

IMPACTO ACÚSTICO GENERADO POR LOS PROCESOS DE RECOGIDA SELECTIVA DE RESIDUOS URBANOS

PACS: 43.50.Jh

Jiménez Díaz Santiago; Jiménez Aguilar Alejandro; Romeu Garbí Jordi.
Laboratorio de Ingeniería Acústica y Mecánica, LEAM.
Universidad Politécnica de Cataluña
C/ Colom, 11
08222 Terrassa, Barcelona
Tel. +34 937 398 146,
Fax. +34 937 398 022
E-Mail: santiago.jimenez@upc.edu

ABSTRACT

The collection of urban residues is one of the municipal services, along with the road cleaning, that generates more complaints and annoyances by noise. This aspect is clearly reflected in the studies of social perception of the noise.

Nowadays, collection of residues is been realised of selective form, (packages, organic matter, paper-cardboard, glass and rest), which entails to different methods and processes of collection, implying a greater frequency of vehicles and operations of collection by all the city. As a result, an increase of noise and a possible increase of the annoyances of the citizens can occur.

In this work noise measurements of the different processes from selective collection are presented.

RESUMEN

La recogida de residuos urbanos es uno de los servicios municipales, junto con la limpieza viaria, que más quejas y molestias por ruido genera. Este aspecto queda claramente reflejado en los estudios de percepción social del ruido.

Desde hace unos años la recogida de residuos se realiza de forma selectiva, dependiendo de la fracción de que se trate (envases, materia orgánica, papel-cartón, vidrio y resto), lo que conlleva a diferentes métodos y procesos de recogida, implicando una mayor frecuencia de vehículos y operaciones de recogida por toda la ciudad. Al proceder de esta forma, se origina un aumento de ruido y un posible incremento de las molestias de los ciudadanos.

En este trabajo se presentan y analizan los resultados obtenidos de los diferentes procesos de recogida selectiva que se realizan en el municipio de Terrassa.

FUENTES DE RUIDO IMPLICADAS EN EL PROCESO DE RECOGIDA DE RESIDUOS

Entre las fuentes principales de ruido implicadas en los procesos de recogida de residuos, se pueden citar las siguientes:

- Actuaciones del usuario al depositar los residuos al contenedor
- La manipulación y la descarga del contenedor
- El vehículo recolector empleado en la recogida
- Los operarios durante la recogida

Ruido Generado al Depositar los Residuos al Contenedor

Al depositar los residuos al contenedor se produce, inevitablemente, ruido. Independientemente de la fracción que se deposite, una incorrecta manipulación por parte del usuario, puede generar ruidos molestos. La misma situación se puede originar, al no realizar un mantenimiento adecuado.

Ruido Producido por la Manipulación y Descarga del Contenedor

Los procesos de recogida de residuos, pueden generar ruidos muy distintos en función del sistema de recogida empleado y del tipo de material recogido. El proceso de elevación y descarga del contenedor, ya sea por carga posterior o lateral, soterrados o no, da lugar a la emisión de un nivel de ruido determinado, que en el caso de utilizar maquinaria antigua puede ser más elevado.

Ruido Generado por el Vehículo Recolector empleado en la Recogida

Los diferentes tipos de vehículo recolector utilizados en el proceso de recogida pueden emitir un nivel de ruido muy variable, dependiente en muchos casos del estado de mantenimiento y de la antigüedad de la maquinaria. Otra fuente de ruido son las alarmas de aviso de marcha atrás y del sistema de elevación, que pueden superar los 85 dBA. Por tratarse de un dispositivo de seguridad, no se puede eliminar, pese a esto pueden mejorarse, siempre de acuerdo a la normativa correspondiente. Existe una extensa normativa al respecto, relacionada con los vehículos para la recogida de residuos y sus dispositivos de elevación asociados. ^[1] ^[2]

Ruido Producido por los Operarios Durante la Recogida

La actividad de los operarios puede ser generadora de ruido, sobre todo en las operaciones de manipulación de los contenedores, que pueden dar lugar a ruidos de impacto debido a los golpes entre contenedores y con el sistema de elevación. También el aviso al conductor del camión por parte de los operarios, mediante gritos o silbidos, para comunicarle, que se desplace hasta el siguiente punto de recogida, puede dar lugar a ciertas molestias, que, aunque no pueden cuantificarse ambientalmente pueden ser significativas. Otro factor importante es la forma de conducir el camión, que puede ser más o menos brusca, dependiendo del conductor.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA GENERACIÓN DEL RUIDO

Fracción de Residuo

La fracción de residuo es una variable importante en la generación del ruido, puesto que condiciona otros aspectos de la recogida como, el tipo de contenedor, de camión recolector y el sistema de agarre y elevación.^{[3][4]} De las fracciones analizadas, la que genera mayor impacto acústico es la del vidrio, debido al ruido que producen los envases al golpear contra la caja del camión durante el proceso de descarga del contenedor.

Modelo de Recogida

El modelo de recogida puede ser determinante en los niveles de ruido emitidos por la recogida de residuos municipales urbanos. El modelo puerta a puerta es el modelo que, en principio, menos ruido genera, puesto que el número de operaciones con maquinaria se reduce al mínimo, y en el supuesto caso de que se utilicen son de menor potencia que el modelo normal. Los modelos de recogida tradicionales, usando contenedores, generan más ruido, debido a la maquinaria empleada. Si además, se utiliza la carga posterior para el vaciado de los contenedores, deben ser manipulados por el operario, produciéndose una fuente extra de ruido, que en el caso de la carga lateral no se da. Por el contrario los vehículos de carga posterior suelen ser más pequeños.

Organización de los Horarios y Calendario de Recogida

Los horarios de recogida, aunque no hacen disminuir la emisión de ruido, tienen un papel importante en su percepción (no es lo mismo sentir la recogida del vidrio a las doce del mediodía que a las doce de la noche).^[5] Generalmente, la fracción del vidrio se recoge durante el periodo diurno, para evitar las molestias que genera. Hacer toda la recogida en horario diurno sería la solución idónea, sino fuese por que generaría un aumento de la percepción de malos olores y que las operaciones de carga y descarga de alguna forma interferirían en el tráfico urbano. En los municipios que no se realiza la recogida diaria, o dónde hay un calendario variable, puede darse el caso que se agrave el impacto, por ejemplo al coincidir en el mismo día o en días consecutivos la recogida en un mismo punto.

Número y Situación de los Contenedores y/o Puntos de Aportación

El número de contenedores puede ser otro factor importante en la generación de ruido de los procesos de recogida. Una correcta dimensión del parque de contenedores es prioritaria a su instalación. Si el parque está sobredimensionado se efectúan un número de recogidas innecesarias, por el contrario un número menor de los necesarios, comportará que los residuos se desborden provocando problemas de salubridad. También la ubicación de los contenedores es importante, si están demasiado próximos a una zona concreta puede aumentar el impacto acústico sobre esta. A la hora de ubicar los contenedores en una calle determinada se produce el efecto **NIMBY** o **SPAN (Not In My Back Yard, Si, Pero Aquí No)** entre los vecinos.^[6] Todos queremos los contenedores cerca de nuestra casa, pero no justo delante, este hecho es motivo de bastantes quejas entre la ciudadanía. Si la recogida se hace en áreas de aportación, al haber varios contenedores juntos puede dar lugar a una acumulación del impacto que se agrava en el caso de que se lleven a cabo varias recogidas en una sola noche o en días consecutivos (según el calendario de recogida).

Estructura Urbana. Itinerarios de recogida

La estructura urbana también tiene un papel importante en la generación de ruido relacionado con los procesos de recogida de residuos, el perfil longitudinal y transversal de las calles, hacen que los camiones emitan más ruido, la anchura de calle y la altura de los edificios tienen un efecto directo sobre el impacto acústico que llega a las viviendas.

Los municipios con una densidad de población elevada, requieren de una amplia red de contenedores, disponiendo de baterías de contenedores relativamente próximas, lo que implica que aumente el impacto acústico de la zona influenciada por la acumulación de operaciones. Por otro lado, en los municipios o áreas residenciales con densidad de población baja, se instalan más contenedores de los necesarios, con objeto de que se encuentren a una distancia relativamente próxima al usuario.^[7]

En los cascos históricos y centros urbanos, con un trazado de calles estrechas e irregulares, la utilización de camiones recolectores incrementa el impacto acústico debido a las diversas maniobras y tramos largos de marcha atrás con la alarma acústica activada.

Los itinerarios de recogida tienen también un importante papel, la coincidencia con zonas desfavorables agrava los efectos, además puede añadirse a los efectos del calendario de recogida y a la situación de los contenedores. Los itinerarios pueden alargar o acortar el proceso general de recogida.

Un itinerario bien planificado considerando el plan de movilidad del municipio ^[8] y el urbanismo de la zona, ^[9] evitará que el vehículo recolector pase por los mismos tramos de calle repetidas veces, reduciendo así, el proceso general de recogida y disminuyendo por lo tanto, el Impacto acústico de la zona.

METODOLOGIA EMPLEADA EN EL ESTUDIO

Con el objetivo de determinar el impacto acústico generado por los procesos de recogida selectiva de residuos, se realizaron mediciones del nivel sonoro continuo equivalente L_{Aeq} segundo a segundo, de un número determinado de operaciones de recogida, registrándose digitalmente para su posterior análisis en el laboratorio. Las medidas de ruido se realizaron para cada una de las siguientes fracciones de residuos: Recogida selectiva: Orgánica, Envases, Papel/Cartón Vidrio y Resto.

El gráfico de la figura 1 muestra un registro tipo del nivel sonoro obtenido para cada uno de los procesos de recogida. El tiempo que dura cada registro consta de todas las operaciones relacionadas con la recogida, desde la llegada del camión hasta el punto dónde se encuentra el contenedor, las manipulaciones pertinentes llevadas a cabo por los operarios para situar el contenedor ante el sistema de agarre y elevación por tal de efectuar la descarga, la propia descarga con los diversos impactos para vaciar completamente el contenedor, regreso del contenedor a su posición inicial y finalmente, la marcha del camión.

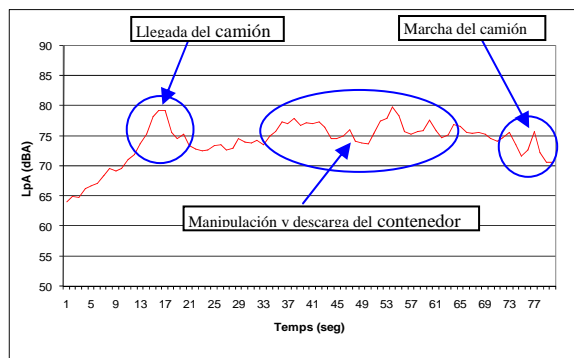


Figura 1. Registro del nivel de inmisión sonora obtenido delante del punto de recogida

Procesado de Datos

De cada uno de los registros de nivel de ruido obtenidos, se ha calculado el nivel sonoro continuo equivalente L_{Aeq} correspondiente al tiempo que dura todo el proceso. Seguidamente se calcula el nivel equivalente promedio y la desviación típica para cada fracción de residuo en estudio, con el objetivo de conocer también la desviación que representan los datos de ruido respecto de la media aritmética de esta distribución, con objeto de tener una visión de los niveles de ruido en consonancia con la realidad y poder describirlos e interpretarlos. El siguiente paso es sumar la desviación al nivel equivalente promedio, obteniendo así, el límite superior o nivel sonoro más elevado esperado para aproximadamente el 84 % de los niveles medidos, considerando una distribución normal. La tabla 1 recoge los niveles de inmisión sonora promedios obtenidos para cada fracción de residuo, medidos frente a fachada y entre 2 y 3 metros del vehículo recolector.

NIVELES DE INMISIÓN SONORA dBA, medidos entre 2 y 3 m del recolector						
Fracción de Residuo		Barrio / Zona	Tiempo recogida (min)	L_{Aeq} (Tiempo Recogida)	δ	$L_{Aeq} + \delta$
Orgánica	Pequeño	Ca N' Aurell	1,5	75,3	2,1	77,4
	Soterrado	Ctra. Montcada	2	72,1	2,0	74,1
Envases		Plaça Catalunya Escola Industrial	1,5	75,8	2,7	78,5
Papel/Cartón		Can Palet de Vista Alegre	1,5	77,5	2,0	79,5
Vidrio	Pequeño	Poble Nou	1,5	79,4	2,4	81,8
	Iglú	Ca N' Aurell, Centre	5	84,8	-	84,8
Resto		Can Palet	1,5	77,3	1,7	79,0

Tabla 1. Niveles de inmisión medidos para cada fracción de residuo.

Una vez obtenido el límite superior o nivel sonoro más elevado esperado, se calcula el L_{Ar} , nivel de evaluación del nivel sonoro (siguiendo las indicaciones contempladas en la Ley 16/2002 de Protección contra la Contaminación Acústica de la G.C. y el Real Decreto 1367/2007 que desarrolla la Ley 37/2003 del Ruido)^{[10] [11]} correspondiente al periodo diurno o nocturno para cada fracción según la expresión siguiente:

$$L_{Ar} = 10 \times \log \left(\frac{T_{recogida} \times 10^{\frac{L_{recogida}}{10}} + \left(T_{periodo} - T_{recogida} \right) \times 10^{\frac{L_{periodo}}{10}}}{T_{periodo}} \right)$$

Ecuación 1

Donde:

- $T_{recogida}$ Tiempo que dura la recogida de cada fracción de residuo.
- $T_{periodo}$ Tiempo correspondiente al periodo en el que se han realizado las medidas.
- $L_{recogida}$ Nivel sonoro correspondiente al tiempo que dura la recogida.
- $L_{periodo}$ Nivel sonoro correspondiente al periodo de día o noche. Estos valores han sido extraídos del Mapa Acústico de Terrassa^[12] y representan el nivel de ruido de la zona o sector dónde han sido realizadas las medidas.

Horario diurno, periodo comprendido entre las 7 y las 23 h (960 minutos)

Horario nocturno, periodo comprendido entre las 23 y las 7 h (480 minutos)

De la diferencia entre el nivel de evaluación obtenido y el nivel de ruido de la zona o sector, se halla el incremento del nivel sonoro generado por los procesos de recogida selectiva de residuos. También se representan los valores límite de inmisión asignado a cada sector en la zonificación acústica contemplada en el Mapa Estratégico de Ruido de Terrassa,^[13] ver tabla 2.

NIVELES DE INMISIÓN SONORA CALCULADOS dBA								
Fracción de Residuo		Barrio / Zona	Tiempo recogida (min)	Nivel recogida L_{Aeq}	L_{Aeq} (Zona)	L_{Ar}	Δ dB	Valores límite día 65, noche 55
Orgánica	Pequeño	Ca N' Aurell	1,5	77,4	58,0	59,0	1,0	55
	Soterrado	Ctra. Montcada	2	74,1	66,7	66,8	0,1	55
Envases		Plaça Catalunya Escola Industrial	1,5	78,5	64,8	64,9	0,1	65
Papel/Cartón		Can Palet de Vista Alegre	1,5	79,5	56,3	57,5	1,2	65
Vidrio	Pequeño	Poble Nou	1,5	81,8	57,8	59,2	1,4	65
	Iglú	Ca N' Aurell, Centre	5	84,8	65,0	66,8	1,8	65
Resta		Can Palet	1,5	79,0	51,3	55,8	4,5	55

Tabla 2. Niveles sonoros e incremento de ruido que aporta el proceso de recogida de residuos

Finalmente, se realiza un tratamiento estadístico de los datos, y se representan gráficamente. Los gráficos que se adjuntan en la figura 4 muestran, para cada fracción de residuo, un área, que delimita la variación del nivel sonoro, para aproximadamente el 70% de la muestra. Siendo el límite inferior del área la media de los valores menos la desviación, y el límite superior la media más la desviación. La línea central representa el valor promedio de todos los registros correspondientes a una fracción de residuo determinada. Debido a las limitaciones de espacio, únicamente se analizará en detalle la recogida de la fracción del vidrio.

RECOGIDA SELECTIVA. FRACCIÓN DE VIDRIO.

En el proceso de recogida de la fracción de vidrio se usa un vehículo recolector con caja abierta de 20.000 kg de PMA dotado de grúa y sistema de elevación polivalente, se caracteriza por el uso de dos tipos de contenedores, los pequeños de 360 l de capacidad con sistema de carga posterior, y el de tipo iglú circular con capacidad de 1.500 l, que es elevado mediante la grúa pluma instalada en el vehículo recolector (ver figura 2).



Figura 2. Los dos sistemas empleados en la recogida del vidrio y plano de situación de los contenedores

Estos modelos de recogida son utilizados en todos los barrios del municipio de Terrassa, situando los iglús en las zonas dónde se da una mayor aportación de este tipo de residuos. La figura 1 muestra la situación de los contenedores en el sector de Pueblo Nuevo, donde se realizaron las medidas de ruido.

El nivel de inmisión sonora promedio obtenido para todo el proceso de recogida de los contenedores pequeños es de 81,8 dBA, en cambio el nivel sonoro obtenido para la recogida de los iglús realizada con la grúa es de 84,8 dBA. Este incremento en torno a 3 dBA se debe sobre todo, al mayor impacto sonoro que se produce al vaciar el contenedor iglú. Ver tabla 3.

NIVELES DE INMISIÓN SONORA PARA LA FRACCIÓN DE VIDRIO dBA								
Fracción de Residuo		Barrio / Zona	Tiempo recogida (min)	Nivel recogida L_{Aeq}	L_{Aeq} (Zona)	L_{Ar}	Δ dB	Valores límite día 65, noche 55
Vidrio	Pequeño	Poble Nou	1,5	81,8	57,8	59,2	1,4	65
	Iglú	Ca N' Aurell, Centre	5	84,8	65,0	66,8	1,8	65

Tabla 3. Niveles sonoros correspondientes a la fracción del vidrio

Siguiendo las pautas de medidas y control de ruido,^[14] la figura 3 muestra el registro temporal y los espectros de frecuencia de los sucesos sonoros más característicos producidos en la recogida del vidrio, como son el ruido del motor, del freno y el de descarga del contenedor.

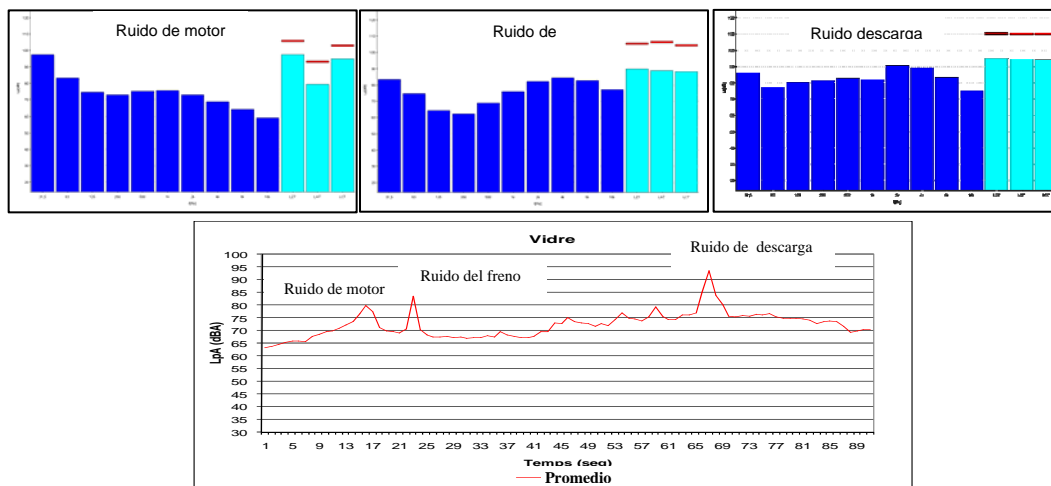


Figura 3. Registro temporal y espectros de frecuencia de los sucesos sonoros más característicos producidos en la recogida del vidrio

Durante el proceso de recogida de contenedores pequeños de vidrio, el conductor del camión efectúa frenadas bruscas con la intención de distribuir la carga, y que no se quede toda en la misma zona de la caja del camión donde se vacían los contenedores, evitando así, el peligro de desbordamiento. También, mientras dura el proceso de elevación, vertido y descenso del contenedor, existe una alarma de aviso de peligro que actúa. Del análisis de los espectros de frecuencia se puede observar como el ruido producido por el motor del camión, predominan las bajas frecuencias, las bandas de frecuencia de 31,5 y 63 Hz son las de mayor nivel. El escape de aire cuando actúa el freno, genera un ruido de alta frecuencia, siendo las bandas de 2, 4 y 8 kHz las de mayor nivel. Para el caso del ruido producido por la descarga, el espectro es casi plano, donde se da un mayor nivel a las bandas de 2 y 4 kHz.

El gráfico de la figura 4 muestra la zona que delimita la variación del nivel sonoro para la recogida de la fracción de vidrio. Siendo el límite inferior de la zona sombreada, la media de los valores menos la desviación, y el límite superior la media más la desviación. La línea central representa el valor promedio de todos los registros correspondientes a la fracción de vidrio.

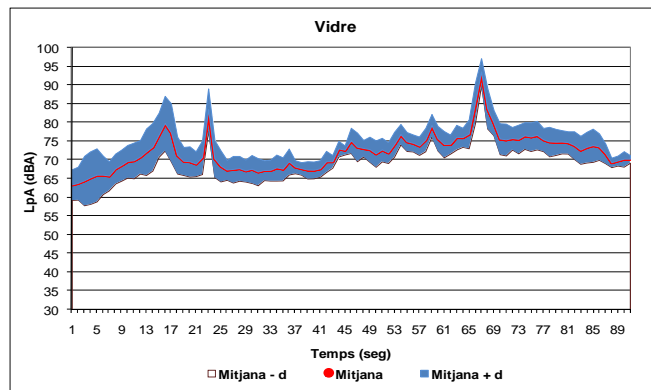


Figura 4. Variación del nivel sonoro correspondiente a la recogida de la fracción de vidrio.

CONCLUSIONES

1. En la generación de ruido por parte del servicio de recogida de residuos influyen muchos factores, des del tipo de contenedor, hasta el ruido que generan los operarios, pasando por el ruido del vehículo recolector y la manipulación de los contenedores.
2. La fracción de residuo es una variable importante en la generación del ruido, puesto que condiciona otros aspectos de la recogida, como el tipo de contenedor y su capacidad, el tipo de vehículo recolector empleado, el sistema de agarre, y elevación del contenedor.
3. Un dimensionado adecuado del parque de contenedores es primordial, para evitar recogidas innecesarias de contenedores a media carga, o insuficientes con los contenedores desbordados.
4. Los resultados muestran como la recogida de las fracciones de envases, papel-cartón y resto son muy parecidas, debido a la similitud del vehículo recolector y de los contenedores empleados. En cambio, la fracción orgánica y la de vidrio son claramente diferentes a las anteriores, en la primera el contenedor es diferente y en la fracción de vidrio se genera un ruido de impacto muy elevado en el proceso de vaciado del contenedor.
5. El nivel de inmisión sonoro generado por la recogida de los iglús es 84,4 dBA, frente a los 81,8 dBA de la recogida de los contenedores pequeños. Este incremento en torno a 3 dBA se debe sobre todo, al mayor impacto acústico que se produce al vaciar el contenedor iglú.

AGRADECIMENTOS

Agradecer al personal de la empresa municipal Eco-Equip SAM del Ayuntamiento de Terrassa por toda la información facilitada, así como, por su apoyo técnico y logístico, que de una u otra forma han hecho posible este artículo. A todos muchas gracias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 REAL DECRETO 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- 2 UNE-EN 1501-1:1999/A1:2005. Vehículos para la recogida de residuos y sus dispositivos de elevación asociados. Requerimientos generales y de seguridad. Partes 1, 2, 4.

- 3 UNE-EN 13071:2002. Contenedores para la recogida selectiva de residuos. Contenedores de superficie elevados mecánicamente con capacidades comprendidas entre 80 l i 5000 l para la recogida selectiva de residuos.
- 4 UNE-EN 840-1:2004. Contenedores móviles para residuos. Partes 1, 2, 3, 4, 5/A1, 5 y 6.
- 5 La Percepción social del ruido a Esplugues de Llobregat. Ajuntament d'Esplugues, D-CAS LEAM – UPC, 2005
- 6 Glosario de términos de Ecología Humana y Sociología del Medio Ambiente. UNED.
- 7 R. Rabella et. al. Nota tècnica: Impacte acústic dels processos de recollida de residus municipals. Diputació de Barcelona. 2006
- 8 Plan Director de Movilidad de Terrassa (2002) Área de Movilidad, Ayuntamiento de Terrassa.
- 9 Planificación de itinerarios de recogida y planos de situación de los contenedores. Eco Equip SAM. 2008
- 10 Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica y emisiones acústicas.
- 11 Llei 16/2002 de Protecció contra la Contaminació Acústica, de la Generalitat de Catalunya. 2002
- 12 Mapa Acústic de la Ciudad de Terrassa. LEAM - UPC, Ajuntament de Terrassa. 2004
- 13 Mapa Estratègic de soroll de Terrassa. Ajuntament de Terrassa, LEAM – UPC. 2007
- 14 C. Harris. Manual de medidas acústicas y control del ruido. McGraw-Hill. 1995. Tercera edición