

E.O.I. Curso 2007-2008



RECOGIDA NEUMÁTICA

Alejandro Rodríguez García
Director de Operaciones-LIPASAM

Sevilla, 30 de Noviembre de 2004

INDICE

- 1. GENERALIDADES.**
- 2. PRINCIPIOS TECNICOS DE FUNCIONAMIENTO.**
- 3. ANALISIS DEL EQUIPO.**
 - 3.1. Circuito vertical**
 - 3.2. Red General**
 - 3.3. Soplantes y transporte final**
 - 3.4. Control del proceso**
 - 3.5. Depuración del aire**
- 4. SISTEMAS Y SUBSISTEMAS.**

RECOGIDA NEUMATICA

1. GENERALIDADES.

La recogida neumática proviene de Suecia, donde se está aplicando con un nivel de cierta importancia desde hace más de 40 años, habiendo sido implantada parcialmente en algunas ciudades españolas hace más de 10 años.

Este sistema es conceptualmente distinto a la típica recogida de residuos con vehículos y se basa en instalaciones fijas similares a la distribución de agua o a la red de alcantarillado. Sus resultados son excelentes en cuanto a calidad, a eficacia y a costos, aunque su desventaja es la inversión inicial y la problemática de su implantación y coordinación con la construcción de las nuevas viviendas.

El sistema, esencialmente, se basa en una red de tuberías subterráneas que barren una serie de puntos donde han quedado depositadas las bolsas de basura de los ciudadanos de la zona. La recogida neumática actúa a unos horarios preestablecidos y transporta los residuos hasta una centrales de recogida, desde donde se trasladan por carretera a los puntos de tratamiento o eliminación.

Con este método, las operaciones se efectúan en el interior de los inmuebles o de la propiedad privada de los mismos, lo que elimina el uso

de la vía pública para estas labores y, con ello, los principales problemas de la recogida mecanizada:

- ✓ *Almacenamiento de los residuos en los hogares y transporte hasta los recipientes de la vía pública.*
- ✓ *Presencia de cubos o contenedores en la vía pública, tanto en forma temporal como continua.*
- ✓ *Influencia en la vida ciudadana de este servicio:*
 - *Ocupación de la vía pública e interferencia con el tráfico.*
 - *Ruido en horarios nocturnos.*
 - *Etc.*

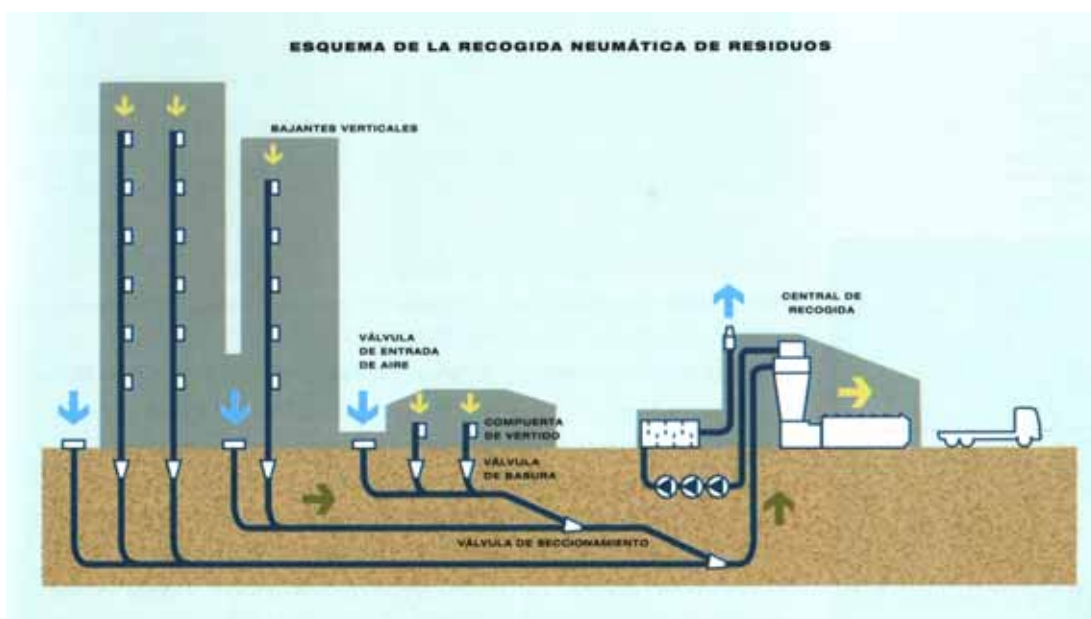
La recogida neumática puede catalogarse como el sistema ideal para conseguir que los residuos sólidos urbanos desaparezcan definitivamente de la vía pública, aunque no está exento de problemas para que su instalación se generalice. El método es sencillo de utilizar y cómodo para el usuario, lo que origina unos espectaculares resultados, sobre todo en países como España, que no se distingue por su actitud social solidaria, necesaria para que funcionen con perfección los demás sistemas. En la recogida neumática, la colaboración ciudadana que se necesita es mínima y, en caso de no tenerla, los perjuicios recaen en los propios hogares, sin llegar a afectar al resto de los ciudadanos ni a la calidad de vida general de la ciudad.

La ejecución del proceso de recogida se efectúa de la siguiente manera:

- ✓ *Los turboextractores se ponen en marcha y crean la depresión estática precisa dentro de la red de tuberías de transporte. El panel central informatizado de control transmite la orden de abrir la primera*

de las válvulas de entrada de aire colocadas al final de los ramales de la red de transporte, con lo que se origina la corriente y velocidad precisa para la recogida.

- ✓ El ordenador de control comienza la apertura y cierre secuencial de todos los ramales de la red y de las válvulas de descarga que conectan con los conductos verticales de los domicilios en un tiempo programado para el vaciado total del conducto. Esta operación secuencial permite ir abriendo todas las válvulas del sistema y completar la recogida de acuerdo con las premisas programadas: veces por día, casos excepcionales, etc.
- ✓ Cuando la basura llega a la central de recogida, es separada de la corriente de aire por un ciclón separador, poniéndola a disposición de un compactador de residuos, el cual la introduce en un contenedor de transporte de tipo convencional. El transporte al punto de tratamiento se lleva a cabo también con vehículos de tipo convencional.
- ✓ Tras concluir el ciclo programado, el sistema vuelve a la situación de reposo en espera de la nuevo hora o situación de recogida.



2. PRINCIPIOS TECNICOS DE FUNCIONAMIENTO.

Puede decirse que el sistema está estructurado en tres subsistemas:

- ✓ *Depósito de residuos en los hogares y establecimientos.*
- ✓ *Transporte neumático.*
- ✓ *Recolección, recogida y transporte final.*

El circuito vertical está diseñado para que los ciudadanos depositen sus residuos. Cuenta esencialmente con unos conductos, de mayor o menor longitud según la altura de los edificios que, por gravedad, llevan los residuos a una cámara de carga donde están los mecanismos que conectan la instalación abierta con los circuitos neumáticos.

El circuito vertical conecta con la red de tuberías neumáticas por medio de la válvula de basura, que está comandada por el sistema informatizado de control. Estas válvulas se abren las veces que sea preciso a lo largo del día de forma secuencial, permitiendo que toda la potencia del transporte neumático se aplique exclusivamente a los residuos de cada punto. El barrido de todos los puntos de la red completa un ciclo de recogida.

La red subterránea de conducciones neumáticas transporta los residuos hasta la central de recogida, punto de recolección y acopio final de los mismos. En esta instalación están ubicados los turboextractores, encargados de crear la corriente de aire y la depresión adecuada, y la central informática, que controla con total versatilidad todo el sistema.

El alcance medio de una central de carga puede estimarse en un radio de 1,7 a 2,0 kilómetros.

DATOS TECNICOS DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE			
Características	Unidad	Variación	
		Mínimo	Máximo
<i>Aspiración</i>	<i>m³/s</i>	3	7
<i>Depresión</i>	<i>kPa</i>	15	25
<i>Velocidad del aire de transporte</i>	<i>m/s</i>	15-22	15-22
<i>Potencia absorbida</i>	<i>kW</i>	80	530
<i>Potencia de los motores individuales</i>	<i>kW</i>	45	130

Para obtener las condiciones adecuadas de transporte, son suficientes, normalmente, tres o cuatro extractores conectados en serie.

La velocidad del aire está regulada para optimizar la rentabilidad del sistema y, a la vez, evitar retenciones y adecuar la misma a las condiciones específicas de cada punto de recogida: distancia de la central, tamaños de tuberías, curvas, etc.

La red de tuberías está adecuada al sistema tanto en calidad de materiales, muy estudiados en cuanto a la abrasión en los tramos curvos, como en diámetros y dimensiones, que están entre los 400 y 500 mm. de diámetro.

En el extremo opuesto a la central de recogida están las válvulas de aire, que permiten la entrada de aire al sistema, dotadas con silenciadores que consiguen que el nivel sonoro de este elemento no sea superior a los 55 dB(A). Las válvulas de basura que conectan las viviendas a la red están telecomandadas desde la sala de control de forma totalmente automática, por medio de una red auxiliar de aire comprimido.

El aire de transporte, tras su separación de los residuos y antes de reintegrarse a la atmósfera, se somete a un proceso de depuración consistente en separaciones primarias efectuadas en el ciclón de separación de basuras, en la que se desprende de la práctica totalidad

de sólidos arrastrados, seguida por el paso por las cámaras de filtrado en seco, y completada con filtros biológicos. En su salida también pasa por un silenciador que asegura niveles menores a 55 dB(A).

Con este proceso, la eficacia de la depuración es prácticamente total, superando el 99,9% para volúmenes de aire mínimos de 7 m³/s.

DURACION DE UN CICLO COMPLETO DE RECOGIDA		
Tipo de Instalación	Viviendas atendidas	Tiempo en minutos
<i>Pequeña</i> ⁽¹⁾	200-600	20-60
	600-1.000	15-25
<i>Media</i>	1.000-2.000	25-45
	2.000-4.000	45-80
	4.000-6.000	80-125
<i>Grande</i>	6.000-8.000	125-165
	8.000-10.000	165-210

⁽¹⁾ Las instalaciones pequeñas tienen un alcance global inferior a 450 m.

3. ANALISIS DEL EQUIPO.

Los equipos precisos son sencillos por separado, pero las ventajas del sistema se obtienen con la perfecta coordinación entre ellos y, sobre todo, por la enorme versatilidad que la informática aporta a la planificación de los horarios de recogida y a la vigilancia y control de los puntos fundamentales del proceso.

3.1. Circuito vertical

Los bajantes verticales de los edificios unen a éstos con la válvula de basuras, que es donde realmente se inicia la automatización del sistema. Se construyen en acero al carbono y están sujetos a una ligera depresión, máximo 200 mm. de columna de agua, durante el momento e apertura de la válvula.

Con el fin de evitar deficiencias en su funcionamiento, se han tenido en cuenta las siguientes condiciones:

- ✓ Diámetro interior superior al de los buzones de los ciudadanos.*
- ✓ Diámetro interior superior al de la válvula que la conecta a la red neumática, que suele ser de 450 o 500 mm.*
- ✓ Apertura totalmente horizontal de los discos de las válvulas de basuras.*

Los bajantes pueden tener muchas variantes de acuerdo con su utilidad y con los buzones a instalar para uso del ciudadano, que siempre estarán a una altura de 1,4 metros sobre el suelo. A modo de ejemplo se indican:

- ✓ *Bajantes interiores con buzón por piso del inmueble.*
- ✓ *Bajantes interiores con un único buzón para el conjunto de pisos.*
- ✓ *Bajante interior con buzón de uso exclusivo para comercios o establecimientos, con llave o sin ella.*
- ✓ *Bajante exterior en área privada con un único buzón de uso doméstico.*
- ✓ *Bajante exterior en área pública con buzón bajo llave para usos específicos.*
- ✓ *Etc.*

Los buzones para uso del ciudadano no tienen conexión interactiva con el sistema, salvo los denominados “comerciales”, que aportan tres señales al sistema:

- ✓ *Cierre de la puerta.*
- ✓ *Nivel de llenado del conducto:*
 - *Señal de aviso previo. Llenado intermedio.*
 - *Señal de llenado total que enclava la puerta.*

El sistema no barre las válvulas situadas bajo los buzones con puerta abierta, saltando el punto concreto e intentándolo de nuevo al final del proceso total de recogida o según se haya programado en el sistema informatizado de control.

Por otro lado, el sistema conoce la situación de llenado, y estas señales sirven para facilitar la programación de su vaciado de forma unitaria o relacionado con otras circunstancias: dos puntos con señal de llenado intermedio, o tres, o uno lleno y otro intermedio, etc. La versatilidad de programación del sistema permite todas estas posibilidades.

Para aplicaciones comerciales, el sistema de recogida neumática permite que, antes de introducir los residuos en el buzón, se instalen equipos de tratamientos previos, en especial de trituración, lo que facilita la incorporación de elementos de cierto tamaño y naturaleza.

Los circuitos verticales posibilitan que los residuos queden depositados sobre la válvula en espera de la puesta en marcha de la recogida neumática.

Todos los elementos del circuito vertical del sistema suelen estar ubicados en las cajas de escalera o en los bajos de las viviendas y en el interior de los establecimientos y, en contadas ocasiones, en el exterior y en la vía pública.

CONDUCTOS VERTICALES DE LOS EDIFICIOS		
Dimensionado en mm.	Modelo 1	Modelo 2
Diámetro:		
- Disco de apertura	400	450
- Bajante	Superior a 400	Superior a 450
Tamaño de los buzones	300	350
<i>Nota: Dimensiones según diámetro de la válvula de conexión al circuito neumático.</i>		

3.2. Red General

El sistema general de tuberías une las diversas válvulas de basuras con la central de recogida. Sus elementos más importantes son:

- ✓ *Válvula general de aire.*
- ✓ *Válvula de basuras.*
- ✓ *Red de transporte.*

Las válvulas de aire están situadas al extremo de cada ramal y permanecen cerradas durante el reposo del sistema. Cuando éste se pone en marcha y consigue las condiciones técnicas de depresión especificadas, se abren y originan la corriente de aire que transportará los residuos.

VALVULAS DE AIRE		
Características	Unidad	Valores
Diámetro válvula de apertura del sistema	mm	400
Area mínima de aspiración libre al exterior	m ²	1,0
Cierre		Disco de acero con junta de goma
Cilindro de apertura		
- Accionamiento		Neumático
- Diámetro	mm	100
- Presión	Kg/cm ²	10
Silenciador exterior		
- Dimensiones	mm	1.200 x 1.200 x 1.000
- Espesor de la lana	mm	50
- Nivel sonoro máximo	dB(A)	55

VALVULAS DE BASURA		
Características	Unidad	Valores
Diámetro de apertura	mm	
Disco de cierre		
- Material		Placa acero mecanizada cubierta de cinc
- Espesor	mm	16
Area mínima entrada de aire exterior	m ²	0,2
Cilindro de accionamiento		
- Diámetro	mm	100
- Carrera	mm	200
- Presión de actuación	Kg/cm ²	10
Control		Terminal electrónico
Depuración de aire		Filtro
Accionamiento		Válvulas electromagnéticas
Control eventuales buzones comerciales		Fotocélulas
Dimensiones mínimas cuarto de ubicación		
- Longitud	mm	1.800
- Anchura	mm	1.500
- Altura	mm	2.500

Al efectuarse el cambio de ramal de la red general de tuberías, se cierra una de las válvulas y se abre la correspondiente al siguiente ramal.

Su apertura está comandada por el ordenador central del sistema en coordinación con el resto de los elementos.

Las válvulas de basura que conectan los circuitos verticales con el de transporte son los elementos básicos del sistema, y su funcionamiento y control lo dirige el ordenador central. Normalmente, se encuentran en los sótanos de los edificios o en pequeños recintos subterráneos con acceso desde el exterior.

Estas válvulas se abren secuencialmente, pues el sistema impide que puedan estar abiertas dos de forma simultánea. Su apertura y operación tarda entre 7 y 10 segundos, tiempo suficiente para recoger los residuos. Las válvulas están accionadas por aire comprimido y conectadas al circuito neumático de control que se tiende acompañando a toda la red de transporte neumático y que verifica y ejecuta las órdenes transmitidas por el ordenador.

REDES DE TRANSPORTE NEUMATICO		
Características	Unidad	Valores
Tubos rectos		
- Diámetro	mm	400-500
- Espesor de pared	mm	5-15
Codos		
- Espesor de pared		
Acero al carbono	mm	5-15
Acero aleado con níquel	mm	25
- Radio de curvatura continua	mm	1.500
- Curvatura	°	10-90
Conexiones en Y		
- Longitud		
Elemento principal	mm	2.500
Elemento de conexión	mm	1.500
- Angulo máximo entre elementos de conexión	°	30
Soldadura de elementos de acero al carbono		Según norma ASTM A 155 Grade CMSH70/1
Tratamiento superficie exterior tubos y codos		Chorreado y revestimiento de asfalto y doble capa de vendas de fibra de vidrio

Las tuberías de la red general son de acero al carbono, los codos de acero aleado con níquel y las uniones están todas soldadas. Los conductos están bajo tierra, protegidos adecuadamente y acompañados de los cables del circuito eléctrico y de la red propia de aire comprimido que llevan las señales de mando y operación a todas las válvulas del sistema. Las conexiones a las válvulas de los circuitos verticales se hacen mediante codos de 90° y con un espesor de pared mínimo de 5 mm. El radio de curvatura es continuo de 750 mm. y acaba en una brida que conecta directamente con la válvula.

3.3. Soplantes y Transporte final

El dimensionado de los turboextractores, encargados de crear la corriente precisa para el transporte de los residuos, depende de la distancia y del diámetro de las tuberías. Las características neumáticas que estos originan provocan que los residuos sean arrastrados hacia la central de recogida. En ella, un ciclón separa los sólidos y los decanta.

Este ciclón está construido de acero y equipado con indicadores de nivel, señales que se integran en el circuito par asegurar el conjunto del sistema. A través de su parte inferior, la tolva alimenta un compactador de residuos mediante un acoplamiento resistente a la depresión.

CICLON DE RECEPCION DE R.S.U.		
Dimensiones	Unidad	Valores
Altura	m	4-5
Diámetro	m	2,5

El compactador de residuos, destinado a desplazar mecánicamente los residuos hacia el interior del contenedor de transporte con una

presión en la placa de 20 a 30 toneladas, es del mismo tipo que los utilizados para la recogida de residuos o en las plantas de transferencia. De acuerdo con la configuración del sistema, podrá variar el número de contenedores a utilizar y su frecuencia de cambio o sustitución, siendo preciso disponer de un sistema automático para efectuar estas operaciones.

En el diseño de los elementos finales de carga y transporte debe primar, sobre todo, el volumen a transportar y la distancia hasta el centro de tratamiento. Para ello podrán utilizarse contenedores de capacidades entre 25 y 35 m³ y vehículos adecuados para su manejo y transporte.

3.4. Control de proceso

El panel central de control supervisa todo el funcionamiento del sistema, alertando de las situaciones anómalas. También es el centro donde se efectúa la programación detallada de las secuencias de recogida y de los horarios y días en que debe realizarse. Las operaciones son todas automáticas, no precisando de personal salvo para el mantenimiento y para resolver emergencias detectadas.

La recogida puede programarse por varios sistemas, pero lo habitual es disponer de una programación horaria estándar a la que se adicionan situaciones interactivas del sistema. No obstante, la programación horario permite variantes para ajustarse a las necesidades de los distintos colectivos:

- ✓ Barrido general indiscriminado.*
- ✓ Areas o ramales con horarios diferentes o con varias recogidas por día.*

- ✓ *Viviendas concretas con más de una recogida por día.*
- ✓ *Etc.*

Las condiciones detectadas por el propio sistema se derivan esencialmente de la situación provocada por el usuario de los buzones de carga comercial, establecimientos, bares, etc. la flexibilidad de programación del sistema permite las combinaciones de ambas y todo tipo de variantes para asegurar la recogida oportuna de los residuos aportados al sistema.

3.5. Depuración del aire

Tras desprenderse los residuos de la corriente de aire, éste es sometido a una serie de operaciones para asegurar su devolución a la atmósfera en óptimas condiciones y sin emisiones de ruido.

Un separador rotativo acoge las pequeñas partículas sólidas que no se hayan depositado en el ciclón y las extrae al exterior, y el caudal pasa así a unas cámaras de filtrado y depuración, donde se retiene hasta que el aire quede con menos de 0,1 miligramos por metro cúbico de polvo en suspensión, valor más bajo que el aire ambiente.

Para optimizar esta operación, se efectúa una última depuración biológica mediante un filtro de carbón activado, donde se reduce el contenido de componentes orgánicos aromáticos por encima del 96%.

Dado el enorme volumen de aire, el sistema contempla igualmente que su salida no cause contaminación acústica pasando por un silenciador que asegura un bajo nivel de ruido, cifrado en 55 dB(A).

4. SISTEMAS Y SUBSISTEMAS.

Los sistemas de recogida neumática precisan de un alto nivel de inversión. Lo idóneo es construir el sistema en el mismo momento que el bloque de viviendas, pero no es descabellado considerar su implantación en áreas ya construidas, aunque habrá que abordar los problemas de coordinación y una inversión superior.

Aún así, los costos de explotación son comparables e incluso menores que los de la recogida convencional actual.

Pueden establecerse varias familias genéricas del sistema:

- ✓ Sistemas generales.*
- ✓ Sistemas de pequeña dimensión.*
- ✓ Sistemas autónomos (móvil).*

Los dos primeros responden a lo ya analizado, diferenciándose más en cuanto a capacidad y potencia que en su concepto. El tercer método es un sistema muy reciente que aporta grandes posibilidades para resolver los problemas de la presencia de recipientes en áreas turísticas, monumentales o comerciales.

El método es esencialmente el mismo, pero todos los elementos de la central de recogida están sustituidos por un vehículo que hace todas estas funciones y, además, recoge y transporta los residuos recolectados. El único elemento exterior que precisa el sistema es un punto de extracción de los residuos, donde el vehículo conecta todos sus equipos. Este elemento es de dimensiones tan pequeñas que puede quedar incorporado a una zona verde, muro de casa o similar.

Para poder aplicar estos sistemas en España es necesario llegar a un cierto nivel de saturación del equipo, lo cuál solo es posible estructurando varias áreas de similares condiciones de la ciudad.

Los sistemas de recogida neumática se muestran como una tecnología de futuro que es ya posible utilizar hoy.