



ESTUDIO DE FUNCIONALIDAD DE UN APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN LA CALLE GUILLEM DE ANGLESOLA DE LA CIUDAD DE VALENCIA

ANEJO Nº7: SISTEMA DE VENTILACIÓN



ÍNDICE

- 1. Objeto**
- 2. Metodología**
- 3. Normativa de aplicación**
- 4. Condicionantes**
- 5. Dimensionamiento y descripción de la instalación**



1. Objeto

En este anejo se pretende establecer el diseño y la definición del sistema de ventilación de nuestro aparcamiento con el fin de asegurar y proporcionar la seguridad de su utilización.

Uno de los aspectos fundamentales es la necesidad de renovar el aire, restaurando el oxígeno y extrayendo contaminantes como el monóxido de carbono en locales donde circulan vehículos de combustión.

Con el diseño de este sistema se pretende garantizar que la concentración de contaminantes como el monóxido de carbono en el aire no rebase de unos límites establecidos y que, en caso de incendio, se pueda permitir la extracción de humo, para que no suponga un obstáculo o peligro en la evacuación de los usuarios.

2. Metodología

Para realizar el diseño del sistema de ventilación del aparcamiento se estudiará las normativas, exigencias y condicionantes existentes. Mediante la recopilación de la información necesaria se procederá al dimensionamiento y diseño del sistema de ventilación, así como al cálculo, definición y descripción de las instalaciones.

Asimismo, se tendrá en cuenta la salubridad del aire en las instalaciones y en los locales fijados dentro del aparcamiento, así como los requisitos exigidos para las escaleras.

3. Normativa de aplicación

La normativa exigida para el sistema de ventilación, es la siguiente:

- Código técnico de Edificación (CTE)

- ✓ Documento Básico HS de salubridad. Sección HS3. Calidad del aire exterior.
- ✓ Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio.

- Reglamento electrónico de baja tensión (REBT).
- Plan General de Ordenación Urbanística de Valencia.
- UNE 100-116: 192. Ventilación de aparcamientos.

4. Condicionantes

Los condicionantes a cumplir para el diseño son los siguientes:

1. CTE Documento Básico HS de Salubridad. Sección HS3. Calidad del aire interior.

Condiciones generales

El caudal de ventilación mínimo para los locales no habitables se obtiene en la tabla 2.2 teniendo en cuenta las reglas que figuran a continuación.

Tabla 2.2 Caudales de ventilación mínimos en locales no habitables

Locales	Caudal mínimo q_v en l/s	
	Por m^2 útil	En función de otros parámetros
Trasteros y sus zonas comunes	0,7	
Aparcamientos y garajes		120 por plaza
Almacenes de residuos	10	

Por lo tanto, el caudal mínimo exigido para los aparcamientos tal y como indica la tabla es de 120 l/s. Este valor coincide con lo expuesto en la normativa SI3. Así



pues, para cumplir tanto las exigencias de salubridad como las del control de humo en caso de incendio necesitaremos un valor de caudal mínimo de 120l/s.

Medios de ventilación

La norma presenta dos sistemas diferentes de ventilación para aparcamientos:

Medios de ventilación natural:

- Deben disponerse de aberturas mixtas al menos en dos zonas de fachada de tal forma que el reparto sea uniforme y que la distancia a lo largo del recorrido mínimo libre de obstáculos entre cualquier punto del local y la abertura más próxima a él sea como máximo igual a 25 metros.

Medios de ventilación mecánica:

- La ventilación ha de realizarse por depresión y puede utilizarse admisión y extracción mecánica, o bien, solo extracción mecánica.
- Debe evitarse que se produzcan estancamientos de los gases contaminantes y para ello, las aberturas de ventilación deben disponerse de la forma indicada a continuación o de cualquier otra que produzca el mismo efecto: que haya una abertura de admisión y otra de extracción por cada 100 m² de superficie útil; que la separación entre aberturas de extracción más próximas sea menor que 10 m.
- Como mínimo han de utilizarse dos terceras partes de las aberturas de extracción a una distancia del techo menor o igual a 0,5m.
- En aparcamientos con 15 o más plazas se dispondrán en cada planta al menos dos redes de conductos de extracción dotadas del correspondiente aspirador mecánico.
- En los aparcamientos que excedan de cinco plantas, o de 100m de superficie útil, tiene que disponer de un sistema de detección de monóxido de carbono en cada planta que active automáticamente los aspiradores mecánicos cuando se alcance una concentración de 50 ppm en aparcamientos donde se prevea que existan empleados de 100 en caso contrario.

Conductos de extracción para ventilación mecánica

- Los conductos deben tener sección uniforme y carecer de obstáculos en todo su recorrido.
- Los conductos deben tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y deben ser practicables para su registro y limpieza cada 10 m como máximo en todo su recorrido.

Conductos de extracción para ventilación mecánica

- Cada conducto de extracción debe disponer de un aspirador mecánico situado después de la última abertura de extracción en el sentido del flujo del aire, pudiendo varios conductos compartir un mismo aspirador.
- La sección de cada tramo del conducto comprendido entre dos puntos consecutivos con aporte o salida de aire debe ser uniforme.
- Los conductos deben tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y ser practicables para su registro y limpieza en la coronación.
- Cuando se prevea que en las paredes de los conductos pueda alcanzarse la temperatura de rocío éstos deben aislarse térmicamente de tal forma que se evite que se produzcan condensaciones.
- Los conductos que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deben cumplir las condiciones de resistencia a fuego del apartado 3 de la sección SI1.
- Los conductos deben ser estancos al aire para su presión de dimensionado.

Aberturas y bocas de ventilación

El área efectiva total de las aberturas de ventilación de cada local debe ser como mínimo la mayor de las que se obtienen mediante las fórmulas que figuran en la tabla 4.1



Tabla 4.1 Área efectiva de las aberturas de ventilación de un local en cm^2

Aberturas de ventilación	Aberturas de admisión	$4 q_{\text{a}}$ ó $4 q_{\text{a}}$
	Aberturas de extracción	$4 q_{\text{e}}$ ó $4 q_{\text{e}}$
	Aberturas de paso	70 cm^2 ó $8 q_{\text{a}}$
	Aberturas mixtas ⁽¹⁾	$8 q_{\text{a}}$

- Las aberturas de ventilación en contacto con el exterior tienen que situarse de forma que se evite la entrada de agua de lluvia o estar dotadas de elementos adecuados para este fin

- Las bocas de expulsión han de situarse en la cubierta del edificio separadas 3 metros como mínimo, de cualquier entrada de ventilación (boca de presa, abertura de admisión, puerta exterior y ventana) y de los espacios donde pueda haber personas de forma habitual, tales como terrazas, galerías, miradores, balcones, etc.

2. Documento básico SI. Seguridad en caso de incendio.

De este documento básico se ha de tener en cuenta lo establecido en la SI3. Evacuación de ocupantes y más concretamente el apartado 7 "Control del humo de incendio", en el que se especifica lo siguiente:

En zonas de uso "Aparcamiento" que no tengan la consideración de aparcamiento abierto se debe instalar un sistema de control del humo de incendio capaz de garantizar dicho control durante la evacuación de los ocupantes.

Para el diseño, cálculo, instalación y mantenimiento del sistema en zonas de uso Aparcamiento se consideran válidos los sistemas de ventilación conforme a lo establecido en el DB HS-3, los cuales, cuando sean mecánicos, cumplirán la siguiente condición adicional a las allí establecidas:

- El sistema debe ser capaz de extraer un caudal de aire de 150 l/plazas con una aportación máxima de 120 l/plazas y debe activarse automáticamente en caso de incendio mediante una instalación de detección.

En cuanto a las escaleras, de esta misma norma se puede observar que sólo se admiten escaleras especialmente protegidas. Para ello, se requiere que el recinto cuente con protección frente al humo, mediante las siguientes posibles opciones:

- Ventilación natural mediante ventanas practicables o huecos abiertos al exterior con una superficie útil de ventilación de al menos 1 m^2 en cada planta.

- Ventilación mediante dos conductos independientes de entrada y salida de aire, dispuestos exclusivamente para esta función y cumpliendo una serie de condiciones.

- Sistema de presión diferencial conforme a EN 12101-6:2006.

3. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)

El reglamento en vigor desde 2002 no incluye una mención sobre las condiciones de ventilación de los aparcamientos pero cabe destacar que la ITC BT29, relativa a los locales con riesgo de incendio o explosión, sí que clasifica los aparcamientos como locales de riesgos dada su atmosfera potencialmente peligrosa. Pero los sistemas de ventilación propuestos para evacuación de humos de incendio o dilución de CO a niveles aceptables para la salud de las personas son, en todo caso, muy superiores a los que se necesita para diluir o dispersar los valores inflamables hasta que su concentración sea más baja que el límite de explosión (LIE). Por lo que, el aparcamiento quedaría desclasificado a los efectos de dicha normativa y no será necesario tomar medidas de protección adicionales.

Por su parte, la ITC-BT 28 indica que se deberá disponer de suministro eléctrico de reserva si el estacionamiento es subterráneo y para más de 100 vehículos.



4. Plan General de Ordenación Urbanística de Valencia.

Las normas urbanísticas del PGOU de Valencia en su artículo 5.143. Ventilación en locales de aparcamiento indica una serie de exigencias que se deben cumplir y que son las siguientes:

- Todos los locales de aparcamiento dispondrán de sistemas de evacuación de humos natural, independientemente del mecánico que se proyecte o instale, de forma que corresponda 1 m² de superficie por cada 200 m² de superficie de local de aparcamiento en planta, sin computar en esta medida la superficie correspondiente a accesos.
- Los locales de aparcamiento situados en sótanos y/o semisótanos, dispondrán de ventilación forzada. Se entiende por ventilación forzada el conjunto de elementos que garanticen un barrido completo de los locales, con capacidad mínima de 5 renovaciones por hora concebido de forma tal que impida la acumulación de vapores o gases nocivos.
- Es obligatorio que se establezca un programa de funcionamiento de los equipos mecánicos de ventilación forzada, de forma que los niveles de inmisión de contaminantes se mantengan siempre en cualquier punto del garaje o estacionamiento dentro de los límites reglamentados. Siempre que sea obligatoria la instalación de ventilación forzada se efectuara la instalación de detección de CO con sistema de accionamiento automático de los ventiladores. Los detectores serán los establecidos por la Norma UNE correspondiente y se instalarán en los puntos más desfavorablemente ventilados y en la proporción de 1 por cada 600 metros cuadrados construidos o fracción. El mando de los extractores se situará en el exterior del recinto del aparcamiento o en una cabina resistente al fuego y de fácil acceso.

5. Norma UNE- 166:1992. Ventilación de aparcamientos.

La normativa establece unas recomendaciones y propone utilizar un sistema mecánico sólo de extracción y aberturas para la entrada de aire, que pueden ser directas o bien las rampas de entrada y salida.

Como criterios para el diseño del sistema de ventilación establece los siguientes:

- Disponer una rejilla de extracción cada 100 m² como máximo y a una distancia no superior a 10 m de otra.
- El aparcamiento se divide en zonas de no más de 1.000 m², cada una servida por una red de conductos.
- Se recomienda que una de cada tres rejillas de extracción se coloque con su eje a 30 cm del suelo, para extraer los productos contaminantes más pesados del aire.
- Los conductos pueden dimensionarse para una caída de presión de hasta 1,2 Pa/m y una velocidad máxima de 10 m/s.
- En cuanto a la detección de CO, esta es recomendable en garajes de superficie igual o superior a 1.000 m²; las cabezas detectoras deben situarse en razón de una por cada 200 m² de superficie neta de aparcamiento, en especial en los lugares más desfavorablemente.

5. Dimensionamiento y descripción de la instalación

Para el dimensionamiento del sistema de ventilación se ha optado por un sistema mecánico de sólo extracción, con aberturas para la entrada de aire. Es decir, se ha seguido la recomendación de la **norma UNE 166:1992**. Además de los espacios de ventilación situados junto a las rampas de entrada y salida se propondrá, según lo establecido en el PGOU, el requisito de ventilación natural mediante huecos de ventilación que comunican con el exterior.

Se diferenciarán, en cada una de las plantas, cuatro sectores de las mismas dimensiones, esto es, 725 m². Cada uno de los sectores contará con un extractor cada uno.



- Cálculo de caudales de ventilación

Teniendo en cuenta lo establecido en la normativa DB-HS3, que establece un caudal mínimo de ventilación exigido de 120 l/s, se obtiene el caudal de cada uno de los dos sótanos en función del número de las plazas:

	Nº de plazas	Q _{min} (l/s) por plaza	Q _{min} (l/s)	Q _{min} (m³/s)
Sótano 1	112	120	13.440	13,44
Sótano 2	114	120	13.680	13,68

Además se proyectan una serie de locales para dar servicio al aparcamiento de los que vamos a calcular del mismo modo sus necesidades de ventilación:

Sótano 1

	Nº de locales	Q _{min} (l/s) por local	Q _{min} (l/s)	Q _{min} (m³/s)
Aseos	2	15	30	0,03
	Superficie	Q _{min} (l/s) por m²	Q _{min} (l/s)	Q _{min} (m³/s)
Z. control	6,25	10	62,5	0,063
C. limpieza	6,25	10	62,5	0,063
TOTAL				0,16

Sótano 2

	Superficie	Q _{min} (l/s) por m²	Q _{min} (l/s)	Q _{min} (m³/s)
P. bombas	4	10	40	0,04
Grupo Elec.	8	10	80	0,08
Aljibe	6	10	60	0,06
Grupo Pres.	8	10	80	0,08
TOTAL				0,26

TOTAL	Q _{min} (m³/s)
SÓTANO 1	13,6
SÓTANO 2	13,94

Número de conductos

Una vez conocido el caudal de diseño vamos a concretar el número de conductos de extracción del sistema. El DB-HS3 establece el número de conductos mínimo dependiendo del número de plazas, mientras que la norma UNE lo hace en función de la superficie del local. Por lo tanto calcularemos ambas restricciones y optaremos por la más restrictiva. En ambos casos obtenemos tres conductos pero por diseño del aparcamiento hemos optado por cuatro conductos por planta.

Para diseñar la disposición de los 4 conductos se tiene en cuenta las siguientes premisas:

* Repartir equitativamente el área del aparcamiento que abarca cada conducto, de forma que cada uno de ellos abarque un área de 725 m² aproximadamente.

* Situar los conductos próximos a los muros pantallas, en la medida de lo posible, para evitar que se sitúen en zonas de paso de peatones.

* Intentar pasar el mínimo número de conductos posible cruzando las calles de circulación.

* Sus dimensiones variarán en función de su situación

* Cada conducto dispondrá de un extractor.

* Para el dimensionamiento de los conductos, se ha fijado como límite de velocidad el recomendado de 10 m/s y se ha intentado dotar cada tramo de



sección tal que, la pérdida de carga por metro lineal no supere excesivamente los 1,2 Pa/m.

- Rejillas de extracción

Según la normativa DB HS3, debe de haber una abertura de extracción por cada 100 m² de superficie útil siendo la distancia entre ellas menor de 10 metros. Dicho esto, tenemos que para el caso del proyecto, se requiere un número de rejillas tal que:

Superficie m ²	Nº mínimo de aberturas
S1- 2.900	29
S2- 2.900	29

Como se dispone de cuatro sectores de conductos en cada una de las dos plantas, dividiremos el número de rejillas exigidas entre cuatro para que cada sector disponga del mismo número de rejillas. Colocaremos 8 rejillas por sector lo que supone un total de 32 aberturas de extracción por sótano, tres más que el mínimo exigible.

El área mínima de las aberturas viene determinada por la tabla 4.1 de la normativa DB-HS3. Esta tabla indica que: $Apertura = 4 \times qv$

Puesto que el sótano 2 es el más desfavorable según los caudales antes calculados, es en el sótano 2 donde vamos a hallar las dimensiones de las aberturas:

$$4 \times 13.940 \text{ l/s} = 55.760 \text{ cm}^2$$

El total de número de rejillas es de 32, por lo tanto dividiendo el valor obtenido entre el número de rejillas obtendremos el área de cada rejilla.

$$55.760 \text{ cm}^2 / 32 = 1.742,50 \text{ cm}^2 \text{ por rejilla} = 0,1743 \text{ m}^2 \text{ por rejilla.}$$

- Detectores de CO

La instrucción más restrictiva con respecto a los detectores de monóxido de carbono es la Norma UNE, que establece que es necesario un detector cada 200 m².

Por lo tanto, el número mínimo de detectores por sótano es de 15 que es el número que se ha colocado en cada una de las plantas como se puede ver en la documentación gráfica correspondiente

- Escaleras protegidas y vestíbulos de independencia

Se ha optado para las escaleras especialmente la ventilación natural mediante huecos abiertos al exterior con una superficie de ventilación mayor de 1 m² en cada planta.

Los vestíbulos de independencia se ventilarán mediante dos conductos independientes de entrada y de salida de aire, dispuestos exclusivamente para esta función y que cumplen las condiciones siguientes:

- la superficie de la sección útil total es de 50 cm² por cada m³ de recinto, tanto para la entrada como para la salida de aire.
- las rejillas tienen una sección útil de igual superficie y relación máxima entre sus lados que el conducto al que están conectadas;
- en cada planta, las rejillas de entrada de aire están situadas a una altura sobre el suelo menor que 1 m y las de salida de aire están enfrentadas a las anteriores y a una altura mayor que 1,80 m.

- Huecos para ventilación natural

El PGOU establece que los huecos de ventilación natural se dispondrán de modo que por cada 200 m² de planta se corresponderá un 1 m² de ventilación natural.



En el proyecto se han dispuesto un total 5 huecos iguales de ventilación natural en cada una de las plantas.

Los huecos tienen unas dimensiones aproximadas que se muestran en la siguiente tabla:

HUECO	Superficie (m ²)
H1	6,25
H2	6,25
H3	1,96
H4	1,96
H5	0,78
TOTAL	17,2

Para que dicha exigencia se cumpla la dimensión total de la superficie requerida es la siguiente:

$$\text{Superficie} = 2.900/200 = 14,50 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, con los huecos previstos se cumple sobradamente la exigencia del articulado de las Normas Urbanísticas del Plan General.

Toda la disposición de los elementos que integran el sistema de ventilación se puede ver en la documentación gráfica del presente trabajo.

Fdo.: Andrés Cózar Máñez