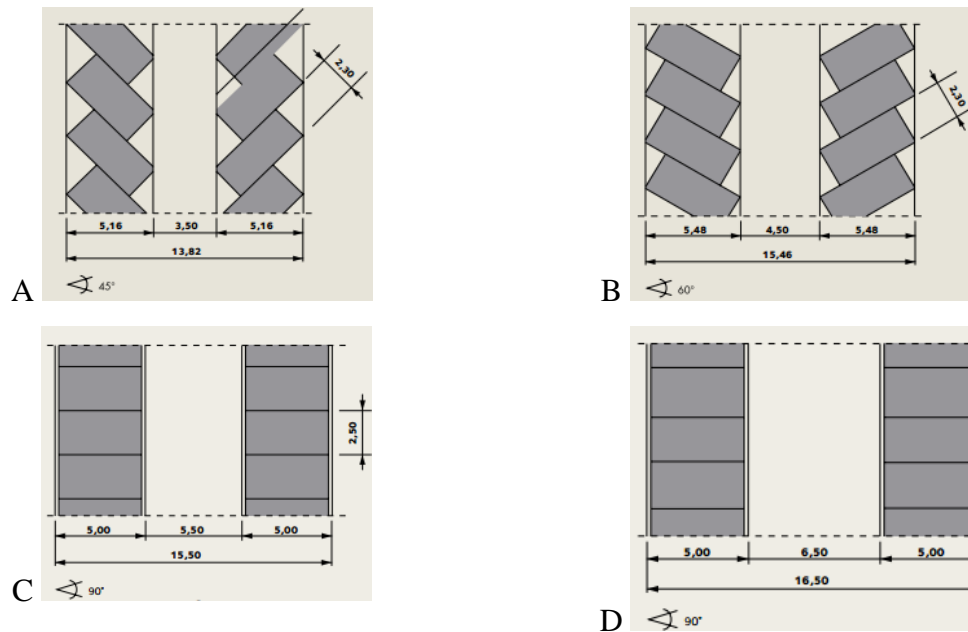


Figura 5- Plazas situadas a distintos ángulos y de forma perpendicular.

Fuente: NC 460: 2006

La tabla 2 muestra que si se colocan las plazas con un ángulo de 45° la anchura total del edificio puede reducirse a 14 m. Si se dispone de espacio suficiente, es preferible disponer las plazas de forma perpendicular a las calles con el objeto de reducir al mínimo la superficie necesaria por plaza y evitar así el espacio muerto a lo largo de las rampas y los muros exteriores. La altura libre mínima (2,10 m.) y la altura de construcción definen la altura entre las diversas plantas conectadas por las rampas.

Tabla 2- Dimensiones para plazas situadas de forma inclinada.

	Ángulo de disposición de plazas	Anchura de las plazas (m)	Anchura del edificio (m)	Superficie necesaria por plaza	
				(m ²)	(%)
A	45	3,253	13,82	22,48	118
B	60	2,656	15,46	20,53	108
C	90	2,500	15,50	19,38	102
D	90	2,300	16,50	18,98	100

Fuente: NC 460: 2006

Análisis de cargas

En las normas y resoluciones estructurales se establece que los forjados deben soportar una carga, uniformemente distribuida, de 2,5 kN/m². A razón de una superficie de 12,5 m² por plaza de aparcamiento, conlleva a un peso por vehículo de 3,13 toneladas, que es muy

superior al peso máximo autorizado (de 1 a 2 toneladas). Habida cuenta de su resistencia y elasticidad, los aparcamientos con estructura de acero son una excelente opción para construcciones en zonas de suelo con bajas resistencias portantes como lo son algunas ubicadas en la ciudad de Matanzas.

Pilares

La estructura principal se compone de pilares verticales y de vigas horizontales, unidos en general mediante tornillos. Las fuerzas horizontales provocadas por el viento predominante en la ciudad, que generalmente proviene del norte entrando por la bahía, y por las fuerzas de frenado se transmiten horizontalmente por el forjado a los arriostramientos verticales o a los muros a esfuerzo cortante. Un ejemplo claro de esto lo son las cajas de escalera.

En los aparcamientos multiplanta, los pilares están colocados en la parte exterior de un espacio que corresponde a una o a varias plazas de aparcamiento (módulo de 2,30 m a 2,50 m). La anchura de las rampas corresponde entonces a la anchura de dos plazas en caso de circulación en dirección única y a tres plazas en caso de circulación de doble sentido. (NC 460: 2006)

Cuando la distancia entre pilares es superior a 5 m se añaden unas viguetas apoyadas sobre las vigas principales fijadas entre pilares. La distancia entre ejes de pilares deberá en principio corresponderse con la distancia entre las vigas del forjado para evitar tener que añadir secciones transversales y así optimizar el peso del acero. Hacer coincidir los pilares con el límite de cada plaza ofrece la ventaja de delimitar visualmente cada plaza de aparcamiento. (Hernández et al., 2016)

En cuanto a los perfiles de los pilares, se recomienda optar por el acero tipo S355 con el fin, por una parte, de ahorrar material y, por otra, de reducir la sección de los mismos. (Hernández et al., 2013)

Vigas de forjado

La elección de las vigas de forjado para el objeto de estudio depende de su separación, del método utilizado en la realización del forjado de hormigón y de la altura de construcción disponible. Las distintas tipologías de construcción se distinguen por el método de realización del forjado.

La acción mixta entre la losa de hormigón y la viga de acero se realiza, por regla general, mediante pernos conectores soldados sobre las vigas de acero. El efecto de la acción mixta permite ahorrar cerca de un 20 % en el consumo de acero o reducir un 20 % la altura del edificio para un volumen de acero casi idéntico. (Hernández et al., 2016)

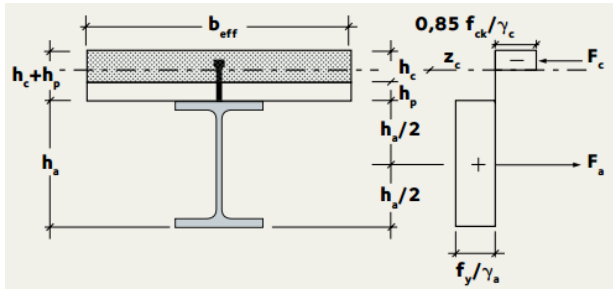


Figura 6- Acción mixta entre la losa de hormigón y la viga de acero.
Fuente: Elaboración propia (en aproximación a (Hernández et al. 2016)).

En caso que se decida colaboración mediante acción mixta entre las losas de hormigón prefabricado y la viga de acero mediante pernos conectores soldados, hay que prever un espacio en ambos bordes de la losa prefabricada en la zona de los conectores. Se prestará una atención particular al relleno de las juntas con un mortero especial.

Las losas prefabricadas se fijan al ala superior de la viga para evitar el pandeo lateral de ésta y para transmitir los esfuerzos horizontales. La unión entre las losas se realiza mediante un material ensayado de elasticidad permanente. (Hernández et al. 2016)

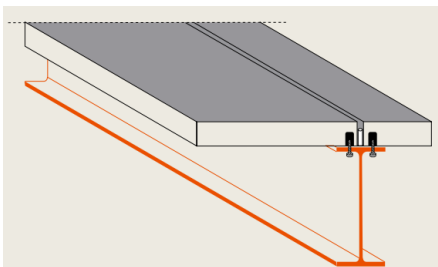


Figura 7- Losa prefabricada fijada al ala superior de la viga.
Fuente: Elaboración propia (en aproximación a Hernández et al. 2016).

Independientemente del sistema de construcción de los forjados, las vigas recibirán en taller una contraflecha destinada a equilibrar la deformación provocada por las cargas permanentes (peso de la losa y de la viga laminada) y de una parte de la carga variable.

Si las vigas del forjado se apuntalan temporalmente durante la aplicación del hormigón, la contraflecha se calcula con el momento de inercia de la sección mixta, es decir, tomando en cuenta la colaboración entre el acero y el hormigón. En este caso, se reduce la flecha generada por las cargas permanentes.

Para las vigas del forjado existe la posibilidad de recurrir al acero tipo S355 al igual que en los pilares. Se puede optar de igual forma por el ahorro de material mediante la racionalización de costes recurriendo al empleo de vigas ligeras IPE en acero de alto límite

elástico S460. Si se decidiera por un aparcamiento de poca altura, existe la posibilidad de recurrir a vigas de menor canto, aunque algo más pesadas. (Hernández et al. 2016)

Protección anticorrosiva

Matanzas es una ciudad que presenta un alto riesgo corrosivo dado a su estrecha cercanía con el mar. Es fácil apreciar el avanzado deterioro corrosivo presente en las estructuras metálicas ubicadas en la zona dados a las altas temperaturas, el grado de salinidad existente en el entorno y que está en contacto directo con el metal y de las propiedades de los metales empleados en estas construcciones.

Actualmente, la protección anticorrosión se suele realizar a menudo galvanizando la estructura metálica mediante inmersión en caliente. Antes de la galvanización, el óxido y la calamina se eliminan mediante un baño de ácido. Durante la inmersión en el baño de zinc líquido a 450° C, se forma bajo la capa de zinc una aleación adherente de hierro-zinc.

Se obtiene un máximo aprovechamiento de dicha protección aplicando, posteriormente, una pintura de acabado. Dicho sistema de protección contra la corrosión permite reducir al mínimo los gastos de mantenimiento, al impedir la galvanización la formación de óxido bajo la pintura. El desarrollo de nuevos productos de recubrimiento ha mejorado considerablemente la protección anti-corrosión. (Covarrubias Pérez et al., 2015)

La experiencia adquirida en construcciones de este tipo demuestra que las pinturas más habituales de protección anticorrosión protegen por un período de entre 10 y 20 años en función de los emplazamientos. Al término de dicho período, basta con renovar la capa de acabado; utilizando otro color se proporciona un nuevo aspecto exterior a la obra. La protección contra la corrosión que se debe seguir para el caso del objeto de estudio incluye normalmente el granallado de la superficie metálica y un recubrimiento a base de varias capas que deben ser compatibles entre ellas:

- Granallado de la superficie, grado de preparación SA 2,5.
- Imprimación de 15-25 μm .
- Una o dos capas intermedias (espesor 2 x 40 μm o 1 x 80 μm).
- Dos capas de acabado (espesor 2 x 60 μm). (Covarrubias Pérez et al., 2015)

Es importante tener en cuenta que, a excepción de la última capa de acabado, el recubrimiento se aplica en taller. Tras el montaje, se reparan las zonas dañadas y se aplica la última capa en obra.

Protección antiincendios

La normativa de muchos países del mundo no contempla ningún tipo de exigencia antiincendio para la estructura metálica de este tipo de edificios. Se considera que un aparcamiento es abierto cuando existen en cada nivel aberturas con una superficie igual a

un tercio de la superficie total de las paredes exteriores, y si permite una ventilación eficaz y permanente.

Para los escasos países donde se requiere una resistencia al fuego, se acepta la ingeniería de seguridad ante incendios como alternativa al fuego estándar ISO. Los datos básicos necesarios para aplicar este enfoque (carga de fuego, velocidad de generación de calor, número de vehículos implicados...) han sido determinados tras numerosos ensayos realizados en varios países.

En las últimas décadas, la propagación del fuego desde un vehículo, raramente ha alcanzado a más de tres vehículos adyacentes. En ensayos reales se han registrado temperaturas máximas locales del acero de 700° C aunque durante un corto período de tiempo y en pilares y vigas sin protección. Dichas temperaturas no provocaron ni el deterioro, ni siquiera deformaciones persistentes de la estructura. (Covarrubias Pérez et al., 2015)

Con el fin de respetar la exigencia de resistencia al fuego ISO de entre una y dos horas que se impone a este tipo de aparcamiento, el edificio se construirá con un sistema mixto AF antiincendios. Dicho sistema consiste en rellenar con hormigón armado los huecos de los perfiles entre alas. Al utilizar esos elementos como elementos estructurales mixtos en pilares y vigas las cargas se transmiten mediante la acción mixta del acero y el hormigón. Además de su acción de carga, el hormigón protege al acero de un calentamiento demasiado rápido, proporcionando de esta manera una protección contra el incendio.

Durabilidad de la estructura de acero

La política medioambiental del CITMA, la Oficina del Conservador de la ciudad, los grupos de proyectos pertenecientes a la Universidad de Matanzas y el resto de las entidades y grupos encargados, inscriben en un objetivo de desarrollo sostenible que pretende establecer a largo plazo un equilibrio entre el medio ambiente, el bienestar social y la economía.

Las plantas de producción de acero en nuestro país productos funcionan siguiendo los criterios del sistema de gestión medioambiental definidos por la norma ISO 14001: 1996. Utilizan primordialmente chatarra reciclada como materia prima. Esta nueva tecnología permite reducciones sustanciales de emisión y de consumo de energía primaria.

Se pretende con este análisis lograr un edificio de estacionamiento vehicular, elaborado en acero que permita:

- Reducir la cantidad de materiales de construcción utilizando aceros de alta resistencia.
- Estacionar un importante número de vehículos gracias al aligeramiento y diseño de la estructura.

- Acelerar la construcción gracias a la prefabricación.
- Reducir los residuos y otros perjuicios en obra utilizando montajes “secos”.
- Diseñar un edificio desmontable y reutilizable para otros fines.
- Aumentar la superficie útil favoreciendo el uso de los aceros S355 o S460.
- Satisfacer las exigencias medioambientales a través de productos reciclados y reciclables. (Hernández et al. 2016)

Conclusiones

Entre los elementos que conforman a la ciudad como sistema urbano, se encuentra el subsistema vialidad que contempla, entre otros componentes, los estacionamientos –en este caso fuera de la vía pública- y estos influyen de manera directa, en la accesibilidad y movilidad urbana. El análisis técnico para propuesta de aparcamiento con estructura de acero en la ciudad de Matanzas facilita la determinación y adecuación de espacios disponibles que pueden suplir en gran medida la demanda de aparcamiento con la que hoy cuenta esta urbe. Los aparcamientos con estructura de acero presentan significativas ventajas y facilidades a la hora de su diseño y ejecución que vienen dadas por las características propias del material y pueden llegar a ser estructuras reutilizables. Se le facilita a las entidades involucradas un análisis técnico detallado que sirve como base y sigue los requisitos impuestos por las normas y resoluciones vigentes para llevar a cabo el proyecto de un aparcamiento de estructura de acero en la ciudad de Matanzas.

Referencias bibliográficas

BARTER PINEDA, P. *Gestión del estacionamiento en vía*. Documento técnico de transporte urbano sostenible #14. México, Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo, 2016.

CHÁVEZ GARCÍA, L. *Análisis de capacidad de la plataforma de estacionamientos del aeropuerto Arturo Merino Benítez*. Titulación de Gestión Aeronáutica Universidad Autónoma de Barcelona, España, 2016.

CORRAL FONSECA, F. *Propuesta de un manual de dimensionamiento y ubicación de parqueaderos y estacionamientos para ciudades del Ecuador menores a 100.000 habitantes*. Tesis para la obtención del grado de Magister en Ingeniería del Transporte. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador, 2016.

COVARRUBIAS PÉREZ, F.; SÁNCHEZ, F.; UNDURRAGA, P.; COYULA, M.; VÁZQUEZ, G.; AYMÓNINO, C.; BORDOGNA, E.; LEAL, F.; QUIJANO, A.; GONZÁLEZ, T.; SÁNCHEZ, J. y MARÍA, C. *La arquitectura de hoy, entre la ciudad histórica y la actual*. VII Encuentro Internacional de Revitalización de Centros Históricos. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador, 2015.

ENRÍQUEZ ACEVEDO, D. D. y PORTOCARRERO, A. C. *Estudio de factibilidad de un estacionamiento vehicular con sistema de elevación*. Tesis como requisito para optar el título de Ingeniería Comercial. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Administrativas. Ecuador, 2017.

GARCÍA MONDEJAR, D.; ESCOBAR TORRES, D. y MONCADA QUIRINO, C. Estudio de demanda de estacionamiento en un plan de implantación en Manizales – Colombia. *Revista Espacios*. Vol. 39 (Nº 06) Año 2018, pág. 2. ISSN 0798 1015, 2018.

HERNÁNDEZ SANTANA, J. J. y HERNÁNDEZ CANEIRO, J. A. *Hormigón estructural. Diseño por estados límites*. Tomo I. La Habana: Editorial Universitaria Félix Varela, 2013.

HERNÁNDEZ SANTANA, J. J. y HERNÁNDEZ CANEIRO, J. A. *Hormigón estructural. Diseño por estados límites*. Tomo II. La Habana: Editorial Universitaria Félix Varela, 2016.

NC 460: 2006 *Estacionamiento de vehículos automotores. Requisitos para el diseño y construcción*. Edición octubre 2006. Oficina Nacional de Normalización (NC). ICS: 91.080; 91.090

RÍOS ACOSTA, R. A.; VICENTINI, V. L. y ACEVEDO DAUNAS, R. *Guía Práctica: Estacionamiento y políticas de reducción de congestión en América Latina*. Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, Washington D.C. 2013.

SANTANA RODRÍGUEZ, Y. *Procedimiento para la planificación y control de estacionamientos sobre la vía pública en la Zona Priorizada para la Conservación del Centro Histórico de la Ciudad de Matanzas*. Tesis en opción al título de Ingeniero Civil. Universidad de Matanzas Sede “Camilo Cienfuegos”. Matanzas, Cuba, 2017.

SANTOS PÉREZ, O.; MARQUÉZ BRITO, M.; MORCIEGO ESQUIVEL, H. y DELGADO ÁLVAREZ, D. *Diagnóstico del alineamiento estratégico entre el proceso de gestión integrada de accesibilidad y movilidad urbana en centros históricos y la estrategia de las entidades implicadas. Aplicación en la ciudad de Matanzas*. Memorias del Evento Territorial de Gestión Empresarial y Administración Pública (GEAP). Matanzas, Cuba: Universidad de Matanzas, 2017.