

DETERMINACION DE COEFICIENTES DE DISPERSION EN EL  
RIO DE LA PLATA.

G.E.MAGGIO - J.G.GRAÑO - U.I.KOPP - C.R.TRIPOLI -

Comisión Nacional de Energía Atómica - Dirección  
de Radioisótopos y Radiaciones

En el marco de un convenio Argentino-Español, una consulti-  
tora de este país está encarando un estudio de un sector del  
Río de La Plata por pedido de la Empresa Obras Sanitarias de  
la Nación (OSN). El objetivo final será el establecimiento de  
un modelo matemático representativo de la zona del río en la  
que encuentran la toma de agua y la boca de efluentes, ubica-  
das ambas en los alrededores de Berazategui. Para ello es ne-  
cesario contar con un conjunto de parámetros hídricos los cua-  
les fueron determinados a partir de mediciones realizadas en  
dos campañas durante los meses de marzo y octubre de 1.987.  
En ambas tomaron parte profesionales y técnicos del Laborato-  
rio de Análisis de O.S.N., del Laboratorio de Hidráulica del  
Instituto Nacional de Ciencia y Técnicas Hídricas (INCYTH) y  
de la División Ingeniería e Industria de la Comisión Nacional  
de Energía Atómica (CNEA).

En este trabajo se describen las operaciones de campo y  
el posterior tratamiento de los datos obtenidos por la CNEA,  
mediante el empleo de trazadores radiactivos, durante la cam-  
paña del mes de marzo.

TAREAS DE CAMPAÑA

Por medio de una embarcación contratada a esos efectos  
se efectuaron cinco operaciones de inyección y seguimiento de  
I-131, empleándose en cada una de ellas actividades compendi-  
das entre 5 Ci y 6 Ci. La inyección se realizó por ruptura de  
un frasco tipo penicilina a una profundidad aproximada de 50  
cm, utilizándose para ello un dispositivo mecánico diseñado  
especialmente para esta tarea.  
Esta operación tuvo lugar en las proximidades de la boca de  
efluentes.

Al cabo de una hora se localizó la "Mancha Radiactiva",  
que en esos momentos tenía un área que podía oscilar entre  
los 60.000 m<sup>2</sup> y 110.000 m<sup>2</sup> según las condiciones meteorológi-  
cas de cada día. Las mediciones se efectuaron por medio de un  
detector de centelleo sumergido y fijado en la borda del bar-  
co, el cual se desplazaba transversalmente sobre la "Mancha".  
Las lecturas fueron obtenidas en forma analógica en un regis-  
tro gráfico y digital, en una cinta impresa. Además se tomó  
nota de la hora real al comienzo y finalización de cada tra-  
yectoria, como así también de las coordenadas, de manera de  
disponer de un conjunto de datos representativos de la distri-  
bución de actividad en función del espacio. Repitiendo la ope-  
ración dos o tres veces luego de un intervalo de una hora en-  
tre cada una de ellas se logró obtener, además, una distribu-  
ción temporal.

### CURVAS DE IOACTIVIDAD

Para cualquier análisis que pretenda efectuarse de la distribución del trazador en función del tiempo y del espacio es necesario disponer de una imagen instantánea de la "Mancha Radiactiva" en distintos momentos. Las mediciones efectuadas en campaña no cumplen con este requisito por no haberse realizado en forma simultánea debido al desplazamiento, tanto de la embarcación como del agua. Sin embargo, a partir de ellas es posible obtener la imagen buscada mediante correcciones apropiadas.

Para simplificar el problema, se consideró que las mediciones realizadas a lo largo de cada trayectoria fueron hechas en forma instantánea. Esto implica desprestigiar el efecto de velocidad finita del barco y no introduce mayores errores. En cambio, sí se consideró el desplazamiento producido por el agua entre trayectoria y trayectoria y es por esta razón que cada una de ellas fue desplazada tomando como referencia la primera. La corrección consistió en modificar la posición de cada trayectoria en una distancia igual a la que resulta de multiplicar el intervalo transcurrido entre el comienzo de la primera trayectoria y el comienzo de cada una de las restantes, por la velocidad del agua, tomada en módulo, dirección y sentido. Esta última fue determinada en campaña siguiendo el movimiento de una boya ("biplano").

De los registros gráficos o digitales de actividad se seleccionaron algunos valores de ese parámetro según conveniencia de escala y dibujo. A partir de ellos se determinaron los lapsos transcurridos entre el comienzo de cada trayectoria y el instante en que esas actividades fueron medidas. Para ello se recurrió a la escala de tiempos de los registros mencionados. Multiplicando dichos intervalos por la velocidad del barco se obtuvieron las coordenadas de cada valor de actividad, lo que es lo mismo que disponer de la distribución instantánea de la actividad en función del tiempo. Graficando estos puntos y uniendo los valores de igual actividad se llega a la obtención de un conjunto de curvas de isoactividad representativas de la "Mancha".

El procedimiento de corrección de datos se describe gráficamente en la figura 1.

### COEFICIENTES DE DISPERSION

Para determinar los coeficientes de dispersión es necesario suponer que la distribución del trazador responde a alguna ley matemática conocida. En este estudio se consideraron dos casos: función de distribución de Pearson y función de distribución de Gauss. A partir de cada una de ellas se determinaron las varianzas y con ellas los coeficientes buscados.

La aplicación de la función de Pearson supone una distribución circular del trazador caracterizada por un único valor de varianza independiente de la dirección considerada como corresponde a una geometría simétrica.

El método práctico utilizado consiste en la obtención de un conjunto de círculos equivalentes a partir de cada curva de isoactividad. La superficie encerrada por estas curvas debe ser idéntica a la del círculo. Si se grafica la actividad en función del radio de cada círculo y se extrapola para un radio nulo se obtendrá la actividad en el centro de la "Mancha", valor imposible de determinar en forma experimental. Según la distribución de Pearson, esta actividad central y máxima disminuirá exponencialmente con el radio de los círculos equivalentes a través de una ecuación en la que interviene la varianza la que de esta manera puede calcularse luego de ajustar los puntos obtenidos por el método de los cuadrados mínimos. El resultado final será un valor de varianza para cada "Mancha" lo que implica disponer de una tabla con la evolución de la varianza en función del tiempo para cada día de trabajo.

Si, en cambio, se recurre al empleo de la función de distribución normal, las curvas de isoactividad deberán transformarse en elipses equivalentes, debiendo entonces determinarse dos varianzas, una correspondiente a la dispersión longitudinal y la otra relacionada con la dispersión transversal. Para el cálculo, simplemente se considera que los respectivos ejes, mayor y menor, de la elipse tienen una longitud igual a cuatro desviaciones normales, longitudinales o transversales, según el caso.

Como ya se mencionó en este trabajo se emplearon ambos métodos, calculándose a partir de los resultados obtenidos los coeficientes de dispersión cuyos valores se resumen en la tabla siguiente:

DIA	PEARSON D (m <sup>2</sup> /S)	GAUSS	
		Dx (m <sup>2</sup> /S)	Dy (m <sup>2</sup> /S)
12-03-87	1,86	0,13	1,62
	4,37	0,62	0,56
14-03-87	5,94	0,05	1,69
18-03-87	2,44	0,08	1,87
	—	0,14	2,44
24-03-87	—	0,25	0,67
25-03-87	0,72	—	0,51

## CONCLUSIONES

La aplicación de trazadores radiactivos permite determinar, a partir del movimiento de las "Manchas radiactivas" o de las curvas de isoactividad, la dirección preferencial de desplazamiento de efluentes vertidos en un curso de agua. Repitiendo la experiencia en días con diferentes condiciones meteorológicas es posible extraer importantes conclusiones relativas a la capacidad de dilución del río o litoral marítimo en estudio.

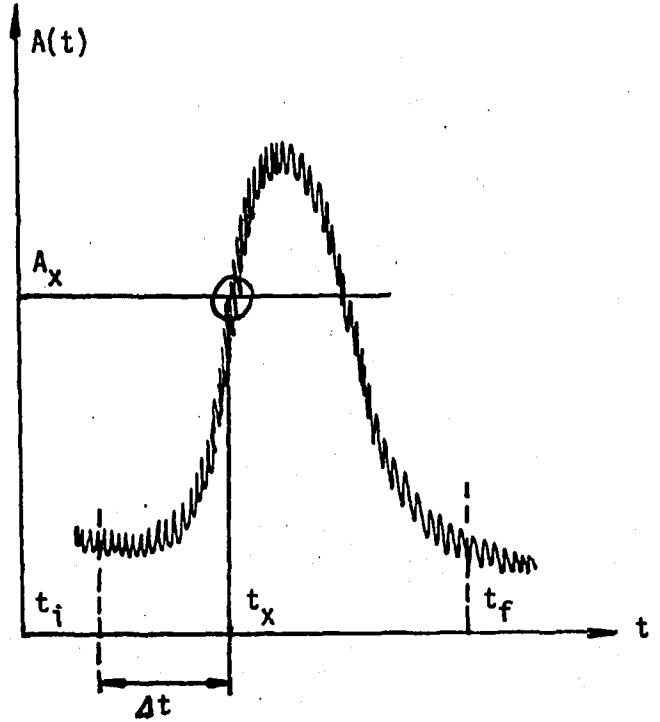
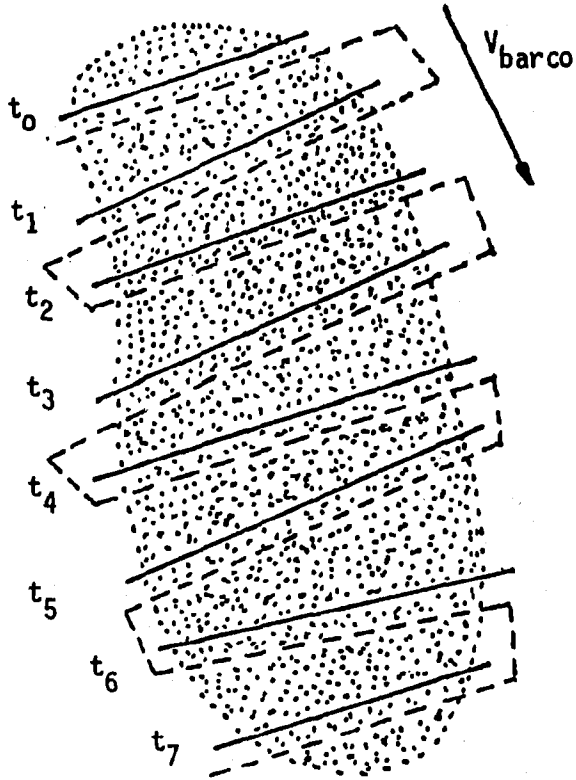
En la figura 2 se ilustra un ejemplo para el día 25 de marzo de 1.987. El análisis del trazado de curvas para distintos días permitió concluir que cuando el efecto de la marea hace que las aguas se desplacen hacia el S.E. la mancha de trazador adopta una forma alargada, mientras que, por el contrario, al producirse el cambio de marea, la forma comienza a transformarse en circular, lográndose un mejor mezclado transversal. Por otra parte, al cambiar el sentido de las aguas, la mancha tiende a romperse en fracciones más pequeñas.

En otro aspecto, la determinación numérica de los coeficientes de dispersión permite disponer de datos cuantitativos, aunque sean sólo aproximados, de esos parámetros lo que permite alimentar modelos matemáticos representativos del área bajo estudio.

Con respecto a estos modelos, es conveniente aclarar que los mismos necesitan otras variables de entrada tales como altura de mareas, velocidad de vientos, velocidad y temperatura de agua, composición de las aguas en cuanto a proporción de contaminantes, etc. Por estas razones el empleo de trazadores radiactivos no puede ser encarado si no es como complemento de otras técnicas como las de análisis químicos y mediciones hidrológicas.

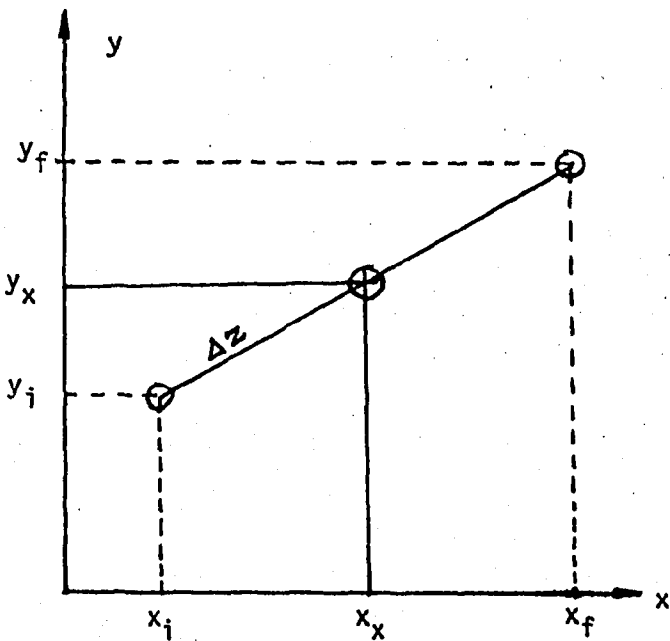
Finalmente, debe tenerse en cuenta el importante dispositivo de apoyo y el instrumental con que debe contarse para la aplicación de esta técnica. Entre éstos pueden mencionarse embarcación, sistema de posicionamiento, sistema de comunicaciones, detectores estancos, instrumental nuclear, etc.-

Trayectoria corregida

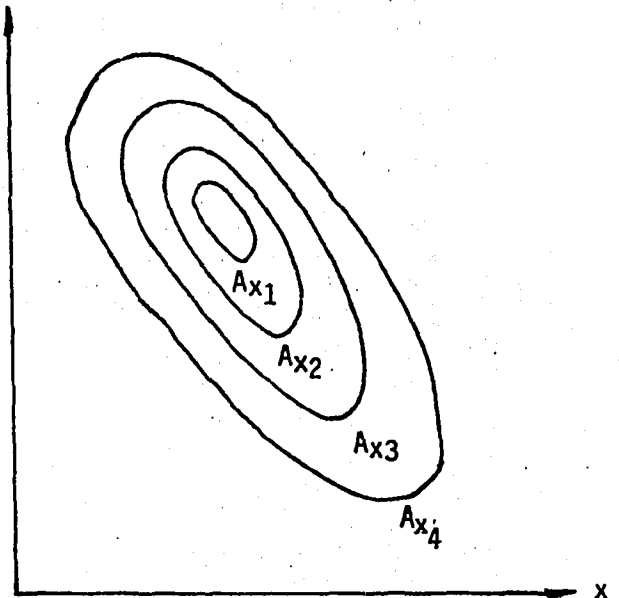


REGISTRO DE ACTIVIDAD

CORRECCION DE TRAYECTORIAS



COORDENADA DE UNA TRAYECTORIA



CURVAS DE ISOACTIVIDAD

