

Clasificación limnológica y grado de eutrofización del embalse del Taibilla en el décimo aniversario de su puesta en servicio (*)

Por JOSE LUIS SANCHEZ LOPEZ

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Se recogen en el presente trabajo, de forma resumida, los resultados de una serie de ensayos efectuados en el embalse del Taibilla durante el año hidráulico 1982-83, que han permitido efectuar una clasificación del mismo desde el punto de vista limnológico, así como analizar su grado de eutrofización.

1. INTRODUCCION

En febrero de 1974 se cerraba el embalse del Taibilla, iniciándose así su período de servicio como sistema de regulación anual del río del mismo nombre. Este río y parte de los caudales procedentes del Trasvase Tajo-Segura constituyen las únicas fuentes disponibles por la Mancomunidad de los Canales del Taibilla para efectuar el abastecimiento de agua potable de los núcleos mancomunados, cuyo número asciende a setenta y uno e incluye, entre otras, poblaciones como Murcia, Alicante, Cartagena, Elche etc., todas ellas distribuidas en las provincias de Murcia, Alicante y Sur de Albacete.

Al acercarse el décimo aniversario de la puesta en servicio del embalse se realizaron una serie de ensayos, a lo largo del año hidráulico 1982-83, que han permitido efectuar una clasificación, desde el punto de vista limnológico, tendente a confirmar la que, previamente y con consideraciones estrictamente teóricas, se había realizado. Igualmente las pruebas y ensayos efectuados ha servido de base para lograr una aproximación al grado de eutrofización del embalse, empleándose para ello el gráfico de Vollenweider.

El embalse, con capacidad máxima ligeramente superior a los 10 Hm³., se encuentra situado en las proximidades de Nerpio (Albacete), a una altura sobre el nivel del mar de unos 1.000

m y practicamente en el límite entre las provincias de Murcia y Albacete. En la figura 1 se recoge su emplazamiento exacto y en el cuadro número 1 sus características principales.

El estudio se ha dividido en varias partes de acuerdo con los diferentes objetivos perseguidos:

- Clasificación del embalse.
- Iones importantes en el embalse.
- Nutrientes y grado de eutrofización.

Cada uno de los puntos anteriores constituye el contenido de los apartados que se desarrollan a continuación.

Queda observar que, debido a la fuerte sequía sufrida por la región en estos últimos años, las fluctuaciones de nivel del embalse han sido reducidas, alcanzándose un volumen máximo almacenado que significa el 27 por 100 de la capacidad total.

2. CLASIFICACION DEL EMBALSE

Como factores fundamentales para poder efectuar una clasificación limnológica del embalse se han determinado la temperatura y el oxígeno disuelto. La primera se leía en el termómetro que lleva incorporado el toma muestra y el error máximo admisible en la lectura es inferior a 0,1°C. El segundo se obtenía en un plazo inferior a 2 horas después de la toma de muestra, habiendo conservado el agua libre del contacto con la atmósfera.

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 31 de enero de 1986.



Figura 1.—Situación del embalse.

EMBALSE DEL TAIBILLA

Año de entrada en servicio:	1974
Nº del catálogo de grandes presas:	C-54(1973)
Término municipal:	Nerpio
Situado a cota:	970 m.s.n.
Superficie del embalse:	84 Ha.
Superficie de la cuenca:	327 Km ²
Capacidad del embalse:	10 Hm ³
Profundidad media:	11,9 m.
Aportación media:	12 Hm ³ /año
Usos de la cuenca vertiente:	
Pastos	47,2 %
Matorral	20,9 %
Secano	18,1 %
Bosques	10,0 %
Huerta y regadío	1,6 %
Otros	2,2 %

Cuadro 1.—Características del embalse.

2.1 Temperatura y estratificación térmica

El año hidráulico comienza con una masa de agua prácticamente isotérmica, ya que en los últimos días de octubre el gradiente térmico entre superficie y fondo es de 2°C., pero con la importante observación de que de este gradiente 1,4°C., tiene lugar en el primer metro de agua. Durante el invierno la masa de agua se ha mezclado totalmente, existiendo una circulación completa con temperatura en descenso, siendo 7,9°C. a finales de noviembre y alcanzándose el mínimo de 4,8°C., en enero. La formación de capas de hielo de espesor no despreciable en las zonas de aguas más superficiales (profundidades inferiores a unos 80 cm.), con un invierno no muy riguroso, hace pensar en una escasa posibilidad de que se forme hielo en toda la superficie en años con un invierno anormalmente frío. En la primavera se inicia un calentamiento progresivo que llega a los 16,2°C., superficiales a mediados de mayo, coincidiendo con el inicio de la estratificación del embalse. En julio se alcanzan 23,6°C., en agosto y 18,5°C., a principios de octubre. A lo largo de este mes el ciclo se cierra. Podemos,

pues, señalar los siguientes períodos térmicos:

- Desde principios de noviembre hasta abril con temperatura homogénea descendiendo hasta un mínimo en enero y volviendo a aumentar.
- Desde mayo hasta alcanzar un máximo en julio, iniciándose el descenso. Durante este período el agua se encuentra estratificada, con un gradiente máximo hacia mediados de julio, en torno a los 7,4°C.

Durante el mes de julio, máxima estratificación del embalse, podemos distinguir las siguientes zonas perfectamente diferenciadas:

- Epilimnion. Comprende desde los 0 m hasta los 2 m de profundidad, con temperaturas en ambos puntos de 23,6° y 23,1°C., respectivamente.
- Metalimnion. Se extiende desde los 2 m hasta los 4 m con temperatura mínima de 17,8°C. Esto significa un gradiente térmico de 2,65°C/m.
- Hipolimnion. Comprende el resto de la masa de agua, que alcanza la temperatura más baja en el fondo con 16,2°C.

CLASIFICACION LIMNOLOGICA Y GRADO DE EUTROFIZACION DEL EMBALSE DEL TAIBILLA

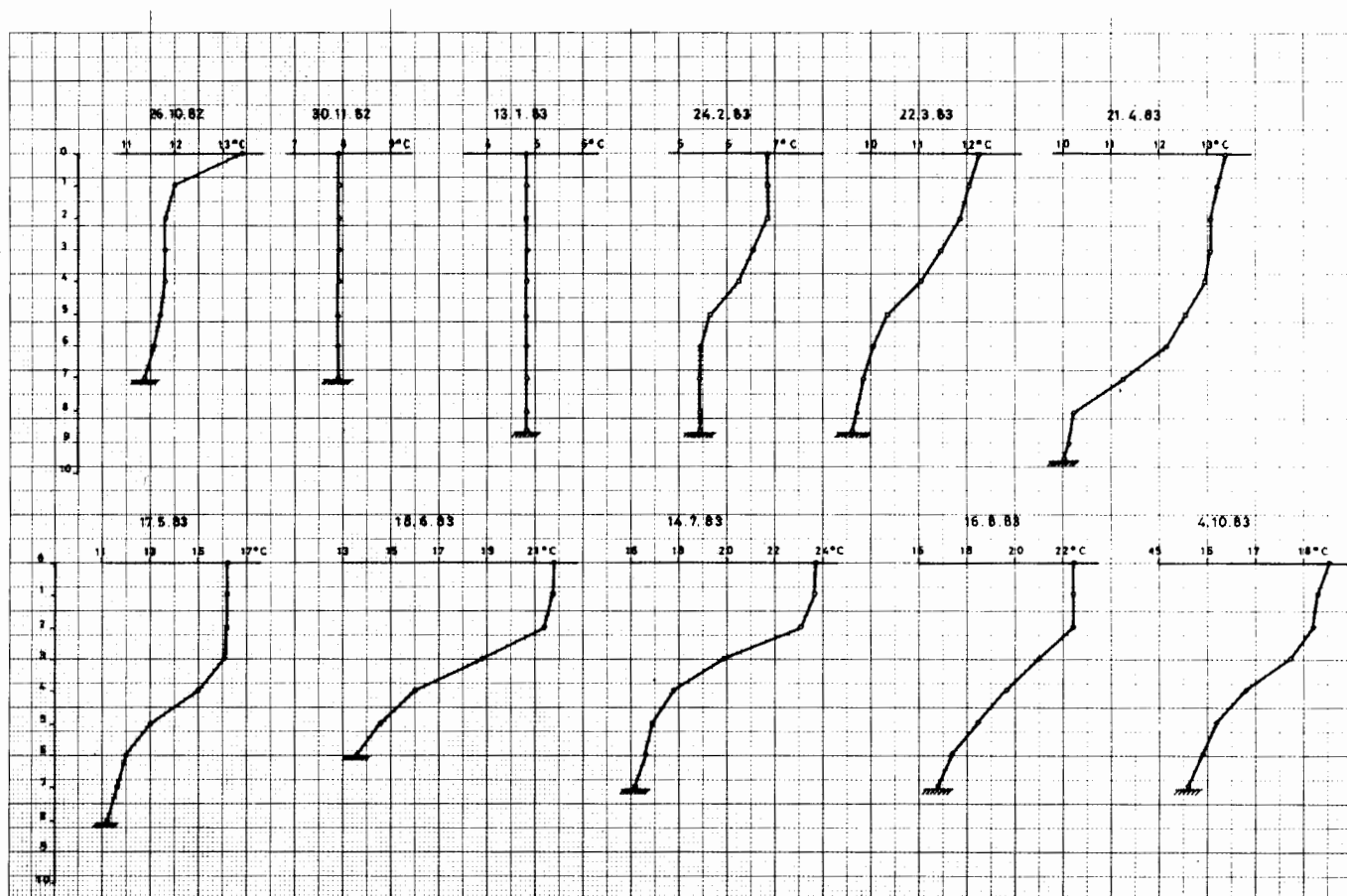


Figura 2.—Temperaturas de muestras.

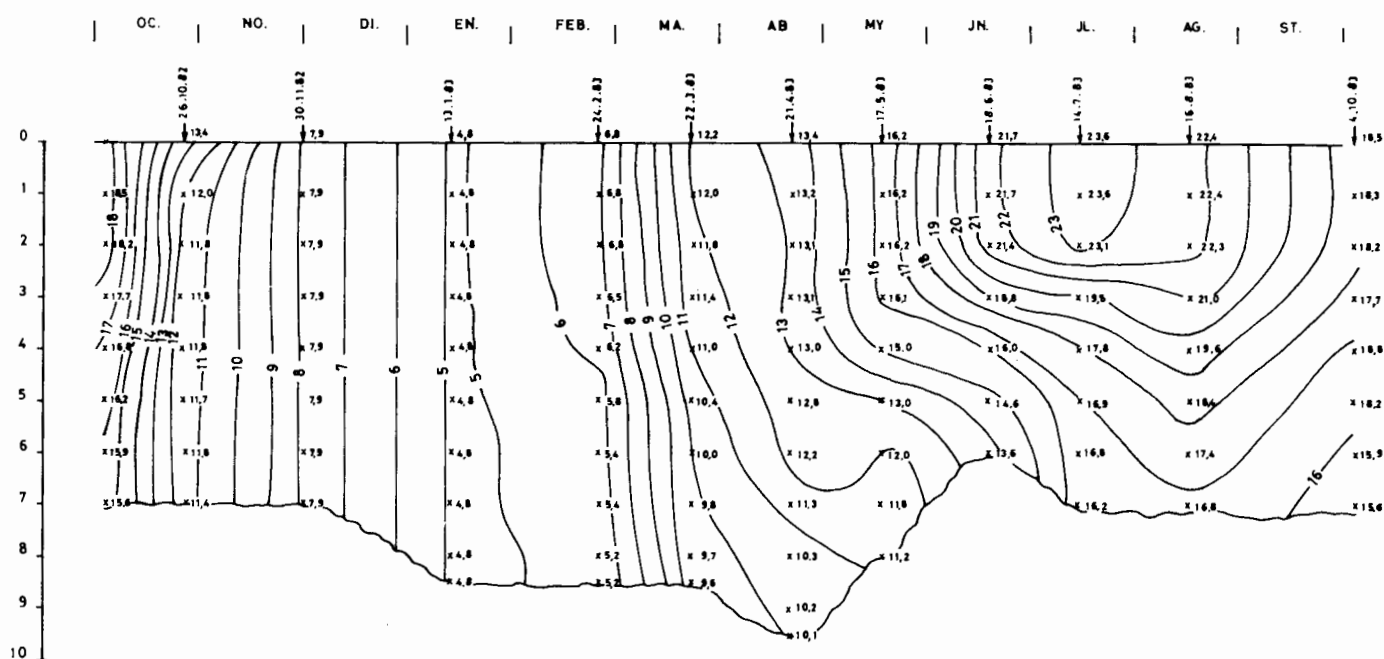


Figura 3.—Temperaturas (Año hidráulico 1982-83).

La poca profundidad del embalse no ha significado inconveniente alguno para una delimitación perfecta de las capas estudiadas, con una homogeneidad casi total de temperaturas en el epilimnion ($0,25^{\circ}\text{C}/\text{m}$) e hipolimnion ($0,53^{\circ}\text{C}/\text{m}$), y un gradiente fuerte en el metalimnion ($2,65^{\circ}\text{C}/\text{m}$).

La mínima temperatura alcanzada de $4,8^{\circ}\text{C}$., la mezcla con circulación completa durante el invierno y comienzo de primavera, y la fuerte estratificación estival con reinicio de homogeneización en otoño, nos permite clasificar nuestro embalse como monomítico templado. Cabe reseñar un posible comportamiento en años muy fríos como dimítico, con una estratificación inversa que apenas dure unos días. Sin embargo la posibilidad de este comportamiento se considera muy baja.

En las figuras 2 y 3 quedan recogidos respectivamente los perfiles térmicos de las muestras estudiadas y el comportamiento anual.

2.2 Oxígeno disuelto

El comportamiento del agua en relación al oxígeno disuelto es totalmente paralelo al térmico ya que el inicio hacía unas condiciones anóxicas en el hipolimnion es causado directamente por la estratificación térmica.

Durante el período invernal, noviembre a febrero, la concentración de oxígeno es homogénea alcanzando un máximo a mediados de enero con un valor de saturación. Puede considerarse que toda la columna de agua se encuentra entre el 95 por 100 y el 102 por 100 de saturación, todo ello concordante con la circulación completa existente y consiguiente aireación de la totalidad de la masa de agua. En el transcurso de la primera se produce una rápida disminución del oxígeno en la capas profundas (hipolimnion ya aparecido), que significa alcanzar en el fondo $3,1\text{ ppm.}$, de oxígeno disuelto (28 por 100 de saturación), mientras que

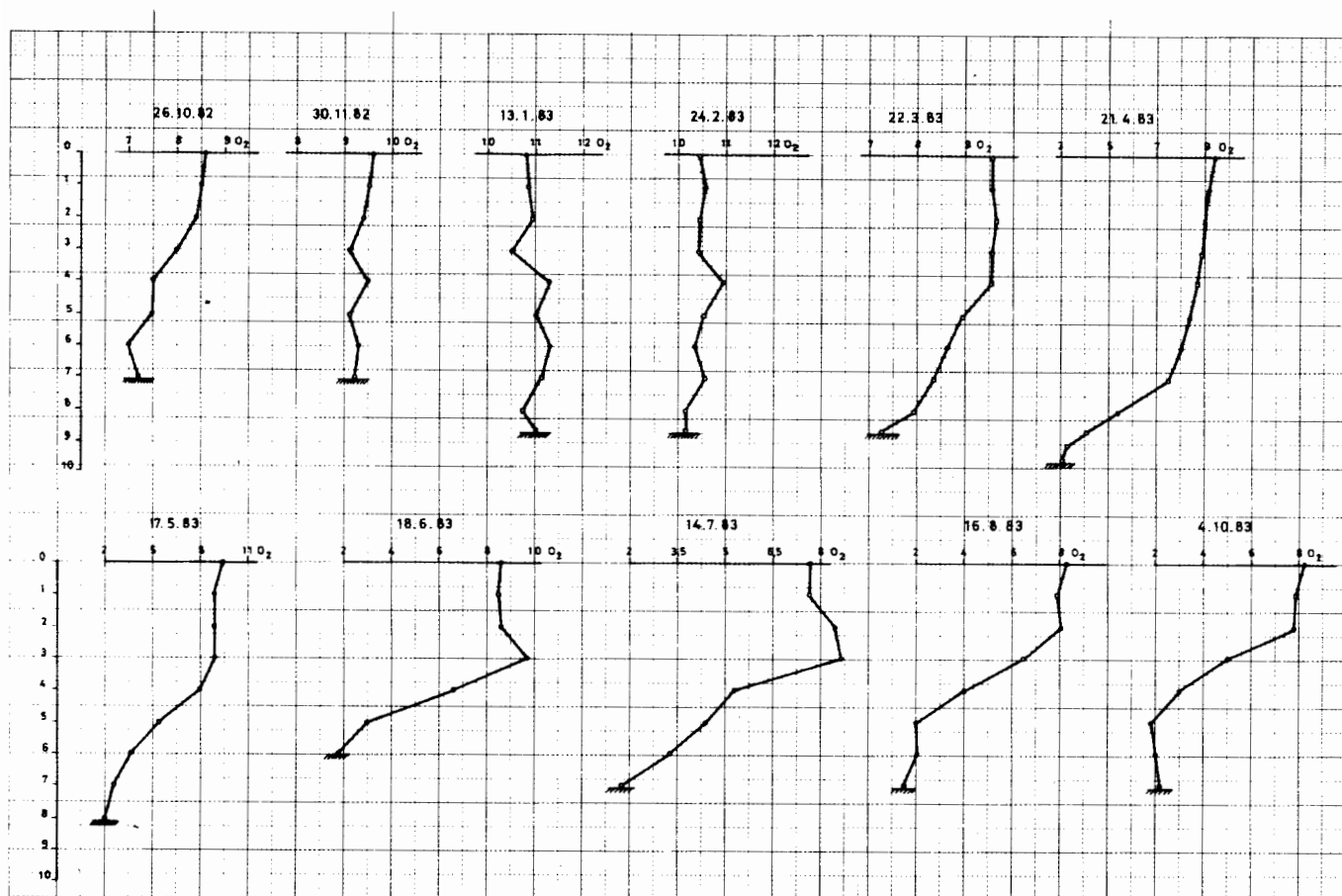


Figura 4. — Oxígeno disuelto en muestras.

en superficie el valor se mantiene en el 94 por 100. El grado de anoxicidad se va acentuando al agudizarse la estratificación, alcanzando el máximo a mediados de agosto con un contenido de oxígeno en el fondo del 15 por 100 de saturación. A partir de este momento se inicia, más lentamente, una suavización de las condiciones existentes, hasta llegar a octubre. A lo largo de este mes la estratificación rompe y se alcanzan las condiciones iniciales.

El perfil de saturación, como puede verse en la figura 4 en que se recogen los perfiles correspondientes a las muestras efectuadas, es claramente clinogrado, con ligeras tendencias en algunos casos a heterogrado positivo, pero con una suavidad tal que deshace cualquier intento de darle esa clasificación.

Como consecuencia de la evolución descrita del oxígeno disuelto en el tiempo para las diferentes profundidades y el perfil de saturación citado, podemos sacar las dos interesantes conclusiones que siguen, íntimamente relacionadas entre sí.

— Al no superarse, en ningún momento del año, de una forma rotunda el 100 por 100 de saturación, parece que deba eliminarse cualquier posible eclosión de fitoplancton, y por tanto predecir la no fuerte eutrofización del embalse, con una productividad del mismo no muy elevada. Este punto debería de poder verificarse

mediante el estudio microscópico del fitoplancton, clasificación eutrófica del embalse y estudio de su productividad.

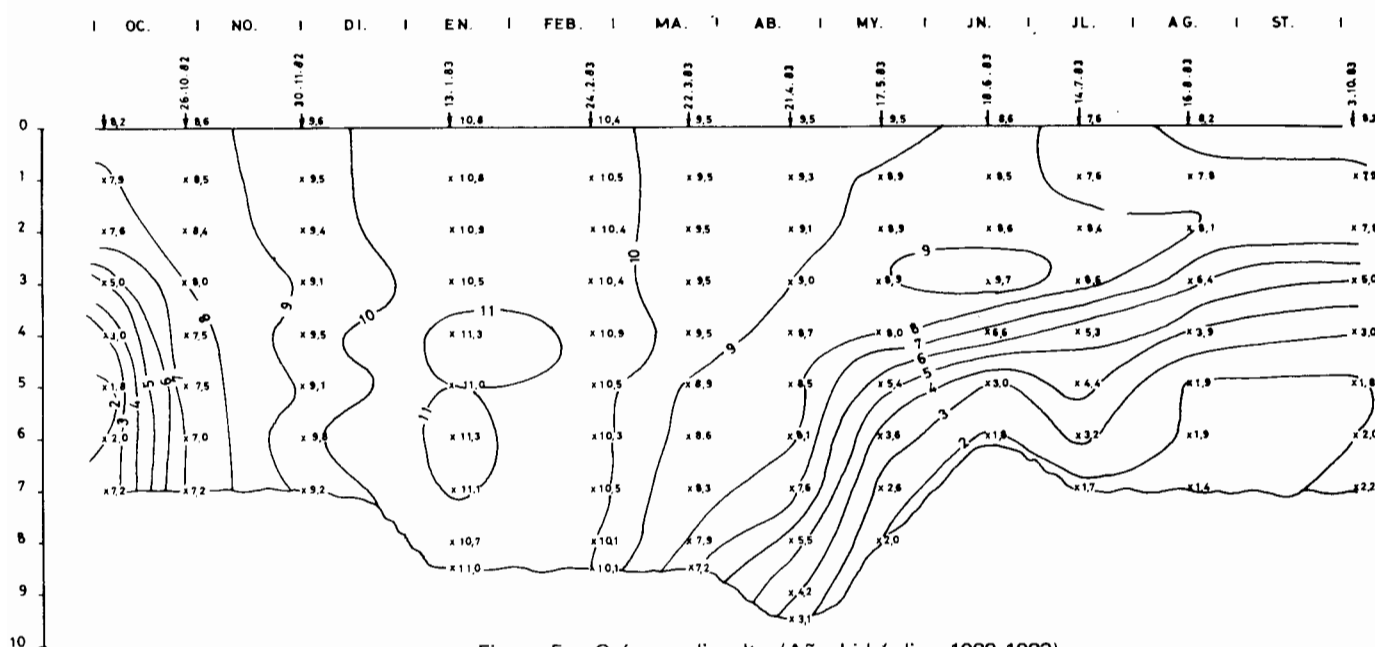
— Aunque la zona trofógena mantiene unos niveles de oxígeno disuelto acordes con un desarrollo aceptable de fitoplancton, la presencia durante todo el año de oxígeno en el hipolimnion y no consecución de condiciones totalmente anóxicas en el mismo nos lleva a pensar que la presencia, en la zona trofólítica, de materia orgánica en descomposición es reducida, y por tanto que el fitoplancton existente también lo es. Debe recordarse que el período de estratificación es muy largo, desde principios de abril hasta finales de octubre. En este tiempo, ni siquiera en el agua en contacto con el lecho de sedimentos se baja del 15 por 100 de saturación de oxígeno.

Como resumen de las determinaciones efectuadas se recoge en la figura 5 el comportamiento anual del oxígeno disuelto en el embalse.

El embalse queda clasificado como monomíctico templado, con perfil de saturación clinogrado.

3. COMPORTAMIENTO EN EL EMBALSE DE DETERMINADOS IONES

Las determinaciones efectuadas se refieren fundamentalmente a los iones de N, S, Fe, C



y Si, tratando de comprobar la concordancia o discrepancia de tales iones con su comportamiento en los embalses de este tipo. Igualmente se recogen las variaciones del pH y la profundidad del disco Sechi. La presencia de P se estudiará en el apartado dedicado a la eutrofización.

3.1 Compuestos nitrogenados

Las determinaciones han comprendido NO_3^- , NO_2^- , y NH_4^+ . Aunque se estudió la acción autodepuradora del río en su recorrido desde el pueblecito de Nerpio (varios Kms. aguas arriba) hasta el embalse, ahora solo se recoge el comportamiento de los iones citados en el embalse.

En un embalse monomíctico templado cabe distinguir los dos periodos de homogeneidad y de estratificación. En el primero (salvo fuertes aportaciones contaminantes) no debe existir NH_4^+ ni NO_2^- , ya que las pequeñas concentraciones presentes se transformarán rápidamente en NO_3^- . Por el contrario, durante el período de estratificación, el aislamiento del hipolimnion respecto a la zona oxigenada y el correspondiente agotamiento hipolimnético del oxígeno, originan una creciente dificultad para la oxidación del NH_4^+ a NO_2^- y el de este último a NO_3^- . Al mismo tiempo puede iniciarse un proceso inverso de reducción en la zona de sedimentos con liberación de NH_4^+ y NO_2^- .

Estos dos comportamientos se han comprobado en el embalse. Durante la mezcla (octubre-abril) se ha detectado una presencia de NO_3^- en torno a las 4,6 p.p.m., en toda la masa de agua, con ausencia total de NH_4^+ , y NO_2^- . Por el contrario desde abril a octubre (período de estratificación) han existido los tres iones. El NH_4^+ ha llegado a alcanzar en el fondo el valor de 1,2 p.p.m., con ausencia total en el epilimnion. Igualmente se ha detectado la presencia de NO_2^- , aunque con un comportamiento más irregular que el del amonio.

3.2 Compuestos del azufre

El azufre se presenta en las aguas naturales como SO_4^{2-} , de forma tal que la incorporación

de S^{2-} origina una oxidación de este ion a sulfato. Es necesaria la presencia de un medio reductor para que tenga lugar la transformación inversa.

Durante el período de mezcla del embalse ha existido total ausencia de S^{2-} en toda la masa de agua. Estratificado el embalse, la zona profunda del mismo constituye un buen medio reductor. En efecto, durante este período, se ha detectado la presencia de S^{2-} en el fondo, en cantidades que han sido siempre inferiores a 0,01 p.p.m.

3.3 Compuestos ferrosos y férricos

La transformación de las sales de hierro, en aguas naturales, hacia la forma de hidróxido, con la correspondiente precipitación, es causa de la ausencia normal de dichas sales.

Durante el período de mezcla no se detectó presencia de iones ferroso o férrico. Al producirse la estratificación empiezan a surgir indicios, que llega a alcanzar valor máximo de 0,4 ppm., en septiembre. Durante el verano su presencia se detecta en la casi totalidad del hipolimnion.

3.4 Compuestos del silicio

En la Cuenca del Segura (del que el río Taibilla es afluente por su margen derecha) las concentraciones habituales oscilan entre 2 y 10 ppm., en SiO_2 .

Las alternancias invierno-verano en las concentraciones observadas en el embalse pueden ponerse en relación con la presencia de diatomeas. Estas algas necesitan la sílice para elaborar sus caparazones, lo que puede originar la disminución en el agua hasta valores del orden de 2 ppm., o inferiores, medidas en invierno. Su muerte y sedimentación origina el proceso inverso, es decir la incorporación de la sílice de sus caparazones a las capas profundas del embalse. Esto justificaría las concentraciones de 7-8 ppm., y en algunos momentos superiores, detectadas en las aguas proximas a los sedimentos.

3.5 Carbonatos y dureza

En las aguas naturales con abundantes

CO_3H^- la oxigenación origina su transformación en $\text{CO}_3^{=}$ con la correspondiente precipitación. En el embalse el proceso es algo más complicado, durante el período de estratificación.

Con el objeto de aclarar los posibles procesos que ocurren se indican las durezas obtenidas en grados alemanes:

Llegada a embalse. → Embalse en superficie. → Embalse a media profundidad. → Embalse en fondo.
 $13,2 \rightarrow = -1,8 \rightarrow 11,4 \rightarrow = 0,4 \rightarrow 11,8 \rightarrow = +0,9 \rightarrow 12,7$

Si se compara el agua superficial del embalse con la de llegada el ablandamiento es notable, del orden de 1,8. Son dos los factores que están contribuyendo a ello: En primer lugar la aireación del epilimnion que sigue ocurriendo, y además durante un período largo, pues el tiempo de permanencia del agua en el embalse era de unos dos meses, en segundo lugar la fotosíntesis intensa de fitoplancton presente en el epilimnion, con absorción de CO_2 y desprendimiento de O_2 , y consiguiente colaboración al paso del CO_3H^- a $\text{CO}_3^{=}$ y precipitación de este último. Ambos procesos acaecen en la zona superior. En el hipolimnion las transformaciones son diferentes. Al tener lugar la descomposición parcial de sedimentos existe un consumo de O_2 y desprendimiento de CO_2 , lo que puede originar el enriquecimiento lógico en $\text{CO}_3^{=}$, como parece ocurrir en las capas profundas.

3.6 Variaciones del pH

El pH de la Cuenca del Segura (zona alta) suele oscilar entre 8,0 y 8,5. Las determinaciones efectuadas en el río Taibilla han arrojado cifras concordantes con las anteriores, entre 8,6 y 8,0.

En el embalse se producen ciertas variaciones. En el período de mezcla el pH es uniforme en toda la masa y alcanza un valor en torno a 7,8 (quizá reflejo de la descarbonatación experimentada por el agua). Sin embargo durante la estratificación surge un gradiente negativo (de superficie a fondo) del pH, que llega a alcanzar, en agosto, el valor de 0,8 con $\text{pH} = 8,1$ en superficie y $\text{pH} = 7,3$ junto a se-

dimentos. La anoxia de las aguas profundas y su carácter reductor queda manifiesto en la acidificación experimentada y reflejada en el descenso del pH.

3.7 Disco de Secchi

Por ser un factor interesante en relación a la eutrofización de una masa de agua, se han realizado también las mediciones correspondientes de la profundidades del disco de Secchi. Pero así como el comportamiento de los iones ya expuestos se ha mostrado claro y ha respondido a las previsiones lógicas, hemos de señalar la anomalía de las profundidades medidas del disco de Secchi y que, de momento, han de quedar sin explicación definitiva.

El valor máximo alcanzado ha sido de 1,80 m., en el mes de agosto, mientras que el mínimo (octubre) quedó reducido a 0,75 m. Estas cifras corresponden a embalses fuertemente eutróficos, con notables eclosiones de fitoplancton, sobresaturaciones en superficie de O_2 , etc., factores todos ellos no observados. Es cierto que algunas de las mediciones (caso de los 0,75 m.), se determinaron pocos días después de una turbia, y así podría quedar justificada la escasa visibilidad de disco, sin embargo la mayor parte de las determinaciones se realizaron en días soleados y sin interferencias de especial turbiedad. Con la información disponible en este momento resulta difícil dar explicación a valores tan bajos para la profundidad del disco de Secchi.

En la figura 6 se recogen unos gráficos que representan el comportamiento medio de los iones señalados durante el período de estratificación.

4. NUTRIENTES Y GRADO DE EUTROFIZACION

Los nutrientes más importantes para el fitoplancton son el fósforo y el nitrógeno, normalmente en el orden señalado por la mayor presencia de nitrógeno mineralizado en las aguas naturales y consiguiente papel del fósforo como elemento limitante del desarrollo de las algas microscópicas. Independientemente algu-

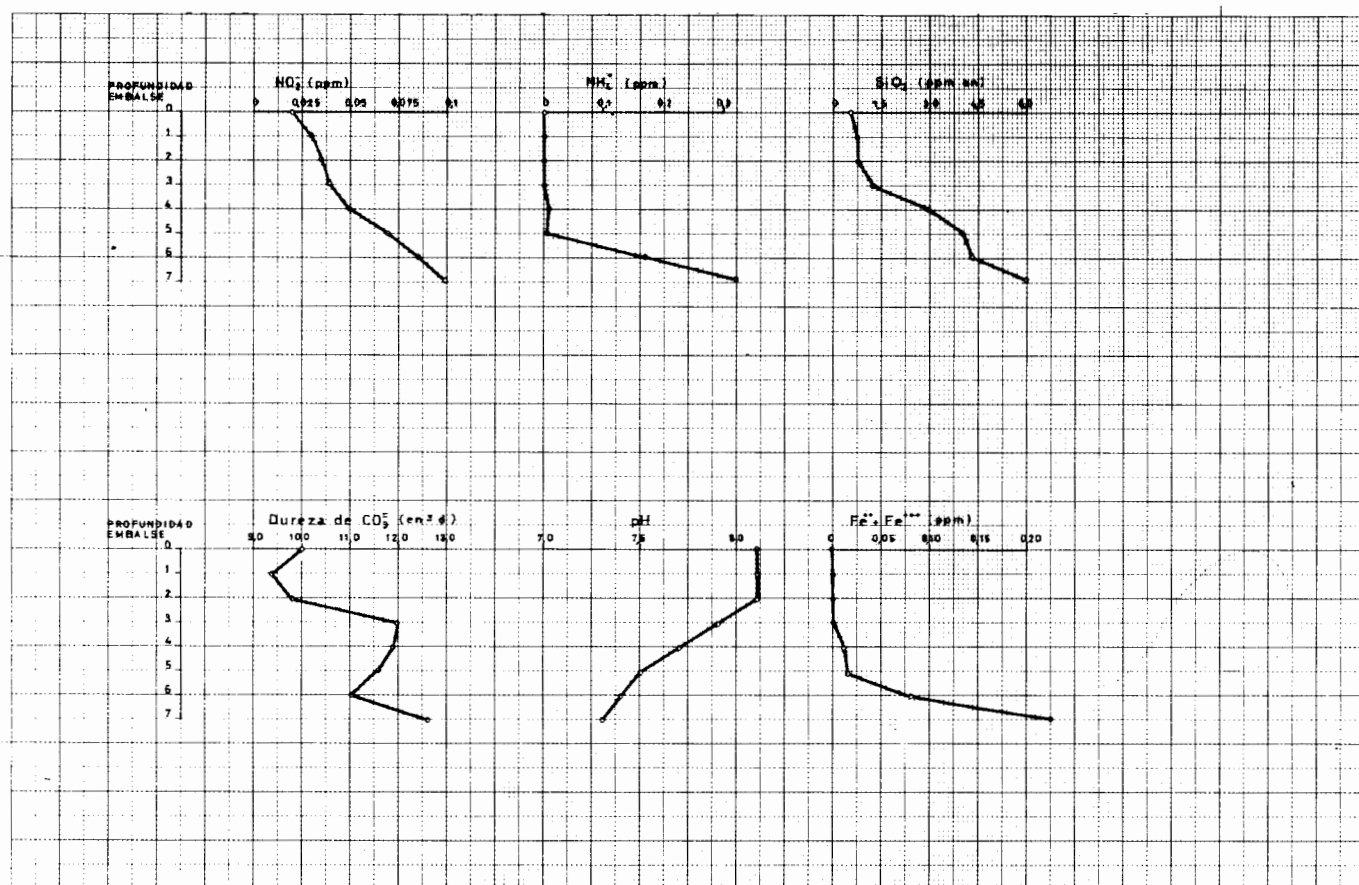


Figura 6. Concentración de iones más importantes durante la máxima estratificación.

nos tipos determinados pueden necesitar otros elementos distintos, que llegan a ser limitantes en su desarrollo, como es el caso de la sílice para las diatomeas.

De forma general los nutrientes son captados y asimilados por el fitoplancton en las capas superficiales del embalse, en las que, gracias a la mayor intensidad de las radiaciones solares, tiene lugar de forma exclusiva la fotosíntesis. Este fenómeno permite que, previamente al análisis de las concentraciones presentes de P a realizar en los renglones que siguen, puedan valorarse dos hechos interesantes con una aproximación inicial al grado de eutrofización que debería obtenerse.

— En primer lugar, dado que la fotosíntesis ocurrirá en las capas de superficie, es previsible que si el fitoplancton alcanza un desarrollo exagerado, propio de embalses eutróficos, durante el período de eclosión tendrá lugar una

drástica reducción de los nutrientes presentes, que pueden llegar a la desaparición total. Por el contrario en el período de estratificación estival dichos nutrientes, retenidos parcialmente en los sedimentos durante el período de mezcla y homogeneidad, serán liberados, originándose así un incremento sensible de su concentración en ese tiempo. No se ha observado, en las determinaciones efectuadas, la ocurrencia de estos cambios, lo que puede interpretarse como un índice de una no-eutrofización fuerte del embalse.

— En segundo lugar, y según se ha señalado ya anteriormente, un crecimiento excesivo de fitoplancton suele originar, en ese período, sobresaturaciones de oxígeno en las capas superficiales de la masa de agua y, con frecuencia, una anoxia total en las profundas durante el período de estratificación. Ni uno ni otro ha tenido lugar, por lo que cabe sacar idéntica conclusión a lo reseñado un poco más arriba.

4.1 Grado de eutrofización

Mediante determinaciones directas de la concentración de fósforo aportada por el río en sus caudales, podemos obtener la aportación específica en gP/m^2 para el embalse y por tanto emplear los criterios más usuales para el estudio de lagos. Se ha elegido el gráfico de Vollenweider.

Las concentraciones halladas en los caudales del río Taibilla al llegar al embalse han sido:

Mes	Concentración mg/l.	Mes	Concentración mg/l.
Julio	0,020	Diciembre	0,150
Agosto	0,073	Abril	0,006
Octubre	0,030		

En el cuadro 2 se han recogido las características hidráulicas más importantes del embalse. La columna (4) de dicho cuadro representa los valores a embalse lleno y las restantes sus situaciones puntuales, por tanto el valor Q (aportación anual) corresponderá a la aportación del río si el caudal mismo, en el momento de la toma de muestras, se conservara constante a lo largo del año. En el cuadro 3 quedan refle-

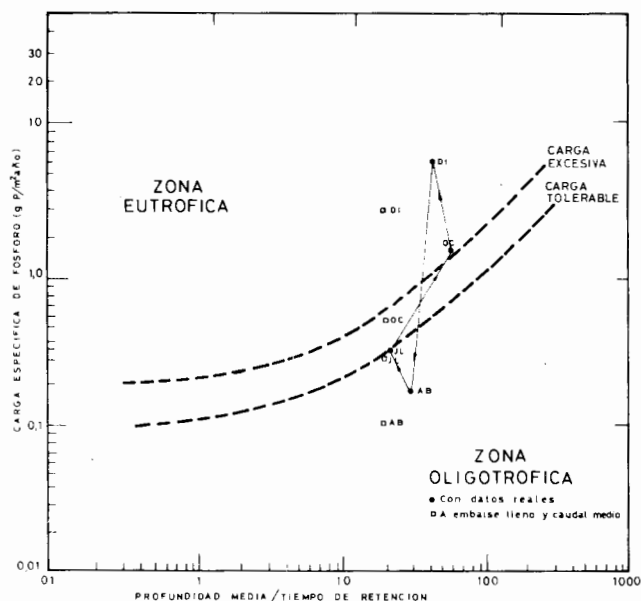


Fig.7
GRAFICO DE VOLLENWEIDER

jadas las aportaciones de fósforo en las fechas señaladas.

Los puntos de la figura 7 representan, pues, la situación del embalse en cada uno de los períodos. La variación es enorme: Desde oligotrófico (abril) hasta eutrófico (diciembre) pasando por dos situaciones de mesotrofia. Si acudieramos al criterio usual de considerar la situación

CUADRO N.º 2
EMBALSE Y CAUDALES APORTADOS

Magnitud (1)	Símbolo (2)	Unidad (3)	SITUACION DEL EMBALSE				
			Lleno y con caudal medio (4)	Julio 83 (5)	Octubre 83 (6)	Diciembre 83 (7)	Abril 84 (8)
Volumen	V	m³	9.942.375	1.927.820	1.874.142	2.101.482	4.017.250
Superficie	S	m²	714.250	302.580	297.395	319.355	491.250
Prof. media	$\bar{z} = \frac{V}{S}$	m	13,93	6,37	6,30	6,58	8,18
Aportación anual	Q	m³/año	13.000.000	6.300.000	9.460.000	13.000.000	14.200.000
Tiempo retención	$\tau = \frac{V}{Q}$	Años	0,765	0,306	0,114	0,162	0,283
Aportación unitaria (abcisa gráfico)	$q = \frac{Q}{S}$	m/año	18,201	20,821	55,141	40,707	28,906

CUADRO N.º 3
APORTACION DE FOSFORO

Magnitud	Símbolo	Unidad	VALORES DETERMINADOS EN			
			Julio 83	Octubre 83	Diciembre 83	Abril 84
Concentración afluyente	$L_p = P_T \times Q$	mg/l	0,020	0,030	0,150	0,006
Carga anual de P		gP/año				
A Q			126.000	491.962	1.950.000	85.200
A Q medio	$L(P) = \frac{L_p}{S}$		260.000	390.000	1.950.000	78.000
Carga por unidad superficie		$\frac{gP}{m^3/año}$				
A Q real			0,416	1,654	6,106	0,173
A Q medio (ordenadas gráfico)			0,364	0,546	2,730	0,109

en primavera como la representativa de la masa de agua, concluiríamos que el embalse es claramente oligotrófico. Lo cual no parece en absoluto correcto, o al menos representativo de su comportamiento real.

Para deducirse una serie de consecuencias y supuestos interesantes de cuanto antecede, que trataremos de resumir a:

— En los embalses de regulación anual en los que, junto a variaciones fuertes de nivel, se producen variaciones igualmente fuertes en los caudales aportados, como ocurre en el caso, estudiado, carece de sentido referirse a un comportamiento puntual representativo del de la masa de agua, como suele realizarse en los grandes lagos o embalses.

— El comportamiento anual puede representarse con una curva cerrada en forma de ocho. Si el embalse es maduro y se ha estabilizado, las dos ramas del ocho y su punto de confluencia también lo habrán hecho. Quizá, buscando una situación puntual representativa del embalse, cabría pensar que la zona central del ocho pudiese servir para ese fin. En este caso nuestro embalse sería mesotrófico.

— La dispersión de los puntos extremos con relación al central podría marcar la tendencia en su evolución cuando el embalse no hubiera estabilizado todavía.

— El embalse que ahora se estudia lleva diez

años en servicio, por lo que puede considerarse joven, sin embargo no creemos que su comportamiento futuro discrepe sustancialmente del descrito.

Debe puntualizarse el hecho de que la fuerte sequía existente en la región durante los últimos años ha hecho que los caudales aportados por el río (principalmente los datos de julio, octubre y diciembre) sean reducidos. Quizá esto signifique una distorsión en el sentido de aumentar la eutrofización obtenida. Sin embargo es una realidad el régimen casi torrencial de numerosos cursos de agua del sureste, por lo que las grandes fluctuaciones de caudales de una estación a otra no responden a un accidente sino a una regla fija en su comportamiento.

4.2 Aporte de nutrientes

Se ha estudiado también la aportación de nutrientes a la cuenca con el objeto de comparar las cifras obtenidas con las reseñadas en 4.1. Los datos de partida para ello ha sido:

a) Población humana.

El número de habitantes en cada lugar de Nerpio, así como la población estacional que accede a él en julio y agosto, son los siguientes, para el año 1982.

CLASIFICACION LIMNOLOGICA Y GRADO DE EUTROFIZACION DEL EMBALSE DEL TAIBILLA

Núcleo	Población fija	Población estacional
Nerpio	991	550
El Peñón	197	—
Pedro Andrés	397	50
Cañadas	153	—
La Cabeza	21	—
Choratiles	120	—
Los Morenos	135	—
TOTAL	1.984	600

b) Ganadería.

Los principales tipos de ganado en la cuenca vertiente y el número de cabezas son:

Tipo	Lanar	Caprino
Cabezas	13.500	1.500

Aunque hay algo de vacuno y caballar el número de cabezas es muy reducido por lo que no se ha considerado.

c) Agricultura.

Los diferentes usos del suelo y sus superficies son:

Uso	Superficie (Has)	% del total
Huerta y regadío	522	1,6
Secano	5.920	18,1
Pastos	15.421	47,2
Bosques	3.273	10,0
Matorral	6.829	20,9
Otros	735	2,2
Total:	32.700	100,0

Las aportaciones individuales de fósforo aceptadas han sido de:

Kilógramo/individuo · año	
Aportación de	fósforo
Hombre	0,547
Bovino	1,500
Caprino	1,500

Y se ha considerado que un 3 por 100 del P acaba incorporándose a las corrientes de agua.

En cuanto a la agricultura se ha adoptado que los abonos significan 0,75 g P/m².

Como consecuencia de los datos anteriores y admitiendo un reparto uniforme a lo largo del año se obtiene una aportación de:

$$3,0 \frac{\text{g P}}{\text{m}^2 \text{ embalse}}$$

Se ve que la aportación final al embalse parece ratificar la media obtenida en 4,1 que ascendía a $2,09 \frac{\text{g P}}{\text{m}^2}$. Sin embargo quiero dejar constancia de todas mis reservas para esta cifra de $3 \frac{\text{g P}}{\text{m}^2}$, ya que los valores de producción unitaria de nutrientes, los de incorporación al terreno de arrastre hacia las corrientes de agua etc., proceden de mediciones efectuadas en zonas que nada o muy poco tienen que ver con el sureste español. Es más, como consecuencia de lo anterior, creo que los coeficientes de incorporación de nutrientes a las corrientes de agua en esta región deben reducirse. Será necesario para verificar estos supuestos realizar las determinaciones correspondientes, durante un plazo suficientemente largo como para considerarlo representativo.

5. CONCLUSIONES

Como síntesis de lo expuesto hasta aquí cabe deducir las siguientes conclusiones:

- 4.1 Puede clasificarse el embalse del Taibilla como monomítico templado.
- 4.2 En cuanto a la solubilidad del oxígeno su perfil estival es clinógrado.
- 4.3 Todos los iones examinados experimentan en su masa ciclos que corresponden a un embalse de sus características.
- 4.4 El agua experimenta, durante su permanencia en el embalse, un cierto ablandamiento.
- 4.5 Tratando de fijar un grado medio anual habría que considerarlo como mesotrófico, aunque creo que carecería de significado real esta clasificación.

RECONOCIMIENTO

Quiero mostrar mi agradecimiento al Gabinete Técnico Provincial de Murcia, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, M.T.S.S., por su colaboración en las determinaciones de fósforo. Igualmente al Instituto para la Conservación de la Naturaleza de Albacete por los datos relativos a ganadería y agricultura y finalmente al personal operario de la 1.^a Zona de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla por su eficaz ayuda.

BIBLIOGRAFIA

1. GOLDMAN CHARLES, R.: «Limnology». Mc Graw Hill. 1983.
2. MARGALEF, R.: «Ecología». Ed. Planeta. 1981.
3. MOSS BRIAN.: «Ecology of freshwaters». Blacskwell Scientific. Publication. 1980.
4. ORTIZ, J. L.: «Contaminación en cuenca, eutrofización en embalses. CIMA. 1982.
5. SANCHEZ, J. R; y SANTOS M.: «La eutrofización del embalse del Vellón». En el abastecimiento de agua a Madrid.
6. VALLENTYNE JOHN, R.: Introducción a la Limnología Ed. Omega 1978.

José Luis Sánchez López.



Obtiene el título de ingeniero de Caminos en 1966 y el de doctor ingeniero en 1973, ambos en la Escuela de Madrid. Tras un año en la Jefatura Regional de Carreteras, en Valencia, pasa a AUXIESA, proyectando la obra civil de la central térmica San Juan de Dios III, IV y V, ampliación de la fábrica de celulosas de San Juan del Puerto, toma submarina para la refrigeración de la central nuclear de Vandellós (con SOCIA), etcétera. Desde 1971 pasa a la Mancomunidad de los Canales de Taibilla, en Cartagena, desempeñando los puestos de ingeniero de Proyectos, jefe de Explotación y, en la actualidad, del Gabinete Técnico. Ha proyectado numerosos abastecimientos de los municipios mancomunados. En 1977 ingresa por oposición en el Cuerpo de Ingenieros de Caminos del MOPU. Es profesor titular de la Escuela Universitaria Politécnica de Gerona.

