

ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE LA CUENCA FLUVIAL QUE VIERTE A LA RÍA DE AVILÉS (ASTURIAS)

Por

Florentina Alvarez Marqués *
Ricardo Anadón Alvarez *
Carmen Fernández Bernaldo de Quirós *
Javier López Llaneza *
Carlos Muñoz Hernández *
José Antonio Pons Alonso *
Jorge Luis Valdés Santurio *

RESUMEN:

Se ha realizado un estudio de los factores ambientales y de las comunidades zoobentónicas y zooplancónicas de 7 ríos y del embalse de Trasona de la Cuenca fluvial que vierte a la Ría de Avilés, con el fin de determinar la calidad de sus aguas. Los resultados obtenidos indican una degradación de la calidad de las aguas de los ríos que se acentúa a partir de su tramo medio y es la causa principal del elevado grado de contaminación de la ría. Se ha elaborado un mapa de calidad de las aguas basado en índices de calidad físico-químicos y biológicos, en el que se han establecido hasta 5 sectores de diferente grado de calidad de agua en función del nivel de contaminación rural, urbana e industrial.

SUMMARY:

A study on environmental factors, zoobenthos and zooplankton communities from Trasona reservoir and seven rivers located in the fluvial basin of the estuary of Avilés, has been performed in order to determine water quality.

Results show a diminution of water quality in the midway reach of rivers, increasing downstream, and which is the main cause of the high degree (levels) of pollution in the estuary.

A map, based on physical, chemical and biological indexes, establishing up to five sectors of different water quality, depending on urban, industrial and rural pollution, is included.

* Departamento de Zoología y Ecología. Fac. Biología. Univ. Oviedo.

ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE LA CUENCA FLUVIAL QUE VIERTE A LA RÍA DE AVILÉS (ASTURIAS)

INTRODUCCION

Una de las consecuencias de la concentración urbano-industrial, que se produjo en Avilés desde la instalación de las factorías industriales en la década de los 50, ha sido la progresiva contaminación de las aguas de la cuenca que vierte a la ría de Avilés.

Con vistas a proceder a la recuperación de dicha ría en un futuro inmediato, se ha realizado un estudio previo, durante el invierno de 1982, de la calidad de las aguas de los aportes fluviales, que comprenden los ríos Vioño, Raíces, Famón, Magdalena, Molleda, Alvarés y Tuliembro, y del embalse de Trasona. Este embalse fue construido en 1957 para abastecer de agua los equipos de refrigeración de la factoría Ensidesa y su capacidad original era de 4×10^6 m³; se ha registrado de él un consumo de agua de 178.000 m³ diarios.

El estudio atañe tanto a los factores físico-químicos ambientales, que proporcionan información de las condiciones existentes en el momento de muestreo, como a la composición y estructura de las comunidades macrozoobentónicas y zooplanctónicas, que actúan como registradores continuos de gran variedad de factores ambientales difícilmente discriminables.

MATERIAL Y METODOS

Puntos de muestreo (figura 1)

Se han establecido 30 estaciones de muestreo repartidas a lo largo de los siete ríos principales de la cuenca fluvial de la ría de Avilés. El criterio seguido fue el de elegir en cada río una estación control (la núm. 1) en un lugar del mismo que "a priori" no pareciera influenciado por vertidos, y las restantes estaciones (números 2 a 7) atendiendo a los núcleos de población o industriales que vierten en su cauce. En las 30 estaciones se realizaron análisis físico-químicos de las aguas y en 20 de ellas se recogieron muestras biológicas. La campaña de recogidas de muestras se realizó en los días 3, 9, 17, 27 y 28 de diciembre de 1982.

Parámetros ambientales.

Para caracterizar las condiciones del medio en el que se desarrollan las comunidades bentónicas así como para determinar la calidad de las aguas se analizaron los siguientes parámetros:

Temperatura.— Se midió directamente con un termómetro eléctrico modelo Ysi-Teletermometer.

Profundidad de compensación.— Se utilizó un disco de Secchi blanco mate de 30 cm. de diámetro.

Caudales.— El caudal de los ríos se obtuvo midiendo la velocidad del agua en el punto de muestreo mediante un molinete y en ciertos casos siguiendo el recorrido de un flotador a lo largo del centro del cauce en una determinada longitud, o bien, en aquel tramo de río que se encuentra canalizado, a partir de la profundidad, anchura y pendiente del ovoide.

pH.— Las medidas se realizaron en el laboratorio con un pH-metro Orion Research modelo 107 A/Digital Ionalyzer.

Conductividad.— Se midió en el laboratorio mediante un conductímetro Ysi modelo 31.

Clorinidad.— Se valoró el cloro con nitrato de plata 0,0282 N (cf. Ros i Aragonés, 1979).

Bicarbonatos.— Valoración con ácido clorhídrico y fenolftaleína como solución indicadora. Los bicarbonatos se calcularon por diferencia con la alcalinidad total (cf. Mackereth & al., 1978).

Carbonatos.— Valoración con ácido clorhídrico y verde de bromocresol y rojo de metilo como solución indicadora (cf. Mackereth & al., 1978).

Oxígeno disuelto.— Se utilizó el método de Winkler modificado por Strickland y Parsons (1972). Los valores se transformaron en % de saturación según las tablas de la Unesco.

D.B.O.₅.— Realizado por el método del inóculo (cf. Degremont, 1979).

D.O.O.— Se utilizó el método de digestión con dicromato potásico (cf. Degremont, 1979).

Materia total en suspensión (MEST).— Se calculó por diferencia de pesadas de un filtro Whatman GF/D en el que se había filtrado la muestra (cf. Degremont, 1979).

Materia orgánica en suspensión (MESO).— Diferencias de pesadas con el filtro anterior después de incinerarlo a 550 °C durante 1 hora.

Materia inorgánica en suspensión.— Diferencias entre la MEST y la MESO.

Turbidez.— Lectura de las muestras en un espectrofotómetro Varian Techtron Model 635 a 380 nm, según propuesta Nidsa P-84-19 (22-III-1960).

Sulfatos.— Método turbidimétrico con cloruro de bario y lectura a 380 nm.

Fosfatos.— Método de Murphy y Riley (cf. Strickand & Parsons, 1972).

Nitritos.— Método de Shinn (cf. Strickand & Parsons, 1972).

Nitratos.— Método de Morris y Riley modificado por Stikland y Parsons (1972).

Amonio.— Método de Koroleff (cf. Res I Aragonés, 1979).

Detergentes.— Kit de análisis modelo DS - 1 de la marca La Motte Cherni cal.

Grasas.— Método gravimétrico por extracción con 1, 1, 2-triclorotrifluoretano (Rubia Pacheco et al, 1980). Analizadas sólo en 8 de las 30 estaciones.

Metales pesados.— Los análisis de Al, Co, Cu, Ni, Zn y Fe fueron efectuados por químicos del Departamento de Química Técnica de la Universidad de Oviedo.

Zooplankton

Filtrado de 15 litros de agua —tomados mediante un juego de botellas Van Dorn— por gravedad en una malla de 100 µm. Para las muestras cualitativas se utilizó una manga Juday-Bogorov modificada sin mecanismo de cierre.

Bentos

Se efectuaron 33 muestras puntuales (en facies lítica y léntica) en las 20 estaciones de muestreo que abarcan los 7 ríos estudiados. Las muestras de macrozoobentos fueron tomadas mediante una red Surber de 0,5 m. de luz de malla. La superficie de muestreo fue de 0,16 m², esta área está considerada superior a la mínima estructural.

Índice de la calidad de las aguas (I. C. A.).

Se han tenido en cuenta como parámetros físico-químicos integradores de la calidad del agua de los ríos estudiados: porcentaje de oxígeno disuelto, detergentes, pH, incremento de temperatura, conductividad, cloruros e impurificación aparente. La valoración de dichos parámetros se ha realizado mediante el empleo de un índice químico de calidad, el I. C. A., con el que se obtienen valores entre 100 y 0 según orden decreciente de calidad (Martínez de Bascaran, 1971).

Índices bióticos de calidad de las aguas.

Se utilizaron los índices de Verneaux y Tuffery (1967) y de Woodiwiss (1964) y de diversidad de Shannon-Weaver (cf. Margalef, 1974).

RESULTADOS

Aportes de agua

Teniendo en cuenta la superficie de la cuenca fluvial de la ría de Avilés (199 Km² en proyección plana), los datos de pluviosidad media registrados en la Estación Meteorológica de Arnao (Avilés) desde 1914 a 1980, y la pluviosidad en las fechas de muestreo (durante varios días superó los 30 l/m² /día) se ha estimado el volumen de agua que recoge la cuenca, resultando un valor medio anual de 2×10^8 m³, un volumen máximo mensual de $6,3 \times 10^7$ m³ y mínimo de $99,5 \times 10^3$ m³.

Parámetros ambientales (tablas 1, 2 y 3; figuras 2 y 3).

Los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos se presentan en las tablas 1 y 2. De los parámetros analizados se han seleccionado aquellos más representativos de los que se dan los valores respecto a los propuestos por la C. E. E. (reglamentación vigente) y Nisbet y Verneaux (1970)* (tabla 3), expresándose el límite máximo admisible (100 ‰) por una línea horizontal (figuras 2 y 3).

* Valores que concuerdan con los límites usados como criterios de calidad de aguas en 10 países europeos (Water, núm. 59).

Los ríos Vioño, Magdalena, Alvarés y Molleda presentan, en general, una buena calidad de sus aguas en las zonas altas y medias; si bien, el Vioño contiene unos valores relativamente altos de DBO_5 sobre todo cerca de la desembocadura, lo que parece indicar influencia de alguna granja o pequeño núcleo de población. Esto, unido a su poca pendiente, puede provocar una fuerte demanda de oxígeno, como por otra parte lo indica su bajo porcentaje de oxígeno disuelto.

El río Magdalena aparece con una progresiva degradación de sus aguas de origen orgánico, aumentando considerablemente indicadores de este tipo de contaminación, tales como el amonio y los fosfatos, la turbidez y las sustancias en suspensión de origen orgánico. Es de destacar la posible existencia de vertidos entre los puntos 1 y 2 a juzgar por el aumento de los valores de nutrientes y de materia orgánica registrados en esta última estación.

El río Molleda presenta una situación similar, no obstante en su desembocadura la situación es más crítica y el río es una verdadera alcantarilla.

En la desembocadura del río Alvarés aparecen valores altos de fosfatos, nitritos y DBO_5 , que indican una contaminación orgánica, principalmente de origen urbano a juzgar por el aumento brusco de cloruros y la aparición de indicios de detergentes.

Los ríos Raíces, Tuliembro y Tamón presentan una situación diferente a los anteriores.

El río Raíces sostiene una carga orgánica considerable a lo largo de su curso, la cual se hace sobre todo patente en las estaciones situadas aguas abajo de Piedras Blancas y Salinas. Las dos últimas, situadas en la desembocadura del río e inmediatamente por debajo de Cristalería Española, S. A., tienen una clara influencia mareal.

El río Tuliembro, en su desembocadura es simplemente el desagüe de una alcantarilla.

El río Tamón presenta una calidad de agua relativamente buena antes de su entrada en la factoría Ensidesa, pero a su paso por la misma la calidad del agua desciende a niveles muy bajos debido, entre otros factores, al bajo pH y elevada conductividad en las estaciones T/3 y T/4, y al alto valor de turbidez y de sustancias inorgánicas en suspensión en la estación T/5, así como a la influencia del vertido salino que se localiza en este último punto.

Del embalse de Trasona cabe señalar que las concentraciones de fosfatos y nitratos son elevadas y caracterizan al embalse como eutrófico. También se advierten valores de saturación de oxígeno ligeramente deficientes en el hipolimnion, en la estación TRAS-1-8.

Índice de la calidad de las aguas (I. C. A.) (Tabla 1, figura 4)

Los resultados obtenidos de la aplicación del índice químico I. C. A. (Martínez de Basaran, 1971) para la valoración global de los parámetros físico-químicos se muestran en la tabla 1 y su expresión gráfica en la figura 4.

Todos los ríos, excepto el Tamón, el Alvarés y el Raíces, presentan en sus cursos alto y medio una calidad del agua buena para todo tipo de uso. El Alvarés es un caso aparte ya que su tramo superior no ha sido muestreado, pero su aspecto parece indicar que es de baja calidad.

En el río Raíces se acusa un descenso de la calidad en la estación Ra/3 y aún más por debajo de Piedras Blancas hasta su desembocadura ya que la ligera recuperación que se observa en la estación Ra/5 está justamente en el límite de la marca de clase y es de esperar que en períodos de mayor sequía la situación empeore.

En el Tuliembro el cambio es mucho más brusco y la influencia del núcleo urbano de Avilés hace que la calidad del agua pase de ser buena calidad y útil para toda actividad a pésima y no apta para ningún tipo de uso.

Los ríos Magdalena, Molleda y Alvarés presentan una situación similar a la del Raíces, con una progresiva degradación de su calidad, aunque no tan acusada; en el Magdalena se aprecia incluso cierta tendencia a la recuperación en la parte baja con un agua aceptable para la industria normal, usos recreativos y peces resistentes.

En el río Tamón el descenso de calidad es brusco a su entrada en la factoría Ensidesa, de modo que el agua deja de ser de buena calidad y pasa al tipo que se reconoce únicamente útil para las industrias especiales y navegación. Este tipo de agua se encuentra también en las desembocaduras de los ríos Magdalena y Molleda.

Por último, el río Vioño presenta una buena calidad en su tramo superior, con aguas aceptables para abastecimiento después de un ligero tratamiento. En la parte inferior de su recorrido la calidad desciende, aunque no excesivamente. Puede concluirse pues, que "a priori" el río Vioño es el único que no presenta problemas de contaminación acusados y aquellos que recibe son asumibles por el medio.

Las aguas del embalse de Trasona satisfacen las exigencias sanitarias impuestas para las aguas naturales y declaradas como potables según las legislaciones de más de diez naciones y organismos dedicados al control de salidad en aguas continentales.

Indices bióticos y calidad de aguas (tablas 4 y 5, figura 5)

A partir del material biológico obtenido en los 33 muestreos puntuales de facies lólicas y lénticas de los 7 ríos estudiados, se determinaron 90 taxa (tabla 4) que sirvieron de base para la estimación de los valores de calidad según los índices bióticos de Verneaux y Tuffery (1967) y de Woodiwiss (1964).

La determinación de la calidad de las aguas en base a los citados índices se establece según el siguiente criterio:

- de 0 a 2 — Calidad indeseable. No apta para ningún propósito.
- 3 y 4 — Aguas contaminadas. Aptas para usos industriales.
- 5 y 6 — Aguas de calidad dudosa. Aptas para fines deportivos. Potables, previo tratamiento.
- 7 y 8 — Aguas de buena calidad. En ocasiones débilmente contaminada.
- 9 y 10 — Aguas de excelente calidad.

El río Raíces mantiene una calidad buena en sus aguas en las estaciones Ra/1 y Ra/2. En el tramo comprendido entre Ra/2 y Ra/3 (figura 5) son manifiestos los efectos contaminantes derivados de un aporte excesivo de materia orgánica procedente, probablemente, de alguna explotación ganadera próxima. Tal situación se mantiene hasta la estación Ra/4, a partir de este punto la degradación es paulatina. Las aguas están contaminadas en el tramo entre Ra/4 y Ra/6, en este último las aguas son inutilizables para cualquier fin.

El río Tuliembro aporta aguas de calidad dudosa, los índices bióticos presentan valores bajos. En su tramo final se encuentra canalizado y techado, lo que ha impedido efectuar muestreos faunísticos.

El río Magdalena dispone en su cabecera de aguas de excelente calidad, que sufren una degradación apreciable entre las estaciones Ma/1 y Ma/2 debido, probablemente, a algún vertido de materia orgánica, determinando la presencia preponderante de anélidos-oligoquetos y una disminución progresiva de los índices de diversidad y equitabilidad.

El río Molleda mantiene una calidad buena en los puntos muestreados.

El río Alvarés acredita una buena calidad de sus aguas en la estación Alv/1 y dudosa en la Alv/2. Este cambio está motivado en cierta medida por la alteración del régimen fluvial que supone el embalse de Trasona. Por otra parte, el río es más rico en nutrientes en la segunda estación, como es habitual en este tipo de situaciones. Observaciones "in situ" del tramo superior del río revelan un grado notable de contaminación.

El río Tamón antes de adentrarse en la zona industrializada presenta aguas de calidad dudosa, si bien en la estación más alejada de la ría (T/1) las aguas son de buena calidad en las fechas de muestreo.

El río Vioño presenta ciertas alterancias en lo que respecta a la calidad de sus aguas, debido probablemente a descargas de residuos urbanos y ganaderos en puntos aislados. La calidad media puede considerarse como buena. La influencia mareal es patente en las estaciones V/3 y V/4 lo que impide la aplicación fiable de los índices antes mencionados.

Las especies componentes de la comunidad zooplanctónica del embalse de Trasona (tabla 5) se caracterizan, en su mayoría, por ser poco exigentes respecto a los factores ambientales y por presentar una amplia distribución geográfica. Otras, como *Thermocyclops dybowskii*, son características de los embalses del NW de la Península Ibérica de aguas poco mineralizadas y de carácter eutrófico. Los índices de diversidad y equitabilidad presentan valores bajos como corresponde a un sistema fluctuante, poco maduro.

Dado el carácter poco exigente de las especies determinadas respecto a los factores ambientales, estas resultan poco adecuadas como indicadores respecto a la calidad de las aguas. No obstante, las comunidades de crustáceos zooplantónicos de los embalses permiten una clasificación general de éstos respecto a varios factores. El análisis del zooplancton coincide en señalar a Trasona como un embalse eutrófico, poco mineralizado, característico del marco geográfico en el que se encuentra localizado, que en las fechas de muestreo presenta aguas aptas para el consumo humano.

CONSIDERACIONES FINALES

El resultado de la concentración urbano-industrial en Avilés ha dado origen a una elevada contaminación en la cuenca fluvial de la ría de Avilés. Sin embargo, la concentración se realizó en las zonas bajas de la cuenca por lo que las partes altas de los ríos manifiestan un grado de contaminación reducido. La dispersión de la población que se asienta en este territorio, así como la presencia de granjas con estabulación provoca en los tramos altos una reducción de la calidad del agua no muy patente. Este hecho parece palpable en el río Vioño, cuya cuenca queda fuera de la zona de influencia directa de los grandes focos de contaminación.

La degradación de la calidad de las aguas se acentúa a partir del tramo medio de los ríos, coincidiendo fundamentalmente con la progresiva concentración de población. Es notorio también el incremento de caudal por debajo de estos núcleos de población debido a los desagües urbanos. El origen urbano de la

contaminación viene señalado principalmente por la elevada concentración de nutrientes y el aumento de DBO₅.

En los tramos finales de los ríos se suma a la contaminación de origen urbano la de origen industrial y es ésta tan acusada que provoca la práctica desaparición de la macrofauna acuática.

Las aguas del embalse de Trasona son eutróficas pero potables.

La utilización de índices de calidad y sobre todo la distribución de sus valores en la cuenca, permite una visualización rápida y clara de lo anteriormente expuesto, tal como se puede apreciar tras su representación en la figura 4. Es necesario destacar las diferencias apreciadas entre los índices químico y biológico en la catalogación de la calidad y uso de las aguas. El segundo manifiesta un grado de calidad menor en la práctica totalidad de las situaciones. El hecho de que los organismos no respondan de manera inmediata a los cambios del medio sino a influjos variados a lo largo del tiempo les confiere ciertas ventajas como indicadores.

Los valores encontrados en el índice químico pueden reflejar la época en que se realizó el muestreo y por tanto son más puntuales. El hecho de que exista una alta pluviosidad en esta misma época motiva que la dilución de los contaminantes sea mayor y por tanto disminuya, aparentemente, la emisión. A la vista de este hecho, hay que considerar como muy probable que en la época de estiaje la concentración de contaminantes en el agua sea mucho mayor e incluso pueda considerarse drástica.

BIBLIOGRAFIA

- Degremont (1979).— Manual técnico del agua. Degremont, España.
- Felicesimo, A. M. (1980).— Introducción al clima de Asturias. Régimen pluviométrico. Memoria de Licenciatura. Universidad de Oviedo.
- Ghetti, P. F. (1980).— Biological indicators of quality of running waters. *Boll. Zool.* 47: 381 - 390.
- Gotterman, H. L. (1969).— Methods for chemical analysis of fresh waters. IBP Handbook núm. 8. Blackwell Sc. Pub., Oxford.
- Groupe E. P. O. P. E. M. (1979).— Système planctonique et pollution urbaine. Un aspect de populations zooplanctoniques. *Oceanol. Acta* 2(4): 379 - 388.
- Mackereth, F. J. H. & al. (1978).— Water analysis. F. B. A. Sci. Publ. núm. 36.
- Margalef, R. (1974).— Ecología. Ed. Omega, Barcelona.
- Martínez de Bascaran, G. (1971).— Estudio de un índice de polución para definir la calidad del agua. *B. I. del M. O. P. U.* núm. 168: 13 - 16.
- Martínez de Bascaran, G. (1980).— Índice de calidad del agua. Su aplicación en un caso particular en España, en el río Carrión. *B. I. del M.O.P.U.* núm. 267: 17 - 24.
- Nisbet, M. & Verneaux, J. (1970).— Composantes chimiques des eaux courantes. *Ann. Limnol.*, 6 (2).
- Ros I Aragonés, J. & al. (1979).— Prácticas de Ecología. Ed. Omega, Barcelona.
- Rubia Pacheco, J. & al. (1980).— Análisis de aguas naturales continentales. Instituto de Hidrobiología, Madrid.
- Strickland, J. D. H. & Parsons, T. R. (1972). A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa.
- Verneaux, J. & Tuffery, G. (1967).— Une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. *Ann. Sci. Univ. Besancon*, 3: 79 - 90.
- Woodiwis, F. S. (1969).— The biological system of stream classification used by the Trent River Board. *Chem. Indust. March*, 14: 443 - 447.

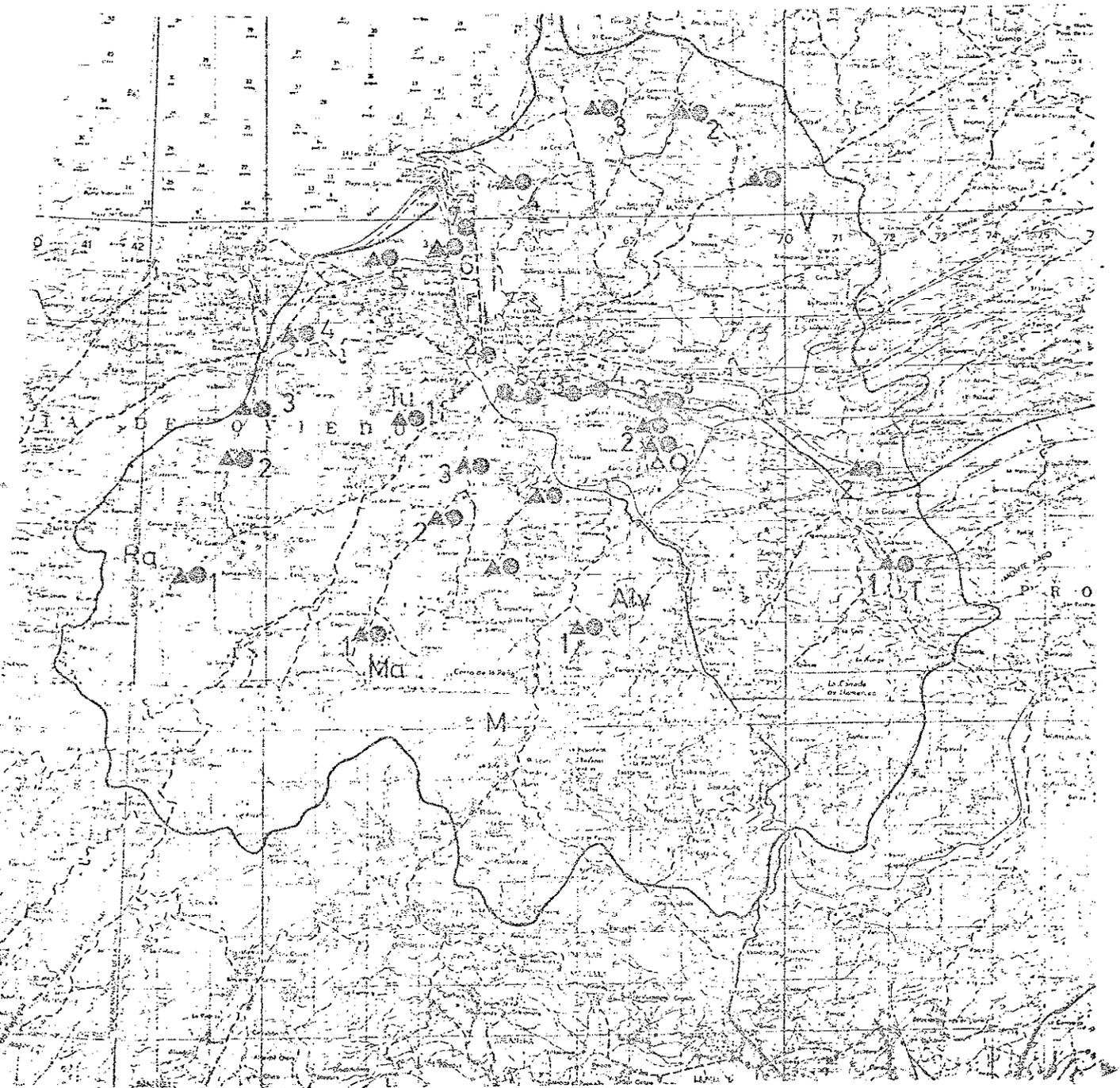


FIG. 1

Situación de las estaciones de muestreo en los ríos estudiados y en el embalse de Trasona.
Escala 1:50.000

- QUIMICAS
- QUIMICAS A 8 METROS
- ▲ BIOLÓGICAS
- △ BIOLÓGICAS A 8 METROS

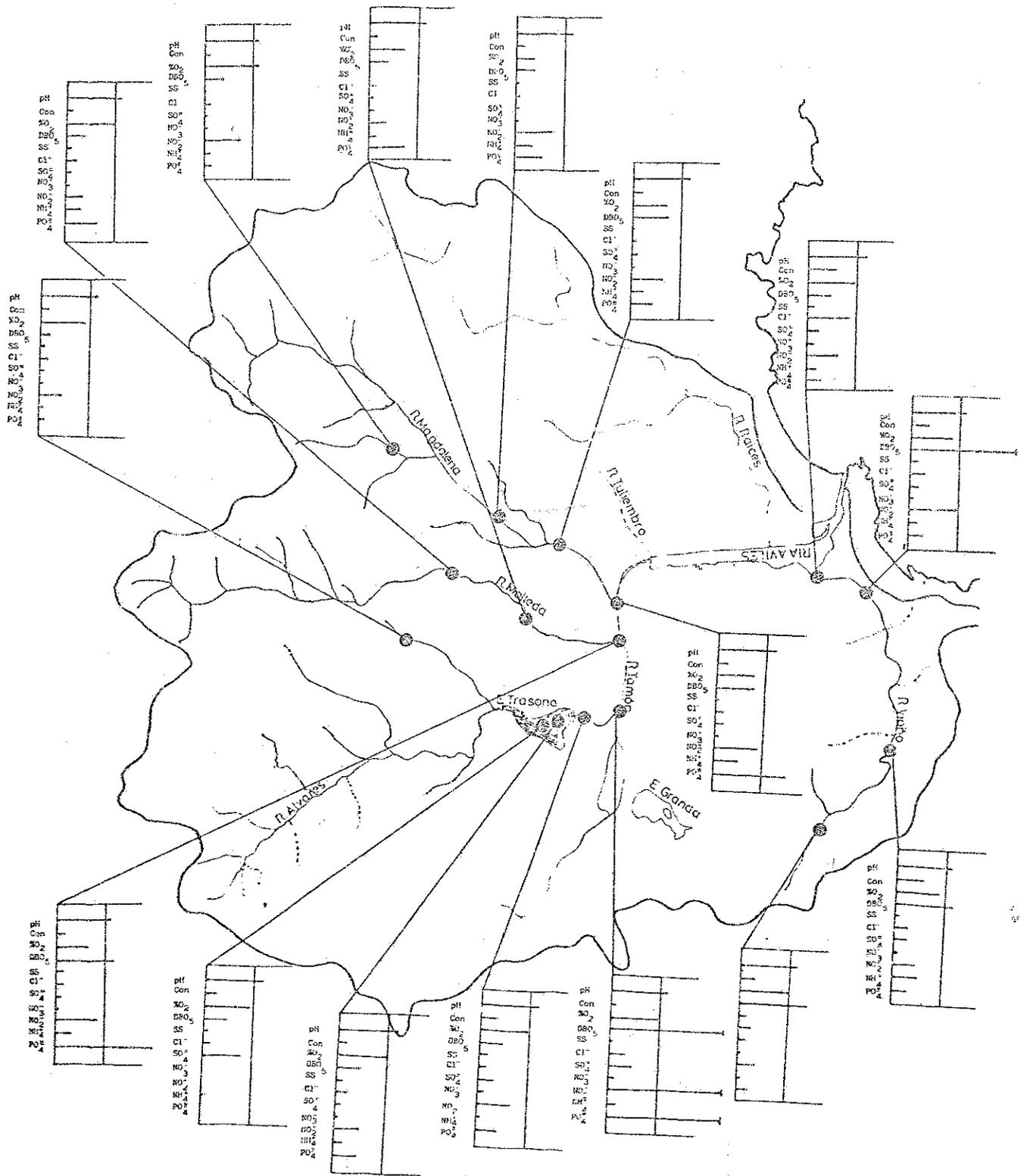


FIG. 2
 Valores de algunos parámetros en relación con valores normales y de potabilidad (tabla 3)

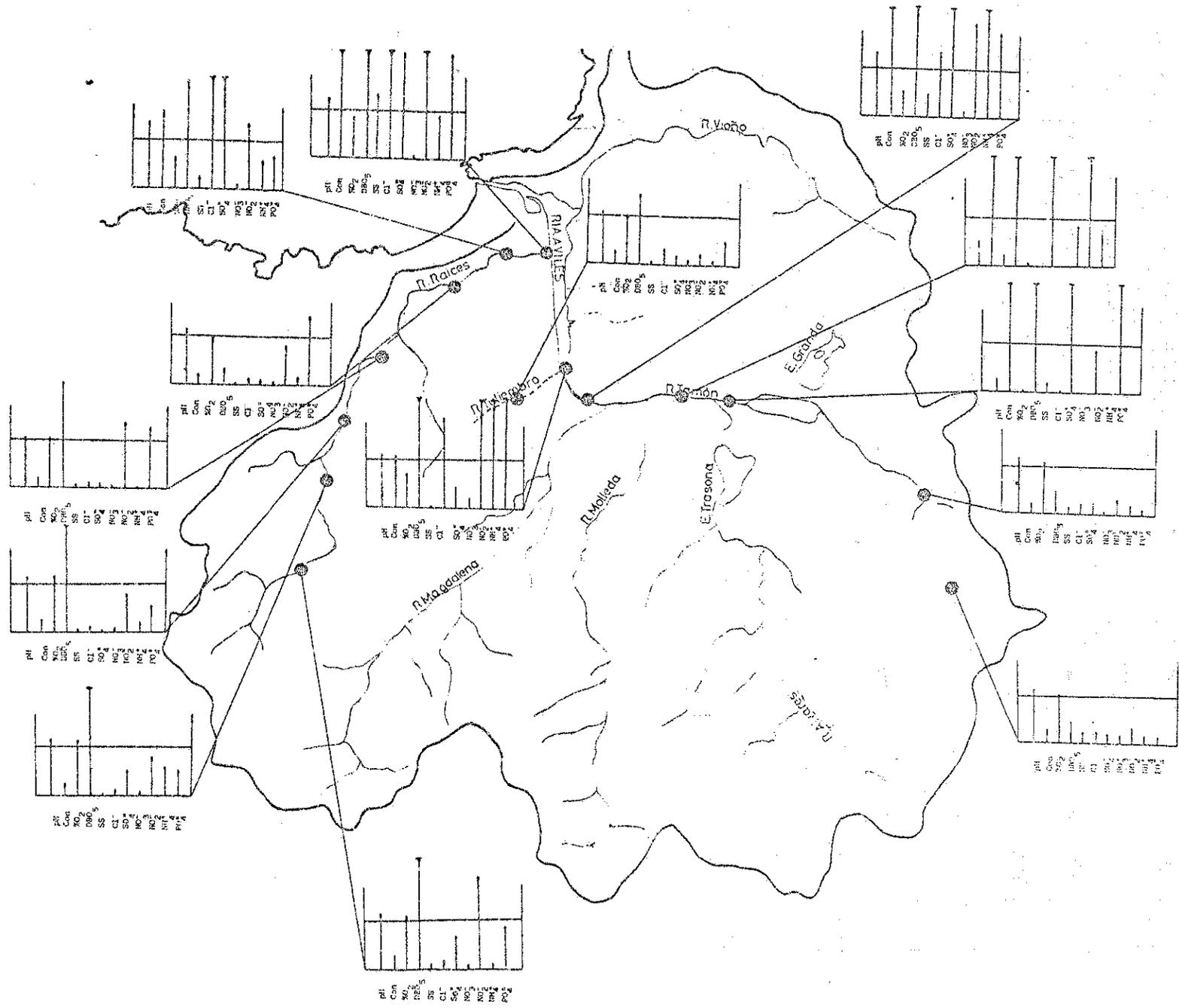


FIG. 3
Valores de algunos parámetros en relación con valores normales y de potabilidad (tabla 3)

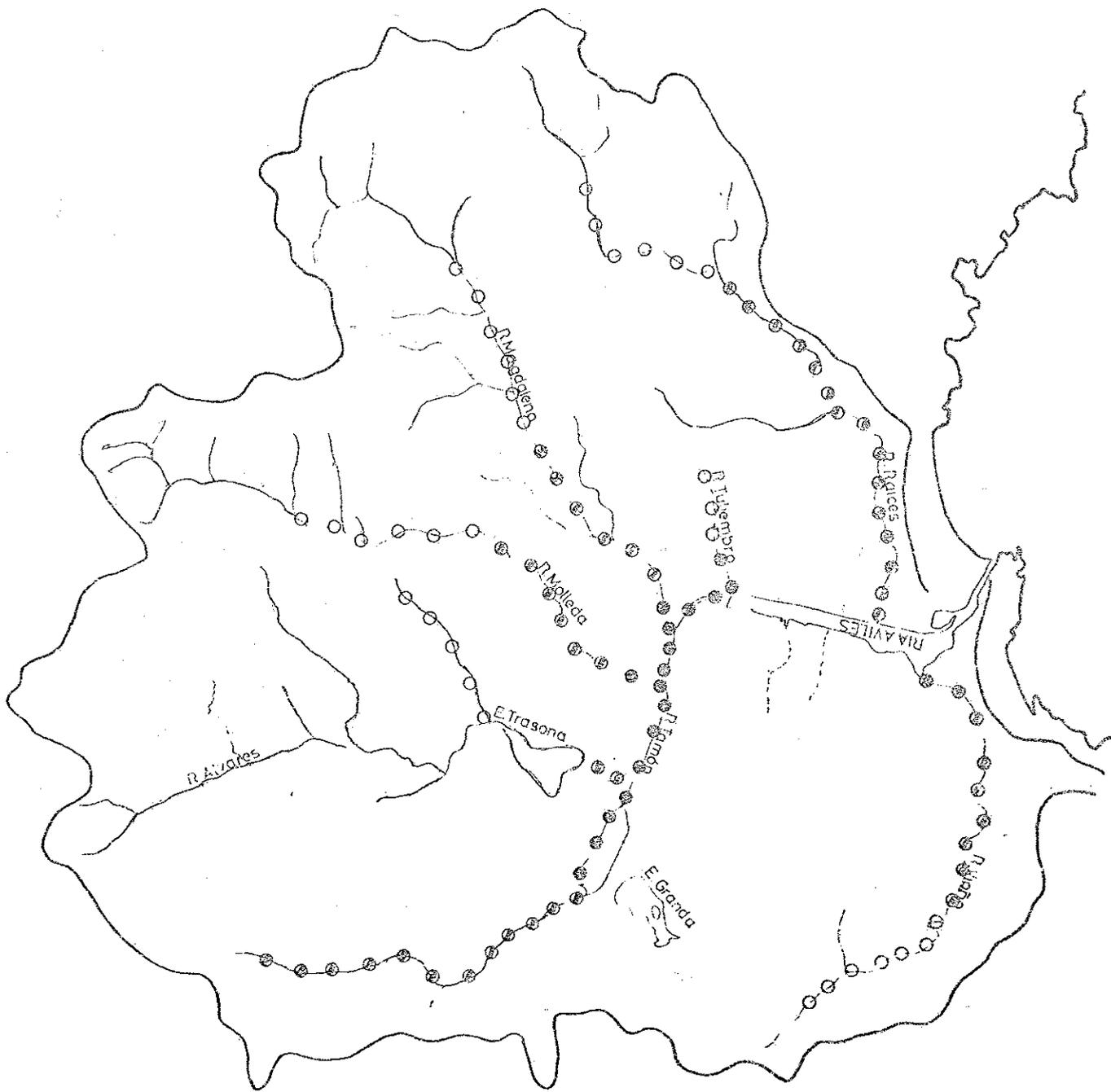


FIG. 4
 Mapa de calidad química (I. C. A.) de las aguas

- 100-85
- ◐ 85-75
- ◑ 75-65
- ◒ 65-50
- ◓ 50

	FECHA	TEMPERATURA AMBIENTE °C	TEMPERATURA MUESTRA °C	PROFUNDIDAD m.	CAUDAL m ³ /seg.	pH	CONDUCTIVIDAD mohos	CLOREINIDAD ‰	BICARBONATOS mg/l	CARBONATOS mg/l	OXIGENO DISUELTO mg/l	OXIGENO DISUELTO ‰	D.B.O. ₅ mg/l	D.Q.O mg/l	MAT. TOTAL EN SUSPENSION mg/l	MAT. ORGANICA EN SUSPENSION mg/l	MAT. INORGANICA EN SUSPENSION mg/l	TURBIDEZ p.p.m. de SiO ₂	SULFATOS mg/l	FOSFATOS mg/l	NITRITOS mg/l	NITRATOS mg/l	AMONIO mg/l	DETERGENTES p.p.m.	GRASAS mg/l	I.C.A.
RIO TAMON (T/1)	27/12/82	9.5	9.3	0.28	0.31	7.85	130	35	0.75	0	6.87	62.6	1.3	16	17.1	7.4	9.7	25	32	0.030	0.028	4.6	0.072	0	-	-
RIO TAMON (T/2)	27/12/82	11.0	10.5	0.27	0.69	7.92	220	40	1.9	0	6.76	62.6	1.3	16	23.2	10.4	12.8	24	51	0.013	0.032	3.7	0.063	0	-	77
RIO TAMON (T/3)	3/12/82	12.5	20.6	0.23	1.04	2.97	7300	INTER.	0	0	0.31	3.0	89.4	144	60.3	37.2	23.6	60	3200	1.060	0.087	INTER.	INTER.	0	560	9
RIO TAMON (T/4)	3/12/82	13.0	12.5	0.42	4.70	2.55	15000	INTER.	0	0	1.77	16.5	62.0	SAL.	17.6	14.4	3.2	111	2150	0.22	0.087	INTER.	1.470	0.1	50	10
RIO TAMON (T/5)	22/12/82	7.0	11.0	0.32	8.36	8.85	3100	270	11.6	0.4	3.20	30.0	17.0	72	134.8	45.2	89.6	252	600	0.53	0.193	3.3	2.34	0	62	12
RIO ALVARES (ALV/1)	27/12/82	11.0	10.0	0.36	0.04	7.86	200	25	2.8	0	6.31	56.0	1.3	16	43.6	7.6	26.0	19	18	0.025	0.046	3.6	0.03	0	-	87
RIO ALVARES (ALV/2)	27/12/82	11.2	10.3	0.59	1.31	7.85	380	30	2.8	0	6.54	58.0	1.3	8	38.0	6.0	32.0	26	70	0.119	0.064	4.6	0.032	0	-	78
RIO ALVARES (ALV/3)	3/12/82	14.0	11.5	0.35	0.21	7.64	630	55	4.9	0	5.78	57.9	70.6	0	6.3	4.3	2.0	20	118	1.650	0.335	5.9	0.080	0.1	9	76
RIO MAGDALENA (MA/1)	22/12/82	7.0	8.5	0.20	0.04	7.53	110	27	0.4	0	7.30	68.0	1.2	56	8.0	4.3	3.7	38	18	0.250	0.073	3.3	0.045	0	-	92
RIO MAGDALENA (MA/2)	22/12/82	7.0	9.5	0.40	2.77	7.84	210	24	0.9	0	2.60	22.0	1.2	16	5.3	2.6	2.7	22	26	0.170	0.073	3.6	0.180	0	-	72
RIO MAGDALENA (MA/3)	22/12/82	9.0	9.0	0.43	3.32	7.87	250	24	2.0	0	4.84	42.0	2.3	8	4.3	1.7	2.6	25	24	0.150	0.064	3.1	0.130	0	-	75
RIO MAGDALENA (MA/4)	22/12/82	6.0	9.0	0.56	3.15	7.85	260	30	2.1	0	5.20	45.0	2.5	24	19.6	8.0	11.6	66	33	0.440	0.087	3.6	0.240	0.1	50	21
RIO MOLLEDA (M/1)	22/12/82	9.0	9.0	0.18	0.16	7.50	100	36	0.5	0	7.21	62.0	1.2	0	24.4	7.8	16.6	76	18	0.280	0.037	2.4	0.150	0	-	88
RIO MOLLEDA (M/2)	22/12/82	8.5	8.0	0.50	2.06	7.81	160	25	1.1	0	5.00	42.0	1.2	16	-	-	-	81	23	0.220	0.037	3.5	0.050	0	-	78
RIO MOLLEDA (M/3)	22/12/82	6.0	8.0	0.58	3.96	7.70	200	30	1.3	0	4.80	40.0	3.4	80	41.3	18.6	22.7	144	30	0.590	0.087	3.6	0.150	0	38	21
RIO TULIEMBRO (TU/1)	17/12/82	9.0	9.0	0.28	0.02	7.73	300	63	1.7	0	6.96	62.0	4.3	32	6.4	2.7	3.7	34	43	0.150	0.018	3.7	0.030	0	-	45
RIO TULIEMBRO (TU/2)	3/12/82	16.0	13.0	-	-	7.69	1300	375	3.6	0	4.34	43.0	54.0	256	9.4	3.7	5.7	258	115	5.500	0.230	6.3	2.100	8	38	12
RIO RAICES (RA/1)	9/12/82	13.0	11.0	0.16	0.01	7.99	330	30	3.3	0	7.53	68.0	18.0	0	0.7	0.6	0.1	14	16	0.250	0.188	4.9	0.054	0	-	90
RIO RAICES (RA/2)	9/12/82	15.0	11.5	0.25	0.33	7.82	320	26	3.1	0	7.97	71.0	27.0	0	1.2	0.6	0.6	14	14	0.170	0.078	6.2	0.310	0.1	-	88
RIO RAICES (RA/3)	9/12/82	19.0	12.0	0.22	0.34	7.99	320	26	3.2	0	7.83	72.5	15.0	0	5.0	2.2	2.8	25	14	0.160	0.078	6.2	0.090	1	-	83
RIO RAICES (RA/4)	9/12/82	16.0	12.0	0.14	0.32	7.94	360	32	3.2	0	6.82	63.0	18.0	0	8.0	4.5	3.5	16	19	0.390	0.138	4.4	0	1	-	62
RIO RAICES (RA/5)	17/12/82	15.5	10.0	1.30	2.58	7.74	230	30	2.3	0	6.70	60.0	1.1	24	18.5	6.5	12.0	34	28	0.440	0.087	3.0	0.080	1	-	66
RIO RAICES (RA/6)	9/12/82	17.5	19.0	0.60	1.25	9.81	20000	1180	2.4	3.2	4.06	43.7	18.0	SAL.	54.0	14.6	39.4	52	1842	0.210	0.138	1.5	0.300	1	-	50
RIO RAICES (RA/7)	3/12/82	14.8	15.0	0.23	1.60	6.93	18000	1070	2.4	0	5.14	51.4	53.0	SAL.	393.0	135.8	257.2	155	2370	0.660	0.368	3.2	0.440	1	15	55
RIO VIOÑO (V/1)	28/12/82	7.8	9.8	0.59	0.18	7.48	380	50	3.2	0	6.31	59.1	4.0	24	37.1	8.5	28.6	32	43	0.064	0.037	3.7	0.030	0	-	97
RIO VIOÑO (V/2)	28/12/82	7.5	10.0	0.77	0.21	7.67	400	50	3.0	0	6.31	56.0	3.5	16	23.6	6.4	17.2	27	62	0.090	0.046	4.2	0.020	0	-	39
RIO VIOÑO (V/3)	28/12/82	10.5	12.0	1.05	1.05	7.70	440	55	3.2	0	6.31	52.6	6.35	24	46.8	5.2	41.6	29	42	0.095	0.096	3.6	0.070	1	-	73
RIO VIOÑO (V/4)	27/12/82	10.5	11.0	0.28	0.97	7.88	700	162	3.6	0	6.42	57.0	1.3	19	26.0	4.3	21.7	16	49	0.076	0.061	4.2	0.080	0.1	-	81
EM. TRASONA (TRAS-1-0)	27/12/82	9.8	8.9	0	-	7.94	190	36	1.5	0	6.76	60.2	1.3	8	31.3	9.1	22.2	46	31	0.138	0.051	3.6	0.063	0	-	97
EM. TRASONA (TRAS-1-8)	27/12/82	9.8	9.0	8	-	7.82	250	33	1.0	0	6.20	55.4	1.3	24	12.5	3.5	9.0	53	19	-	-	-	0.050	0	-	85

TABLA 1.- Valores de los análisis Físico-químicos

TABLA 2.— Concentraciones de metales pesados expresadas en mg/l para los ríos de la cuenca de Avilés en los puntos de muestreo señalados. Análisis efectuados por el Departamento de Química Técnica de la Universidad de Oviedo. Se acompaña de las Normas para límites máximos admisibles adoptadas por la O. M. S. y varios países europeos para aguas potables.

		ALUMINIO	COBALTO	COBRE	NIQUEL	CINCO	HIERRO
Rep. Fdal. Alemania	A	-----	-----	0.03	-----	0.5	1.0
(DVGW)	B	-----	-----	0.05	-----	1.0	5.0
España							
Orden Ministerial	A	-----	-----	0.05	-----	5.0	0.1
4-Noviembre-1.959	B	-----	-----	3.00	-----	15.0	5.0
O.M.S. Normas eu-							
ropeas (1.971)		-----	0.01	-----	-----	-----	0.3
C.E.E.		-----	5.0	0.05	0.05	2.0	0.3

MUESTRAS

MOLLEDA -1	0,900	<0,150	<0,090	NEG	0,075	0,465
MOLLEDA-2	0,660	NEG	NEG	NEG	0,102	0,258
MOLLEDA-3	0,815	NEG	<0,090	NEG	0,084	0,551
MAGDALENA-1	0,635	NEG	NEG	NEG	0,051	<0,120
MAGDALENA-2	0,847	NEG	<0,090	NEG	1,023	0,178
MAGDALENA-3	0,735	NEG	<0,090	NEG	0,794	<0,120
MAGDALENA-4	1,037	NEG	<0,090	NEG	0,674	0,243
RAICES-1	1,045	NEG	<0,090	<0,150	0,020	0,100
RAICES-2	0,634	<0,150	<0,090	NEG	NEG	<0,100
RAICES-3	0,746	NEG	<0,090	NEG	NEG	<0,100
RAICES-4	0,712	NEG	<0,090	<0,150	NEG	<0,100
RAICES-5	0,560	NEG	<0,090	NEG	0,052	0,251
RAICES-6	0,931	0,540	0,093	0,410	NEG	0,327
RAICES-7	1,041	<0,150	<0,090	0,430	2,035	0,196
TAMON-1	0,565	NEG	<0,090	NEG	0,034	<0,120
TAMON-2	0,565	NEG	<0,090	NEG	0,019	<0,120
TAMON-3	2,450	NEG	0,122	0,208	0,249	NEG
TAMON-4	2,842	0,173	0,093	0,203	0,265	170,3
TAMON-5	1,199	<0,150	<0,090	NEG	0,628	4,639
TRAS-1-0	0,569	<0,150	NEG	NEG	0,058	<0,120
TRAS-1-8	0,569	NEG	NEG	NEG	0,010	0,141
TULIEMBRO-1	0,779	NEG	<0,090	NEG	0,060	0,513
TULIEMBRO-2	0,956	NEG	<0,090	NEG	0,075	0,271
ALVARES-1	0,565	NEG	<0,090	<0,150	<0,010	<0,120
ALVARES-2	0,604	NEG	<0,090	NEG	<0,010	<0,120
ALVARES-3	0,892	<0,150	<0,090	0,350	0,050	<0,100
VIOÑO-1	0,596	NEG	NEG	NEG	0,046	<0,120
VIOÑO-2	0,550	NEG	NEG	NEG	0,020	<0,120
VIOÑO-3	0,578	NEG	NEG	NEG	0,029	<0,120
VIOÑO-4	0,584	NEG	<0,090	NEG	0,038	0,245

A: Aguas no influidas por desagües. Potable por preparación simple
 B: Aguas algo contaminadas. Potables tras tratamiento adecuado

TABLA 3.— Normas de calidad para aguas de alimentación según criterios de la C. E. E. y Francia.

* Valores normales de aguas naturales según Nisbet y Verneaux.

PARAMETRO	UNIDADES	VALORES MAXIMOS
pH		7
Conductividad	µmhos/cm	1250
Saturación de O ₂	%	60 *
DBO ₅	mg/l de O ₂	6 *
Sólidos en suspensión	mg/l	75 *
Cloruros	mg/l de Cl	200
Sulfatos	mg/l de SO ₄ ²⁻	250
Nitratos	mg/l de NO ₃ ⁻	50
Nitritos	mg/l de NO ₂ ⁻	0.1
Amonio	mg/l de NH ₄ ⁺	0.5
Fosfatos	mg/l de PO ₄ ³⁻	0.3

	R 1 L	R 1 Le	R 2 L	R 2 Le	R 3 L	R 3 Le	R 4 L	R 4 Le	R 5 L	ALV 1 L	ALV 1 Le	ALV 2 L	ALV 2 Le	M 1 L	M 1 Le	M 2 L	M 2 Le	T 2 L	T 3 L	T 4 L	T 5 L	Y 1 L	Y 1 Le	Y 2 L	Y 2 Le	Y 3 L	Y 3 Le	Y 4 L	Y 4 Le	Y 5 L	Y 5 Le	Ma 1 L	Ma 2 L	Ma 2 Le	Ma 3 L	
Tribunus sp.																																				
OTROSTARANIDAE																																				
Atherix ibis			2																																	
OTROS RHAGIONIDAE																																				
Psychoptera sp.																																				
Argia sp.										61	31				170																					
Pachia sp.																																				
Pericoma sp.																																				
OTROS PSYCHOIDAE																																				
Aenictus sp.														2																						
OTROS STRATIOMYIDAE																																				
DIPTERO NO IDEN.		1																																		
Baetis sp.	248		19																																	
Baetis rhodani										10																										
Carex macrura	17	3	20			35	57	404																												
Ecdyonurus sp.	11	3																																		
Ephemerella sp.	3	1	3																																	
Rhitrogna senicolarata										10						2																				
PEPAS TRICHOPTERA			1																																	
TRICHOPTERO SIN IDEN.						20																														
Hydropsyche sp.						3																														
Hydropsyche siltalai																																				
Hydropsyche instabilis			8									40	12	3	10																					
Hydropsyche angustipennis		1																																		
Hydropsyche pellucidula													20																							
Sito sp.																																				
Lype sp.																																				
Odontocerum sp.			1																																	
Odontocerum albicomae																																				
Rhyacophila dorsalis		5		4							9				30																					
TRIBU LAINPHILINI		2																																		
TRIBU STENOPHYLACINI																																				
Polycentropus sp.		4											10																							
Phryganea sp.																																				
Perla bipunctata		1																																		
Leuctra nigra																																				
Capnia sp.																																				
Echinogenanura benilioni sp.			262	19		1								4																						
Asellus aquaticus										37	37	32	72	62	32	14	33	23																		
Asellus meridionalis				6	3		1																													
ONISCOIDEA																																				
HIDRACARINA			1				21																													
DIVERSIDAD	2.3	2.1	2.9	2.5	1.6																															
EQUITABILIDAD	0.6	0.6	0.63	0.9	0.5	0.5	1.2	1.4	1.5	2.7	2.5	2.8	3.2	2.1	1.8	2.8	2.5	2.2	1.5	2.1	2.0	2.2	2.9	1.5	2.8	1.9	2.6	2.0	1.6	2.0	1.6	2.0	0.5			
INDICE DE TUFFERY Y VERNEAUX	9	8	9	6	6	4	5	5	3	9	6	6	6	8	7	7	6	6	5	5	6	7	7	5	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
INDICE DE WOGDIWISS	8	8	9	5	6	2	3	2	2	8	5	6	6	7	6	7	6	6	5	5	6	6	5	6	5	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	

TABLA 4.- Abundancia de Taxa en los ríos de la Cuenca L, muestras recogidas en corriente rápida. Le, muestra recogida en corriente lenta

TABLA 5.— Análisis del zooplancton del embalse de Trasona. Datos expresados en n° de individuos por m³.

	TRAS-1-0	TRAS-1-8	TRAS-2-0	TRAS-2-8
GLADOCEROS				
<u>Daphnia longispina</u>	34400	530	-----	-----
<u>Daphnia pulex</u>	270	20	-----	20800
<u>Bosmina longirostris</u>	20930	4070	9400	-----
<u>Simosa vetula</u>	-----	20	-----	-----
COPEPODOS				
<u>Megacyclops viridis</u>	-----	20	-----	-----
<u>Thermocyclops dybowskii</u>	330	20	600	-----
<u>Tropocyclops prasinus</u>	133	-----	200	-----
nauplios	470	270	600	-----
copepoditos	330	20	400	200
NOTIFEROS				
<u>Asplanchna sp.</u>	270	-----	600	-----
<u>Filinia sp.</u>	70	-----	400	-----
<u>Polyarthra cf. vulgaris</u>	70	20	-----	200
<u>Trichocerca sp.</u>	70	-----	-----	-----
DIVERSIDAD	1.2	1.0	1.8	0.2
EQUITABILIDAD	0.5	0.3	0.6	0.1