

# DESCRIPCION DE LA CUENCA Y PUNTOS DE MUESTREO

## 2.1 DESCRIPCION DE LA CUENCA DEL LLOBREGAT

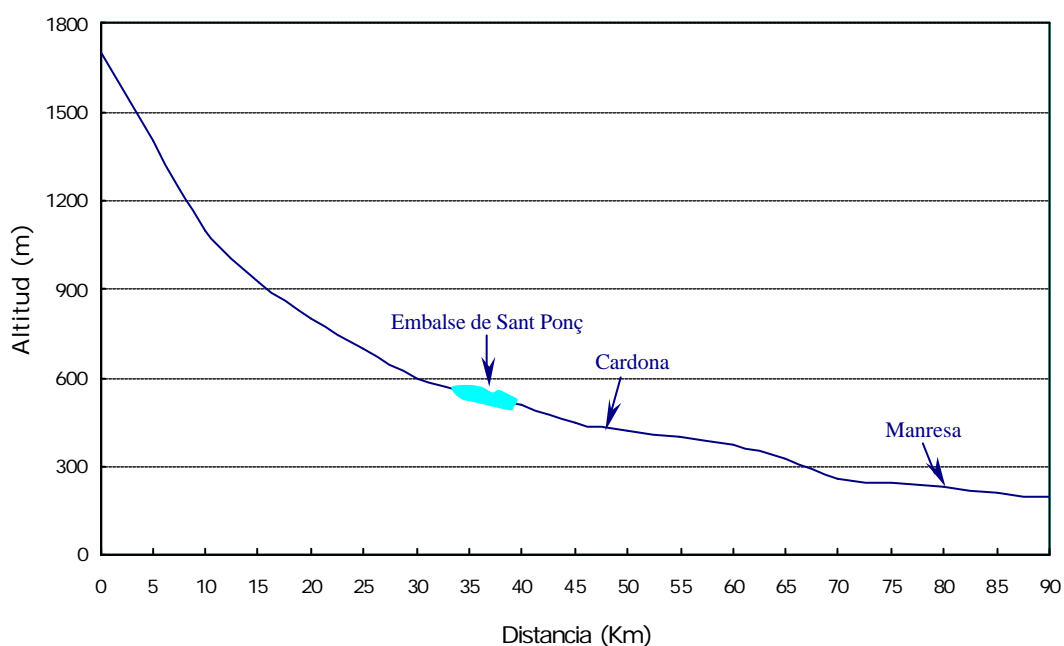
### 2.1.1 Descripción de la cuenca del río Cardener

El río Cardener, principal afluente del Llobregat, ocupa una superficie de 1373 Km<sup>2</sup> (Atlas de Catalunya, 1993). Desde su origen hasta su confluencia con el Llobregat el recorrido total del río es de 87 Km. Su nacimiento se sitúa, en el interior de la franja montañosa que constituye la Cordillera Prepirenaica, se encuentra en el extremo Este de la comarca del Alt Berguedà, entre el Alt Urgell y el Solsonès.

Las fuentes afloran a unos 1050 m de altitud en el valle formado por las Sierras de Port del Comte (2332 m) y del Verd (2271 m) en el término municipal de la Coma i la Pedra (1004 m), situada en la provincia de Lleida. El río Cardener pasa de unos 1700 m de altitud en su cabecera hasta 200 m aproximadamente, en la confluencia con el río Llobregat. El perfil longitudinal del río es el resultado de los diferentes materiales que atraviesa y de la acción erosiva de las aguas con fuerte pendiente. Este perfil se puede observar en la **figura 3**.

A unos 6 Km del origen del río, después de pasar por Sant Llorenç de Morunys, en el paraje denominado Aigües Juntas, recibe su primera aportación lateral importante, el río Aigua de Valls, procedente de Gósol (1423 m), al pie de la vertiente Oeste del Pedraforca (2497 m).

El río Cardener sigue su curso en dirección Norte-Sud, atravesando los estrechos acantilados de la Sierra de Busa y pasa por Olius (564 m) donde tras una ligera inflexión prosigue en dirección Noroeste-Sudeste. En el término municipal de Olius se inicia la cola del embalse de Sant Ponç, cuya presa se encuentra unos 5 Km más abajo, en el municipio de Clariana. La presa es de 46 m de altura y el embalse tiene una capacidad de 24 millones de m<sup>3</sup>. A pocos metros de Clariana (500 m) recibe por su margen derecho al río Negre, procedente de las cercanías de Solsona (735 m), que recoge parte de las aguas del Solsonès. Desde el punto de vista hidrogeológico, esta última comarca es limítrofe entre las aguas que vierten al Llobregat por el Cardener y las que, orientadas en sentido contrario, son tributarias del río Segre y por tanto, se incluyen en la cuenca hidrográfica del Ebro.



**Figura 3:** Perfil longitudinal del río Cardener a lo largo de su curso

Unos 3 Km aguas abajo del río Negre, tiene lugar la confluencia de otro afluente por el margen izquierdo del Cardener y de caudal algo mayor debido a su largo recorrido el río de Agua d’Ora de 34.4 Km de longitud, procedente de las Sierras d’Ensiya (2307 m) y

Rasos de Peguera (2067 m). Posteriormente el río llega a Cardona (506 m) y a su paso por la colonia minera de La Coromina (400 m), recoge las aportaciones del Arroyo Salado y los desagües de las explotaciones industriales, mínimos en ambos casos en cuanto a caudal pero de la mayor trascendencia desde el punto de vista de la contaminación industrial.

El río Cardener prosigue su recorrido por estrechos valles, encajado entre vertientes de pendiente pronunciada, formando pequeños desfiladeros y después de varias curvas llega a Súria (326 m). Entre Cardona y Súria se suman al caudal del río Cardener, las pequeñas aportaciones de las rieras de Salo, Hortons y Tordell, de escasa importancia, llegando a encontrarse secas con frecuencia, y la de la riera Navel, ésta ya de mayor interés procedente de Montclar de Berguedà (Catalán L. *et al.*, 1971).

Después de Súria el valle se ensancha y a la altura de Sant Joan de Vilatorrada (277 m) el río recibe al afluente, la riera Fonollosa (Torrente de la Vall de Can Canals). Llega por último a Manresa (238 m), donde recibe el aporte de las aguas residuales tratadas de ésta ciudad, de caudal significativo que procede del río Llobregat. Aproximadamente a unos 7 Km más de recorrido, recibe por su margen derecho a la riera de Rajadell procedente de Sant Pere Sallavinera y finalmente, confluye con el río Llobregat a la altura de la población de Castellgalí (Atlas de Catalunya, 1993). Entrando al año 2001 el río Cardener dispone en su cuenca de cinco depuradoras de aguas residuales domésticas.

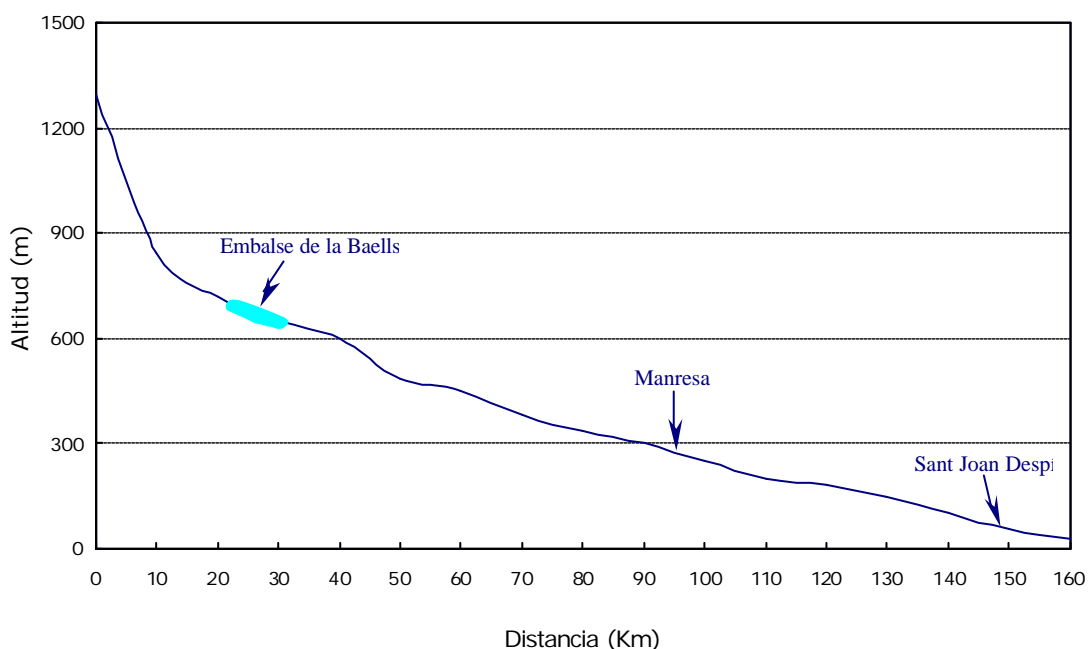
### **2.1.2 Descripción de la cuenca del río Llobregat**

La cuenca hidrográfica del Llobregat se encuentra situada al Noreste de la Península Ibérica, ubicada en la región de Catalunya y constituye el eje central de la provincia de Barcelona, exceptuando la cabecera del río Cardener que se encuentra en la provincia de Lleida.

El nacimiento del río Llobregat se encuentra en el extremo Norte de la provincia de Barcelona, en el municipio de Castellar de N'Hug, en un fondo rocoso a 1295 m de

altitud, este nacimiento tiene su origen en un río subterráneo (manantiales) formado por rocas calcáreas permeables y el lecho del río reposa sobre rocas impermeables. Entre estas dos capas sale al exterior y hace su recorrido hasta desembocar en el mar Mediterráneo. No existe ningún estudio hidrogeológico que permita deducir el origen de estos manantiales, pero dada su situación y características es lógico suponer que debe tratarse de una surgencia natural. El río tiene una longitud de 156.5 Km y una extensión total de la cuenca de 4948 Km<sup>2</sup> que se reparte total o parcialmente en comarcas de características bien diferenciadas como son el Berguedà, el Bages y el Baix Llobregat. En el curso del propio río Llobregat y, en el curso de sus afluentes, destacan las comarcas de Osona, el Solsonès, el Anoia, el Alt Penedès, la Segarra y el Vallès Occidental (Atlas de Catalunya, 1993).

En la **figura 4** se representa gráficamente el perfil longitudinal del río Llobregat que es el resultado de los diferentes materiales que atraviesa y de la acción erosiva de sus aguas en el tiempo (Gallart, 1991).



**Figura 4:** Perfil longitudinal del río Llobregat a lo largo de su curso

En su primer tramo de recorrido, el río Llobregat salva fuertes desniveles, pasa a través de rocas calcáreas, formando un congosto y abriendo un estrecho y profundo valle hasta llegar a La Pobla de Lillet (860 m), primera población importante de su curso. Allí recibe por su margen izquierdo su primer afluente, el río Arija, el cual proviene de la sierra de Mogrony (2045 m). En ésta zona el río forma un ángulo y, por terrenos triasicos, inicia su único tramo de recorrido longitudinal siguiendo el valle de acuerdo con la estructura geológica dominante, sierras y plegamientos longitudinales Este-Oeste. Llega de este modo a Guardiola de Berguedà (700 m) donde confluye con el río Bastareny, que discurre por el valle de Bagà, según la misma orientación (en este caso en sentido inverso Oeste-Este). A partir de ésta zona, el río Llobregat recobra de nuevo su característica orientación transversal Norte-Sud, que no abandonará hasta el inicio de su curso bajo al penetrar en las alienaciones paleozoicas y triasicas del sistema Mediterráneo en cuyo momento se inclinará ligeramente para proseguir en dirección Noroeste-Sudeste hasta su desembocadura.

Unos 2 Km aguas abajo de Guardiola de Berguedà recibe también por su margen derecho otro afluente, el río Saltes, procedente del Pedraforca, y después de otros 8 Km de recorrido, al pasar por la población de Cercs, situada sobre un altozano, a 650 m de altitud, recibe por su margen derecho, el río Peguera, de menor recorrido (9.6 Km) que los anteriores pero de caudal muy constante como todos ellos (Catalán L. *et al.*, 1971).

El río Llobregat prosigue su curso y por su margen izquierdo recibe la riera de Margansol y junto a cuya confluencia está el Embalse de la Baells que tiene una capacidad de 115 millones de m<sup>3</sup>. En el recorrido hasta ahora descrito el Llobregat, por la comarca del Alt Berguedà, se abre a través de formaciones calcáreas mesozoicas, cortadas por el río y su pequeña red de afluentes, que las atraviesan formando desfiladeros y valles profundos y estrechos a alturas comprendidas entre los 600 y los 800 m.

A la altura de Berga el río Llobregat deja la zona más montañosa, saliendo al llano que aparece al pie mismo de la sierra de Queralt. El cambio es bastante brusco y el río lo acusa iniciando un nuevo tramo de su curso caracterizado por recorrer una zona de

paisaje geológico abierto, la cual constituye los relieves suaves de la Depresión Central Catalana.

En su recorrido hasta Navarcles recibe las aguas de los afluentes de cierta importancia, la riera de la Portella, Pontarró y de Marlés, procedentes del extremo Sud de la Cordillera Prepirenaica, la riera Gabarresa con sus afluentes las rieras de Oló y de Lluçanés, y por último la riera de Calders procedente del Moyanés, comarcas ambas colindantes con el llano de Vic. Todos estos cursos fluviales aportan tanto o mayor caudal que otros llamados ríos que confluyen por el margen izquierdo del Llobregat, ya que la cuenca es mucho más amplia por éste lado. Las aportaciones laterales por el margen derecho son de menor interés debido a su corto recorrido (rieras de Clará y Merola), puesto que la línea de divisoria de aguas con la contigua cuenca del río Cardener discurre paralela al río a la escasa distancia de unos 3 a 6 Km.

En Sallent, a causa de uno de los varios sinclinales oligocenos que el río debe cortar, la topografía se acentúa y el Llobregat se estrecha momentáneamente. Esta es una de las zonas básicas de la cuenca potásica. Este desnivel es salvado sin accidentes de importancia pero siguiendo un curso con frecuentes curvas y en algún tramo formando perfil de cañón, debido a su paso por terrenos duros a pesar que en su conjunto la cuenca es de valles suaves.

En este tramo el río ha transcurrido por el plà de Bages, comarca en forma de amplio triángulo, perfectamente limitada por los valles del Llobregat y del Cardener. Después de pasar por Manresa recibe por su margen derecho a su principal afluente el río Cardener a la altura del pequeño núcleo de Castellgalí (200 m).

A unos 3 Km aguas abajo de su confluencia con el Cardener, y después de su paso por la Depresión de Sant Vicenç de Castellet (176 m), puede situarse el encuentro del Llobregat con las primeras formaciones de la Cordillera Prelitoral, dejando ya los últimos relieves suaves de erosión de la Depresión Central.

El camino seguido discurre por el pie del macizo del Montserrat por su vertiente Noreste, encajándose a más de 1000 m de desnivel con respecto de las cumbres de la montaña Monistrol (160 m) y San Jerónimo (1224 m). El recorrido a través de la citada Cordillera Prelitoral es relativamente corto: unos 12 Km en línea recta desde Sant Vicenç hasta Olesa, saliendo a continuación a la Depresión Prelitoral a la altura de Esparraguera y Olesa de Montserrat (124 m), poblaciones situadas una frente a otra en ambas orillas del río. Bruscamente, el paisaje orográfico cambia de nuevo, apareciendo los relieves suaves de la Depresión Prelitoral. El río discurre perpendicularmente durante unos 7 Km, ofreciendo en este caso la particularidad de constituir la línea divisoria entre dos importantes y extensas comarcas catalanas, el Alt Penedès al Sudoeste y el Vallès Occidental al Noreste. En este tramo del curso medio del río recibe otros dos afluentes de discreta importancia, las rieras de Magarola y de Gaià por el margen derecho e izquierdo, respectivamente.

Durante este tramo el cauce del río Llobregat se ensancha y sus aguas circulan lentamente, no encontrando obstáculo alguno para su progresión hasta llegar a Martorell (56 m). Esta población se encuentra situada junto a la confluencia del río Anoia, éste ya de mayor trascendencia para el Llobregat no tan sólo por razón de su caudal, el segundo en importancia después del río Cardener, sino por otros aspectos decisivos como son los derivados de la contaminación industrial masiva.

A unos 2 Km aguas abajo de Martorell el valle se ensancha fertilizando una extensa vega de depósitos cuaternarios que constituyen el eje central de la comarca del Baix Llobregat. En sus márgenes se sitúan importantes núcleos industriales y agrícolas como son Sant Andreu de la Barca, Pallejà, Sant Vicenç dels Horts, Sant Boi de Llobregat y el Prat de Llobregat, en la derecha del río y Papiol, Molins de Rei, Sant Feliu de Llobregat, Sant Joan Despí y Cornellà en la izquierda.

Aproximadamente a unos 3 Km antes de Molins de Rei, desemboca por el margen izquierdo del Llobregat, la riera de Rubí. Este afluente nace al Sud del vértice del Montcau (1053 m), bordea Terrassa por el Oeste, y después de atravesar Rubí, alcanza el Llobregat, pero por la elevada carga contaminante que lleva, en la actualidad, es

transportada mediante un canal hasta la altura del término municipal de Sant Joan Despí (10 m) a pocos metros aguas abajo de la Sociedad General de Aguas de Barcelona. El Prat de Llobregat se encuentra ya propiamente en el delta, el cual tiene forma triangular y abarca unos 90 Km<sup>2</sup> de superficie. Finalmente, el río Llobregat desemboca en el mar Mediterráneo mediante un único brazo si bien existen algunas lagunas (Remolar, Murtra, Ricarda) de gran valor ecológico cerca del mar. En este río a lo de su cuenca se dispone de veintidós depuradoras de aguas residuales domésticas.

### 2.1.3 Descripción de la cuenca del río Anoia

El río Anoia está situado en la parte Nor-Oriental de la península Ibérica; forma parte de la red hidrográfica del Llobregat. El Anoia nace en la Depresión Central Catalana, atraviesa la Cordillera Prelitoral y, en la Depresión Prelitoral desemboca en el Llobregat. El río sigue desde su nacimiento una orientación Noroeste-Sudeste hasta Sant Sadurní d'Anoia, donde sufre una inflexión y prosigue en dirección Sudoeste-Noreste, perpendicular al río Llobregat, hasta su desembocadura en Martorell.

El nacimiento exacto del río Anoia no es del todo claro, originado probablemente porque algunos de los ríos o rieras afluentes al eje principal de la cuenca tienen tanta o mayor importancia, en cuanto a caudal circulante, que el propio río considerado. Lo forman la fusión de diversas rieras y torrentes entre Calaf, el Molí de la Roda, Veciana, la Panadella y Clariana. Todos estos lugares se encuentran en el altiplano de Calaf, Montnaneu y Argençola, situados entre los 600 y los 800 m de altitud, entre las cuencas del Llobregat y del Segre, y forman la principal cubeta de recepción dentro la Depresión Central Catalana.

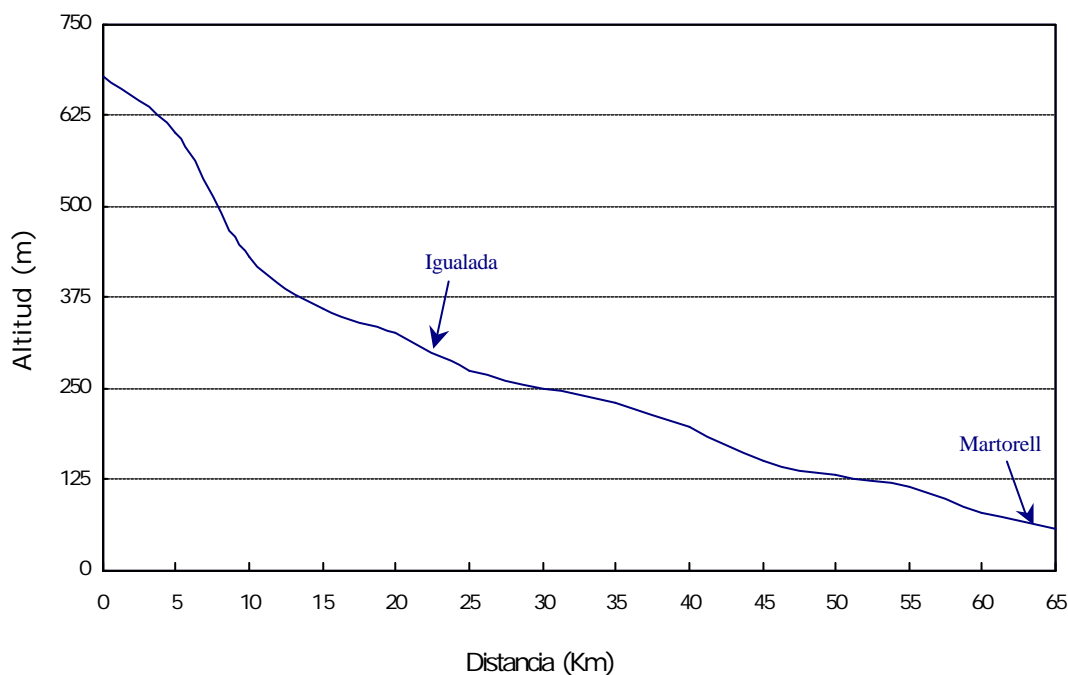
La cuenca hidrográfica del río Anoia constituye prácticamente la comarca de Anoia, lindando al Norte con el Solsonès y el Bages y al Sud con el Alt Penedès. La cuenca tiene una superficie de 930 Km<sup>2</sup> (Atlas de Catalunya, 1993), con un recorrido de unos 65 Km. No existen desniveles muy pronunciados en ningún lugar de la cuenca. En la **figura 5** puede observarse su perfil longitudinal del río que pasa de unos 700 m de



altitud en la cabecera hasta los 56 m en Martorell, en su confluencia con el río Llobregat (Gallart, 1991).

A unos 12 Km de iniciar su recorrido, el río Anoia aumenta su caudal, por su margen izquierdo, con la riera de Copons, que tiene su origen en las cercanías de Prats del Rei. Pasa después por el municipio de Jorba (399 m), donde recibe por su margen derecho, las aguas de la riera de Clariana, y más abajo recoge también por el mismo lado, a la riera de Tous. Llega a continuación a Igualada, capital de la comarca del Anoia, situada a 284 m de altitud.

Posteriormente, el río atraviesa la Cordillera Prelitoral. En la Pobla de Claramunt (246 m) se encuentra la confluencia del río Anoia con la riera del Carme. Sigue luego hasta Capellades (317 m), ahí excava diversos pasos estrechos entre montañas y se encuentra con la presencia de diversas terrazas separadas por desniveles puntuales acentuadas (el tramo de Capellades al Badorc).



**Figura 5:** Perfil longitudinal del río Anoia a lo largo de su curso

Prosigue hasta Sant Sadurní de Anoya (162 m) recibiendo poco antes (unos 3 Km) a su principal afluente el río Bitlles y unos 2 Km aguas abajo del anterior recibe la riera de l'Avern, ambos por su margen derecho. Pasada la Cordillera Prelitoral, el río entra en la Depresión Litoral. Posteriormente, pasa por Gélida, recibe por su margen izquierdo a la riera de Hortons y llega finalmente a Martorell, donde vierte su caudal al río Llobregat.

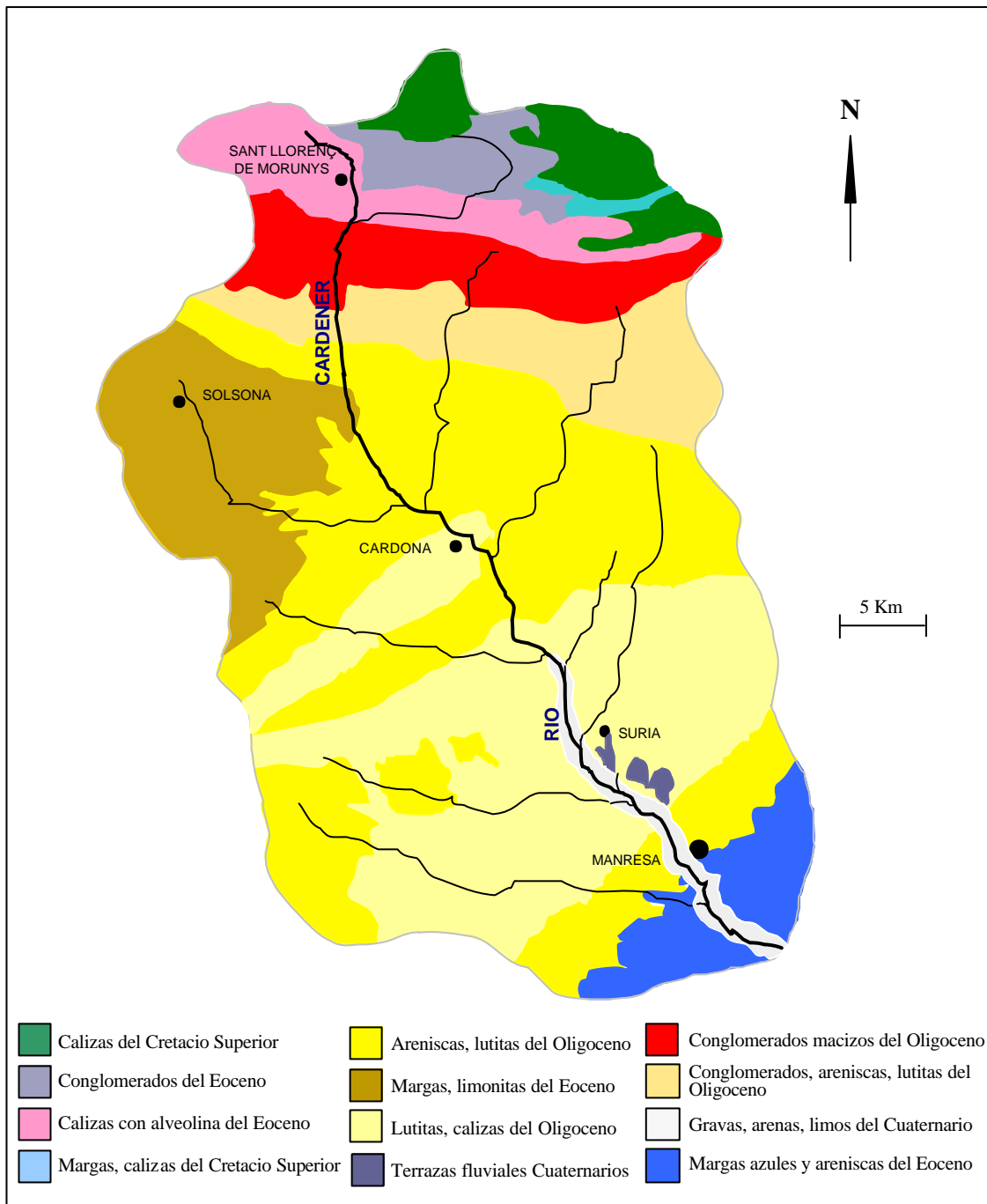
Todos los afluentes citados son de discreta importancia y recogen cada uno las aguas de los principales valles que constituyen la comarca del Anoya. En su conjunto el paisaje es relativamente homogéneo, ofreciendo tierra de secano bastante pobre, con abundantes viñedos y algún bosque de pinos, los valles son en su mayoría cortos. Finalmente, cabe indicar que a lo largo de su cuenca existen ocho depuradoras de aguas residuales domésticas.

## **2.2 GEOLOGIA DE LA CUENCA DEL LLOBREGAT**

### **2.2.1 Geología de la cuenca del río Cardener**

Las configuraciones geológicas en la cuenca del río Cardener (**figura 6**) pertenecen en su mayoría al eoceno y oligoceno superior continental de conglomerados en la base areniscas y margas dominantes, algún nivel de calizas lacustres, yesos y sales (Solé, 1964). El río Cardener, en su cabecera esta situado en una zona geológicamente diversificada (diferentes colores en la figura 5), formada por material sedimentario del eoceno. En la zona de la Coma i la Pedra, el Cardener se encuentra sobre una litología de conglomerados, rocas calcáreas, lignitos y margas. Siguiendo su curso el río, toda la zona de Sant Llorenç de Morunys y la zona del origen de la riera de Aigua d'Ora presentan una geología donde se acentúa el dominio de las rocas calcáreas, conglomerados y areniscas.

Posteriormente el río atraviesa una zona con un cierto predominio de conglomerados macizos y rocas calcáreas con alveolina hasta la altura del término municipal de Olius. Posteriormente pasa a una zona de material del oligoceno formado por conglomerados, areniscas y lutitas, especialmente en las cercanías de la confluencia de la riera de Aigua d'Ora en el río Cardener.



**Figura 6:** Mapa geológico de la cuenca del río Cardener (Generalidad de Cataluña - Departamento de Política Territorial y Obras Públicas, 1990)

La formación molasa de Solsona está formada por margas y limonitas calcáreas, alternando capas gruesas y bancos de areniscas con algunos micro-conglomerados poco continuos lateralmente. El lecho del río Negro, y toda el área del embalse de Sant Ponç

se encuentra sobre material del oligógeno de lutitas rojas, margas y rocas calcáreas. Desde el origen del río hasta Súria destacan las rocas calcáreas y lutitas. Este hecho explica las elevadas concentraciones de carbonatos en los sedimentos y calcio disuelto en el agua del río (Casas, 1989).

Posteriormente, el río Cardener atraviesa la Depresión Central, dejando la zona montañosa, la cuenca hace un cambio de las características geológicas en su último tramo de rocas calcáreas, margas, lutitas, etc. a aluviones del cuaternario de gravas, arenas, arcillas y limos originados en el eoceno. En general, la geología superficial de éste último tramo propicia elevadas concentraciones de silicio disuelto en el agua y silicatos en los sedimentos de río.

### 2.2.2 Geología de la cuenca del río Llobregat

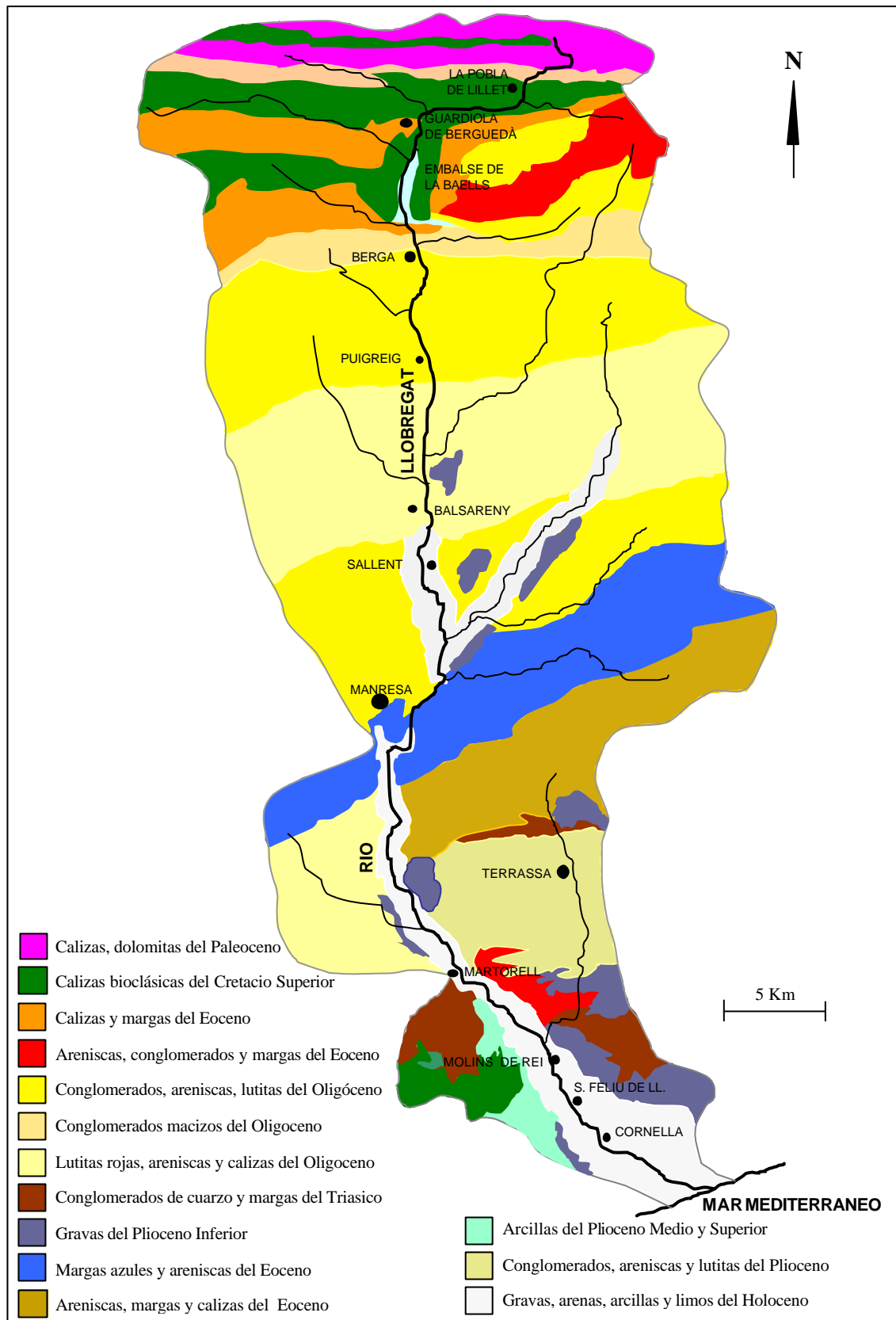
El río Llobregat tiene origen en el Prepirineo en una zona montañosa, geológicamente formada por material sedimentario del paleozoico y cenozoico, en su mayoría pertenecen al eoceno y oligógeno. La zona del paraje de las *Fonts del Llobregat* se sitúa sobre conglomerados, areniscas y rocas calcáreas (**figura 7**). Casi a la misma altitud, al pie de la Sierra del Cadí, el río Bastareny nace sobre una litología de material del eoceno habiéndose originado asimismo del afloramiento Kárstico en las calizas eocénicas. Unos 2 km aguas abajo nace el río Saldes sobre materiales del cretácico superior de rocas calcáreas arenosas siguiendo la misma litología hasta llegar al Embalse de la Baells. Durante el recorrido hasta ahora descrito, el río Llobregat se abre paso a través de formaciones de rocas calcáreas mesozoicas que son cortadas por el río y su pequeña red de afluentes.

Posteriormente, prosigue su curso el río hasta llegar a la altura de Berga atravesando conglomerados macizos del oligógeno y algún nivel de calizas lacustres y yesos. Seguidamente atraviesa la Depresión Central hasta unos 5 Km aguas arriba de Navàs donde discurre por materiales del oligógeno de conglomerados, lutitas, areniscas y rocas calcáreas. Prosiguiendo su curso desde Navàs hasta Sallent, el terreno deja los conglomerados pero mantiene el mismo material sedimentario del oligógeno de lutitas,

areniscas y rocas calcáreas. Desde la población de Sallent hasta la altura de Navarcles el lecho del río atraviesa materiales del eoceno, de gravas, arenas, arcillas y limos del cuaternario (plana aluvial). La geología superficial del lecho del río Llobregat desde Navarcles hasta Pont de Vilomara está formada por materiales del eoceno de margas azules y areniscas.

De esta manera el río atraviesa la Depresión Central, dejando la zona montañosa y entrando a la Cordillera Prelitoral. Es de destacar que hasta ésta parte de la cuenca, el terreno presenta cierto dominio de rocas calcáreas, conglomerados y lutitas lo que explica las elevadas concentraciones de calcio en el agua y carbonatos en los sedimentos del río.

Tras recibir a su afluente de mayor importancia el río Cardener, el Llobregat atraviesa la Depresión Prelitoral. La geología superficial del lecho del río hasta desembocar en el mar Mediterráneo cambia con un dominio de aluviones del cuaternario de gravas, arenas, arcillas y limos, lo que nos sugiere que en éste tramo el porcentaje de los silicatos en los sedimentos será mayor respecto a los sedimentos del cauce alto del río. No obstante, cabe indicar que en el tramo antes indicado la cuenca también está formada por diferentes materiales, entre ellos conglomerados de cuarzo del triasico, areniscas, pizarras, calizas, etc.



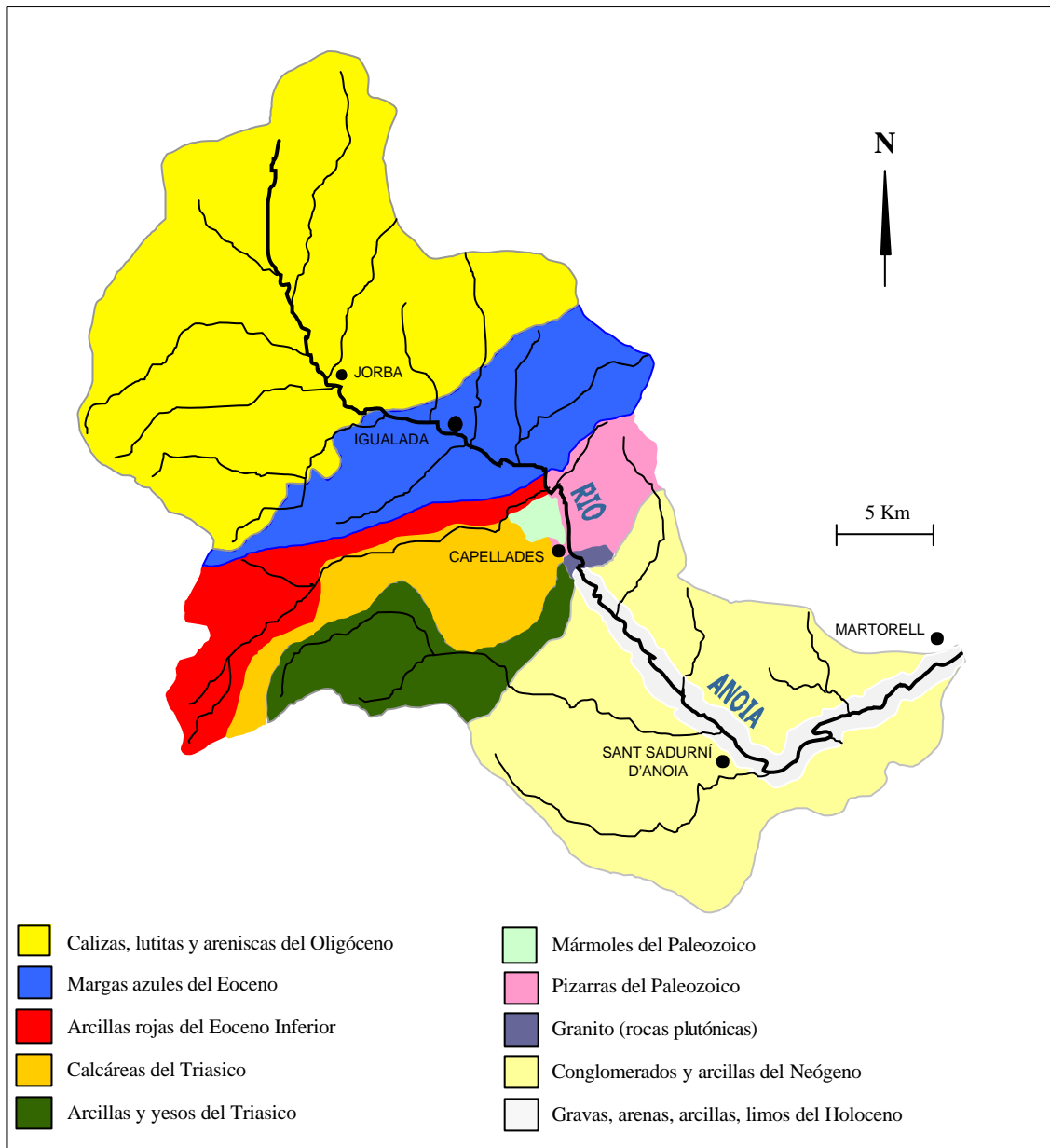
**Figura 7:** Mapa Geológico de la cuenca del río Llobregat (Generalidad de Cataluña - Departamento de Política Territorial y Obras Públicas, 1990)

### 2.2.3 Geología de la cuenca del río Anoia

La cabecera del río Anoia está emplazada en una zona geológicamente diversificada (**figura 8**), formada por material sedimentario del oligógeno (Gallart, 1991; Munné y Prat, 1999). Las rieras de Sant Pere y Gran se sitúan sobre una litología de rocas calcáreas, lutitas, areniscas y yesos, posteriormente atraviesan una zona dominada por yesos y lutitas. En cambio, la riera de Veciana nace en una zona con un cierto predominio de rocas calcáreas. Siguiendo el curso del río desde la cabecera, a lo largo de la cuenca, pasa a una zona de incremento progresivo de los yesos respecto de las areniscas y las rocas calcáreas hasta llegar a Jorba, lugar donde confluyen las rieras de Rubió y de Clariana, donde se acentúa todavía más el dominio de los yesos en la litología superficial de la cuenca y del lecho del río. Ya desde los orígenes del río, la importancia de los yesos, formados por precipitación y sedimentación de las sales marinas en el oligógeno al evaporarse las últimas lagunas de aguas de mar que cubrían ésta zona y que sugieren elevadas concentraciones de sulfato y calcio disueltos en el agua y carbonatos en los sedimentos del río.

Pasado este tramo, el río llega a la cuenca de Òdena constituida por margas azules con diferentes niveles de areniscas. Posteriormente el río atraviesa la Cordillera Prelitoral, con materiales del paleozoico y del mesozoico por un congosto estrecho y se encuentra con diversas terrazas de Capellades, ricas en mármoles. El lecho del río, en este tramo, está formado por arenas y gravas permeables, originadas por la deposición de las aguas del río después de una erosión continuada de la cuenca. Esta zona permeable origina un acuífero aluvial, explotado por algunos pozos situados al lado del río.

Cabe destacar que en la parte media de la cuenca, los municipios de la Llacuna, Santa María de Miralles, Carme, Capellades y Mediona, en la ladera derecha del río, están sobre formaciones de rocas calcáreas del triasico entre pliegues y formaciones que al Norte son arcillas rojas del eoceno inferior, y al Sud, arcillas y yesos del triasico, que forman la cubeta del acuífero del Carme–Capellades.



**Figura 8:** Mapa geológico de la cuenca del río Anoia (Generalidad de Cataluña - Departamento de Política Territorial y Obras Públicas, 1990)

En la parte final de la cuenca, el río entra en una zona de elementos sedimentarios (color amarillo claro en la **figura 8**) con conglomerados y arcillas rojas del Neógeno (Mioceno y Plioceno). En este último tramo el lecho del río está formado por aluviones del cuaternario, de gravas, arenas, arcillas y limos.



## 2.3 PUNTOS DE MUESTREO

Para llevar a cabo este trabajo se han seleccionado los puntos de muestreo más susceptibles de cambios ambientales, siguiendo el criterio de ubicar estos puntos después de poblaciones e industrias importantes y de posibles fuentes de contaminación, tanto en el río Llobregat, como en sus dos afluentes más importantes el Cardener y el Anoia.

Los puntos de muestreo para este estudio son diecisiete en toda la cuenca, cuatro en el río Cardener, ocho en el río Llobregat y cinco en el Anoia. Estos puntos de muestreo se pueden observar en la **figura 9**. En los **apartados 2.3.1, 2.3.2 y 2.3.3** se da una breve descripción de cada uno de ellos destacando su situación y sus características desde el punto de vista de la contaminación. Cabe indicar que el recorrido que se realiza para la toma de las muestras en los tres ríos hace un total de unos 630 Km en cada campaña.

El muestreo se ha realizado trimestralmente entre Mayo de 1999 a Febrero del 2000. La primera campaña se realizó en Mayo (primavera), la segunda en Agosto (verano), la tercera en Noviembre (otoño) y la cuarta en Febrero (invierno). La razón de elegir este sistema de muestreo es estudiar la evolución estacional de los parámetros determinados de una campaña a otra, ya que se producen variaciones significativas de varios parámetros, entre ellos el caudal y la actividad industrial que es menor en verano.

### 2.3.1 Puntos de muestreo en el río Cardener

#### **Punto 1: Olius**

Este punto de muestreo está situado a unos 24 Km del origen del río, en la carretera de Solsona-Berga (Km 5), a 520 m de altitud, poco antes de empezar la cola del Embalse de Sant Ponç. Zona de fácil acceso y en las orillas del río existe abundante grava y arena. Es una zona húmeda, poblada de bosque con dominio del pino, roble y bosque de ribera. La toma de los sedimentos en éste punto se hace difícil debido al escaso material fino predominando la textura arenosa. El agua es bastante limpia, transparente y cristalina. De hecho es el punto más limpio en comparación a los tres puntos siguientes.

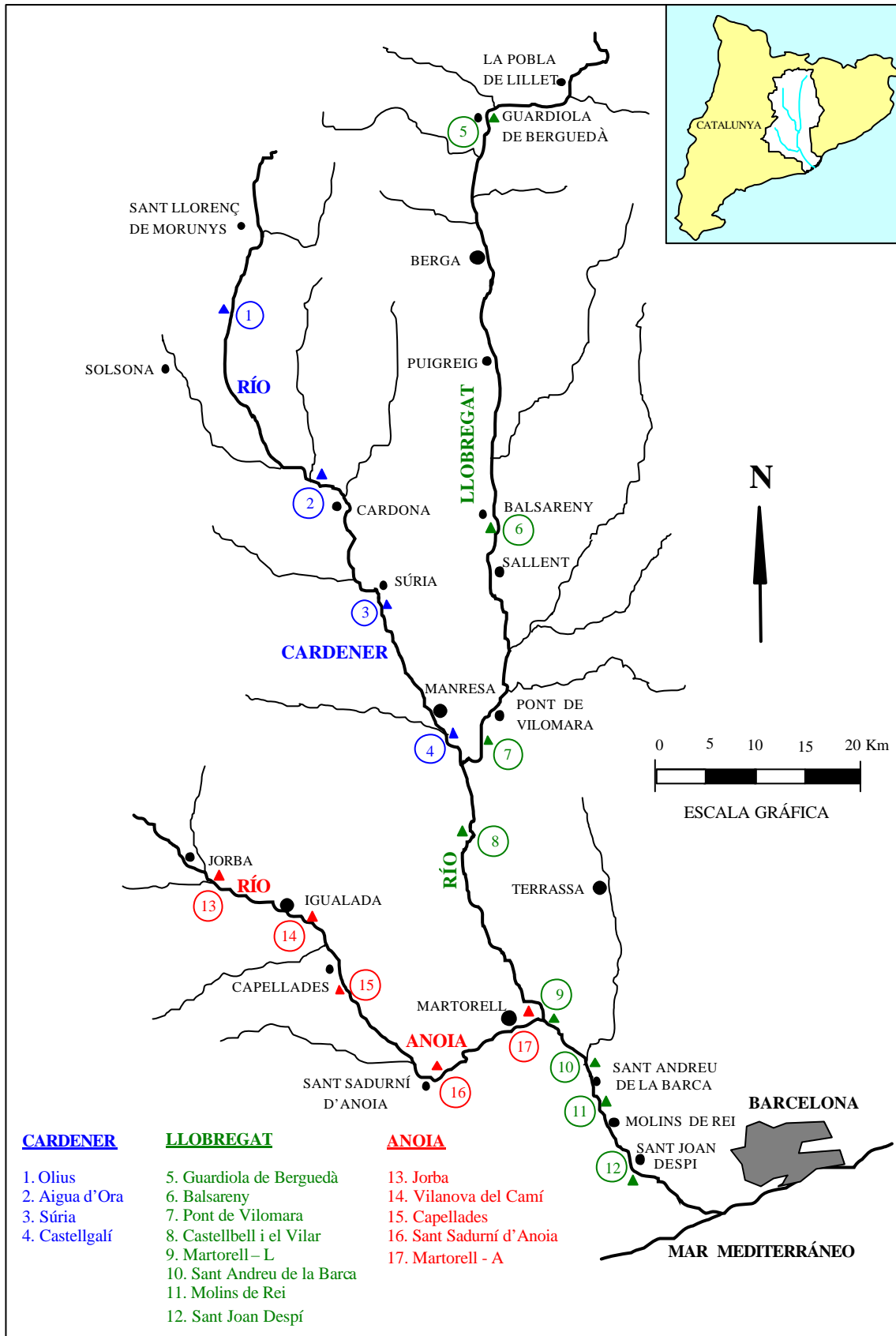


Figura 9: Representación gráfica de los puntos de muestreo en la cuenca del Llobregat

De este punto cabe destacar la ausencia de contaminación industrial, ya que desde su origen a este punto del río, sólo ha sufrido vertidos domésticos de dos pequeñas poblaciones, Olius y Sant Llorenç de Morunys de 482 y 900 habitantes respectivamente (IEC, 1996). Por otro lado, sufre la escorrentía agrícola, a pesar de esto, la contaminación es mínima por ello esta zona es considerada como punto de control de este río.

### **Punto 2: Aigua d'Ora**

Esta situado en la carretera de Manresa-Solsona a 34.5 Km del origen del río, a 420 m de altitud y a unos 50 m aguas debajo de la confluencia por su margen izquierdo de la riera de Aigua d'Ora. Es una zona de difícil acceso y está ubicada antes de la influencia de las minas de Cardona. En cuanto a la vegetación, la zona es boscosa, con dominio de álamos y pinos. Los sedimentos en ésta zona son escasos debido a que el lecho del río es rocoso, los mismos son de textura fina. El agua es ligeramente turbia y baja más caudal que en el anterior punto (Olius).

Este punto del río se puede considerar todavía de montaña media, los vertidos son moderados, en general, son de carácter agrícola y doméstico, con escasa población diseminada y ninguna industria de importancia.

### **Punto 3: Súria**

Este punto se encuentra situado a 66 Km del nacimiento del río, en la carretera de Manresa-Solsona a 12 Km de Manresa, a 300 m de altitud, en una zona de fácil acceso. En cuanto a la vegetación, hay bastante matorral y cañizares en el margen derecho. Los sedimentos en ésta zona se caracterizan por la abundancia de arena con escaso material fino. En este punto el agua es turbia y lleva materia en suspensión.

Cabe destacar que entre éste punto y el anterior, se ha producido la influencia de los vertidos de las minas potásicas y también de las colonias de textiles de Valls y Palà. El

motivo de elección de este punto es para estudiar la incidencia en las aguas de las minas de potasa.

#### **Punto 4: Castellgalí**

Esta ubicado al lado de la población del mismo nombre, a 7 Km aguas abajo de Manresa, a 200 m de altitud, en la carretera de Manresa-Barcelona 300 m antes de su desembocadura en el río Llobregat. La vegetación es escasa, excepto algunos cañizares, álamos y gramíneas en las orillas del río. Los sedimentos son de textura arenosa con abundante canto rodado. El lecho del río es poco profundo y el agua es ligeramente turbia.

En esta zona el río Cardener ha reunido toda la carga contaminante de las zonas industriales de Callús, Sant Joan de Vilatorrada, Manresa y Sant Salvador de Guardiola de 1345, 8446, 64385 y 1651 habitantes, respectivamente (IEC, 1996). También recibe algunos vertidos domésticos no depurados de éstas poblaciones. Disponen actualmente de depuradora de tipo biológico los municipios de Manresa y Sant Salvador de Guardiola. Por sufrir vertidos de origen industrial, principalmente galvánicas, se ha considerado de interés estudiar el aporte de metales pesados por año del Cardener sobre el río Llobregat.

### **2.3.2 Puntos de muestreo en el río Llobregat**

#### **Punto 5: Guardiola de Berguedà**

Esta ubicado aproximadamente a 15 Km del origen del río, a 720 m de altitud, al lado del núcleo de población del mismo nombre, a unos 50 metros aguas arriba del vertido de la depuradora de Guardiola de Berguedà. En cuanto a la vegetación, es una zona húmeda con dominio de pinos y álamos. Los sedimentos son fangosos de color marrón y textura arenosa fáciles de tomar. El agua es limpia y transparente y baja poco caudal.

Esta zona recibe la contaminación agrícola y los vertidos de carácter doméstico de Castellar de N'Hug y La Pobla de Lillet de 172 y 1566 habitantes, respectivamente

(IEC, 1996). Cabe remarcar que la contaminación es baja y se considera como un punto de referencia de este río.

### **Punto 6: Balsareny**

Esta zona de estudio se encuentra ubicada en el Km 47 de la C-1411, bajo el puente de la carretera de Balsareny-Avinyó, a 62 Km del nacimiento del río, a 320 m de altitud. A unos 200 m aguas arriba tiene su origen el canal de la Sèquia que conduce el agua al Parc l'Agulla (Manresa) y de allí a la planta potabilizadora de Aguas de Manresa que abastece a esta ciudad. La zona está poblada de hierbas, cañizares y pinos. Los sedimentos son fangosos de color oscuro y granulometría gruesa. El lecho del río es ancho y profundo con bastante caudal y el agua esta ligeramente turbia.

La carga contaminante en este punto en su mayoría es de origen doméstico y también procede de pequeñas industrias textiles de Guardiola de Berguedà, Cercs, Berga, Gironella, Casserres, Puig-reig y Navàs de 1014, 1496, 14207, 5037, 1612, 4578 y 5812 habitantes, respectivamente (IEC, 1996). También ha recogido las escorrentias de origen agrícola y de la industria mecánica y de talleres del curso medio del río. Entre este punto y el anterior (Guardiola de Berguedà) existe el pantano de la Baells que sirve de contención de los sedimentos de la parte alta del río.

### **Punto 7: Pont de Vilomara**

Este punto está situado a unos 80 Km del origen del río, a 200 m de altitud. Es una zona de fácil acceso. El lecho del río esta constituido por rocas grandes erosionadas por la corriente del agua. La vegetación de la zona presenta álamos, cañizares y hierbas en las orillas del río. Los sedimentos son difíciles de conseguir, ya que el material fino es muy escaso. El agua del río es ligeramente turbia con bastante caudal y materia en suspensión.

El río entre este punto y el anterior, ha sufrido la influencia de las minas de Balsareny-Sallent y los vertidos domésticos e industriales de Sallent, Navarcles, Pont de Vilomara, Avinyó y Moià de 7360, 5225, 2396, 2003 y 3806 habitantes,

respectivamente (IEC, 1996). Cabe indicar, que Sallent y Navarcles disponen de depuradora y que los tres últimos municipios no disponen de una depuradora de aguas residuales. El motivo de selección de este punto, es principalmente comprobar el incremento de salinización y si puede existir el impacto de las deposiciones atmosféricas de la planta de reciclaje de pilas de Pont de Vilomara, ya que ésta puede constituir una fuente local de contaminación por metales pesados, especialmente de mercurio.

### **Punto 8: Castellbell i el Vilar**

Está ubicado a unos 98 Km del origen del río, a 140 m de altitud. Se trata de una zona de fácil acceso. En cuanto a la vegetación, existen pinos, robles y cañizares en ambas orillas del río. La toma de los sedimentos en ésta zona es fácil, ya que existe bastante material fino, pero con un dominio de arena fina. El agua presenta bastante caudal y es color verde claro, con claros indicios de eutrofización.

En este punto el primer aporte de la carga contaminante viene del río Cardener. Por otro lado, recibe los vertidos procedentes de granjas y residuos domésticos de Sant Vicenç de Castellet y Castellbell i el Vilar que se vierten directamente al río sin depurar (7419 y 2789 habitantes, respectivamente (IEC,1996)).

### **Punto 9: Martorell-L**

Está situado a unos 125 Km de la cabecera del río, aproximadamente a 400 m aguas abajo de la desembocadura del río Anoia en el Llobregat, a 56 m de altitud. Es una zona de fácil acceso el lecho del río es ancho. Respecto a la vegetación, se observa la presencia de cañizares y hierbas en los márgenes del río. Los sedimentos en esta zona son de una textura fina y fáciles de tomar por su abundancia. El agua es de color marrón claro con espuma blanca y materia en suspensión.

Antes de este punto las aguas del río Llobregat reciben los vertidos de distintos polígonos industriales y domésticos de Viladecavalls, Monistrol de Montserrat, Abrera, Olesa y Martorell de 4882, 2508, 15797, 7003 y 17822 habitantes, respectivamente

(IEC, 1996). Por otro lado, la confluencia del río Anoia con contaminantes procedentes de las industrias galvánicas, curtido de pieles, textiles, agrícolas, y otros.

#### **Punto 10: Sant Andreu de la Barca**

Este punto de muestreo se encuentra situado a unos 130 Km del nacimiento del río, a 42 m de altitud. Es una zona de fácil acceso ubicada a la altura de la misma ciudad. La vegetación es escasa excepto algunas hierbas en las orillas del río. Los sedimentos son fáciles de tomar debido al abundante material fino. El agua en este punto lleva materia en suspensión y espuma blanca. Aquí el cauce del río se ha modificado en los últimos años por desvíos y variantes en las vías de comunicación que enlazan con Barcelona.

El río Llobregat entre este punto y el anterior ha recibido vertidos de tipo doméstico e industrial de Castellbisbal y Sant Andreu de la Barca de 6271 y 18332 habitantes, respectivamente (IEC, 1996). Las industrias son de tipo galvánico, fundiciones, alimentos y sustancias químicas diversas.

#### **Punto 11: Molins de Rei**

Se encuentra ubicado al lado de la ciudad del mismo nombre, a unos 140 Km del origen del río, a 37 m de altitud. Zona de fácil acceso con dominio de cantos rodados. Los sedimentos presentan dificultad en su toma, por la elevada presencia de arena gruesa. El agua se caracteriza por la abundante materia en suspensión y espuma blanca.

Entre esta zona y el anterior punto de muestreo el río ha sufrido vertidos de carácter doméstico e industrial de tipo textil, mecánico, químico y alimentario de Corbera de Llobregat, de Pallejà, de Molins de Rei y de El Papiol de 7600, 6846, 18752 y 3434 habitantes, respectivamente (IEC, 1996).

#### **Punto 12: Sant Joan Despí**

Este punto de muestreo está situado después de la toma de aguas del río Llobregat para abastecer una parte del área de Barcelona está situado a unos 500 m aguas abajo de la

Sociedad General de Aguas de Barcelona y a unos 200 m de la desembocadura del colector de Salmueras, a 10 m de altitud. Es una zona de fácil acceso, el río forma una plana aluvial es ancho y poco profundo. Los sedimentos presentan un color oscuro con abundante materia orgánica, son fáciles de tomar y de una textura ligeramente fina. El agua está muy degradada lleva mucha materia en suspensión, residuos sólidos, entre ellos, latas, botellas de plástico, vidrio e incluso se divisan peces muertos.

El caudal es importante, si bien es también muy variable como ocurre a lo largo de todo el río. Los vertidos que recibe son de carácter doméstico e industrial procedentes de Sant Vicenç dels Horts, Sant Just Desvern, Sant Joan Despí y Sant Feliu de Llobregat de 22621, 13306, 26805 y 35797 habitantes, respectivamente (IEC, 1996), con depuradora en Sant Feliu de Llobregat. El motivo de elección de este punto de muestreo, es el de evaluar la carga contaminante que aporta anualmente esta cuenca hidrográfica al mar Mediterráneo.

### **2.3.3 Puntos de muestreo en el río Anoia**

#### **Punto 13: Jorba**

Está situado a unos 16 Km del origen del río, al lado de la población del mismo nombre, a 380 m de altitud. La vegetación en ésta zona presenta un dominio de cañizares y álamos en ambas orillas del río. Los sedimentos son fáciles de tomar ya que son de textura fina. El agua en este punto está prácticamente estancada, esta turbia, presenta abundancia de algas y signos de elevada eutrofización.

Su situación próxima al origen del río caracteriza la ausencia de contaminación industrial de importancia. No obstante, este punto de muestreo ha sufrido vertidos de carácter agrícola y doméstico que sin depurar van al cauce del río procedente de Prats de Rei y Jorba de 552 y 561 habitantes, respectivamente (IEC, 1996). Por otro lado, también recibe vertidos de la industria cerámica de Calaf. No se ubican puntos de muestreo anteriores a éste debido a ser poco significativos y a la dificultad de acceso que presenta la zona de la cabecera del río.



#### **Punto 14: Vilanova del Camí**

Este punto se halla ubicado a 22 Km del origen de este río, a 332 m de altitud, poco antes de La Pobla de Claramunt en la carretera de Igualada-Martorell. El lecho del río está constituido por abundantes gravas y piedras de mayor tamaño. En cuanto a la vegetación, en las orillas del río se observan cañizares y hierbas. Los sedimentos son arenosos difíciles de tomar, se encuentran formando una fina capa recubriendo las piedras y hacen mal olor. El agua del río es de color rojizo con abundante espuma de posibles detergentes y taninos procedentes del curtido de pieles.

Los vertidos que se producen antes de éste punto de muestreo son fundamentalmente de origen industrial, especialmente del curtido de pieles y textiles de Igualada. Por otro lado, también se vierten los efluentes domésticos de Igualada, Odera y Vilanova del Camí de 32512, 2650 y 10060 habitantes, respectivamente (IEC, 1996). El motivo de selección de este punto de muestreo, principalmente es para cuantificar el impacto que generan los vertidos de las ciudades industriales.

#### **Punto 15: Capellades**

Este punto de muestreo está situado a 32 Km del origen del río, a 317 m de altitud, después de las industrias papeleras de Capellades y del polígono de tratamiento superficies de Carme en la carretera de Igualada-Vilafranca del Penedès. Es una zona de fácil acceso y el lecho río está formado por piedras de tamaño moderado. La vegetación está constituida por pinos y árboles de diferentes tipos. Los sedimentos en esta zona son difíciles de tomar debido a la presencia de material granular que lleva materia orgánica y con abundantes algas. El agua baja de color rojizo con bastante espuma y con presencia de celulosa, sin duda, de las industrias papeleras.

Este río recibe los vertidos principalmente de las industrias papeleras y del polígono de superficies. Las principales materias primas utilizadas en las primeras son fibras, pigmentos, productos de encolado, sintéticos para la resistencia a la humedad, colorantes, antiespumantes, agentes de retención, etc. Por otro lado, también recoge los

vertidos domésticos sin saneamiento de Santa Margarida de Montbui, La Pobla de Claramunt, El Carme, La Torre de Claramunt y Capellades de 9113, 1687, 685, 2011 y 5021 habitantes, respectivamente (IEC, 1996). La selección de ésta de zona se ha realizado para evaluar el impacto de las industrias papeleras que afectan a las aguas de esta corriente fluvial.

### **Punto 16: Sant Sadurní d'Anoia**

Este punto se encuentra ubicado a unos 47 Km del origen del río, a 162 m de altitud. El lecho del río esta constituido por gravas y piedras de tamaño mediano. Es una zona poblada de arboles de diferentes tipos. Los sedimentos en ésta zona son fáciles de tomar y son de textura arenosa. El agua en esta parte del río presenta abundancia de algas, posiblemente debido a la generalizada actividad agrícola en su cuenca, donde se utilizan nutrientes a base de N-P- K y por tanto pueden provocar eutrofización.

El río entre este punto y el anterior (Capellades) ha recibido los efluentes de las industrias vinícolas y alimenticias. En cuanto a los vertidos de carácter doméstico sin depurar se encuentran los procedentes de Vallbona d'Anoia y Sant Quintí de Mediona de 1037 y 1568 habitantes, respectivamente (IEC, 1996), mientras que Sant Sadurní d'Anoia dispone de planta de depuración.

### **Punto 17: Martorell –A**

Este punto de muestreo está ubicado en la población del mismo nombre, a 65 Km del nacimiento del río, a 56 m de altitud, poco antes de su confluencia con el río Llobregat. Es una zona con dominio de gravas y arena gruesa y de fácil acceso. Los sedimentos son difíciles de tomar debido al escaso material fino que presentan. El agua tiene un color de marrón claro y caudal moderado.

En ésta zona el río, ha recogido todos los vertidos producidos en curso, ya sea de tipo industrial y doméstico. Entre los de origen industrial, cabe destacar a los de textil, curtido de pieles, papeleras y agrícola. Por otro lado, también se vierten sin depurar las aguas residuales domésticas de Sant Llorenç d'Hortons, Gélida y Castellví de Rosanes.

El motivo de elección de este punto de muestreo, es el de cuantificar la influencia de las aguas del río Anoia a su receptor el río Llobregat.