

**ELS ÍNDEXS DE CONTAMINACIÓ BACTERIOLÒGICA
D'ORIGEN FECAL DE L'AIGUA DE MAR DE LES
PLATGES I DEL PORT DE BARCELONA**

Comunicació presentada el 22 d'abril de 1965 pels doctors

JORDI PIÑOL I NOLLA

Metge bacteriòleg del «Servei d'estudis de la contaminació per l'abocament
de les aigües residuals» al Laboratori Municipal de Barcelona

i

MANUEL SUBIRÀ i ROCAMORA

Ajudant tècnic al Laboratori Municipal de Barcelona

No és cap novetat d'afirmar que les platges de la ciutat de Barcelona són brutes, i que l'aigua de mar que les banya, també. Mirant el mar des del Passeig Marítim, a cop de vista veiem les aigües tèrboles, i l'olor que desprenen és fètida: fetor de deposicions. La brutícia forma con un llençol que cobreix les proximitats de les platges, ja que mirant mar endins, l'aigua es veu més neta, més clara.

Generalment es delimita bé la línia de separació entre l'aigua bruta i l'aigua neta. La manta d'aigua tèrbola forma una taca de pol·lució que ordinàriament arriba fins als 300 metres mar endins; molt sovint, a 500, i ocasionalment, a 1.500 metres. La «taca de greix» (Làm. I) —que amb aquest nom són conegudes aquestes taques en els medis sanitaris especialitzats— procedeix de l'abocament continuat, en aquell sector, de les aigües residuals de dos emissaris importants: el del Bogatell (Làm. II) i el de la Llacuna. I encara un altre: l'emissari dit de La Maquinista.

Aquestes clavegueres, l'aforament de les quals és de l'ordre dels 4.000 litres per segon, són les que mantenen principalment la continuïtat de la pol·lució físico-química-bacteriana de les aigües del mar de les platges balnearies situades a la Barceloneta i al Passeig Marítim. Principalment, però no únicament, perquè cal recordar l'existència d'altres clavegueres més petites, particulars de fàbriques, edificis, etc., com, per exemple, la de l'Hospital d'Infecciosos.

Per una simple curiositat, i fora de l'estació balnearia de l'estiu —per tal d'evitar el possible i natural augment de contaminació a causa de la presència dels banyistes—, els dies 10 i 12 de gener de 1961, prenguérem unes mostres d'aigua a les mateixes platges de la Barceloneta dins el mar, on el fons és a un metre de profunditat aproximadament. Efectuats els exàmens bacteriològics pertinents, ens trobàrem amb les següents dades:

	Dies	Gèrmens totals per ml	Esch. Coli per ml
Rocamar	10	3.200	76
	12	32.500	630
Sant Sebastià	10	2.850	69
	12	44.200	7.100
Sant Miquel	10	3.600	810
	12	17.000	660
Banys Orientals	10	7.200	980
	12	26.000	8.300

A més, a Barcelona tenim el Port, les aigües del qual, com les de tots els que tenen un cert moviment de vaixells, són francament brutes. Però al nostre hi ha més encara: a l'entrada s'aboca l'emissari de l'Avantport, i, més enllà encara, un altre, i que és dels grans: el collector de Sants. Tots dos d'aigües residuals, i tots dos donen lloc també a la formació de les respectives «taques de greix», que molt sovint arriben a confondre llurs límits meridionals amb la taca que forma la desembocadura del riu Llobregat, d'aigües tampoc massa netes.

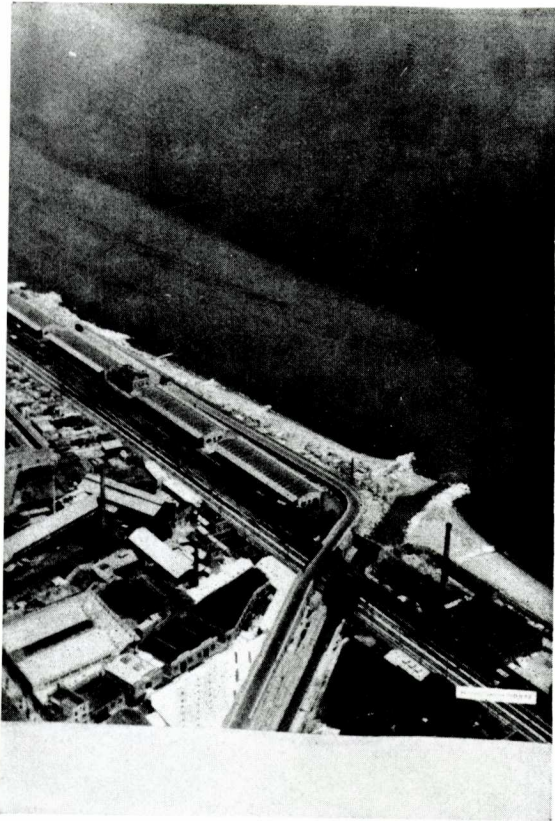
Durant sis anys hem efectuat d'una manera continuada l'estudi sistemàtic de la contaminació bacteriana per gèrmens d'origen fecal en aquestes aigües del mar. L'objecte d'aquesta comunicació és de presentar a la SOCIETAT CATALANA DE BIOLOGIA alguns aspectes i algunes conclusions a què hem arribat com a conseqüència del nostre treball; més endavant potser tindrem ocasió de presentar d'altres aspectes científics del problema de la contaminació de les aigües marines de Barcelona.

MATERIALS I MÈTODES

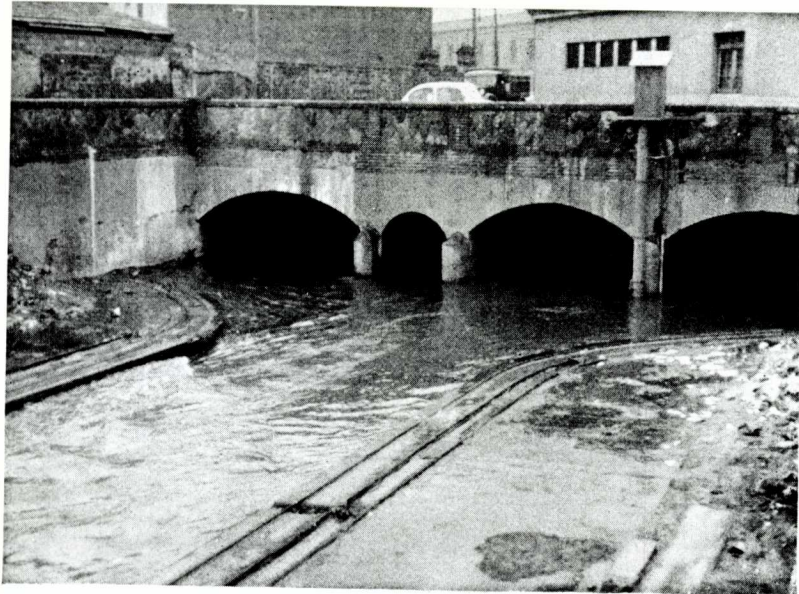
Per tal de poder sistematitzar l'estudi bacteriològic de les aigües de mar i poder-ne treure algunes conclusions de tipus estadístic efectuarem una divisió geogràfica més o menys arbitrària damunt el mapa:

1. *Sector Platges-Besòs*, des del Port a la riera d'Horta.
2. *Sector del Port*, pròpiament.
3. *Sector Llobregat*, des del Port fins a la farola del Llobregat.

En cada un d'aquests sectors fixarem uns punts de recollida de mostres d'aigua de mar. Recollint-les sempre al mateix lloc, i d'una manera més o menys periòdica, ens podríem fer una idea no tan sols de la contaminació en si, amb finalitat estadística, sinó també de les variacions quantitatives de la contaminació degudes a factors externs (principalment vents i corrents marins, així com les variacions d'ordre estacional).



LÀMINA I. — «Taca de greix» en el mar



LÀMINA II. — L'emissari del Bogatell

Aquests punts foren situats així:

Sector Platges-Besòs

- Punt A. — Davant l'Aeri de Sant Sebastià.
- Punt B. — Davant el carrer del Gas.
- Punt C. — Equidistant entre la desembocadura del Bogatell i la de la Llacuna.
- Punt D. — Davant el carrer d'Herreros.
- Punt E. — Davant els tallers de la RENFE (riera d'Horta).

Les mostres d'aigua de mar es recullen a 25 metres de la platja; per tant, les podem considerar aigües balneàries.

Sector Port

- Punt X. — Al mig de la Dàrsena del Comerç.
- Punt Y. — Al mig de la Dàrsena Nacional, equidistant dels molls d'Espanya i de Barcelona.
- Punt P. — Equidistant de les puntes dels molls de Catalunya i de Barcelona.
- Punt Z. — Al mig de la Dàrsena del Morrot.
- Punt W. — Equidistant de la punta del moll del Contradic i del moll de l'Escullera.

Sector Llobregat

- Punt Q. — Centrat en l'àrea que correspon a l'Avantport.
- Punt R. — Equidistant entre la punta de l'Escullera i el nou espigó sud del Port.
- Punt S. — Equidistant del començament de l'espigó sud i del Far del Llobregat, a 25 metres de la platja.
- Punt T. — Equidistant entre el Far i la desembocadura del Llobregat, a 25 metres de la platja.

Per a la presa de mostres d'aigua disposem d'un personal instruït especialment per a aquestes tasques i que disposa d'una barca apropiada i destinada expressament a aquests estudis.

Per a obtenir la mostra s'usen botelles especials de vidre amb tap esmerilat de tanca hermètica. Aquests envasos, buits i ben nets —que no

continguin traces de detergents o altres substàncies antisèptiques— són esterilitzats a l'autoclau a 2 atmosferes de pressió, i són guardats degudament fins al moment d'omplir-los sota l'aigua. Un cop plenes i tancades, les botelles són col·locades en una cambra de glaç per transportar-les al laboratori, on es guarden també —en els casos en què les anàlisis corresponents no puguin iniciar-se immediatament— en nevera a baixa temperatura ($\pm 5^\circ \text{C}$) fins que arriba el moment de procedir als exàmens.

Totes les mostres són recollides a uns 10 centímetres sota la superfície. En essència són aigües superficials, i aquesta precaució de prendre-les a uns quants centímetres de profunditat obeeix a la raó d'eliminar les causes d'error que la presència de cossos sobrenedants podria produir en omplir les botelles. En d'altres estudis hem emprat mostres preses a diferents profunditats, i també mostres de fangs del fons i de sorres. Per tal d'obtenir mostres de profunditat hem hagut d'utilitzar unes sondes especials que porten un mecanisme adient per a obrir i tancar els envasos a la profunditat desitjada. Per a l'estudi de fangs i sorres del fons hem necessitat la col·laboració de bussos especialitzats, els quals hem instruït degudament.

Mètodes per al compte de gèrmens

Allargariem massa aquesta comunicació, si ens dedicàvem a exposar i a discutir els diversos mètodes descrits per al compte de gèrmens totals i els dels colibacils, i a raonar per què n'acceptàrem uns i en rebutjàrem uns altres. Aquest problema, ens el plantejàrem d'antuvi, i un cop fetes totes les confrontacions necessàries, adoptàrem els que a continuació exposem.

Per a fer el compte de gèrmens totals fem el cultiu en tubs de brou nutritiu a dilucions creixents, i incubats a 37°C , perquè ens interessen únicament els gèrmens de creixença homotèrmica, amb lectura al cap de 24 hores i revisió al cap de 48. Això ens permet ja d'eliminar un cert nombre de gèrmens de procedència tellúrica el creixement dels quals és més lent a 37°C , car la seva temperatura òptima és més baixa. La quantitat de clorur sòdic del medi és exigua: d'aquesta manera eliminem en gran part, també, el creixement dels halòfils estrictes que abunden a les aigües del mar. El mètode de comptar és el MPN (*Most Probable Number*), en sèries de dilucions, i conversió numèrica consultant les taules corresponents.

Per a determinar el grau de contaminació de l'aigua, deguda a gèrmens de procedència fecal hem adoptat l'índex colimètric, que constitueix, encara, l'únic índex de què disposem en l'actualitat que ens permet

de judicar d'una manera empírica, però quantitativa tanmateix, una contaminació més o menys profunda i recent.

És molt útil d'emprar la peptona lactosada com a medi de cultiu de l'*Escherichia Coli* per la seva comoditat i fàcil lectura dels resultats; però, en canvi, té l'inconvenient que hi ha molts d'altres gèrmens capaços de fermentar i donar gas en la campana de Durham: *Bacillus* fermentadors de la lactosa, *Citrobacter*, *Klebsiellas* i d'altres, que formen part de la flora tellúrica i no són necessàriament d'origen fecal, recent almenys. Per a corregir aquestes interferències nosaltres fem una peptosa lactosada, amb també de fosfats i amb l'addició d'un detergent —lauril sulfat sòdic— que elimina una gran quantitat de flora fermentadora de lactosa sense afectar el creixement de l'*Escherichia Coli*.

La numeració, també pel mètode del MPN, és confirmada després per una sembra dels últims tubs fermentats en medi d'EMB (eosina blau de metilè) de Levine i una ressembra ulterior en citrat de Simmons. Aleshores la numeració de l'*Escherichia Coli* és assegurada, i el nombre obtingut sembla ésser el correcte. Els cultius, evidentment, es desenvolupen a 37° C, i la lectura al cap de 24 hores, i no més enllà de 48.

RESULTATS

La numeració d'*Escherichia Coli* trobada en els diversos punts ja indicats, durant els anys 1959 al 1964, és la següent:

	Quantitat per mililitre		
	Màxima	Mínima	Mitjana
<i>Sector de Platges-Besòs</i>			
Punt A	188.000	0	840
» B	1.330.000	21	2.500
» C	410.000	8	23.000
» D	73.000	0	1.100
» E	402.000	0	270
<i>Sector del Port</i>			
Punt X	9.300	0	40,7
» Y	9.300	0	36,5
» P	93.000	0	40,7
» Z	93.000	0,021	122
» W	430.000	1,5	101
<i>Sector del Llobregat</i>			
Punt Q	4.300.000	0,43	95.300
» R	46.000	0	62
» S	2.400	0	22,1
» T	1.500.000	0	93,2

Aquestes dades que acabem de donar corresponen als nombres màxim i mínim d'*Escherichia Coli* trobats en una o diverses mostres, i a la mitjana, no pas a la mitjana aritmètica, que, en el nostre cas, correspon gairebé exactament a la mitjana logarítmica. Les xifres, cal remarcar-ho una vegada més, es refereixen a «tant per ml.», o, com dèiem abans, «tant per centímetre cúbic». Les mostres d'aigua han estat preses periòdicament i en totes les estacions de l'any, i les xifres mitjanes exposades són les que corresponen a les mitjanes anuals, sense tenir en compte, en aquesta ocasió, les diferents variacions que es puguin observar entre estiu i hivern, o segons els diversos estats meteorològics. El destriament que es pugui fer per les circumstàncies exteriors suara esmentades no forma part d'aquesta comunicació: el temps de què disposem no ens ho permet. Caldrà afegir, però, que les xifres exposades són el fruit de les determinacions següents:

81 en el punt A	127 en el punt R
80 » » » B	92 » » » S
80 » » » C	93 » » » T
77 » » » D	51 » » » W
73 » » » E	90 » » » X
94 » » » P	37 » » » Y
88 » » » Q	74 » » » Z

Fan un total, doncs, de 1.137 mostres analitzades.

DISCUSSIÓ

El *primer* fet que sorprèn per l'exposició de les nostres dades, tal com les hem presentades, és que pugui ésser possible que en un punt determinat, per exemple, el punt «Q», situat davant la desembocadura del col·lector de l'Avantport, hi puguem trobar una vegada 4.300.000 *Escherichia Coli* per ml, i en una altra ocasió, només 0,43 també per 1 ml.

Aquestes disparitats de resultats s'expliquen només pels canvis de corrents marins superficials deguts als vents regnants i a temporals al Mediterrani, i que afecten els estats locals. Cada mostra d'aigua que analitzem ens ve acompanyada d'una fitxa escrita la qual ens indica el vent, la direcció del corrent, l'estat atmosfèric i l'estat del mar, així com les temperatures de l'aire i de l'aigua al moment de prendre la mostra. Una mar calma, un corrent del SW, o un del NE, també freqüent, donaran al mateix lloc tres xifres de contaminació absolutament distintes. Només a base de la repetició periòdica i ininterrompuda dels

exàmens podem adquirir dades suficients per a extreure'n conclusions de tipus estadístic.

Segon: les xifres mitjanes maximals de contaminació per gèrmens d'origen fecal, les trobem en els punts B, C, D i Q, situats en llocs propers a l'abocament al mar dels principals emissaris de la Ciutat.

Tercer: això ratifica el fet previst que la font de contaminació la constitueix d'una manera gairebé absoluta l'abocament a les platges dels dits grans emissaris d'aigües residuals. Si tenim en compte que l'aforament mínim en temps sec dels cinc principals collectors és de l'ordre dels 6.900 litres per segon, amb una mitjana de 400.000 colibacils per ml. —xifra molt conservadora, com veurem en una altra comunicació nostra—, podem dir que Barcelona aboca a les seves platges ininterrompudament 276×10^{10} (o sigui 2 bilions 760 mil milions) d'*Escherichia Coli* per segon.

Quart: a tot al llarg de la costa pertanyent a la ciutat de Barcelona, des de la riera d'Horta fins al Far del Llobregat, no es troba una sola platja que no presenti una contaminació numèricament remarcable per gèrmens d'origen fecal. El punt de pol·lució mínima el trobaríem en el que denominem «punt S», entre l'Espigó Sud i el Llobregat, bé que, de tota manera, les aigües d'aquesta platja contenen una mitjana densa de 22,1 *Escherichia Coli* per 1 ml. Aquesta xifra de 22,1, en si mateixa, no sembla pas dir gaire cosa, però si considerem que a la majoria dels Estats de l'Amèrica del Nord i d'Europa hom considera perillosa una platja amb 2-3 colibacils per 1 ml. i és prohibit absolutament de banyar-se a les que continguin més de 4,2 colibacils, els 22,1 del punt «S» ja ens produeixen més respecte, puix que signifiquen un augment del 524 % sobre la xifra de prohibició i ens fan pensar en la urgent necessitat de resoldre aquest greu problema sanitari, que afecta no tan sols els cada dia més nombrosos banyistes de les nostres platges, sinó també tota la Ciutat i la seva zona d'influència.

Aquesta comunicació que acabem de presentar és una petita part del treball efectuat per la nostra secció de bacteriologia en l'estudi de la pol·lució de l'aigua de mar de Barcelona. Altres seccions —química, enginyeria, etc.— col·laboren amb nosaltres en el treball de conjunt d'un estudi destinat a presentar solucions al problema de la neteja de les platges de la Ciutat, iniciada a instància del doctor Cartanyà i de l'enginyer doctor Josa, els quals considerem de justícia citar ací.

I per acabar fem constar el nostre agraïment al doctor Sunyer Pi per obrir-nos les portes de la seva Secció al Laboratori Municipal de Barcelona, on s'efectuen els nostres estudis d'investigació, i l'agraïment, també, per la seva aportació personal i els seus consells tècnics en llur prossecució.

DISCUSSION

Dr. CARTANYA

Felicito el doctor PIÑOL per la seva comunicació. El treball que ha exposat sobre la contaminació bacteriològica de les aigües de les nostres platges és sens dubte el més complet que s'ha portat a terme.

Aquest treball forma part d'una investigació de conjunt en la qual s'estudia l'aspecte bacteriològic, virològic, biològic i químic juntament amb l'estudi de la influència de la direcció i velocitat dels corrents i altres factors relacionats amb els fenòmens de contaminació i pollució de les aigües del mar per les aigües residuals i els d'autodepuració, estudi que precedeix els d'enginyeria que tindran per objecte d'evitar la pollució de les platges per l'abocament constant de grans quantitats d'aigües residuals.