



# 102

REVISTA AMBIENTE DIGITAL

## 1.3. LA EFICIENCIA

Agencia de Ecología Urbana de Barcelona

## **Eficiencia. El metabolismo urbano**

### **Adoptar un viejo modelo metabólico**

La Tierra es un sistema abierto en energía y prácticamente cerrado en materiales, si bien los sistemas que soporta son sistemas abiertos tanto en materiales como en energía.

Puesto que los organismos, en general, y el hombre, en particular, necesitan degradar energía y utilizar materiales para mantener su vida y la de los sistemas que los soportan, la única forma de evitar que esto nos conduzca a un deterioro entrópico de los ecosistemas y nos proyecte a unos equilibrios diferentes a los actuales, con la incertidumbre que representa de cara al futuro, pasa por ir articulando esta degradación energética y la transformación de los materiales sobre el único flujo de energía renovable que se recibe, el procedente del sol y sus derivados, manteniendo un reciclaje completo de los ciclos materiales, tal como se encarga de demostrar continuamente el funcionamiento de la biosfera.

### **Vincular el régimen metabólico a la perturbación de los sistemas**

El hombre vive en estos momentos su tercer régimen metabólico, el que se sustenta en el consumo de combustibles fósiles. Las incertidumbres (probable cambio climático, apropiación humana de casi el 40% de la producción primaria neta de los ecosistemas terrestres, sobreexplotación de los recursos pesqueros en todos los océanos y mares de la Tierra, el agotamiento de minerales y combustibles, etc.) que proyecta el actual modo de producción (basado en el citado régimen metabólico) y la estrategia empleada para competir, van en aumento a medida que se visualizan los límites que tienen los ecosistemas para soportar determinadas capacidades de carga.

Con el aumento de las incertidumbres se reduce, a su vez, nuestra capacidad para controlar el futuro, es decir, nuestra capacidad de anticipación.

La única vía para reducir las incertidumbres actuales pasa, necesariamente, por reducir las perturbaciones que infligimos a los ecosistemas no importa a qué escala, o dicho de forma más genérica, reduciendo la entropía que generamos sobre los mismos. Esto quiere decir que lo que es verdaderamente importante es el nivel de perturbaciones (entropía o simplificación de los sistemas) que generamos con nuestra acción. Hay que vincular, por tanto, el régimen metabólico, en primer lugar a la entropía generada y, en segundo lugar, al consumo de recursos, entre otros, los energéticos<sup>6</sup>.

En la naturaleza, tanto el proceso evolutivo como la sucesión de los ecosistemas están vinculados al aumento de la eficiencia en el consumo de recursos para obtener niveles de organización equivalentes o mayores. Los que no cumplen esta ley acaban desapareciendo.

Nuestra forma de proceder es justamente la contraria, ya que obtenemos, como hemos dicho, posicionamientos competitivos ventajosos si somos capaces de consumir más recursos que otros; no importa demasiado cuán eficientes son. La eficiencia, que es ley en la naturaleza, es una cuestión menor para nosotros. Una estrategia para competir basada en el aumento de la perturbación de los sistemas es, sencillamente, "insostenible". La vía para aumentar nuestra capacidad de anticipación nos obliga a seguir la ley de la eficiencia y a modificar, en consecuencia, las bases para competir.

Nuestra estrategia para competir tiene que estar basada, como hemos dicho, en la información y el conocimiento, y menos, cada vez menos, en el consumo de recursos. Obtener una información organizada (H) mayor con un consumo de recursos (E) menor es la ecuación de la sostenibilidad y es, por tanto, la dirección a seguir en todos los ámbitos y políticas de planificación, en general, y del metabolismo, en particular.

En un proceso hacia la sostenibilidad o, también, para aumentar la capacidad de anticipación, el cociente E/H debería hacerse cada vez más pequeño. La tendencia actual, sin embargo, es la contraria, haciendo que la ineficiencia sea el mejor aliado de la competitividad.

### **Vincular la eficiencia a los modelos urbanos**

La planificación de cualquier aspecto organizativo de la ciudad o del territorio debería ir acompañada, desde el principio, por el uso que se hará de los recursos naturales. La relación a establecer ha de ser intencionada y debe estar dirigida a conseguir, por un lado, la máxima eficiencia en el uso de los recursos y, por otro, la mínima perturbación de los ecosistemas.

<sup>6</sup> Podría suceder que el hombre fuera capaz de sustentar sus organizaciones en energías limpias y renovables; no obstante, si no cambia la estrategia para competir es más que probable que las usara para perturbar aún más el funcionamiento de los ecosistemas. El uso de energías renovables es una condición necesaria, pero no suficiente.

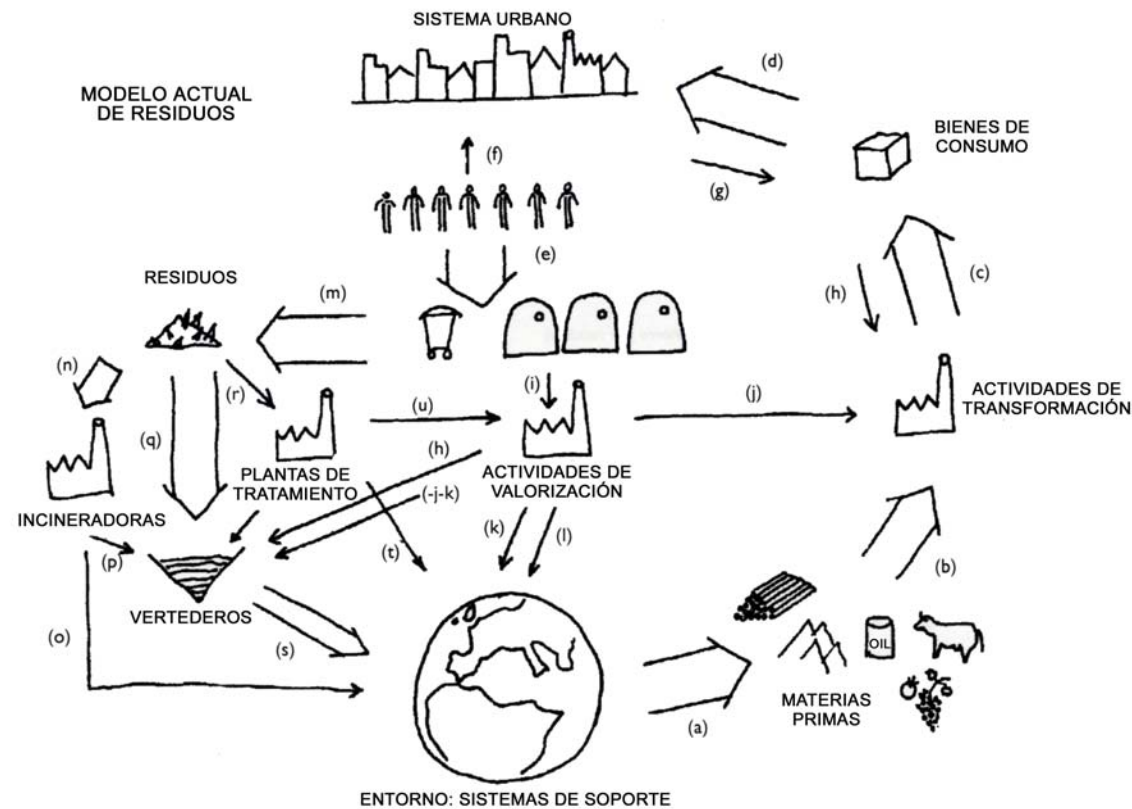
## El ciclo de materiales: los modelos de residuos

La idea de sostenibilidad se asienta en el nivel de presión que la acción del hombre ejerce sobre los sistemas de soporte de la Tierra. Los sistemas humanos que mayor presión ejercen sobre el conjunto de sistemas terrestres son los sistemas urbanos. Éstos necesitan ingentes cantidades de materiales y de energía para mantener su organización y para aumentarla, si es necesario.

En los esquemas adjuntos se dibujan dos escenarios que representan los flujos materiales (el tamaño de las flechas es proporcional al flujo) que van desde los sistemas de soporte representados aquí con un globo terráqueo —de hecho, los materiales que llegan a la ciudad en la actualidad proceden de cualquier parte del mundo— hasta el sistema urbano. Las materias primas extraídas de los sistemas de soporte son canalizadas hacia la red de transformación industrial, que las convierte en bienes de consumo, los cuales serán consumidos en la ciudad.

Por otro lado, el tratamiento y disposición de los materiales consumidos (residuos) canalizan el retorno de los materiales consumidos hacia los sistemas de soporte en forma de impacto contaminante o bien como recursos recuperados que serán depositados en el suelo en forma de compost o entrarán en la red industrial como materias primas.

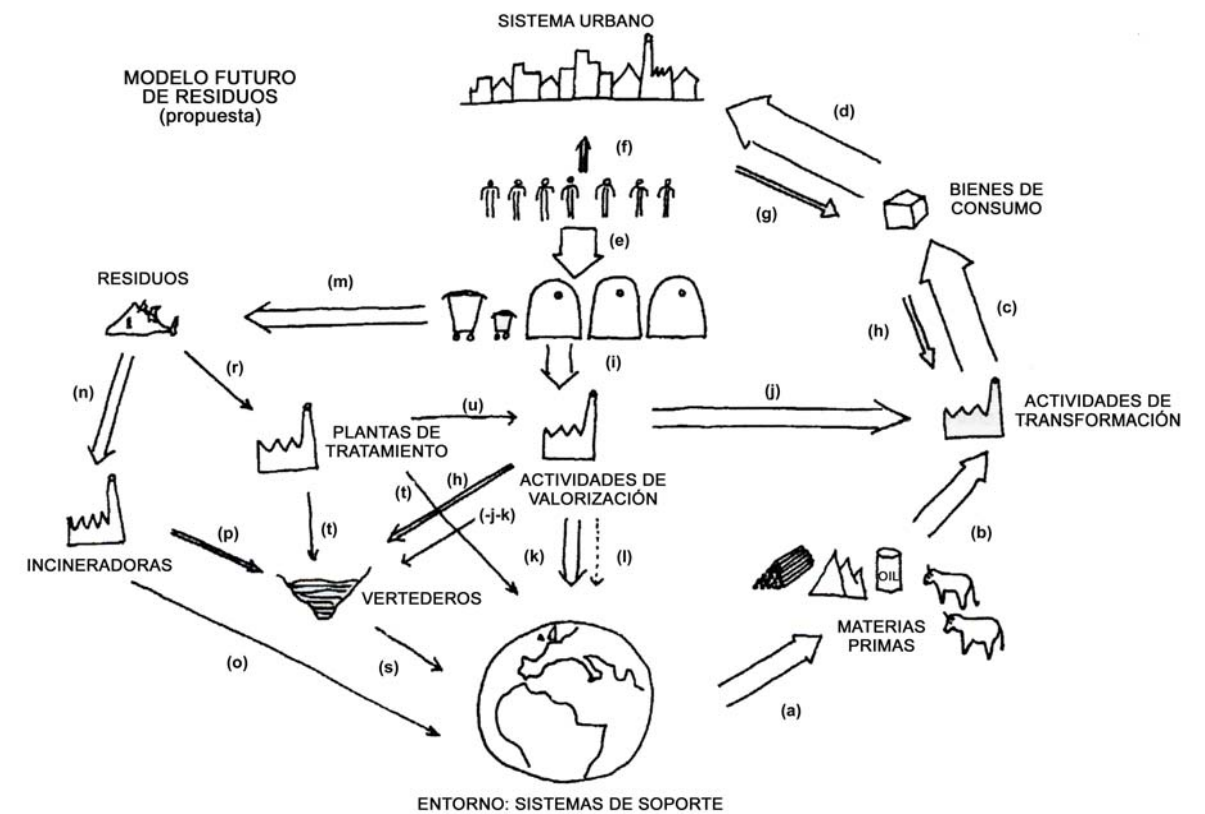
En el centro del esquema se representa el modelo de gestión de residuos municipales. El hecho de que los flujos de materiales en el conjunto del escenario se modifiquen dependerá del modelo de gestión escogido. Un modelo de gestión de residuos en el marco de la sostenibilidad tiene que procurar reducir la explotación de materiales, es decir, disminuir la cantidad de materias primas a extraer de los sistemas de soporte y también reducir la presión por impacto contaminante sobre los sistemas de la Tierra.



El primer esquema representa el modelo de gestión de residuos municipales actual. La ciudad, para mantenerse organizada, necesita aportar materiales y energía procedente de los sistemas de soporte (entorno) que serán explotados para extraer los recursos naturales —materias primas— (ver flujo (a)), los cuales serán transportados a la red industrial de transformación (b), que a su vez los convertirá en bienes de consumo (c), que serán consumidos en la ciudad (e). Parte de estos materiales consumidos pueden ser reutilizados (f) (g) (h) (por ejemplo, los envases retornables, muebles, ropa, etc.). La reutilización actual es prácticamente testimonial con relación al volumen de residuos generados. En la actualidad, los materiales consumidos (e) se destinan al abandono en su mayor parte —el 90% de los materiales se convierten en residuos— y se recogen selectivamente sólo un 10%, considerándolos recursos potenciales (i). Los materiales seleccionados, ya sean orgánicos o inorgánicos, pasan por sendas actividades de valorización, que los tratarán para ser inyectados como materiales inorgánicos recuperados en la red industrial (j) o bien al suelo cuando son materiales orgánicos estabilizados (k). Los impropios recogidos selectivamente serán separados, considerados como un desecho a deponer (h).

Los flujos destinados al abandono (m) se convierten en residuos que serán o bien depuestos en vertedero (en su mayor parte) (q) o en la incineradora de Sant Adrià de Besòs (n), cuando se trate de residuos ordinarios, o bien serán llevados a plantas de tratamiento cuando los materiales sean o contengan residuos especiales (pilas, fluorescentes, neveras, etc.) (r).

La gestión actual de las instalaciones de deposición hace que su impacto contaminante sea considerable, tal como se refleja en los flujos (o), (s) y (l), a pesar de que en estos momentos está en vías de una reducción significativa, tanto en lo concerniente a las incineradoras que refuerzan su sistema de depuración como al vertedero del Garraf, que tratará sus lixiviados y aprovechará parte del biogás que hoy se emite a la atmósfera.



El segundo escenario representa la unidad sistema-entorno con un modelo de gestión de residuos pensado para reducir la presión tanto por explotación como por impacto contaminante sobre los sistemas de soporte.

La red de flujos tiene el mismo significado que en el esquema anterior (modelo actual de gestión de residuos). Lo que se propone en el modelo de gestión de residuos futuro es: 1.- aumentar los flujos de reutilización de materiales una vez utilizados (f), (g) y (h); 2.- aumentar el flujo de residuos orgánicos e inorgánicos recogidos selectivamente (i) y recuperados para ser inyectados en la industria (j) y depuestos en el suelo en forma de compost (k).

Una mayor reutilización y recuperación de materiales permite reducir el nivel de presión por explotación de los sistemas de soporte, es decir, la entrada en la industria de una cantidad mayor de materiales inorgánicos recuperados (j) hace que la cantidad de materias primas (a y b) pueda ser menor. A la vez, una mayor aportación de compost al suelo supone una mayor biofertilidad de los suelos y también una reducción de abonos inorgánicos que, al fin y al cabo, salen de los sistemas de soporte.

El futuro escenario propone también: 3.- reducir la cantidad de materiales destinados a su abandono (n); y 4.- reducir las emisiones y vertidos en las instalaciones de deposición. Para ello hay que reducir la cantidad de materiales de aportación directa al vertedero; en el escenario futuro no tiene que llegar ningún flujo residual que no haya pasado previamente por una instalación de tratamiento o valorización, es decir, sólo pueden llegar rechazos. Por último, tiene que aprovecharse el biogás del vertedero que hoy es para el área de Barcelona uno de los factores que más contribuyen al efecto invernadero.

Avanzar en la propuesta del escenario futuro supone caminar hacia la sostenibilidad, ya que reduce la presión sobre los sistemas de soporte tanto en lo que se refiere a la reducción en la extracción de materias primas como a una disminución del impacto contaminante del modelo de gestión de residuos municipales.

## El modelo de residuos

El Ayuntamiento de Barcelona y la Entidad Metropolitana de Medio Ambiente (EMSHTR) han iniciado un proceso de gestión de residuos (PMGRM) que hoy es, seguramente, uno de los más copiados por otras ciudades del Estado español, tanto respecto a su marco teórico como a las propuestas concretas en cualquiera de los ámbitos de gestión. El tránsito de un modelo a otro se está produciendo a un cierto ritmo en el ámbito de la recogida y a un ritmo superior en los tratamientos.

### Minimización y reutilización de residuos

El mejor residuo es el que no se produce; por lo que hay que minimizar la generación de residuos, especialmente los envases y embalajes y los residuos especiales.

Aunque el municipio tiene competencias limitadas para el despliegue de las medidas de minimización, hay que implantar todas las que estén a su alcance, como son las referentes a la regulación de la publicidad domiciliaria, la sustitución de bolsas de plástico, etc.

Uno de los materiales plásticos más problemáticos es el plástico film, cuyo consumo se propone reducir a mínimos, dados los problemas de contaminación cruzada que genera en las demás fracciones residuales.

Aunque el escenario programado atiende el conjunto de normas vigentes, será necesario avanzar progresivamente en la aplicación del sistema de deposiciones (en el proceso de participación, esta recomendación incluida en este documento fue votada en contra por el representante de las grandes superficies comerciales) para los envases y embalajes, entendiendo que es el sistema más eficaz para estas fracciones cuando se quiere aplicar el principio de "las tres erres": reducción, reutilización y recuperación. La implantación del sistema de deposición supone, además, reducir drásticamente el número de contenedores en la vía pública.

Dado que el modelo que se propone (mientras no se implante el sistema de deposición) depende por completo de la voluntad y la concienciación del ciudadano, debe implantarse un programa de información y de educación, con la dotación necesaria, en los términos que se exponen en el PMGRM, de manera que el consumo responsable vaya extendiéndose y, con ello, la reducción de residuos.

Por otro lado, se propone fomentar el mercado de segunda mano (electrodomésticos, ropa, muebles, etc.) tanto en tiendas o ferias como en los propios **puntos limpios**.

### Recuperación y valorización de materiales

Los bienes consumidos no se consideran residuos, sino recursos recuperables. Aplicando los objetivos de recuperación del PMGRM se propone recoger selectivamente un 60% de los materiales entregados al sistema, de los cuales alrededor de la mitad son orgánicos y la otra mitad son inorgánicos. El resto de materiales entregados serán, en principio, residuos a deponer.

Se propone separar primero (desde la cocina), y recoger selectivamente después, las siguientes fracciones: materia orgánica, papel y cartón, vidrio, envases ligeros, muebles, textiles y especiales. A tal efecto, deberán rediseñarse los elementos materiales (cubos, contenedores, camiones, etc.) de las diferentes fracciones residuales desde la cocina hasta las plantas de tratamiento y deposición.

En una ciudad compacta y densa como Barcelona es del todo necesario que se acomoden mutuamente el modelo de gestión de residuos y el modelo de gestión del espacio urbano. En este sentido, deberán rediseñarse, entre otros, los puntos de recogida de las basuras y el acceso a los mismos. La manzana como unidad de gestión y el subsuelo podrían desempeñar un papel especial en el sistema de recogida.

Se propone recoger selectivamente la materia orgánica, entendiendo que es de las fracciones que mejor sabe separar el ciudadano y que mayor daño puede causar en las demás fracciones por contaminación cruzada.

La fracción orgánica debería recogerse en un contenedor específico para los generadores domésticos y sería necesario que los generadores singulares (mercados, Mercabarna, etc.) la separasen y recogiesen debidamente. El destino de la fracción orgánica son los ecoparques, que generarán compost (o estabilizarán la materia orgánica) y biogás.

El compost generado tiene una salida si se insiere en programas estatales de mejora de la biofertilidad de los suelos españoles (deficitarios en materia orgánica) y en la lucha contra la desertificación. Dichos programas deberían regular la calidad del compost y deberían desarrollarse a través del consenso con las instituciones y los aplicadores.

El papel y el cartón son la segunda fracción en peso de los residuos municipales. En cuanto al papel, el papel impreso es el que tiene mayor peso específico en el conjunto de la fracción. Es por esta razón por lo que se propone recogerlo puerta a puerta, de la misma manera que se hace en otras ciudades (Viena, Munich, etc.) con resultados que suponen una recogida superior al 60% del papel. Se implantarán los contenedores de papel y cartón en las áreas de aportación para poder depositar el cartón doméstico y el papel de aquellos ciudadanos que no tienen espacio en la portería del edificio.

Los comercios son los mayores generadores de cartón (80%), de ahí que se proponga recogerlo también puerta a puerta.

Es necesario que se implanten **puntos limpios** que se conviertan en centros de recuperación de materiales, abandonando la idea de usarlos como centros de recogida y transferencia.

Las actividades del sector de la hostelería y la restauración son las que más cantidad de vidrio generan, lo que justifica que se recoja puerta a puerta. El vidrio doméstico debería recogerse en áreas de aportación.

Los envases ligeros, mientras no se implante el sistema de depósito, se propone recogerlo mayoritariamente en áreas de aportación. No obstante, se propone que un 25% de esta fracción se recoja en acera.

Se propone aplicar de forma clara el principio de "quien contamina paga" sin que ello suponga licencia para contaminar. Esto implica que para la recogida y el tratamiento de los envases y residuos de envases, ECOEMBES debería pagar los costes reales del proceso.

### La deposición de los flujos sin recuperación

Deben aplicarse las medidas adecuadas para limitar el flujo de rechazo.

Se propone que no entren residuos en masa en el vertedero y que sólo se permita la entrada a los rechazos provenientes de otros tratamientos previos.

Se propone recoger el biogás del vertedero del Garraf y que se acondicione (junto con el biogás de las plantas de metanización) como carburante para la flota de autobuses metropolitanos y las flotas de camiones de limpieza y recogida de basuras.

Se propone que se depuren con tratamiento terciario los lixiviados del vertedero del Garraf.

Uno de los aspectos más estratégicos de la gestión de residuos para Barcelona y los municipios de la Entidad Metropolitana es la capacidad del vertedero del Garraf, que hoy está prácticamente colmatado. Es urgente habilitar nuevos vertederos. En caso de no encontrarlos, deberá reestudiarse el destino de los flujos que hoy no pueden ser recuperados, ya sea por causas técnicas o económicas.

### Impacto ambiental comparativo entre el escenario actual y el escenario futuro

Balace de masas: Como ya se ha dicho anteriormente, debe reducirse la presión sobre los sistemas de soporte por extracción de recursos. En este sentido, el escenario futuro supone una inyección a la red industrial de unas 200.000 tn/a de materiales inorgánicos y una aplicación al suelo de unas 28.000 tn/a de compost de buena calidad. En el escenario actual se recuperan unas 60.000 tn/a si descontamos los rechazos, que se reducen a la mitad (30.000 tn/a) si descontamos la recogida privada. Si descontamos la recogida privada en el escenario futuro, la recuperación de materiales inorgánicos del modelo de gestión llega a las 170.000 tn/a, es decir, unas 6 veces más que en la actualidad.

Por otro lado, en la actualidad, la mayor parte de los residuos recogidos en el contenedor de rechazo (el 90% del total de residuos generados) tienen como destino el vertedero (en dos terceras partes) y la incineradora (una tercera parte). En el escenario futuro estas cifras se modifican de forma que lleguen al vertedero sólo los rechazos del conjunto de tratamientos.

Balace energético: En los balances energéticos de los dos modelos de gestión de residuos se comprueba que el consumo de energía en combustibles fósiles es mayor en el año 2006 que en 1996, un 204% más. Por el contrario, la recuperación de energía eléctrica es un 194% superior en el año 2006 que en 1996. Esta recuperación de energía aún podría aumentar si se desarrollan las medidas tecnológicas adecuadas para incrementar el rendimiento actual. El ahorro por reciclaje es muy superior (711%) en el año 2006 que en 1996. El balance es

claramente superior (un 404%) en el escenario de 2006 que en el de 1996; en efecto, el balance energético para el escenario futuro supone un ahorro de energía de dos millones y medio de GJth, cuando en el escenario actual el ahorro es tan sólo de medio millón de GJth.

Emisiones a la atmósfera: En el cuadro de emisiones a la atmósfera puede comprobarse que con la aplicación de las medidas propuestas el CO<sub>2</sub> equivalente —después de sumar proporcionalmente, según su efecto invernadero, el conjunto de gases que inciden sobre este fenómeno— del escenario futuro es de unas 619.000 tn/a, y si en el escenario actual es de 2.150.000 tn/a, ello supone una reducción de 4 veces la emisión de CO<sub>2</sub> equivalente. En el escenario futuro sólo se ha considerado el aprovechamiento de un 40% del biogás del vertedero, lo que podría incrementarse, mejorando, a su vez, la reducción del CO<sub>2</sub> equivalente emitido a la atmósfera.

Los demás indicadores contaminantes se ven reducidos (a excepción de los metales pesados), y los que no lo hacen, tienen signos negativos, lo que supone que para ambos escenarios la propia gestión de residuos implica una reducción de las emisiones.

Vertidos líquidos: A excepción del amoníaco, la carga contaminante de los vertidos líquidos del escenario futuro siempre es inferior a la correspondiente del escenario actual.

### Objetivos y líneas de acción del CCS de la A21 de BCN que incorpora el modelo de residuos

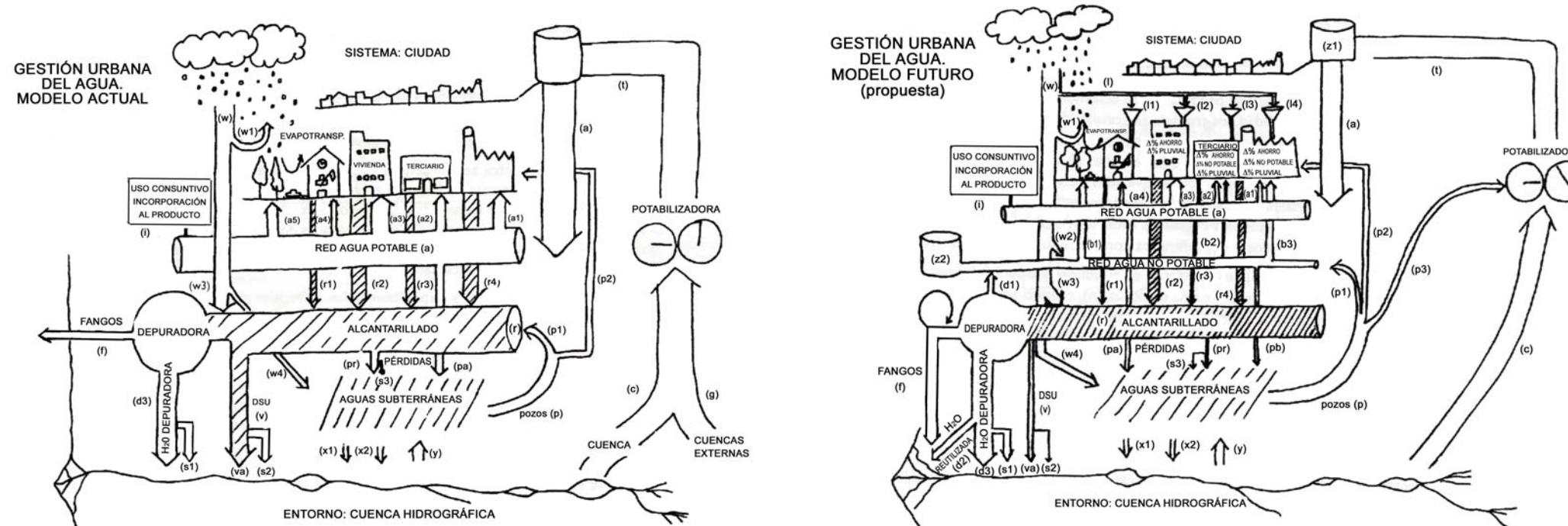
0. Los objetivos. Incide preferentemente en los objetivos: 5 y 6.
5. Preservar los recursos naturales y promover el uso de los renovables. Incide preferentemente en las líneas de acción: 4, 5, 6, 8 y 9.
6. Reducir la producción de residuos y fomentar la cultura de la reutilización y el reciclaje. Incide preferentemente en las líneas de acción: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10.

## El ciclo del agua

El H<sub>2</sub>O es, seguramente, el factor más limitante del desarrollo de Cataluña y de las regiones semiáridas del Estado español. El H<sub>2</sub>O es, por tanto, un líquido estratégico para Barcelona. Las políticas iniciadas hasta ahora por los gobiernos local, autonómico y estatal no han estado enmarcadas por la limitación del recurso y, por el contrario, han seguido siendo la base del desarrollo urbano, industrial, ganadero, turístico, etc., como si el H<sub>2</sub>O no fuera un recurso escaso y fuéramos un país excedentario. Son particularmente imprudentes las políticas de ordenación del territorio, iniciadas hace ahora unos treinta años, que de manera explosiva promocionan y potencian las tipologías edificatorias unifamiliares con piscina y jardines con césped y plantas muy demandantes de H<sub>2</sub>O; las políticas turísticas y de promoción económica que potencian la proliferación de campos de golf con hierba escocesa; las políticas ganaderas intensivas que han arruinado y continúan arruinando los acuíferos de comarcas enteras; o las políticas hidráulicas (transvases, canalizaciones...) que acabarán perjudicando la pesca en áreas extensas del territorio y potenciando<sup>7</sup> la velocidad del H<sub>2</sub>O de lluvia desde que cae hasta que llega al mar.

La inexistencia de una política de conservación y gestión de la demanda de H<sub>2</sub>O que la incardine en el conjunto de políticas de planificación tiene como resultado la imperiosa necesidad de transvasar H<sub>2</sub>O de otras cuencas o desalinizarla del mar. Ésta es una huida hacia delante que comportaría graves impactos ecológicos, económicos y/o sociales. La elección del H<sub>2</sub>O del Ródano para ser transvasada supondría, además, un riesgo suplementario, ya que ésta pasa previamente por cinco centrales nucleares, una de ellas de reprocesamiento de plutonio. Una fuga arruinaría, cuando menos, la canalización realizada y, por tanto, su inversión. No parece muy prudente empeñarse en estas soluciones, como tampoco lo es continuar con la actual política de derroche de un recurso tan estratégico.

La estrategia que debería impulsarse, por lo tanto, está relacionada con los programas de conservación y gestión de la demanda que sí tienen presente, desde su inicio, el papel del H<sub>2</sub>O y su característica de recurso escaso. Después de la aplicación de las propuestas de conservación y gestión de la demanda de H<sub>2</sub>O, algunas aquí expuestas, debería asegurarse el suministro de agua al conjunto de municipios del área metropolitana de Barcelona. La ampliación de las fuentes de aprovisionamiento (desalinización y/o transvase) debería venir, en todo caso, una vez demostrado que las acciones de conservación son insuficientes.



★ En ambos esquemas, el tamaño de las flechas y los tubos es proporcional al flujo de H<sub>2</sub>O.

### Conservar y gestionar la demanda de H<sub>2</sub>O en las cuencas centrales de Cataluña

Los programas de conservación de H<sub>2</sub>O tienen por objetivo reducir la demanda de H<sub>2</sub>O, mejorando la eficiencia de su uso y evitando el deterioro de los recursos hidráulicos. Gestionar la demanda significa obtener el mayor volumen posible de servicios hidráulicos con igual cantidad de H<sub>2</sub>O.

#### La regla de los tres tercios

La regla general de repartir el H<sub>2</sub>O en tres tercios —un tercio para los ecosistemas terrestres, un tercio para los ecosistemas marinos y un tercio para las actividades humanas— debería guiar los programas de conservación y gestión de la demanda. El tercio que, en teoría, nos corresponde debería guiar nuestra gestión de H<sub>2</sub>O.

#### Retener el agua de la cuenca

Disminuir y frenar la actual velocidad del H<sub>2</sub>O en su viaje hacia el mar es estratégico. Para ello, es necesario mantener las actuales áreas de bosque y ampliarlas, especialmente con bosques de ribera, manteniendo y, en su caso, ampliando las áreas agrícolas y espacios libres de baja pendiente y evitando la impermeabilización y los usos en las áreas de infiltración y recarga.

Por otro lado, hay que limitar el crecimiento urbano, en el caso del área metropolitana de Barcelona, a las áreas de compactación propuestas, evitando la impermeabilización creciente que supone la actual tendencia de producir ciudad tanto en edificación como en infraestructuras.

### Ahorrar H<sub>2</sub>O

En general, la agricultura es la actividad de mayor consumo de H<sub>2</sub>O, a pesar de que en las cuencas centrales es limitada por lo limitado del área a irrigar. No obstante, los flujos consumidos actualmente pueden reducirse significativamente haciendo uso de técnicas de irrigación eficientes.

Con la misma idea de eficiencia debería actuarse en los ámbitos de la industria y los servicios públicos. El margen para aplicar políticas de eficiencia es aún amplio en ambos casos, aunque desde la implantación del canon de saneamiento se ha mejorado substancialmente.

Los actuales jardines de gran consumo de H<sub>2</sub>O y abonos inorgánicos deberían ir substituyéndose por jardines "xerófitos" con la inclusión de plantas poco consumidoras de H<sub>2</sub>O, los abonos por compost y los actuales sistemas de riego por otros nocturnos y más eficientes. Estas ideas deberían extenderse a los campos de golf, que deberían substituir el actual tipo de césped por otro adaptado a nuestro país. En cualquier caso, la construcción de nuevos campos de golf debería frenarse hasta que financieramente y con la aplicación de la nueva cultura del H<sub>2</sub>O se considere su viabilidad.

Es necesario regular, también, el uso de H<sub>2</sub>O para piscinas, que quiere decir, primero, regular el uso de H<sub>2</sub>O de los acuíferos. La actual falta de regulación efectiva hace que el nivel de los acuíferos disminuya significativamente durante las estaciones más limitantes: finales de primavera y verano.

Otras medidas de ahorro de agua, por ejemplo en las infraestructuras de ámbito doméstico, se recogen más adelante en este mismo documento.

### La calidad del agua en las cuencas

El impacto de la contaminación difusa es creciente y está hipotecando parte de los recursos de H<sub>2</sub>O existentes (acuíferos y eutrofización de los cursos de agua y pantanos) allí donde las actividades que la generan son más intensivas. La creación de "bancos" de materia orgánica en determinadas áreas del territorio puede reducir el impacto actual. Las áreas con "banco" de materia orgánica deberían estar obligadas al uso del compost en sustitución del estiércol y los purines frescos y de la mayor parte de los abonos inorgánicos.

Las actuales depuradoras y la tecnología empleada en ellas, sumado al escaso caudal de nuestros ríos, dan como resultado una calidad del agua insuficiente para dotar de vida plena nuestros ríos. El grado de ejecución del Plan de Tratamiento de Aguas Residuales permite ya afirmarlo. Así pues, será necesario aplicar los programas aún no desarrollados incluidos en el Plan de Saneamiento y ampliar el tratamiento de aguas residuales a todos los núcleos urbanos con la implantación de tratamientos específicos (en algunos casos terciarios), ya sea en la industria, en los polígonos industriales y/o en las actuales EDAR.

### La calidad del H<sub>2</sub>O en Barcelona

El recorrido que realiza el agua en las cuencas del Llobregat y del Ter antes de llegar a las potabilizadoras es un camino de usos y reutilizaciones que van dejando huella en el contenido del H<sub>2</sub>O en forma de contaminación. Los procesos de potabilización, aún siendo intensivos, permiten que el H<sub>2</sub>O sea cualificada como "sanitariamente permisible". Las características organolépticas de conductividad, etc., del H<sub>2</sub>O servida, a pesar de que han mejorado de un tiempo a esta parte, provocan que la mayoría de los ciudadanos renuncien a emplearla para usos de boca.

La aplicación de los programas que contiene el Plan de Saneamiento y su ampliación permitirían obtener una calificación superior del agua: agua potable, y ser consumida como agua de boca tal como sucede en ciudades como Madrid y Nueva York. El gasto que hoy destinan los ciudadanos de Barcelona al consumo de agua embotellada se acerca a los 30.000 millones de PTA anuales.

<sup>7</sup> La tendencia actual de ocupación y artificialización del territorio hace que aumente sin parar la velocidad de lluvia caída en cualquier punto de la cuenca hasta que llega al mar, haciendo que disminuya la recarga de acuíferos y la dotación de H<sub>2</sub>O para los ecosistemas terrestres.

## Conservación y gestión de la demanda de H<sub>2</sub>O

Con el fin de aproximarnos al tercio teórico del agua de la cuenca que nos corresponde, hay que desarrollar una serie de acciones que se incardinarian en los siguientes programas:

### 1. Programa de infraestructuras

1a) **Creación de redes separativas.** A la propuesta de supermanzanas le acompaña una red de galerías de servicios que sigue la malla de vías secundarias. Esta red que conecta con las conducciones en alta, constituye una escala intermedia que permite el desarrollo de dos redes separativas, a lo largo y ancho de la ciudad. El proceso de ejecución podría plantearse a medio y largo plazo, dependiendo de la discusión sobre la política del agua y su grado de sostenibilidad.

1b) **La reparación de redes y la eliminación de escapes** es el procedimiento de ahorro de H<sub>2</sub>O más ventajoso y, en este ámbito, hay una amplia oferta de tecnologías y sistemas avanzados de fugas y sellados. Las pérdidas de H<sub>2</sub>O en la red de distribución, considerando como tales la diferencia entre el agua impulsada y el H<sub>2</sub>O facturada, se evalúan alrededor del 25%, entre el 8 y 10% correspondiente a pérdidas reales por averías, escapes en válvulas y tuberías, mientras que el 15-17% restante corresponde a usos de H<sub>2</sub>O no contabilizados por diversos motivos como fraude y **convenios a cómputo** con entidades, entre otros.

Los costes de reparación de redes y la eliminación de fugas son siempre más bajos que los que se derivan de la captación, la potabilización, la depuración de parte del H<sub>2</sub>O perdida y que se filtra al alcantarillado.

1c) **Localización de tomas ilegales.** La identificación y eliminación de tomas ilegales puede suponer un volumen de agua a ahorrar considerable.

1d) **Contadores individuales para aquellos usuarios que tienen convenios a cómputo.** En el caso de acuerdos con caudal máximo, tiene que establecerse normativamente el uso racional del agua y la prohibición de verter en la cloaca el H<sub>2</sub>O que no haya tenido un uso previo.

1e) **Reducción de presiones de suministro.** Una correcta gestión de las presiones —regulación del ciclo diario a fin de que no se eleve la presión nocturna con los consiguientes aumentos de fugas, regulación de la presión entre 3,4 y 4,1 atmósferas para obtener la máxima eficiencia, etc.— permite unos ahorros significativos en usos no volumétricos.

1f) **Gestión informatizada de las redes.** Debería contemplarse el conjunto de parámetros que permitan una gestión más eficiente de la red y un servicio de mayor calidad. La informatización debería contemplar: los parámetros climatológicos, los edáficos, los componentes del sistema y su estado, la calidad del H<sub>2</sub>O, el control de presiones; el control de operaciones, el control de contadores y la gestión de los costes de operación y mantenimiento.

### 2. Programas de ahorro

2a) **La nueva cultura del H<sub>2</sub>O** debe extenderse al conjunto de personas físicas y jurídicas, que son, en definitiva, las que usarán el H<sub>2</sub>O. Para ello, deberán crearse programas de concienciación ciudadana que abarquen desde la información ciudadana hasta la educación reglada pasando por la formación, la demostración y la implicación de la sociedad civil.

2b) **Tarifación.** Como es sabido, uno de los instrumentos de ahorro más efectivos es acomodar el precio del H<sub>2</sub>O con intencionalidad. Las tarifas de bloques crecientes, las de diferenciación estacional y las que incorporan recargos especiales permiten ajustar la intención de ahorrar H<sub>2</sub>O a quien la consume, haciendo del consumo prudente y limitado un hábito.

### 3. Programas de eficiencia

3a) **Programas residenciales.** Los dispositivos de eficiencia hidráulica y sanitaria para el interior de las viviendas: cabezales y aireadores, inodoros, lavavajillas, lavadoras y el control de fugas y goteos tienen un ahorro potencial de H<sub>2</sub>O cercano al 35%. Los kits con cabezal de ducha, dos aireadores, un dispositivo sencillo para reducir el flujo del wc y varias pastillas de detección de fugas son amortizables en un período temporal menor a un año.

Después de comprobar el éxito de estos programas en otras ciudades, se propone que las nuevas construcciones y los edificios en rehabilitación incorporen los dispositivos y electrodomésticos antes citados. Para cumplir este objetivo deberán implementarse los instrumentos de carácter legal, económico, etc., necesarios.

Paralelamente, deberá ampliarse el programa a las edificaciones actuales con determinadas ayudas, tanto económicas como técnicas.

3b) **Programas de jardinería y otros usos exteriores.** Aunque el número de jardines y piscinas particulares en Barcelona es limitado, hay que establecer programas de eficiencia que permitan reducir el actual consumo de H<sub>2</sub>O por esta causa. Un jardín con plantas muy demandantes de H<sub>2</sub>O respecto a un jardín mediterráneo o xerófito puede suponer un consumo de agua hasta un 60% inferior.

3c) **Programas de parques públicos y zonas deportivas.** La planificación previa de los jardines, la reducción de la s<sup>2</sup> de césped, el uso de compost, la irrigación nocturna con técnicas eficientes, la selección de plantas con variedades poco demandantes de H<sub>2</sub>O y un buen mantenimiento permiten esperar unos consumos de H<sub>2</sub>O limitados.

Hay que tener presente que el césped puede suponer el 90% del consumo de H<sub>2</sub>O cuando ocupa el 40% del jardín. Reducirlo a la mitad puede suponer la reducción de entre el 50 y el 60% del agua.

3d) **Programas comerciales, industriales e institucionales.** Desarrollar un programa de auditorías hidráulicas a las empresas más consumidoras acompañado de medidas que permitan un rápido retorno de la inversión es la primera medida a aplicar en las actividades económicas.

Para los sectores que tienen posibilidad de recircular el agua: lavado de coches, tintorerías, lavanderías, industria del frío, etc., habrá que desarrollar un programa específico de eficiencia.

Otros sectores como el de la hostelería pueden incluir desde acciones e instrumentos de gestión hasta programas de marketing basados en el ahorro de H<sub>2</sub>O, pasando por medidas de diseño e infraestructurales.

La Administración y las empresas públicas tienen que incorporar los programas de eficiencia y ahorro en sus instalaciones. De la misma forma, las nuevas actividades comerciales y del terciario deberían incluir los dispositivos de eficiencia de H<sub>2</sub>O como condición para obtener la licencia de actividad.

### 4. Programas de sustitución

4a) **Programas de reutilización y reciclaje.** Debe desarrollarse un inventario de industrias que puedan hacer uso de aguas depuradas y establecer una red separativa para servirla. La Zona Franca, el polígono industrial del Bon Pastor y el área industrial de Badalona-Sant Adrià son polígonos industriales candidatos.

El inventario debe ampliarse a las empresas que pueden reciclar el H<sub>2</sub>O (uso del H<sub>2</sub>O en la misma aplicación).

Antes de construir desalinizadoras se estudiará la conveniencia de construir terciarios sofisticados que permitan un amplio uso de las aguas depuradas: agricultura, industria, etc., y la conveniencia o no de construir redes separativas (y bombear aguas arriba) de amplio alcance.

El desarrollo de nuevos tejidos urbanos o en remodelación, por ejemplo, Trinitat Nova, Sagrera, Bon Pastor, Vall d'Hebron o el 22@, deberían incorporar una red separativa para uso de aguas de sustitución.

A fin de reducir los efectos de la salinización que supone el uso del H<sub>2</sub>O depurada, deberá desarrollarse un sistema de recogida de agua de lluvia de la vertiente sur de Collserola antes de introducirla en el sistema de alcantarillado. La mezcla de ambas aguas puede suponer un incremento sustancial de los recursos de H<sub>2</sub>O para la ciudad de Barcelona y otros municipios cercanos.

Los depósitos de retención a lo largo de la falda de Collserola tendrían como destino el riego de los jardines cojín antes propuestos y parte de las cubiertas verdes también incluidas como propuesta. El desbordamiento de agua se canalizaría hacia las instalaciones de aguas de Montcada y su inyección al acuífero del Besòs.

4b) **El uso del acuífero del Besòs y el subálveo urbano.** En primer lugar, debe implementarse un programa de preservación de la contaminación química en zonas con reservas de aguas subterráneas, a la vez que se desarrolla un programa de recuperación de los acuíferos actualmente poco o muy contaminados.

En las áreas que aún no disponen de red de saneamiento debería desarrollarse un programa de infraestructuras a fin de evitar la contaminación del subálveo.

El acuífero del Besòs y las instalaciones de las aguas de Montcada deberían de volver a utilizarse (sustituyendo el agua de la red potable) para usos diversos. La cota de partida permite canalizar por gravedad y proporcionar agua a una amplia área de Barcelona. La combinación de extracciones entre el acuífero del Besòs y el subálveo urbano debería proporcionar el agua de buena parte de la industria, los servicios municipales y las áreas en remodelación (22@, Sagrera, Bon Pastor, Vall d'Hebron y Trinitat Nova) de Barcelona.

4c) Se estudiarán **otros programas de sustitución:** aguas grises, salubres, etc.

### 5. Programas de gestión

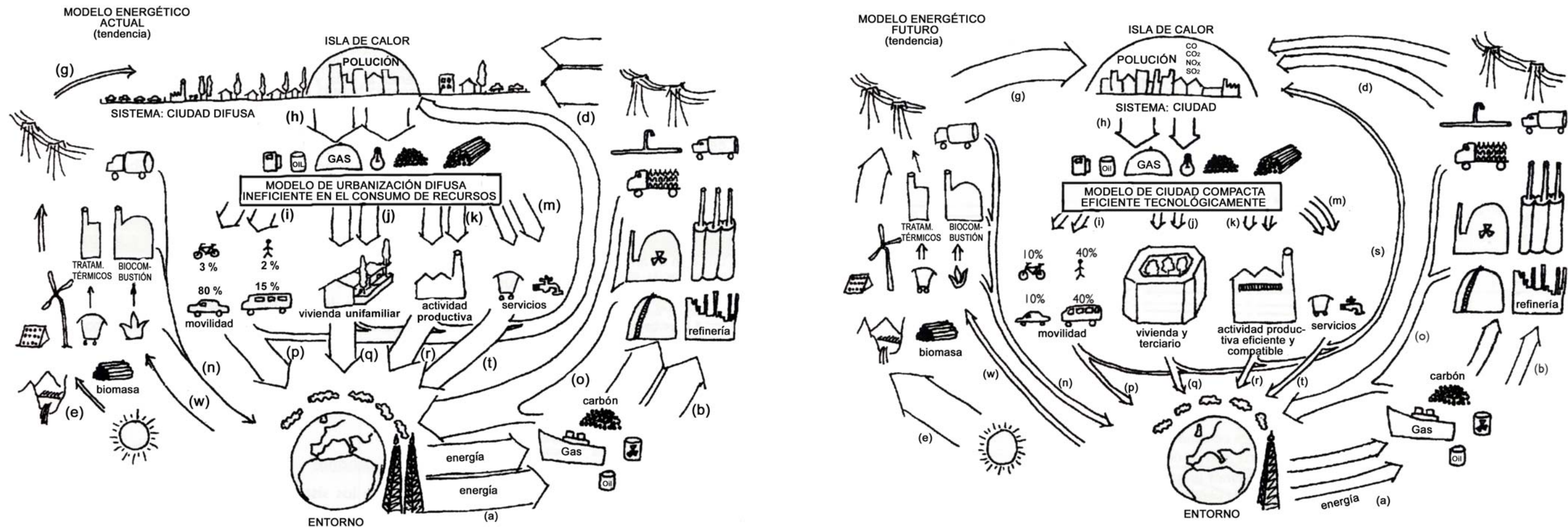
La actual estructura de gestión del agua no se acomoda al uso de aguas de sustitución, aunque, como se comprueba, es estratégica para una política de conservación y gestión de la demanda de H<sub>2</sub>O. Con este objetivo se propone crear una empresa mixta, **dependiente de la EMSHTR (Entidad Metropolitana de Servicios Hidráulicos y Tratamiento de Residuos)** para la gestión de la nueva cultura del H<sub>2</sub>O. La empresa se dota de un "banco de agua" que se provee de aguas depuradas, aguas subterráneas y aguas de lluvia. Los clientes de la empresa son el sector público, la industria y los tejidos urbanos en reestructuración profunda.

## Objetivos y líneas de acción del CCS de la A21 de BCN que incorpora la propuesta de conservación y gestión de la demanda de agua

0. Los objetivos. Incide preferentemente en los objetivos: 4, 5 y 10.
4. Alcanzar niveles óptimos de calidad ambiental y convertirla en una ciudad saludable: 2 y 3.
5. Preservar los recursos naturales y promover el uso de los renovables: 1, 2, 3 y 9.
10. Reducir el impacto de la ciudad sobre el planeta y promover la cooperación internacional: 2 y 3.

## La energía

Las propuestas de los planes y programas aprobados, independientemente de su escala, inciden principalmente en algunos aspectos de la gestión energética y de manera sectorial, sin entrar a fondo y, por tanto, sin modificar, la realidad que genera, distribuye y consume la energía. Las preocupaciones sobre los sistemas se centran principalmente en el cambio climático. Los planes focalizan las acciones para **atenuar la pendiente de la emisión de gases** de efecto invernadero en el ciclo energético, y no en los aspectos que podrían hacerlo entrar en un nuevo régimen metabólico, un régimen que debería basarse en la reducción de la perturbación de los sistemas, es decir, en la entropía y en el consumo mayoritario de energías renovables. El cambio de régimen metabólico y, por tanto, la reducción de la perturbación de los sistemas, entre otros, el sistema atmosférico, sólo puede venir por la vía de un cambio de cultura energética, lo que supone cambios profundos en la forma de entender la ordenación del territorio, el urbanismo, la arquitectura, la industria, la gestión del agua, los residuos, la movilidad..., es decir, todo lo que está relacionado con el uso de la energía; en resumen: todo.



★ En ambos esquemas el grosor de las flechas es proporcional al flujo de energía y de contaminación.

### La generación de energía

**Centrales de ciclo combinado.** Por razones de eficiencia, las nuevas centrales térmicas de ciclo combinado (800 mW de potencia) que se construyen junto al río Besòs deberían servir, prioritariamente, a la conurbación de Barcelona. Su potencia instalada cubre las necesidades actuales del continuo urbano. Con la entrada en funcionamiento de las nuevas centrales, las iniciativas de generación de energía eléctrica en la conurbación tienen sentido, en principio, si son más eficientes o renovables.

**Molinos de viento.** De un tiempo a esta parte, esta tecnología ha dado un salto importante en eficiencia y se espera que a medio plazo sea aún superior. La instalación de un parque de molinos *off-shore* en la plataforma continental frente al área del Fórum podría aportar entre 15 y 30 mW pico de potencia energética.

**Placas solares térmicas.** El acierto de la ordenanza solar indica el camino a seguir para el desarrollo de esta tecnología y la ampliación a nuevos supuestos.

En áreas urbanas de nueva creación u otras con trabajos de una cierta renovación profunda, la instalación debería ir acompañada de acumuladores de calor estacionales y dotada para cubrir la mayor parte de las necesidades de ACS y calefacción. La combinación de ambas tecnologías permite suministrar a nuestro clima ACS y calefacción con rendimientos no inferiores al 60% y ser independiente de los fenómenos meteorológicos (periodos temporales más o menos largos con cielo encapotado, lluvia, etc.).

**Biogás.** El vertedero del Garraf (con una potencia energética potencial similar a la del pantano de Sau) y las plantas de metanización incluidas en el PMGRM son, en la actualidad, las fuentes potenciales de energía renovable más importantes de la conurbación de Barcelona. Por diversas

razones de carácter energético, económico y de mejora de la calidad urbana, el destino del biogás debería ser, previo lavado, la red de gas natural o el transporte público: autobuses, taxis y vehículos de recogida de basuras (hay que tener en cuenta que el biogás que se genera en el vertedero puede cubrir las necesidades de combustible de las tres flotas mencionadas, puesto que supone alrededor de los 22.000 l de gasoil).

El biogás debería contar con un régimen especial similar al de la generación de energía eléctrica para fuentes renovables. En estas condiciones, el biogás, previamente depurado, podría ser suministrado a través de la red de gas natural.

**Biocarburantes.** La introducción de estos combustibles debería potenciarse en el transporte público y primarse o discriminar positivamente en el vehículo privado, por ejemplo, los motores híbridos, etc.

**Tratamiento térmico de los residuos.** La selección y posterior tratamiento de la materia orgánica que indica el PMGRM permitirá obtener unos mejores rendimientos energéticos de los residuos incinerados en Sant Adrià de Besòs.

**Placas solares fotovoltaicas.** La captación solar es, quizás, una de las tecnologías con más futuro en el ámbito de las energías renovables. Diversos factores, tanto de carácter técnico, económico, legal o educativo, o todos a la vez, están frenando la implantación de las placas a un mayor ritmo.

La ampliación de la ordenanza solar debería ser progresiva y dinámica, aplicándose a nuevos supuestos a medida que se van resolviendo los citados escollos. Una primera ampliación debería incidir en el ámbito de las instalaciones comunes de los edificios: ascensores, iluminación de la escalera, etc. La rehabilitación o la construcción de nuevos equipamientos públicos (escuelas, instalaciones culturales, etc.), edificios singulares de cierto volumen, de los sectores de comercio, oficinas, etc., debería comportar que éstos generasen una parte de la energía que consumirán en la línea que propone el Plan de Acción Energética (PAE).

#### **Conservación y gestión de la demanda energética: ahorro y eficiencia**

**En el transporte.** El modelo de movilidad actual es el primer consumidor de energía con relación al resto de sectores consumidores. Las propuestas de supermanzanas y las derivadas del modelo de ordenación del territorio en el área metropolitana de Barcelona, incluidas en este documento, permiten definir un escenario que reduce, en un porcentaje no menor al 30%, el consumo de energía respecto al consumo actual de la movilidad.

En la ciudad, debería potenciarse con medidas fiscales y de discriminación positiva el uso de vehículos híbridos de alta eficiencia. De la misma manera, debería potenciarse la incorporación de las mejores tecnologías en el transporte público: acumuladores cinéticos en el FFCC y metro, pilas de combustibles, etc., y en el transporte privado.

La propuesta de supermanzanas supone eliminar un número muy importante de semáforos y señales viarias. El ahorro energético será proporcional al número de semáforos eliminados. Los restantes deberían ser semáforos de LED.

**En la edificación.** Las propuestas que aquí se incluyen son consecuencia de y, por tanto, dan coherencia a, algunos de los esquemas y líneas estratégicas expuestas en este documento, ampliando, en algunos casos, las incluidas en el PAE.

La propuesta de supermanzanas crea una red de vías básicas, que se verán sometidas, en la mayoría de los casos, a niveles superiores a los 65 dB(A) diurnos y a los 55 dB(A) nocturnos. A fin de garantizar la calidad de vida y de confort de los residentes que viven o trabajan en edificios enclavados en estas vías, será necesario potenciar, prioritariamente, los programas (como el que está desarrollando el Instituto del Paisaje Urbano) de insonorización y, a la vez, de aislamiento

de los cierres de fachada con la colocación de doble cristal. Esta medida se aplicaría a un parque potencial de edificios de 23.000 unidades.

La propuesta de cubiertas verdes incluida en el apartado de biodiversidad urbana con el objetivo de crear corredores verdes en altura que conecten Collserola, los Tres Turons y Montjuïc supone una medida de ahorro energético cuya importancia será directamente proporcional a la que acabe teniendo la superficie de cubierta verde.

La nueva edificación y la vivienda en rehabilitación deberían incluir criterios de ahorro energético desde el proyecto hasta el uso que hace el usuario una vez entregada la vivienda. Los criterios deberían incluir, entre otros, la ubicación del edificio en el seno de la ciudad compacta, su conexión con el transporte público y la incidencia en el paisaje y, a la vez, deberían incorporar la orientación, el soleamiento y las sombras, la ventilación natural cruzada, la disposición del edificio al régimen de vientos, así como la forma y el volumen del mismo. Estos criterios permiten optimizar las relaciones energéticas del edificio con el medio. También contribuyen a ello los criterios de eficiencia energética que proporcionan los sistemas pasivos ligados al diseño —aislamiento térmico, protecciones solares, patios interiores, entrada de luz natural, etc.— y a las instalaciones pensadas para una mayor eficiencia energética.

Todos los edificios nuevos y rehabilitados deberían incorporar sistemas de captación solar para agua caliente sanitaria y para calefacción, combinándolo, en los casos que sea posible y a escala mayor, con la construcción de acumuladores de calor estacionales.

La bondad energética de los electrodomésticos y las luminarias de bajo consumo deberían incluirse en el manual de uso de todas las viviendas, en especial en las nuevas y las rehabilitadas.

Para las nuevas construcciones y también para los edificios rehabilitados, el certificado ambiental antes planteado en el apartado de edificación deberá incluir un certificado energético que deberá tener en cuenta los baremos citados.

**En el urbanismo.** La intención última de un plan de energía basado en criterios sostenibilistas es aproximarse a la autosuficiencia energética con fuentes renovables. En esta dirección, los barrios en renovación y aquellos que sean de nueva factura deberían diseñarse incorporando la autosuficiencia energética desde su inicio. El distrito 22@ y el barrio de la Trinitat Nova son los primeros candidatos.

La propuesta que tiene por objeto controlar las variables del medio implica el uso de vegetación, agua, luminarias, pavimentos, colores, etc., que supone, a la vez, un ahorro energético tanto por lo que se refiere al consumo de energía en el espacio público y en los edificios (la vegetación y el agua proporcionan sombra y refrigeración en verano e insolación y aislamiento en invierno), como en la iluminación nocturna, que, además, reduce la contaminación lumínica.

Por otro lado, el diseño del espacio público y el uso de materiales nobles aumentarán el número de viajes a pie y en bicicleta. La proximidad de usos y funciones que proporciona el modelo de ciudad compacta y

compleja multiplica la probabilidad de contactos (la esencia de la ciudad) a un coste energético menor.

**En el ciclo de materiales.** Como es sabido, el consumo de energía necesario para producir una tonelada de papel, de vidrio y de otros materiales a partir de materias primas (celulosa, arena, etc.) es mucho mayor que la producción de una tonelada de los mismos materiales con papel y vidrio recuperado; de aquí que sean importantes los programas de selección y reciclaje de materiales de los flujos residuales, y aún más los programas de minimización.

**En las actividades económicas.** En las actividades económicas, las medidas de eficiencia aplicadas de momento son tímidas y se debería reconsiderar la cuestión. Esto, sin embargo, representa analizar con criterios energéticos cualquier aspecto ligado a la producción neta y al propio centro de trabajo, empezando por el diseño de los propios productos.

En la actividad productiva deberían potenciarse las redes de subproductos que funcionan de manera parecida a las redes tróficas en la naturaleza. El ahorro energético del reciclado y la reutilización de flujos materiales y energéticos que de lo contrario serán dispuestos y tratados, es significativo.

#### **Propuestas de gestión**

El actual panorama de gestión energética sigue una lógica alejada de los criterios aquí expuestos. La consecución de buena parte de las líneas estratégicas dibujadas depende de un órgano de gestión que se acomode a los objetivos de las mismas. Para ello se propone crear una empresa de servicios energéticos de capital mixto, sin ánimo de lucro, que gestione la generación, la distribución y ciertos aspectos del consumo de energía con criterios de sostenibilidad. La empresa se dota de un “banco de energía” que se alimenta de energías renovables y, en su caso, de energías procedentes de tecnologías eficientes. Proporciona servicios de calor, frío, electricidad y gas canalizado (procedente del biogás).

El régimen especial para la generación de energía eléctrica de fuentes renovables debería extender su marco legal al conjunto de fuentes renovables: biogás, biomasa, etc. En este escenario, las ganancias de la empresa son proporcionales al ahorro de energía y a la procedencia del flujo energético, que aumenta si la energía proviene de fuentes renovables.

El primer cliente es el sector público: edificios e instalaciones municipales, escuelas, universidades, transporte público, ornamentos, etc., proporcionando servicios energéticos integrales.

Parte de la capitalización de ciertos proyectos como, por ejemplo, la generación de energía con molinos de viento, que tienen períodos de retorno de la inversión largos, puede realizarse con participación de aportaciones de ciudadanos (cantidades limitadas) que serán devueltas a un interés similar a los de plazo fijo, pero que son muy inferiores a los beneficios empresariales.

#### **Objetivos y líneas de acción del CCS de la A21 que incorpora la generación y gestión energética**

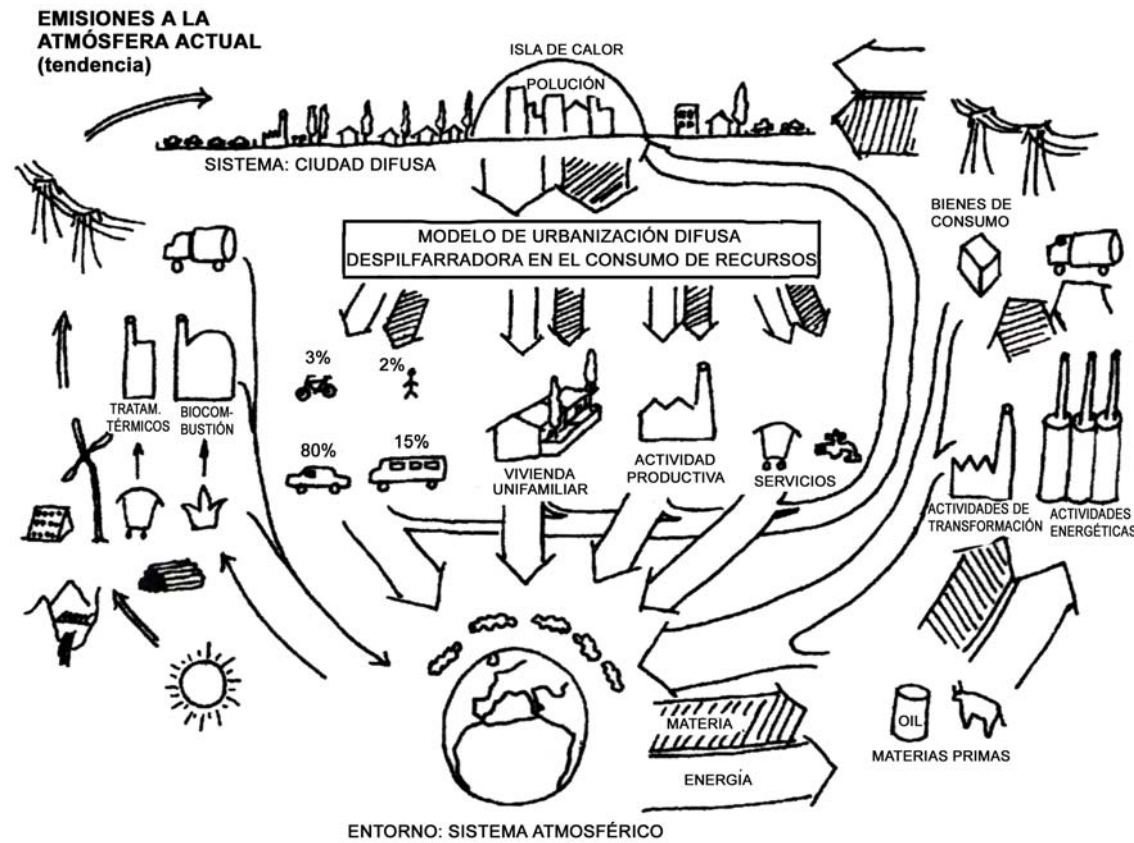
0. Los objetivos. Incide preferentemente en los objetivos: 4, 5 y 10.
4. Alcanzar niveles óptimos de calidad ambiental y convertirla en una ciudad saludable. Incide preferentemente en las líneas de acción: 1 y 5.
5. Preservar los recursos naturales y promover el uso de los renovables. Incide preferentemente en las líneas de acción: 4, 5, 6, 7 y 9.
10. Reducir el impacto de la ciudad sobre el planeta y promover la cooperación internacional. Incide preferentemente en las líneas de acción: 4 y 5.

## La contaminación atmosférica

### La calidad del ambiente atmosférico

En Barcelona, la contaminación atmosférica es más una consecuencia directa del consumo de energía y no tanto de los procesos de transformación de materiales.

La acción más importante iniciada durante los últimos veinte años se produjo en el período 86-89, cuando tuvo lugar el gran cambio de combustibles líquidos y sólidos a gas. Unos años antes, a principios de los ochenta, se había producido el cambio de combustibles, sobre todo de fuel-oil a gas, en las centrales de generación de energía eléctrica en Sant Adrià de Besòs. En estos focos fijos se quemaba la mitad del fuel-oil de la provincia de Barcelona, 1,1 millones de toneladas, y se emitía la friolera de 57.000 tn/año de SO<sub>2</sub> (un gas) a la atmósfera.

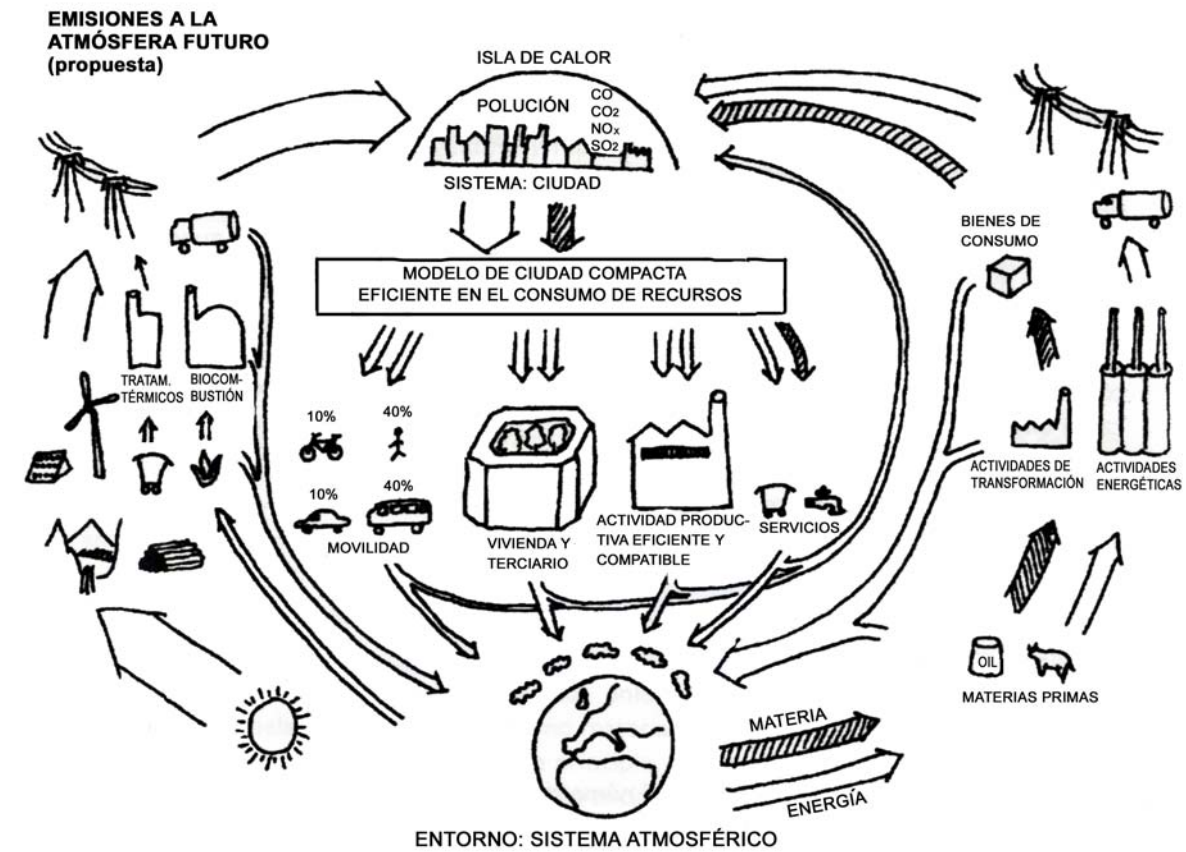


Los componentes contaminantes del aire en Barcelona han ido derivando, pues, de los clásicos SO<sub>2</sub> y humos de los focos fijos hacia los contaminantes primarios procedentes de los focos móviles: CO, NO<sub>x</sub>, COV, benceno, partículas, etc., y hacia los contaminantes secundarios: oxidantes como el O<sub>3</sub>, que tienen su origen en la reacción fotoquímica entre los NO<sub>x</sub> y los hidrocarburos. Paralelamente, los episodios de contaminación atmosférica que se producían en la primera mitad de los años ochenta, en los meses más crudos del invierno, se han trasladado ahora a los meses de más calor, en verano, con concentraciones elevadas de O<sub>3</sub> y de NO<sub>x</sub>.

Asimismo, hay que decir que entre los compuestos orgánicos volátiles procedentes de la combustión de la gasolina y, sobre todo, del gas-oil, se encuentran moléculas de probado carácter cancerígeno como el benceno, el 1-3 butadieno y derivados del mismo, etc., siendo estos compuestos la causa principal de cánceres con origen en el ambiente urbano.

Una reducción significativa de la emisión de contaminantes en Barcelona puede venir de la mano de las supermanzanas. En efecto, la emisión de contaminantes a causa del tráfico podría reducirse alrededor de un tercio de la emisión actual, entendiendo que la red destinada al vehículo de paso se hallará, como ahora, en la

En el caso de Barcelona, la sustitución supuso un cambio de 400 millones de termias, que, con los efectos beneficiosos de la sustitución de combustibles en Sant Adrià, condujo a los contaminantes clásicos de contaminación atmosférica, SO<sub>2</sub> y partículas a unos niveles de contaminación por esta causa aceptable. Desde entonces no se han dado cambios significativos en los focos emisores de contaminación y el foco que quedaba por resolver, la contaminación en Barcelona: el tráfico, en lugar de disminuir se ha incrementado a causa, entre otras, del crecimiento del modelo de ciudad dispersa, que ha provocado que el número de vehículos entrantes y salientes de la ciudad haya aumentado espectacularmente, sobre todo después de la construcción de las Rondes.



saturation. Los porcentajes de reducción serían similares, como es obvio, a los esperados en el ámbito de la energía.

Una de las consecuencias sería la reducción de los oxidantes fotoquímicos, que hoy son, junto con los óxidos de nitrógeno, los contaminantes con menor flexibilidad (que menor margen tienen hasta llegar a los límites legislados).

Esta medida compensaría con creces las emisiones que se generarán desde las nuevas centrales térmicas de ciclo combinado.

Otra de las medidas importantes para reducir la contaminación atmosférica es la sustitución de gas-oil por gas natural, biogás o GLP en el transporte público, que debería extenderse a toda la flota de autobuses y a toda la flota de taxis. El número de kilómetros diarios, concentrados en gran parte en el centro del Eixample, justifica sobradamente la medida.

## La contaminación atmosférica

### Contaminación atmosférica y la formación de la isla de calor

Las emisiones de humos y gases calientes, producto de la combustión de materiales fósiles, provoca, junto con el comportamiento térmico de la edificación y los materiales de la vía pública, un aumento del calentamiento de las masas de aire más o menos cercanas al suelo. La temperatura en el centro de la ciudad es unos cuantos grados superior a la que se registra en la periferia urbana y en invierno esta parte supone diferencias de entre 3° y 10° (Oke, 1980; Hobbs, 1980).

El aire caliente, cargado de partículas en suspensión y de contaminantes químicos, se eleva hasta enfriarse y vuelve a bajar siguiendo una célula convectiva, creando una especie de cúpula llamada "isla térmica".

En invierno, en días soleados con tiempo anticiclónico, cuando el sol se pone y el calor que se ha acumulado en el suelo durante el día se libera, se forma una inversión de temperatura que suele tener una altura de unas decenas de metros, llamada inversión de superficie. Los contaminantes atrapados en esta capa cercana al suelo se acumulan hasta que la radiación solar del día siguiente deshace la inversión. En ocasiones, cuando por encima, por ejemplo de la Península Ibérica, se instala durante unos días un anticiclón con presiones elevadas, a la inversión de superficie se le añade al menos otra inversión, más peligrosa porque no se deshace durante el día, llamada inversión de subsidencia. Cuando ésta baja por debajo de los mil metros, reteniendo los contaminantes de varios días, las concentraciones de contaminación atmosférica pueden aumentar respecto a otros días con mayor ventilación.

La radiación incidente en las superficies planas y verticales de la vía pública y los edificios que tienen un comportamiento térmico diferente al agua y las zonas verdes a causa de los colores y la tipología de los materiales que los componen, hace aumentar la temperatura media de la ciudad. Interviene también el hecho de que la radiación del calor de ondas largas sea más elevado en las zonas más densamente edificadas por su efecto recíproco de absorción y reflexión.

El aumento de la temperatura media es mayor en invierno que en verano; se registran a su vez menores índices de nevadas y heladas que en el entorno rural, lo que representa un mayor almacenamiento de calor en el suelo.

La formación de nieblas en invierno y el aumento de la nubosidad en verano provocan una disminución del número de días de sol en las zonas urbanas.

Los efectos refrigerantes provocados por la evapotranspiración son menores en la ciudad, como consecuencia de una menor masa vegetal y de cuerpos de agua, produciéndose una menor evaporación de agua porque se drenan rápidamente las aguas superficiales hacia la red de alcantarillado, en buena parte independiente de la red natural de drenaje. Aun así, se producen también aumentos periódicos de la humedad relativa; esto sucede fundamentalmente por las noches, en épocas de buen tiempo, y en invierno a consecuencia de la condensación provocada por sobrecalentamiento del suelo.

La formación de nubes se produce por la presencia de núcleos de condensación provocados por la contaminación y el estancamiento de calor, que con una disminución de la circulación del aire por efecto de la densidad edificatoria, da un mayor régimen de lluvias.

La diferencia de temperaturas entre el centro y la periferia se podría suavizar si se emprenden las propuestas aquí incluidas, relacionadas con la nueva configuración del espacio público que resulta de la ejecución de las supermanzanas y las propuestas para aumentar la biodiversidad en el ámbito urbano.

La superficie de verde que se consigue con las dos propuestas es significativa. La evapotranspiración que se desprende de las cubiertas verdes, de la presencia de nuevas plazas, de nuevo arbolado, de las sombras de éste en las fachadas soleadas, etc., permite esperar un nuevo equilibrio de temperaturas centro-periferia.

### Los gases de efecto invernadero

Las emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub> en la ciudad de Barcelona están entre 3 y 4 Tm. Son emisiones relativamente bajas, sobre todo si se comparan con otras ciudades de los países desarrollados. Con todo, los dos emisores más importantes son el tráfico de vehículos y la gestión de residuos, que suman más del 60% del conjunto de gases de efecto invernadero. El resto de emisiones (un 36%) se distribuyen principalmente entre el sector industrial y la climatización de edificios (calefacción y refrigeración).

A fin de disminuir la contribución de los gases de efecto invernadero, debe incidirse prioritariamente en los emisores principales. Las ideas recogidas en las diferentes propuestas del Modelo Barcelona inciden de manera expresa tanto en el tráfico como en la gestión de residuos. La propuesta de supermanzanas puede suponer una reducción de más del 30% de los gases de efecto invernadero emitidos por este sector. En el caso de la gestión de residuos, las propuestas recogidas: captar el biogás del vertedero del Garraf (como foco fijo, es el mayor generador individual de gases de efecto invernadero) y convertir en biogás la materia orgánica de las basuras en los ecoparques, junto con una mayor eficiencia y aumento del poder calorífico en la incineradora, permiten reducir significativamente (más de 4 veces) las emisiones de este sector.

Las medidas incluidas en los distintos apartados del documento, en especial los modelos de ordenación y de movilidad territorial y los modelos metabólicos referentes a la energía y al ciclo del agua, inciden en los demás emisores de gases de efecto invernadero, reduciéndolos en todos los casos.

Por otro lado, las propuestas relacionadas con la biodiversidad permiten fijar un volumen de CO<sub>2</sub> significativamente mayor que el CO<sub>2</sub> que hoy capta la vegetación existente.

### La reducción del ozono (O<sub>3</sub>) estratosférico

Los gases que destruyen la capa de O<sub>3</sub> son, a su vez, gases de efecto invernadero, pero la incidencia que tiene la acción local sobre su reducción es menor. Los programas para reducir estos compuestos están en manos, sobre todo, de los estados. En cualquier caso, desde el ámbito municipal puede contribuirse a través de la concienciación ciudadana a la hora de comprar ciertos productos o de llevar los ya utilizados **al punto verde**.

### El ruido

Como en el caso de la contaminación atmosférica, la movilidad horizontal es la principal responsable del ruido ambiental en las ciudades. El ruido es una consecuencia del consumo de energía de manera acelerada. Como la movilidad, el ruido es una variable estrechamente relacionada con el funcionamiento de la ciudad. El ruido, sin embargo, se considera hoy una de las disfunciones de más mala resolución, puesto que implica, como se verá más adelante, un cambio de modelo de la movilidad en la ciudad.

Ésta es la razón por la cual no se han aprobado normativas que regulen el ruido ambiental ni en las autonomías, ni en el Estado, ni en la Unión Europea. Resolver el problema del ruido quiere decir modificar profundamente el actual modelo de movilidad.

Del análisis de los datos del mapa de ruido de Barcelona, se comprueba que en las calles con un tráfico diario superior a los 10.000 veh./d, mayoritariamente, se superan los 70 dBA. A la par, estos niveles sonoros son atribuibles, de manera clara, a la densidad de tráfico existente en la calle considerada.

Para reducir el nivel sonoro generado por el tráfico por debajo de los 65 dBA, debe reducirse significativamente el número de vehículos circulando. Como orientación, podemos decir que para conseguir una reducción de 10 dBA en vías con más de 10.000 veh./día, debe reducirse el tráfico existente 10 veces. Se entiende que la emisión sonora de cada uno de estos vehículos responde a las características técnicas estándar actuales.

Del mismo modo que otras características, la reducción del número de vehículos disminuye el nivel sonoro. Por ejemplo, si en una calle de cuatro carriles, con igual densidad de tráfico, sólo se dejara transitar en dos, el nivel de ruido bajaría unos 3 dBA (el ruido responde a una escala logarítmica).

Estas consideraciones tienen una repercusión inmediata en la planificación del tráfico porque, para disminuir el ruido a niveles aceptables (< 65 dBA), el volumen de tráfico que debe reducirse es tan drástico que obliga a clasificar las vías en principales y vías con tráfico residual (vecinos, vehículos de emergencia, reparto de mercancías en horarios restringidos, etc.) con un carácter prácticamente peatonal.

El ruido es una variable ambiental que se comporta, a efectos de gestión, bajo el principio del "todo o nada". De nuevo, la propuesta de supermanzanas se presenta como la mejor solución. En efecto, la liberación del 60% de la red viaria a los vehículos de paso, permite reducir el ruido en el interior de las intervías a niveles inferiores a los 65 dBA diurnos y los 55 dBA nocturnos. La mejora de la calidad ambiental con la ejecución de esta propuesta sería, sin duda, espectacular.

En las vías principales de la ciudad por las que pasan los vehículos de paso se propone que el programa de insonorización de cerramientos de fachadas que hoy desarrolla el Instituto del Paisaje Urbano se concentre en las calles que constituyen la red básica del tráfico.

Paralelamente, debe incluirse, en la línea ya iniciada, pavimentos sonorreductores en esta red. Los problemas de colmatación de los núcleos de absorción de ruido de la solución utilizada actualmente pueden resolverse con el uso de nuevos pavimentos elásticos, que tienen un comportamiento de absorción optimizado y de larga duración.

Hasta ahora, los intentos de reducción del ruido ambiental han tenido resultados escasos y el carácter de las propuestas ha sido defensivo.

En los espacios urbanos donde se superan durante el día los 65 dBA (≈ 50% de Barcelona) de nivel sonoro equivalente (por encima de este nivel la inteligibilidad de una conversación a un metro de distancia hablando sin chillar no es del 100%) la calidad urbana se resiente. Con la propuesta de supermanzanas, la mayor parte del espacio público en las intervías (espacio entre vías básicas) está por debajo de este ruido y, lo que es más importante, con las propuestas aquí incluidas sobre el espacio público y sobre la biodiversidad urbana, en especial la propuesta de cubiertas verdes, se pretende crear un programa de generación de escenarios sonoros. La atracción de avifauna, en especial de insectívoros, permite esperar un escenario sonoro, que no de ruido, que en algunos lugares puede mezclarse con el rumor de agua, creando microclimas sonoros de elevada calidad ambiental.

### Objetivos y líneas de acción del CCS de la A21 de BCN que incorpora la propuesta para reducir la contaminación atmosférica

0. Los objetivos. Incide preferentemente en los objetivos: 4 y 10.
4. Alcanzar niveles óptimos de calidad ambiental y convertirla en una ciudad saludable. Incide preferentemente en las líneas de acción: 1, 5 y 6.
10. Reducir el impacto de la ciudad sobre el planeta y promover la cooperación internacional. Incide preferentemente en las líneas de acción: 4, 5 y 7.