

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
NO 1	AÑO 1985

CARACTERISTICAS ATIPICAS DE LA DESCARGA DE EFLUENTES LIQUIDOS EN UNA CENTRAL NUCLEAR DURANTE UNA AVENIDA EXTRAORDINARIA. CENTRALES NUCLEARES EN ATUCHA. RIO PARANA DE LAS PALMAS.

H. R. Gómez - R. R. Plá - G. E. Maggio - I. M. Cohen

Comisión Nacional de Energía Atómica. Dirección de Radioisótopos y Radiaciones.

Contrato de Investigación 3318/R1/RB con el Organismo Internacional de Energía Atómica.

Las centrales nucleares en Atucha I y II se encuentran emplazadas sobre la margen derecha del Paraná de las Palmas en un punto donde el régimen hidrológico corresponde a una plena transición entre un régimen fluvial, gobernado por las lluvias en la alta cuenca y otro de estuario donde las mareas y las acciones meteorológicas son fundamentales, particularmente los vientos.

Durante el año hidrológico 1983 se produjo la máxima crecida histórica conocida, resultando totalmente enegado el valle inundable donde se encuentra ubicado el canal de descarga de refrigeración de la central.

Dentro de un marco como el mencionado, los sedimentos tienen un importante papel en lo que respecta a las consecuencias radiológicas de los efluentes líquidos liberados por la central nuclear. Si bien, cuando se evalúan dosis colectivas referentes a usos consuntivos del agua no suele considerarse la acción de los sedimentos, éstos deben ser necesariamente tenidos en cuenta cuando se incorporan a la cadena biológica, por ejemplo a través del alimento de las especies ictícolas.

El presente trabajo estudia el comportamiento de los efluentes líquidos radiactivos, prestando especial atención a la acción de los sedimentos encuadrada dentro de las características extraordinarias del ciclo hidrológico 1983.

Dichos efluentes de baja actividad son liberados por la central nuclear luego de un control previo, sufriendo una primera dilución en la pileta de efecto sifón. En este punto el caudal de agua de refrigeración es de 20 m<sup>3</sup>/s. Posteriormente, los desechos viajan a través de 150 m de cañerías hasta la turbina hidráulica para ser descargados en el Paraná de las Palmas por medio de un canal a cielo abierto de 250 m de longitud.

Durante estos períodos de descarga resultan marcados los sedimentos en suspensión. Dado que en Atucha las longitudes de los canales y cañerías son significativas, es posible analizar la interfase agua-sedimentos efectuando mediciones lo suficientemente precisas con el instrumental normalmente disponible. En este caso, los nucleidos más fácilmente detectables son Co-60; Cs-137; Sr-90 y Cr-51.

Por otra parte, cuando los efluentes alcanzan el río Paraná, las posibilidades de detección resultan fuertemente reducidas debido a la extremadamente alta dilución sufrida en ese punto.

La avenida extraordinaria de 1983 alteró tanto las trayectorias

seguidas por los efluentes como los procesos de intercambio agua-sedimento, a causa de la invasión del valle inundable por parte de las aguas. Las corrientes secundarias de baja velocidad producidas en esas circunstancias actuaron principalmente sobre los líquidos liberados por la central, debido a la mayor temperatura de estos y a ciertas características de las tierras inundadas, tales como vegetación y rugosidad del terreno.

Estas características especiales generaron la necesidad de efectuar una toma de muestras del terreno a fin de evaluar el perfil vertical de concentración de ciertos nucleidos. Para ello se diseñó un equipo especial que permite la extracción de muestras no alteradas en forma de cilindros de 30 cm de longitud y 6 cm de diámetro.

Las muestras fueron tomadas de los puntos indicados en la Fig. 1 habiendo sido cortadas en porciones de 6 cm antes de su análisis.

Las actividades de los nucleidos naturales Pb-210; Bi-214; Ac-228, Tl-208 y K-40, como así también las correspondientes a los radioisótopos artificiales Co-60 y Cs-137 aparecen representadas en la Fig. 2 como funciones de la profundidad.

En cuanto al comportamiento específico de los efluentes liberados relacionado con la acción de los sedimentos, es recomendable distinguir dos fases diferentes:

- fase cercana (fase 1): limitada a unos pocos kilómetros a partir del punto de descarga.
- fase lejana (fases 2 y 3): a partir del punto en que el mezclado completo fue alcanzado.

En este esquema y una vez alcanzado el equilibrio agua-sedimentos es conveniente definir un coeficiente de distribución de actividades entre ambas fases que permita efectuar comparaciones. Este coeficiente ( $K_D$ ) puede ser determinado ya sea en laboratorio o "in situ". Se define de la siguiente manera:

$$K_D = \frac{C_s}{C_w}$$

siendo

$C_s$ : concentración de actividad en los sedimentos

$C_w$ : concentración de actividad en agua.

Hasta el presente los resultados obtenidos fueron los siguientes:

$$K_D (\text{Cs-137}) = 25.000 \text{ ml/g}$$

$$K_D (\text{Co-60}) = 15.000 \text{ ml/g}$$

A partir de estos valores es posible evaluar la transferencia desde el agua marcada con el radioisótopo considerado, la cual está caracterizada por el factor de reducción (F):

$$F = \frac{1}{1 + x K_D}$$

siendo

x: concentración de sedimentos en suspensión.

A partir de esta expresión puede efectuarse el siguiente análisis de cada parámetro:

- El coeficiente de distribución ( $K_D$ ) es función de la naturaleza de los sedimentos. En verano y otoño, cuando prevalecen los sedimentos originados en la alta cuenca, la capacidad de intercambio por unidad de masa de sedimentos debería aumentar. Sin embargo, hasta el presente no se han encontrado variaciones que caractericen ciclos.
- La concentración de sedimentos en suspensión tiene ciclos perfectamente definidos con notorios incrementos en verano y otoño.

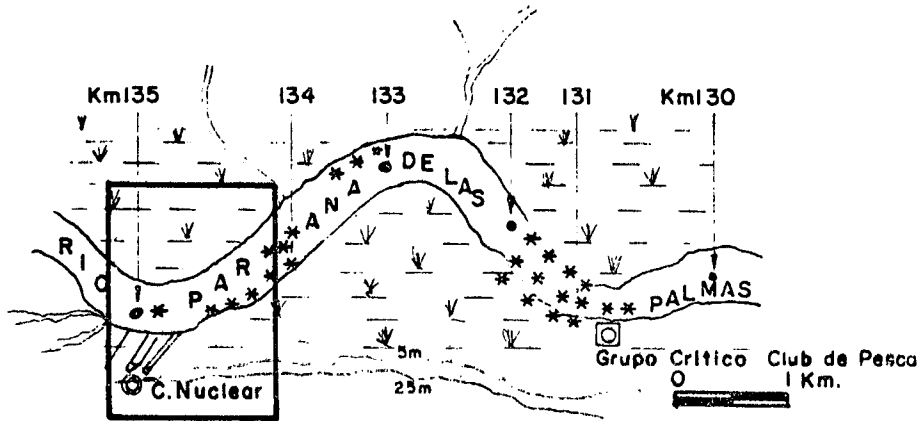
Teniendo en cuenta estos efectos cíclicos, se representaron en la Fig. 3 los factores de reducción para Co-60 y Cs-137.

Las conclusiones extraídas a partir del presente estudio, son las siguientes:

- 1 - Durante los ciclos hidrológicos normales en el Paraná de las Palmas, la transferencia de nucleídos desde la fase agua a los sedimentos en suspensión, es estacional.
- 2 - Durante un evento hidrológico extremo se producen cambios importantes en el transporte, transferencia y densidad de sedimentos marcados.
- 3 - Para los primeros nueve años de funcionamiento de la central nuclear en Atucha I, no fueron detectados nucleídos artificiales en el lecho del Paraná, aún en lugares próximos al punto de descarga. Sin embargo, durante la última inundación fueron medidos Co-60 y Cs-137 en la margen derecha del Paraná. La máxima penetración fue de 6 cm, doce meses después de la crecida.
- 4 - La concentración de esos nucleídos en terrenos cercanos al grupo crítico (Club de Pesca) es tres órdenes de magnitud inferior a la concentración media de K-40, no habiéndose detectado otros radioisótopos.

BIBLIOGRAFIA

- Documento SG-56. Guía de Seguridad sobre dispersión hidrológica de sustancias radiactivas en relación con el emplazamiento de centrales nucleares. Revisión nº 6. 80-12-10. OIEA.
- GOMEZ, H.R. y otros. Estudio hidrológico para la Central Nuclear en Atucha. CNEA. Noviembre 1980.
- GOMEZ, H.R. y otros. Análisis de bejantes extremas naturales e inducidas en los ríos Paraná y Paraná de las Palmas. CNEA. DI 5/82. 1982.
- GOMEZ, H.R. y otros. Estudio de navegación y tráfico por el Paraná de las Palmas. Central Nuclear en Atucha II. DI 5/81. 1981.
- GOMEZ, H.R. y otros. Transporte de sedimentos por acarreo. Río Paraná. Técnicas nucleares y batimétricas. Comisión Nacional de Energía Atómica. Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables. 1977.
- MILLE, H. Transporte total de material de lecho en el río Paraná. Instituto Nacional de Ciencia y Técnicas Hídricas. Laboratorio de Hidráulica Aplicada. Ezeiza. 1974.
- River Plate dredging study. Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables. Buenos Aires. Sir William Halcrow and Partners. Cons. Engineers. London.
- Pickering, R.J. Radioactivity in bottom sediment of the Clinch and Tennessee Rivers. SM 72/4.
- Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables. Estadística sobre concentración de sedimentos en suspensión para Rosario.
- Generic Models and Parameters for Assessing the environmental transfer of Radionuclides from Routine Releases. Exp. of critical groups. Safety series Nº 57 OIEA. 1982.
- FARAH, M.Y. et al. Laboratory studies on the retention and release of some radioisotopes by clay minerals and fresh water stream biota. IAEA-SM-257/98P. Proc. of a Symposium Knoxville. 1981.
- MIETTINEN, J.K. Distribution coefficients of radionuclides between Finnish soils and ground water. IAEA-SM-257/16P. Proc. of a Symposium Knoxville. 1981.
- LOPARDO, R.A. Modelo de Vuelta de San Antonio. Río Paraná de las Palmas. Informe interno. INCYTH. 15-12-1971.
- HOPWOOD, H.J.; BESIO, C.A. Canal de toma de la Central Nuclear en Atucha. Mediciones de campaña y laboratorio. INCYTH. S-3-021-1982.



Referencias:

- ① Canal de carga
- ② Pileta efecto sifon
- ③ Turbina hidraulica
- ④ Canal de descarga

- ▶ Corrientes prevaletientes
- ~ " secundarias durante la inundacion

\* Area de extraccion de muestras y medicion directa

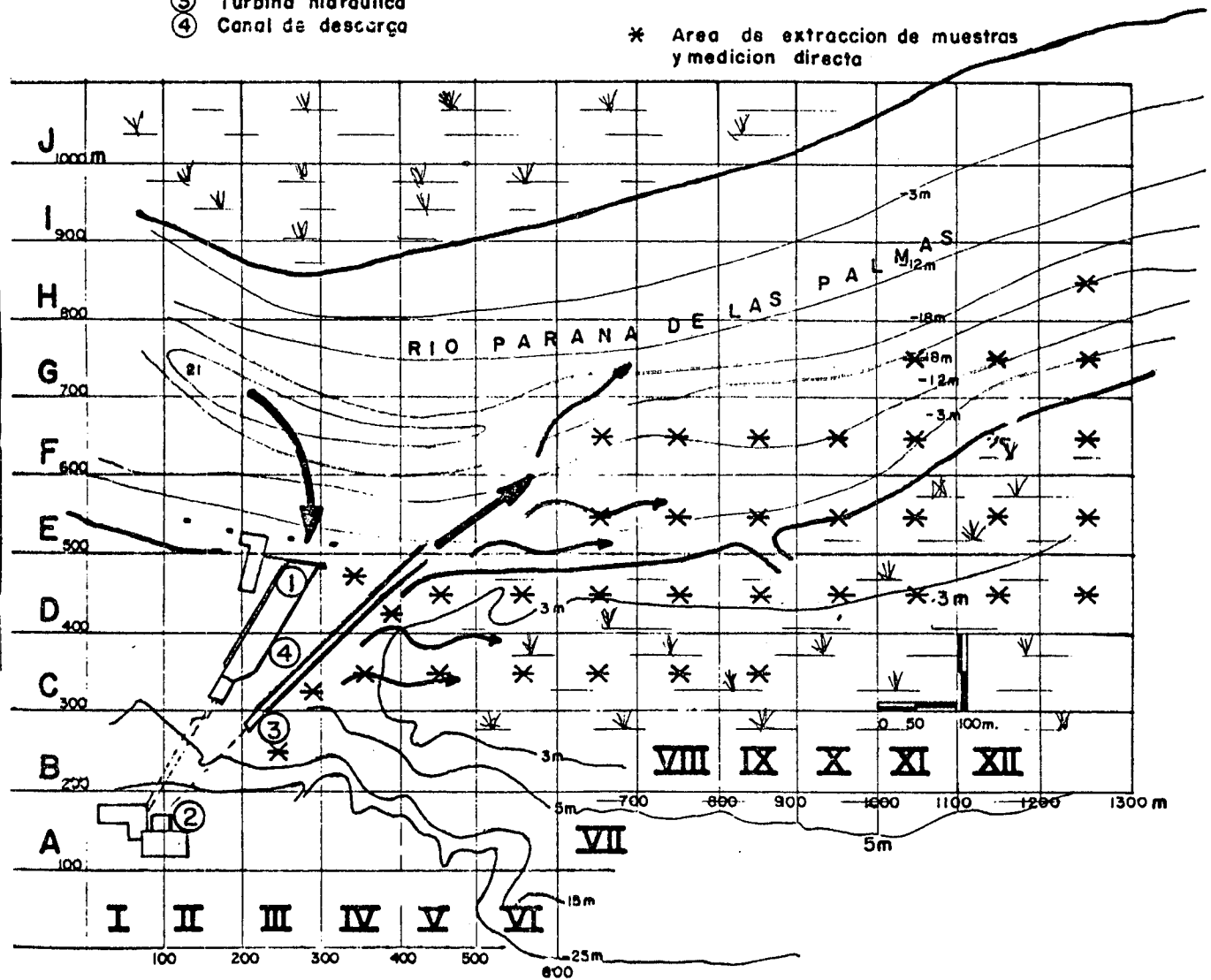


Fig. 1 Localización de las Centrales Nucleares en Atucha I y II para la fase 1 (Gufa SG-S6 OIEA) con indicación sobre áreas de extracción de muestras o medición directa (\*), grupo crítico y áreas inundadas en 1983.

Location of Atucha I and II Nuclear Centrals for phase 1 (SG-S6 OIEA guide) indicating sample extraction or direct measurement areas, critical group and flooded areas during 1983.

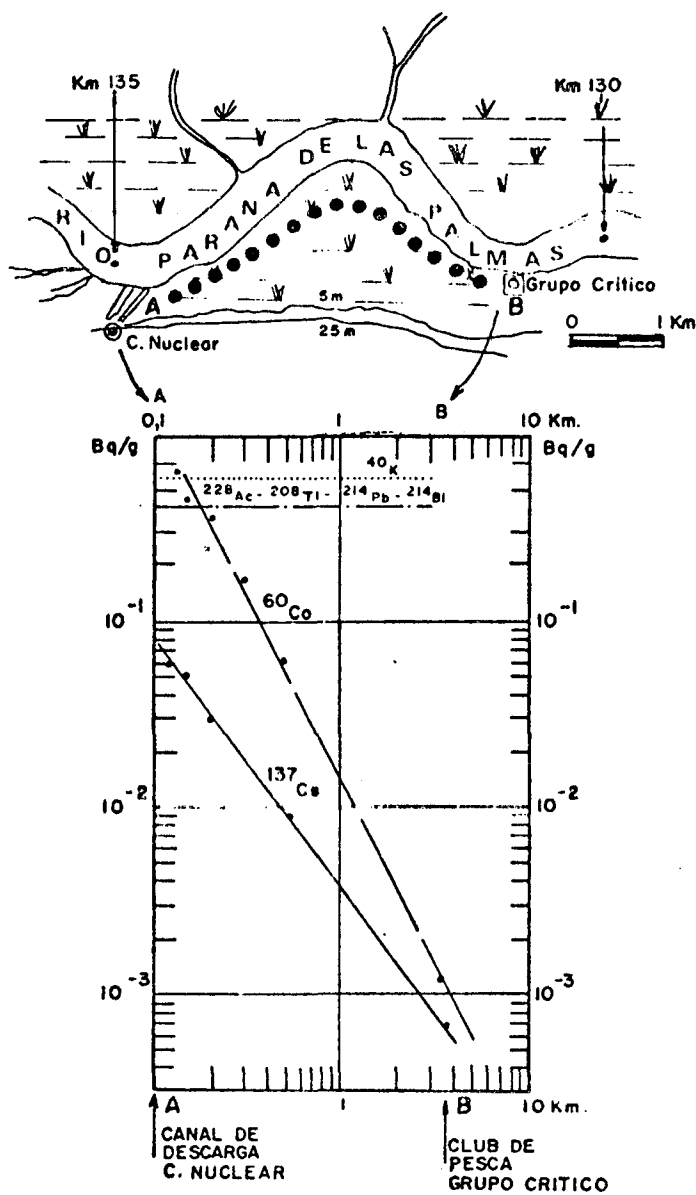


Fig. 14 Máximas actividades por unidad de masa de suelos inundados entre la Central Nuclear Atucha I y Grupo Crítico para Co-60 ; Cs-137 y promedios de nucleidos naturales.

Maximal activities per mass unit of flooding soils between Atucha I Nuclear Central and the critical group for Co-60 and Cs-137 and averages of natural nuclides.

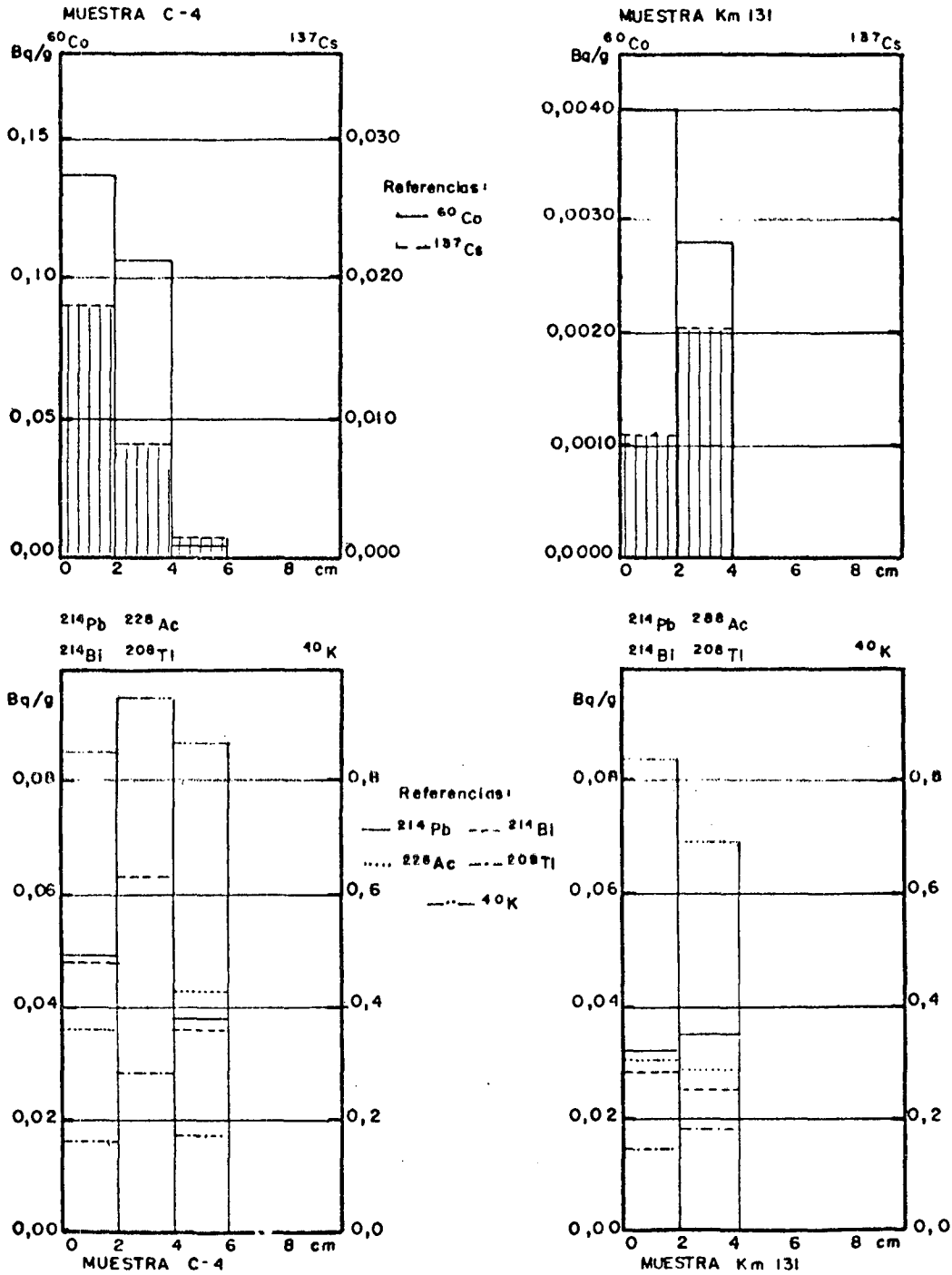


Fig. 2 f Concentración y penetración de distintos nucleidos artificiales y naturales en suelos del valle inundado.

Concentration and penetration of different artificial and natural radionuclides in soils of the flooding valley.

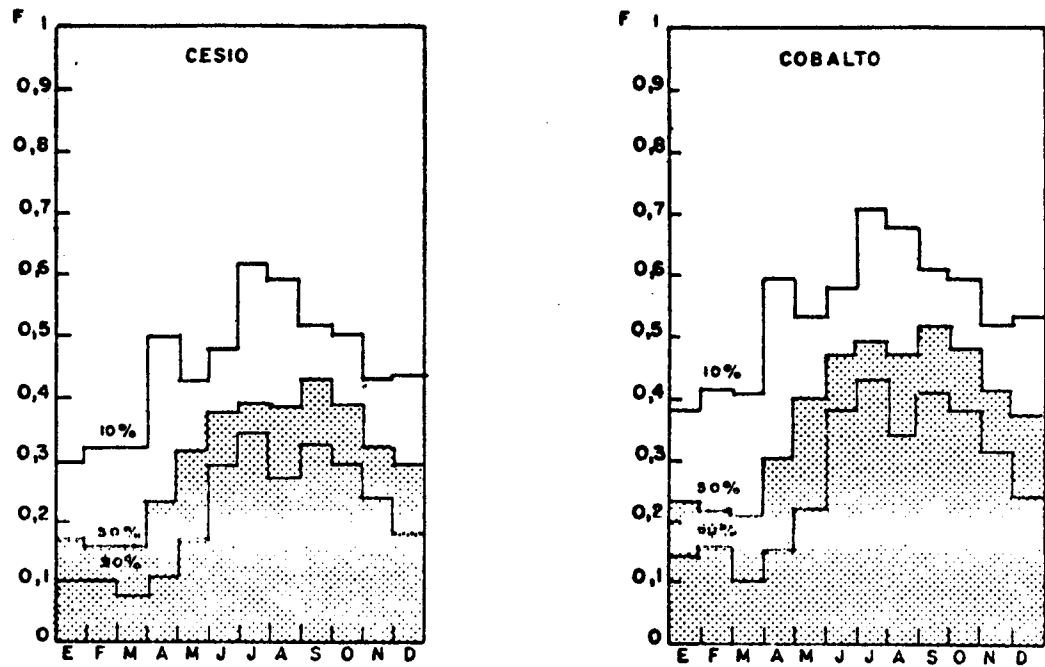


Fig. 3 · Función temporal del factor de reducción (F) en agua (Co-y Cs) para sedimentos en suspensión.

Temporal function of the Co and Cs reduction factor (F) in water for suspended sediments.