

VIABILIDAD DE LOS APARCAMIENTOS SOBRE RASANTE FRENTE A LOS BAJO RASANTE

**¹*Guzmán Carrizosa, Inmaculada; ¹Lucas Ruiz, Rafael; ¹Guevara García, Fco. Javier
¹ETSIE / CAII
Avda. Reina Mercedes, 4A. 41012. Sevilla
e-mail: *inmaguz@us.es**

RESUMEN

En este trabajo se pretende poner de manifiesto las diferencias económicas y de recursos entre un aparcamiento construido en dos situaciones distintas; bajo rasante y sobre rasante. Para ello, se ha diseñado un modelo lo más integrado posible en una realidad urbanística concreta, con prestaciones y características constructivas iguales, salvo las obligadas por su situación, de forma que puedan ser comparados a la luz de la teoría del coste global en edificación. Así, se ha implantado el modelo diseñado en las dos situaciones, bajo rasante y sobre rasante, y estudiado y comparado los costes de inversión, explotación, demolición y reciclaje. Se ha realizado también una primera evaluación de los recursos necesarios para la ejecución de los mismos, para un ciclo de vida de 50 años.

Keywords: transporte, urbanismo, obras subterráneas, construcción, planificación urbana

1.- Introducción

El uso de vehículos ha arrastrado siempre consigo el problema de almacenarlos cuando no se utilizan. Sabemos la importancia que ha tenido desde la antigüedad esta cuestión y la influencia determinante en la construcción de edificios, las caballerizas, los apeaderos y almacenes de carruajes forman parte de las arquitecturas domésticas, burguesas, palaciales y defensivas de todos los tiempos. Con la aparición del automóvil, especialmente en ciudades, continúa planteándose el problema de su depósito temporal o almacenaje en los intervalos de tiempo en lo que no se utiliza, denominándose aparcamientos a los espacios o edificaciones destinados a tal fin. Según países y momentos se han adoptado diferentes soluciones para la cuestión. En cualquier lugar del mundo, el problema de aparcamiento existirá o no en función del diseño de la ciudad que en general tendrá una ocupación y uso intensivo en los centros y más distendido y extensivo en las periferias. El problema por tanto se planteará principalmente en los centros de las ciudades y lugares donde la edificación sea muy intensiva y no tenga previstos estos espacios. En los centros o sectores congestionados se soluciona con aparcamientos en la vía pública, que suelen estar regulado por zona horaria, extensivos sobre rasante en espacios habilitados para ello, los bajo rasante ubicados en sótanos de edificios o de uso exclusivo para aparcar y los situados en edificios construidos sobre rasantes diseñados para ello. Este abanico de soluciones tiene diversas variantes y costes asociados de implantación y operación.

Es obvio y generalmente admitido que un aparcamiento sobre rasante tiene menores costes que uno bajo rasante de características similares, así como menos emisiones contaminantes sin embargo, no conocemos que se hayan realizado hasta la fecha estudios que con algún procedimiento metodológicamente aceptado determine o se aproxime al valor de estos costes.



Fig. 1 “Imagen del aparcamiento del aeropuerto de Düsseldorf, Alemania”. Fuente: internet

Nos interesa en esta ocasión detenernos en el estudio de los edificios de aparcamientos construidos sobre rasante y los situados bajo tierra. Estudios que se consideran imprescindibles tanto para la pervivencia de los existentes como para las intervenciones futuras. En este trabajo en concreto, nos interesa investigar la naturaleza de esas diferencias de cara a una mayor sostenibilidad futura siempre manteniendo la hipótesis de que el vehículo particular va a tener una presencia importante en el transporte dentro de la ciudad.

El análisis se va a realizar en tres niveles sucesivos; en primer lugar desde la teoría de recursos necesarios para ejecutar las obras, a continuación se aplicarán modelos derivados de la teoría del coste global, es decir estudios donde se analiza completo del ciclo de vida del edificio, por último, integrar los datos obtenidos en los más recientes modelos de huella ecológica.

Se realizan dos hipótesis de construcción de un mismo aparcamiento, uno enterrado y otro en superficie con las mismas condiciones de entorno, prestaciones jurídicas, normativas calidades y servicios para a continuación comparar los datos obtenidos.

2.- Objetivos

Se plantea conocer con detalle las diferencias existentes entre los aparcamientos sobre rasante frente a los bajo rasante.

Este trabajo es una primera inmersión en el tema de la sostenibilidad de aparcamientos, de vital importancia para el futuro, en la hipótesis de que el vehículo privado siga teniendo un importante protagonismo en el transporte.

El análisis se realizara a la luz de la teoría del coste global, es decir del ciclo de vida del edificio, conocido como:

Coste Global = Coste Inversión + Coste Explotación + Coste Demolición y Reciclaje

$$CG = CI + CE + CR \quad (1)$$

Desde la experiencia de diseño y construcción de numerosos aparcamientos en Andalucía (España) así como en el análisis de la viabilidad de los mismos se aborda la realización de un estudio comparativo de costes económicos como primer paso hacia un ámbito mayor en el cual se cuantifiquen los costes energéticos así como las emisiones de contaminantes.

3.- Metodología

Para poder realizar un modelo comparativo de costes se plantea establecer un aparcamiento teórico en una localización supuesta, desarrollado el proyecto tanto sobre rasante como bajo rasante. Para ello se ha establecido la siguiente metodología:

3.1.- Localización del escenario de la investigación

Se buscará un solar en una ciudad conocida, y donde aparentemente fuera viable y adecuada la edificación de un nuevo aparcamiento.

3.2.- Análisis de viabilidad urbanística

Se comprobará a viabilidad urbanística del mismo, aunque no es básico para el objeto del estudio, ya que muchas normativas urbanísticas no prevén aparcamientos sobre rasante.

3.3.- Fundamento y diseño de los modelos de aparcamiento

Se desarrollarán dos modelos lo más similares posible, uno sobre rasante y otro subterráneo, de acuerdo con la normativa en vigor. Nunca podrán ser totalmente iguales dadas las características constructivas distintas.

3.4.- Estudios de costes de los modelos

Se realizará el estudio de coste de cada uno, incluyendo los coste totales de la vida del edificio (Coste Global C_G):

- Coste de Inversión C_I
- Coste Explotación C_E
- Coste Demolición y Reciclaje C_R

Procediéndose a un análisis comparativo de los costes de ambos modelos (S/B rasante), de la siguiente forma:

3.5.- Estudios de viabilidad de los modelos

Se realizará un estudio de viabilidad de ingresos y gastos que demuestre que los modelos estudiados pueden ser ejecutables.

3.6.- Estudio comparativo de costes

Se hará un estudio comparativo de los datos obtenidos en los campos siguientes:

- Coste de Inversión C_I
- Coste de Explotación C_E
- Coste de Demolición y Reciclaje. C_R
- Coste Global CG

3.7.- Estudio comparativo de recursos

- Materiales. M_t
- Maquinaria. M_q
- Mano de Obra. M_o

3.8.- Herramientas utilizadas

Para el estudio comparativo se han utilizado las siguientes herramientas:

- Banco de Precios la Junta de Andalucía 2013.
- Programa de presupuesto y mediciones Presto 8.8.
- Memoria del Banco de Precios la Junta de Andalucía 2013. Calculo desglosado de Costes Indirectos.

En el procedimiento de valoración y cuantificación se ha procedido a elaborar una sola base de datos compuesta por los epígrafes comunes a ambos modelos. En los epígrafes específicos de cada modelo se valoran a cero aquellos que no corresponden al modelo concreto. De esta forma se dispone de una base de epígrafes y precios única que permita un análisis comparativo.

4.- Modelo de aparcamiento estudiado

4.1.- Definición y justificación de los modelos de aparcamiento propuesto para el estudio

- Localización

La localización se elige en Sevilla, de donde se dispone de gran cantidad de datos para efectuar las distintas valoraciones. La ubicación corresponde a un solar donde actualmente hay un aparcamiento irregular en superficie y que suele estar saturado, lo que indica la demanda del mismo.

- Número de plantas

Se plantea un aparcamiento bajo rasante con cuatro plantas bajo rasante ya que es lo máximo permitido por el PGOU de Sevilla, la demanda es alta y el estudio geotécnico aconseja pantallas desde la cota -3m aproximadamente, por lo que se decide ir al máximo.

Por tanto para realizar una comparativa lógica, las plantas del aparcamiento sobre rasante serán cuatro también.

En este sentido, a priori en un modelo con el máximo número de plantas la repercusión de las cimentaciones y las cubiertas es inferior, lo que hace que ambos modelos sean similares.

- Número de plazas

La experiencia nos dice que un aparcamiento de rotación para que sea rentable ha de tener entre 200/600 plazas, ya que un número superior provoca problemas en los accesos.

En los aparcamientos de cesión (residenciales) el número máximo de plazas ha de ser de 300 plazas aproximadamente, ya que con la densidad de población de la zona, un número de plazas mayor necesitaría de usuarios no colindantes con el mismo

- Tipología.

Se elige una tipología lineal, sencilla, muy normal, de la que se dispone de gran cantidad de datos sobre sus costes. Dentro de la ciudad existen varios aparcamientos similares de los que se dispone de datos: Paseo de Colón, Virgen de Lujan, República Argentina, Avenida de Roma, Dr. Fedriani, etc.

4.2.- Fundamentos de diseño de los modelos de aparcamiento

Para realizar el estudio comparativo de ambos modelos de aparcamientos se ha procedido en primer lugar a establecer un conjunto de características constructivas generales para ambos con el objetivo de disponer de modelos comparables lo más parecido posibles. A continuación se establecen las características particulares de cada modelo.

4.2.1.- Características comunes de ambos modelos

7. **Situación:** dirección C/ Luis Rosales tras el apeadero de ferrocarril Virgen del Rocío y junto al barrio del Porvenir y Bami.
8. **Número de vehículos:** 412 de vehículos de 4 ruedas y 50/51 de vehículos de 2 ruedas.
9. **Número de plantas:** cuatro plantas.
10. **Sistema estructural elegido:** cimentación por losa, pilares y losas de forjado, todo ello en hormigón armado.

11. **Sistema de construcción elegido:** según normativas, cerramientos de fábrica, particiones de fábrica, carpintería, cerrajería, revestimientos.
12. **Instalaciones según normativa;** en cada caso se adecuan al modelo de edificio elegido; ascensores, etc.

4.2.2.- Características específicas del aparcamiento bajo rasante

1. **Pantallas:** Para la contención perimetral de tierras.
2. **Urbanización:** Se urbaniza toda la parcela de actuación
3. **Instalaciones:** Específicas de ventilación, protección contra incendios, evacuación de aguas.

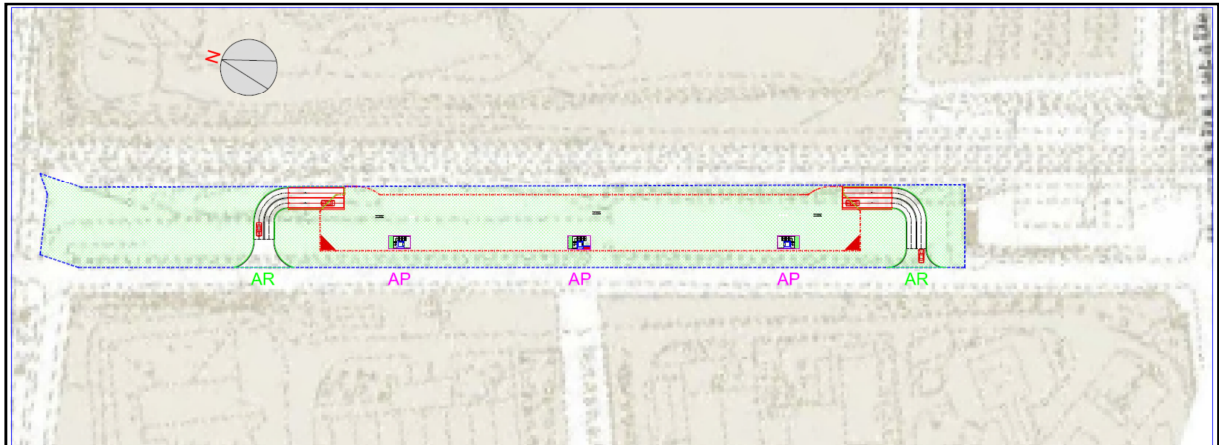


Fig.2 "Aparcamiento Bajo Rasante. Implantación y parcela". Fuente: el autor.

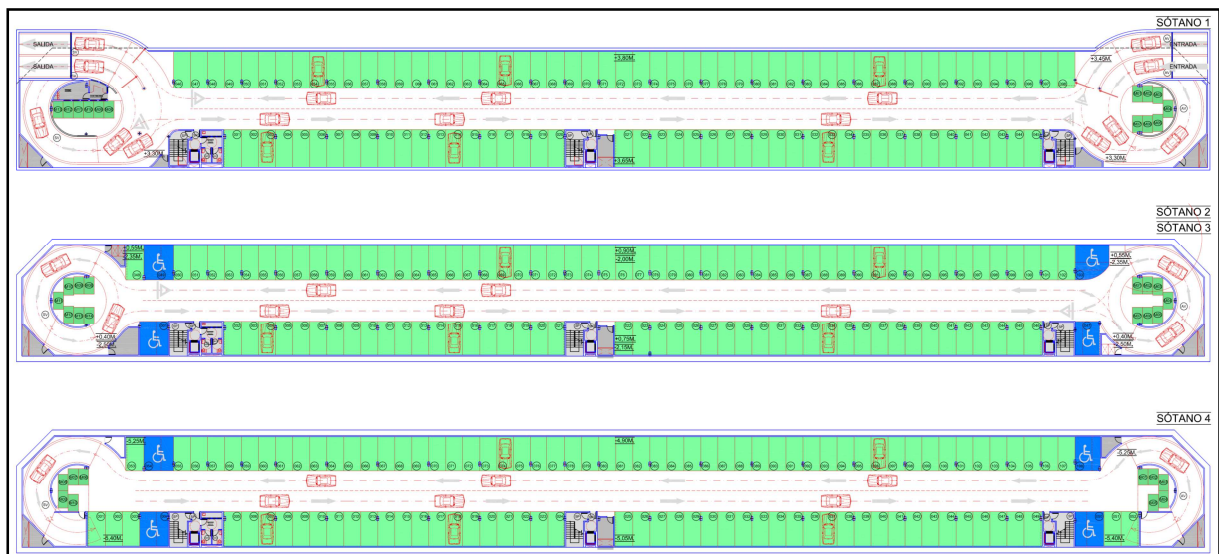


Fig. 3 "Aparcamiento Bajo Rasante. Plantas de distribución". Fuente: el autor.

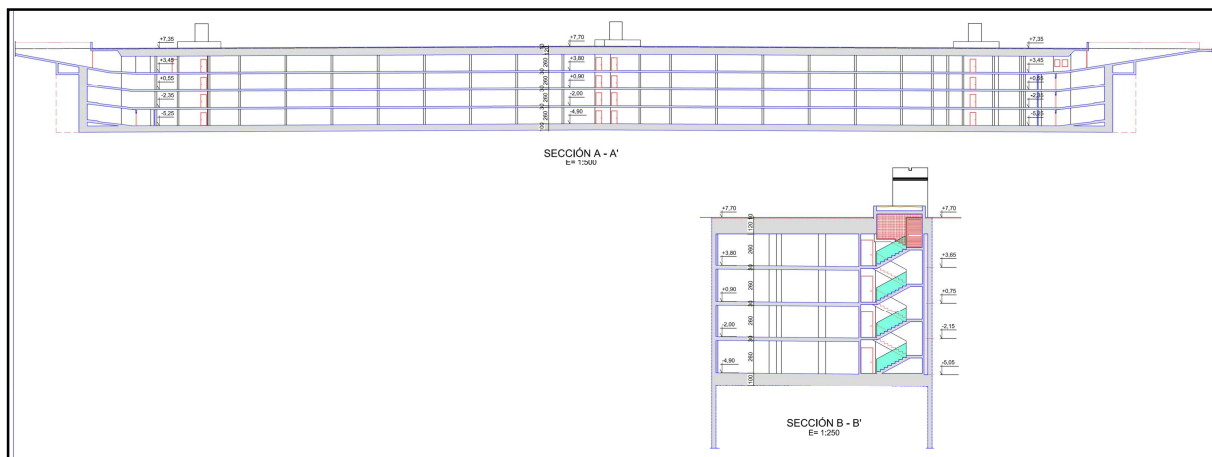


Fig. 4 “Aparcamiento Bajo Rasante. Secciones”. Fuente: el autor.

SUPERFICIES DE APARCAMIENTO.	
	Superficie (m ²) construida
Sótano 1	3.213,24
Sótano 2	3.109,76
Sótano 3	3.109,76
Sótano 4	3.109,76
TOTAL APARCAMIENTO.	12.542,52
Nº Total de plaza de vehículos de cuatro ruedas (coches)	412
Nº Total de plaza de vehículos de dos ruedas (motos)	51
Nº Total de plaza de aparcamiento	463
Repercusión por plaza (m ² /plaza coches)	30,44

Tabla 1 “Aparcamiento Bajo Rasante. Superficies de aparcamiento”.

SUPERFICIES DE URBANIZACIÓN.	
	Superficie (m ²) construida
SUPERFICIES OCUPADA	
SUPERFICIES OCUPADA EN SÓTANOS	3.213,24
SUPERFICIE OCUPADA POR ACCESOS	638,03
Accesos rodados	546,25
Accesos peatonales	91,78
TOTAL OCUPADO	3.851,27
SUPERFICIE AREA DE ACTUACIÓN	7.795,15
SUPERFICIE LIBRE DE URBANIZACIÓN (NO OCUPADA POR ACCESOS)	7.157,12

Tabla 2 “Aparcamiento Bajo Rasante. Superficies de urbanización”.

4.2.3.- Características específicas del aparcamiento sobre rasante

1. **Envolvente:** características constructivas que permitan considerarlo como aparcamiento abierto.
2. **Urbanización:** parcial de la parcela de actuación, ya que el edificio ocupa parte de la misma.
3. **Cubierta:** Diseñada como no transitable, solo para mantenimiento. Suponer aparcamientos en cubierta mejoraría los costes de este modelo y no sería comparativo con el otro modelo.

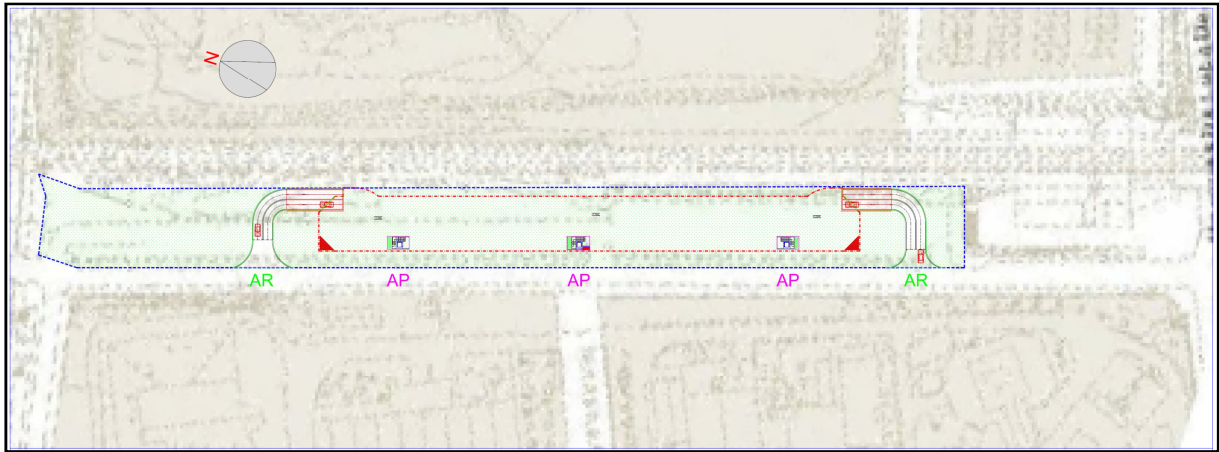


Fig. 5 “Aparcamiento Sobre Rasante. Implantación y parcela”. Fuente: el autor.

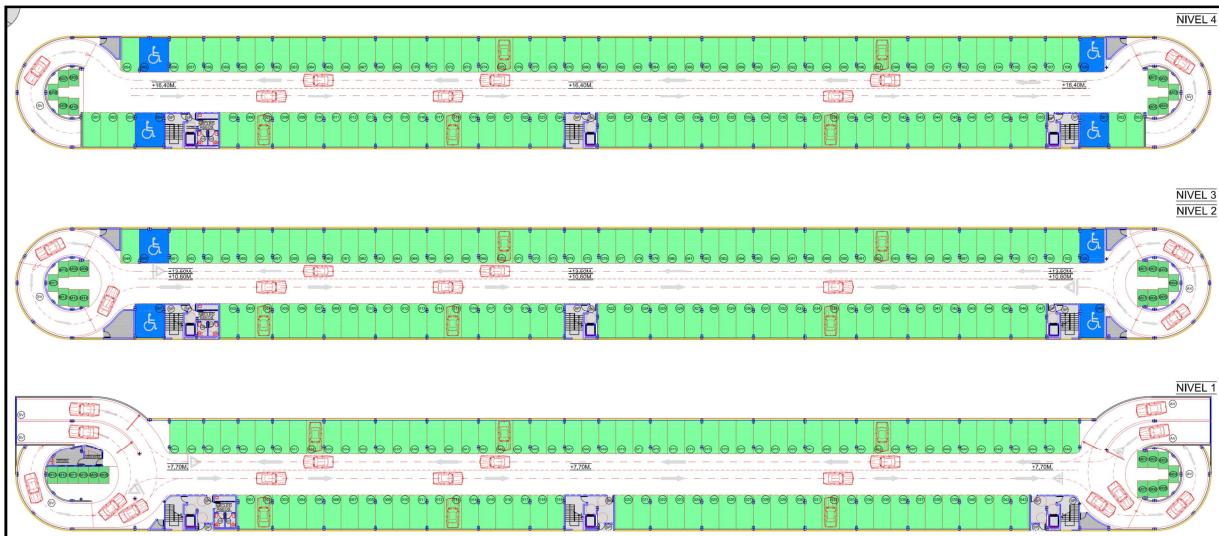


Fig. 6 “Aparcamiento Sobre Rasante. Plantas de distribución”. Fuente: el autor.

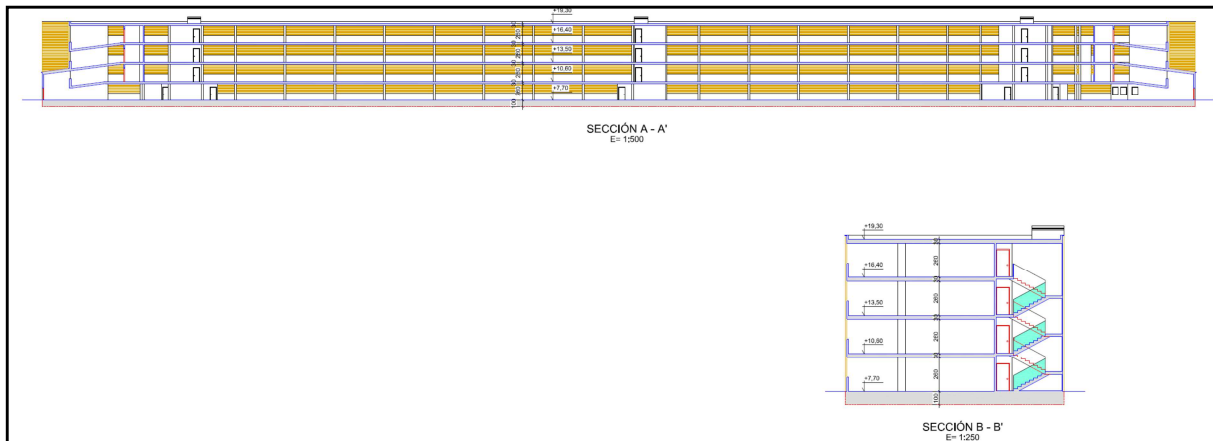


Fig. 7 “Aparcamiento Sobre Rasante. Secciones”. Fuente: el autor.

SUPERFICIES DE APARCAMIENTO.	
	Superficie (m²)
Nivel 1	2.813,28
Nivel 2	2.813,28
Nivel 3	2.813,28
Nivel 4	2.813,28
TOTAL APARCAMIENTO.	11.253,12
Nº Total de plaza de vehículos de cuatro ruedas (coches)	413
Nº Total de plaza de vehículos de dos ruedas (motos)	51
Nº Total de plaza de aparcamiento	464
Repercusión por plaza (m ² /plaza coches)	27,25

Tabla 3 “Aparcamiento Sobre Rasante. Superficies de aparcamiento”.

SUPERFICIES DE URBANIZACIÓN.	
	Superficie (m²)
SUPERFICIES OCUPADA	
SUPERFICIES OCUPADA EDIFICACION SOBRE RASANTE	2.813,28
SUPERFICIE OCUPADA POR ACCESOS	591,86
Accesos rodados	591,86
Accesos peatonales	0,00
TOTAL OCUPADO	3.405,14
SUPERFICIE AREA DE ACTUACIÓN	7.795,15
SUPERFICIE LIBRE DE URBANIZACIÓN (NO OCUPADA)	4.390,01

Tabla 4 “Aparcamiento Sobre Rasante. Superficies de urbanización”.

5.- Estudio de coste global. Análisis comparativo de costes

Nos centramos en este apartado en las valoraciones de ambos modelos, no siendo objeto de este artículo, las previsiones de demanda y viabilidad económica de la promoción, ni tampoco la justificación de cada uno de los sistemas constructivos, de instalaciones y de explotación elegidos y que se desarrollan detalladamente en el estudio de D^a Inmaculada Guzmán Carrizosa⁵.

⁵ Viabilidad de los aparcamientos sobre rasante frente a los bajo rasante. Cuantificación.
 Autora: Inmaculada Guzmán Carrizosa. Sevilla, diciembre 2013.
 Desarrollado como Proyecto Fin de Master del Master en Gestión Integral de la Edificación.

5.1.- Costes de inversión

CALCULO COSTE INVERSION		APARCAMIENTO BAJO RASANTE	APARCAMIENTO SOBRE RASANTE	DIFERENCIA	%
COSTE DIRECTO		4.563.119,14 €	3.275.558,54 €	1.287.560,60 €	39%
COSTE INDIRECTO		538.904,37 €	410.755,04 €	128.149,33 €	31%
	PEM	5.102.023,51 €	3.686.313,58 €	1.415.709,93 €	38%
P.A. Reurbanización Zona Actuación		420.930,00 €	237.060,54 €	183.869,46 €	78%
Subtotal1		5.522.953,51 €	3.923.374,12 €	1.599.579,39 €	41%
COSTES GENERALES	13%	717.983,96 €	510.038,64 €	207.945,32 €	41%
BENEFICIO INDUSTRIAL	6%	331.377,21 €	235.402,45 €	95.974,76 €	41%
COSTE INVERSION		6.572.314,68 €	4.668.815,20 €	1.903.499,47 €	41%

Tabla 5 “Análisis comparativo de costes de inversión”.

5.2.- Costes de explotación

COSTES DE EXPLOTACIÓN (ANUALES)	BAJO RASANTE			SOBRE RASANTE			DIFERENCIA			
	Nº	B.I.	IVA	TOTAL CON IVA	Nº	B.I.	IVA	TOTAL CON IVA	B.I.	%
0. Datos	Nº				Nº					
0.1. Nº plazas coches	412				413					
0.2. Nº plazas motos	51				51					
0.3. Nº plazas totales	463				464					
1. Personal. Empleados		20.600,40 €	- €	20.600,40 €		20.611,20 €	- €	20.611,20 €	10,80 €	-0,05%
2. Sumistros		15.000,00 €	3.150,00 €	18.150,00 €		9.000,00 €	1.890,00 €	10.890,00 €	6.000,00 €	40,00%
3. Seguros		3.000,00 €	630,00 €	3.630,00 €		3.000,00 €	630,00 €	3.630,00 €	- €	0,00%
4. Impuestos		52.000,00 €	10.920,00 €	62.920,00 €		52.000,00 €	10.920,00 €	62.920,00 €	- €	0,00%
5. Contratos de mantenimiento (obligatorios)		16.800,00 €	3.528,00 €	20.328,00 €		11.700,00 €	2.457,00 €	14.157,00 €	5.100,00 €	30,36%
6. Reparaciones (fuera de contratos de mant.)		28.155,67 €	5.912,69 €	34.068,36 €		31.723,26 €	6.661,89 €	38.385,15 €	3.567,59 €	-12,67%
7. Reposiciones		51.756,47 €	10.868,86 €	62.625,33 €		57.871,97 €	12.153,11 €	70.025,08 €	6.115,50 €	-11,82%
TOTAL		187.312,54 €	35.009,55 €	222.322,09 €		185.906,43 €	34.712,00 €	220.618,43 €	1.406,11 €	0,75%
REPECUSIÓN POR PLAZA		404,56 €				400,66 €			3,90 €	0,96%

Tabla 6 “Análisis comparativo de costes de explotación”.

5.3.- Costes de demolición

CALCULO COSTE DEMOLICION		APARCAMIENTO BAJO RASANTE	APARCAMIENTO SOBRE RASANTE	DIFERENCIA	%
COSTE DIRECTO		847.748,45 €	414.241,52 €	433.506,93 €	105 %
COSTE INDIRECTO		90.030,89 €	43.992,45 €	46.038,44 €	105 %
	PEM	937.779,34 €	458.233,97 €	479.545,37 €	105 %
COSTES GENERALES	13 %	121.911,31 €	59.570,42 €	62.340,90 €	105 %
BENEFICIO INDUSTRIAL	6%	56.266,76 €	27.494,04 €	28.772,72 €	105 %
COSTE DEMOLICION		1.115.957,41 €	545.298,42 €	570.658,99 €	105 %

Tabla 7 “Análisis comparativo de costes de demolición”.

5.4.- Resumen del coste global

	APARCAMIENTO BAJO RASANTE	APARCAMIENTO SOBRE RASANTE	DIFERENCIA	%
COSTE INVERSION	€ 6.572.314,68	4.668.815,20 €	1.903.499,47 €	41%
COSTE EXPLOTACION	187.312,54 €	185.906,43 €	1.406,11 €	1%
COSTE DEMOLICION	€ 1.115.957,41	545.298,42 €	570.658,99 €	105%
PERIODO EJECUCION	18	12	6	50%

Tabla 8 “Análisis comparativo de coste global anual”.

6.- Resultados

Tras analizar la documentación anterior podemos destacar los siguientes resultados y conclusiones:

6.1.- Coste global

COSTE GLOBAL PARA UNA VIDA UTIL 50 AÑOS								
	COSTE INVERSION C_i		COSTE EXPLOTACION C_e		COSTE DEMOLICION C_d		TOTAL C_g	
APARCAMIENTO BAJO RASANTE	6.572.314,68 €	39%	9.365.626,99 €	55%	1.115.957,41 €	7%	17.053.899,07 €	100%
APARCAMIENTO SOBRE RASANTE	4.668.815,20 €	32%	9.295.321,50 €	64%	545.298,42 €	4%	14.509.435,13 €	100%
DIFERENCIA	1.903.499,48 €	75%	70.305,49 €	3%	570.658,99 €	22%	2.544.463,94 €	100%
	41%		1%		105%		18%	

Tabla 9 “Conclusiones. Coste global para una vida útil de 50 años”

De acuerdo con los resultados obtenidos, la diferencia en Coste Global C_g entre la implantación del modelo situado sobre rasante y bajo rasante es de 2.544.463,95€, lo cual supone un incremento del bajo rasante sobre el sobre rasante del 18%. A pesar de que se esperaba este resultado, ha sorprendido que la diferencia entre ambas implantaciones no sea de un valor superior.

De esta diferencia la mayor parte es respecto al coste de inversión C_i (41%), y analizando el estudio de los costes realizado mediante una estimación de costes de los modelos expuestos, que se desarrollan detalladamente en el estudio de D^a Inmaculada Guzmán Carrizosa⁶, en la que se desglosa el presupuesto de cada modelo partida a partida, se observa que se debe especialmente a la obra civil, en particular por las partidas de excavación, losa de cimentación y muro pantalla, alcanzando una diferencia del 300% entre los modelos. Destacar también que respecto a los capítulos de Instalaciones la diferencia es de un 15%, y ésta se podría incrementar al cambiar la concepción de edificio. Destacar por último la diferencia en los plazos de ejecución, de 6 meses, que implican un menor importe de costes indirectos y una más rápida puesta en servicio y rentabilización de la inversión.

En cuanto a los Costes de Explotación C_e los costes son muy parecidos teniendo gran influencia los costes de personal sobre los costes de energía. Si el aparcamiento sobre rasantes tiene unos menores costes del 1%, es decir 1.406,11 €/anuales.

Se observa que el Coste de Demolición C_d del modelo sobre rasante es 570.658,99€ inferior respecto a la implantación bajo rasante, lo que supone un abaratamiento del 105%, considerando aún más importante la hipoteca que se deja bajo tierra en el caso del modelo bajo rasante, ya que no es posible demolerlo en su totalidad.

⁶ Viabilidad de los aparcamientos sobre rasante frente a los bajo rasante. Cuantificación.
 Autora: Inmaculada Guzmán Carrizosa. Sevilla, diciembre 2013.
 Desarrollado como Proyecto Fin de Master del Master en Gestión Integral de la Edificación.

Como resumen el aparcamiento sobre rasante es más sostenible económicamente, por costes de inversión y de demolición y reciclaje, no así por los de mantenimiento, cosa esta última que no se intuía al comenzar este trabajo y que de forma metódica se ha intentado ponderar. Destacar que en ambos aparcamientos el coste de explotación supone más del 50% del coste global. Habría que buscar soluciones que disminuyeran este porcentaje al máximo.

6.2.- Otras resultados obtenidos en el desarrollo del estudio

6.2.1.- Desvío de servicios

El desvío de servicios en los dos sistemas de implantación del modelo en ambas situaciones implica los mismos costes. El estudio previo de estos costes indicará la repercusión en los costes de inversión, que puede en determinados casos, recomendar que no se realice la inversión, por ser insostenibles respecto al coste inversión.

6.2.2.- Ocupación de suelo

La implantación del modelo sobre rasante implica la ocupación del espacio público, en tanto que el modelo de implantación bajo rasante libera un posible espacio. La cualificación de esta situación está en función de la repercusión que este espacio tenga en el espacio liberado de aparcamiento del barrio. Sería un parámetro relativo a la calidad de vida. Parece claro que el aparcamiento Bajo Rasante es el más indicado en zonas de centro urbano donde no hay suelo disponible y debe ubicarse bajo zonas de Dominio Público o servicios (viarios, zonas verdes, edificios administrativos, comerciales, etc.). Los aparcamientos sobre rasante, dada su menor coste y mayor sostenibilidad están indicados en zonas periféricas donde existe suelo disponible o se puede reservar suelo en el planeamiento urbanístico.

6.2.3.- Coste de las plazas

Muy relacionado con la conclusión anterior, decir que el margen de la promoción o beneficio de la misma es para el modelo bajo rasante de 27.531,59 €, mientras que para el caso sobre rasante es de 2.216.862,80 €. Importes que repercutan en un menor coste de cesión de las plazas, que será irrelevante para el caso bajo rasante, pero que para el sobre rasante hará que el precio de las plazas disminuya un 25%.

6.2.4.- Legalidad urbanística

Es de destacar que de la normativa urbanista actual en España no recoge parcelas específicas para aparcamientos sobre rasante, pudiendo utilizarse parcelas dedicadas a cualquier otro uso compatible. Así mismo los usos definidos por los distintos Planes Generales tampoco recogen de forma clara el de aparcamiento sobre rasante como un uso dotacional.

De cara a una sostenibilidad futura procedería una revisión de la normativa urbanística, especialmente las leyes de suelo que desarrollarían los posteriores Planes Generales.

6.2.5.- Tipología edificatoria

En relación con los resultados obtenidos de este estudio, observamos que los costes de explotación de fachada, en el aparcamiento sobre rasante, en 50 años, nivela los costes de ambas opciones, estableciendo la diferencia que ya hemos comentado del 18%.

El planteamiento de la implantación sobre rasante es como un 'edificio', con fachada urbana, opción conservadora de diseño que es la que se ha tenido en este proyecto para una ciudad como Sevilla, para cumplir así la normativa vigente en este

municipio. Si lo planteáramos con otra normativa más vinculada a la economía y funcionamiento del mismo, tipo por ejemplo al aparcamiento sobre rasante situado en Dusseldorf, Alemania, o el Marina Tower de Chicago, EEUU, en los cuales no existe fachada, sino simplemente sistemas de protección, los costes de inversión y de mantenimiento se reducirían notablemente, de acuerdo con el cuadro modificado siguiente, en cuyo caso el porcentaje diferencia entre los dos implantaciones se elevaría a 30%.

COSTE GLOBAL CONSIDERADO VIDA UTIL 50 AÑOS, CONSIDERANDO UN DISEÑO DE FACHADA NO CONSERVADOR				
	COSTE INVERSION	COSTE EXPLOTACION	COSTE DEMOLICION	TOTAL
APARCAMIENTO BAJO RASANTE	6.572.314,68 €	9.365.626,99 €	1.115.957,41 €	17.053.899,07 €
APARCAMIENTO SOBRE RASANTE	4.193.970,82 €	8.402.614,06 €	545.298,42 €	13.141.883,31 €
DIFERENCIA	1.903.499,47 €	963.012,92 €	570.658,99 €	3.912.015,76 €
%	41%	11%	105%	30%

Tabla 9 “Coste global. Vida útil de 50 años. Diseño de fachada no conservador”.

7.- Discusión

- Los costes explotación son datos empíricos y de informaciones contables de carácter total recibidas. Para establecer un modelo habrá que establecer una metodología similar al banco de precios en el que se definan tareas, capítulos, recursos, planes de mantenimiento y operación. En futuros trabajos se deberán abordar con sistemas similares los costes de explotación, mantenimiento y consumo, con mayor profundidad así como la demolición y reciclaje. Por último, un estudio de coste energético, que completaría el estudio.
- Medioambiental. Pero es importante destacar la vía de investigación tan relevante que se abre aquí, ya que de la ‘sostenibilidad en aparcamientos sobre rasante frente a los bajo rasante y su cuantificación’ no se tienen datos hasta la fecha. Con la documentación existente de recursos de los costes de inversión se puede empezar a trabajar en la huella ecológica de los mismos.
- Se podría plantear el mismo trabajo para un modelo de estructura metálica, en el que probablemente habrá un encarecimiento del coste de inversión, pero un ahorro en los costes de demolición y reciclaje. Además de que a igual coste económico podría implicar una menor huella ecológica.

8.- Conclusiones

- Como resumen se puede establecer que el aparcamiento sobre rasante es más sostenible económicamente, tanto por costes de inversión como de demolición y reciclaje.
- Los costes de explotación y mantenimiento son muy similares en ambos modelos, y suponen más del 50% del coste global CG.
- Es necesario buscar soluciones que disminuyeran los costes de explotación y mantenimiento.

- Parece claro que el aparcamiento Bajo Rasante es el más indicado en zonas de centro urbano donde no hay suelo disponible y debe ubicarse bajo zonas de Dominio Público o servicios (viarios, zonas verdes, edificios administrativos, comerciales, etc.).
- El Coste de Inversión CI de los aparcamientos sobre rasante, puede abaratarse un 25% respecto a los aparcamientos bajo rasante, lo que sumado a su mayor sostenibilidad hace que estén indicados en zonas periféricas donde existe suelo disponible o se puede reservar suelo en el planeamiento urbanístico.
- Es de destacar que de la normativa urbanista actual en España no recoge parcelas específicas para aparcamientos sobre rasante, pudiendo utilizarse parcelas dedicadas a cualquier otro uso compatible. Así mismo los usos definidos por los distintos Planes Generales tampoco recogen de forma clara el de aparcamiento sobre rasante como un uso dotacional. De cara a una sostenibilidad futura procedería una revisión de la normativa urbanística, especialmente las leyes de suelo que desarrollarían los posteriores Planes Generales.

Conclusión final: En resumen se puede decir que tanto el coste económico global como la inversión en recursos es menor en el aparcamiento sobre rasante que el subterráneo. Respecto al coste económico en un 18% y respecto a la inversión en recursos en un 40%. Es necesario estudiar y rediseñar la implantación sobre rasante con el objetivo de incrementar estas diferencias.

REFERENCIAS

- BOUGE L'ARCHITECTURE!: Villes et mobilités. Architecture on the move: cities and mobilities. Exposition itinérante réalisée par l'Institut pour la ville en mouvement PSA Peugeot Citroën, 2003.
- BRIERLEY, JOHN. Parking of motor vehicles, 1972.
- CAICEDO MURILLO, FELIX ANDRES. Tesis doctoral. Modelización de las operaciones y del comportamiento de los usuarios de aparcamientos subterráneos. Universidad Politécnica de Catalunya. Junio de 2005.
- CAICEDO MURILLO, FÉLIX. Gestión de aparcamientos, 2005.
- CHREST ANTHONY P., SMITH, MARY S., BHUYAN SAM. Parking structures: planning, design, construction, maintenance and repair, 1989. Informe preparado por un grupo de investigación vial de la OECD. Evaluación de sistemas de estacionamiento diciembre 1980-1981.
- HENLEY, SIMON. L'Architecture du parking, 2007.
- HERRERA QUINTERO, LUIS FELIPE. Tesis doctoral. Modelo de prestación de servicios ITS de valor agregado - aplicación a los sistemas de gestión de aparcamiento. Universidad de Alicante. Abril de 2011.
- INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS. Parking generation, 2004.
- INSTITUTO NACIONAL DE LA VIVIENDA (ESPAÑA). Aparcamientos, 1966.
- IRMSCHER, ILJA, with contributions by Ivan Kosarev and Angela Schiefenhövel. Parking structures : construction and design manual, 2013.
- KLOSE, DIETRICH. Edificios de aparcamiento y garajes subterráneos. Barcelona: Gustavo Gili, 1965.
- MAC CLUSKEY, JIM. Parking : manual de diseño ambiental, 1990.
- MEYHÖFER, DIRK. Motortecture: architektur für automobilität. Design for automobility. 2003.

NADAL ESTRADA, JORDI. El arte del parking: manual del diseño, construcción y gestión del aparcamiento. Madrid: Difusión jurídica y temas de actualidad, 2008.

OBLET FARRES, M.CRISTINA. Tesis doctoral. Análisis económico de los aparcamientos para turismos. Estudio concreto del Aparcamiento residencial en la ciudad de Barcelona.