

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
NO 2	AÑO 1978

06.78.26

CNEA NT 34/78

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

GERENCIA PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
DIVISION PROTECCION AMBIENTAL
SECCION EVALUACIONES PREOPERACIONALES

ESTUDIOS SOBRE LA DISPERSION ATMOSFERICA PARA
EL EMPLAZAMIENTO DE INSTALACIONES NUCLEARES

NECCO, G.V..
CIALLELLA, N.R.
LUCERO de DABINI, M.

BUENOS AIRES
1978

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

ESTUDIOS SOBRE LA DISPERSION ATMOSFERICA PARA
EL EMPLAZAMIENTO DE INSTALACIONES NUCLEARES

NECCO, G.V.*; CIALLELLA, N.R.; LUCERO de DABINI, M.

RESUMEN

La meteorología del área es uno de los factores a considerar en los Análisis de Emplazamientos de Instalaciones Nucleares.

El registro de los parámetros meteorológicos en las etapas de diseño y construcción de la instalación tiene como principal objetivo obtener las características locales de dispersión atmosférica.

Adicionalmente, la información obtenida resulta de utilidad para su correlación con otras características locales tales como la distribución de población, como así también para la planificación del monitoreo ambiental operacional.

La CNEA aplica actualmente una metodología que utiliza la integral temporal de la concentración, llamado "Método de los Factores de Concentración". Es necesario, entonces, conocer el comportamiento de la etapa atmosférica a través de los llamados "Factores de Dilución".

En el presente trabajo se presentan los métodos actuales aplicados por la División Protección Ambiental de la CNEA, mostrando los resultados obtenidos en el análisis del área metropolitana de Lima.

*Servicio Meteorológico Nacional, dependiente de la FUERZA AEREA ARGENTINA, en comisión en la CNEA, División Protección Ambiental. Miembro de la carrera de investigador científico del CONICET.

ESTUDIOS SOBRE LA DISPERSION ATMOSFERICA PARA EL EMPLAZAMIENTO DE INSTALACIONES NUCLEARES

NECCO, G.V.; CIALLELLA, N.R.; LUCERO de DABINI, M.

1.- INTRODUCCION

Históricamente, los estudios meteorológicos han formado parte de las evaluaciones ambientales del área de influencia de instalaciones nucleares.

Estos factores meteorológicos pueden considerarse en relación a la selección de un emplazamiento, al diseño y construcción de la instalación, a su operación y a la formulación de planes de emergencia (1).

La relación entre la cantidad de material radiactivo emitido por una instalación nuclear al ambiente y la exposición resultante puede ser establecida por modelos ambientales. Los procesos de transferencia actuantes se han simulado, generalmente, mediante modelos de "comportamientos" representando esquemáticamente la serie de procesos desde la emisión hasta la irradiación en los tejidos. En estos modelos se estudian las evoluciones temporales de las transferencias, pero, en lo que respecta a los propósitos de la protección radiológica, sólo es necesario considerar las integrales en el tiempo de estas evoluciones (2).

Este método, que considera sólo las integrales temporales de las concentraciones, se denomina de los "factores de concentración".

Si los materiales radiactivos son emitidos en forma gaseosa, el primer compartimiento es justamente el atmosférico. El comportamiento de los contaminantes en la atmósfera ha sido estudiado tanto para las escalas locales (3) (4) (5), como regionales y globales (6), y particularmente para efluentes radiactivos (7).

A partir de modelos de difusión, que resultan de una cierta simplificación de los procesos turbulentos actuantes, es posible obtener un factor de difusión o concentración unitaria que, multiplicada por las descargas de la instalación, da la concentración integrada en un lugar específico.

Esta metodología ha sido utilizada en los estudios meteorológicos referidos a la evaluación ambiental de la zona de emplazamiento del reactor R.P.O en Lima, Perú; asimismo es aplicada actualmente por la División Protección Ambiental a los análisis ambientales del área de influencia de las zonas Embalse, Bariloche, Atucha y Ezeiza en Argentina y Huarangal en Perú.

2.- MODELOS UTILIZADOS

Los contaminantes se dispersan en la atmósfera por dos procesos principales: el transporte y la difusión (8). El transporte puede determinarse directamente de las mediciones meteorológicas, pero la difusión depende de parámetros meteorológicos que se han determinado en base a experimentaciones.

El objetivo de las evaluaciones es obtener, a través de la información disponible en lugares cercanos al emplazamiento, los factores de dispersión atmosférica, además de las características climáticas de la zona. Los procedimientos que se han utilizado son aplicables cuando se conocen las frecuencias medias de ocurrencia de las direcciones y velocidades del viento, pero no se dispone de mediciones de la intensidad de la turbulencia, tales como la desviación estándar de la dirección del viento.

Las características del transporte se obtienen de la evaluación de los campos de viento a partir de datos en estaciones meteorológicas próximas. Las condiciones de difusión se estiman a través de la evaluación de datos primarios obteniéndose la frecuencia de las distintas clases de estabilidad, así como la frecuencia de ocurrencia de nieblas, inversiones térmicas y períodos de "estancamiento" que, directa o indirectamente, indican fenómenos que limitan la disper-

si6n.

Es cl6sico utilizar modelos gaussianos de dispersi6n en los que los coeficientes de difusi6n verticales y horizontales varían de acuerdo a tipos de turbulencia o clases de estabilidad definidas en t6rminos de estos par6metros. Las clases de estabilidad de Pasquill-Turner son las que se han utilizado en estas evaluaciones (8)(9)(10)(11)(12).

Se presentarán los resultados correspondientes al Reactor R.P.O que la CNEA ha instalado en la zona metropolitana de Lima, Perú.

La evaluaci6n de las condiciones clim6ticas y de dispersi6n del lugar se ha efectuado con una buena aproximaci6n, ya que se obtuvieron, por intermedio del CORPAC, catorce ańos de datos sin6pticos, a nivel diario, del anterior Aeropuerto de Limatambo, cuyas instalaciones se encontraban a menos de un kil6metro de la sede actual del IPEN, lugar donde se ha instalado el R.P.O.

Las clases de estabilidad no pueden obtenerse, sin embargo, de los datos promedios diarios de Limatambo. Para calcularlas se han digitalizado cuatro ańos de datos sin6pticos de superficie de la estaci6n Lima-Callao, brindados tambi6n por la CORPAC.

Se han incluido adem6s, datos elaborados de otras fuentes a fin de obtener la frecuencia de ocurrencia de fen6menos que puedan limitar la dispersi6n.

3.- CLIMATOLOGIA GENERAL DEL AREA

Los climogramas de Limatambo y de Lima-Callao (13), indican la existencia de dos períodos fácilmente diferenciables: uno estival, seco, de Diciembre a Mayo y otro invernal, más húmedo, en el resto del año. Las precipitaciones en los meses extremos apenas sobrepasan los 6 mm ya que corresponden a lloviznas.

El tipo climático de Koeppen, corresponde a un clima desértico con nieblas frecuentes BWh.

Una característica semipermanente de la zona árida costera del Perú es la presencia de una inversión térmica. Esta se debe a la influencia de anticiclón del Pacífico, que abarca una gran parte de la tropósfera, produciendo, por razones de la dinámica atmosférica, un descenso general de las masas de aire. La subsidencia provoca estas inversiones térmicas debido a la compresión (adiabática) resultante.

En estos anticiclones subtropicales se observa que la intensidad de la inversión es tanto mayor cuanto menor sea la altura de la base, siendo ésta mínima en las costas occidentales de los continentes (14). El tiempo y el clima de esta zona costera estarán, por lo tanto, fuertemente influenciados por este efecto. Los sondeos térmicos medios mensuales de la estación Lima-Callao muestran que la inversión tiene una evolución estacional marcada, siendo más intensa y baja en los meses de Julio a Setiembre (período invernal) y más débil o poco marcada de Enero a Abril (período estival) (13) (15).

La relativamente alta concentración de vapor de agua en el área Limeña se condensa debajo de la capa de inversión térmica, en invierno en forma de stratus, que producen lloviznas.

La precipitación media debida a este proceso es despreciable y los registros de Lima, en un período de más de cuarenta años, no presentan valores superiores a los 5 mm., salvo en caso excepcional el día 15 de enero de 1970, registrándose 20 mm (14).

4.- CLIMATOLOGIA DE LA DISPERSION EN LA ZONA

4.1. Indices de ventilación

Es usual definir un índice de ventilación como el producto de la altura de la capa de mezcla vertical por el viento promedio dentro de esta capa (llamado viento transporte) (16). Así definido, indica una medida del volumen de aire transportado horizontalmente dentro de la capa de mezcla por unidad de distancia normal al flujo del aire y por unidad de tiempo.

Se ha tomado como viento transporte al viento medio en superficie, obteniéndose de esta manera un índice reducido de ventilación.

Los índices estimados a través de la evaluación de los sondeos medios indican una ventilación relativamente baja, particularmente en el período invernal, del orden de 1800 m³/seg. Al respecto, la comparación con índices de estaciones Argentinas indican una reducción de no menos de la mitad (16).

4.2. Condiciones de estancamiento

Es de interés conocer la frecuencia de ocurrencia de las condiciones de estancamiento, definidas éstas como aquellos casos en que ocurre una dispersión lenta y/o limitada en una amplia zona (9). Cuando ésto ocurre, la dispersión de los contaminantes emitidos por distintas fuentes se limita, resultando en concentraciones mucho más altas que las normalmente encontradas, independientemente de la estabilidad que reine.

La evolución de catorce años de datos diarios de la estación Limatambo (fig. 1), indica que en promedio pueden esperarse 10 días con velocidad media inferior a 3 nudos (1,5 m/s) de Mayo a Julio. Las condiciones de estancamiento fueron estimadas considerando los casos con dos o más días consecutivos con velocidad media inferior o igual a 2 nudos (1 m/s). Los meses con ocurrencia más frecuente de estos períodos de estancamiento o potenciales corresponden a Junio y Julio con aproximadamente un caso por mes (fig. 2). Si bien es una evaluación para una sola estación y no para una zona, el haber considerado casos con más de dos días con velocidades bajas nos permite admitir una buena representatividad de las condiciones de estancamiento.

4.3. Nieblas

Las nieblas pueden ser un factor importante por sus

efectos en la contaminación, ya que atenúan la radiación solar incidente e inhiben, por lo tanto, el desarrollo normal de la mezcla diurna. Las nieblas de radiación han sido características en casos de fuerte contaminación en varias partes del mundo. Si bien la niebla es un indicador suficiente para casos de reducción en la dispersión, su ocurrencia depende del contenido de humedad del aire y por lo tanto, no es un indicador necesario de dispersiones lentas o restringidas. La evaluación de los datos de Limatambo (fig. 3) indica que durante los meses de Enero a Abril pueden esperarse más de cuatro días por mes de ocurrencia de nieblas densas (visibilidad inferior o igual a 500 metros). Se han calculado además, para todo el muestreo, el número de casos de ocurrencia de nieblas ligeras y densas en función de la hora, observándose que el período dominante es el comprendido entre las 5 y 7 (hora local) de la mañana (fig. 4).

4.4. Variación horaria en la dirección del viento

Del estudio de las frecuencias horarias de las distintas direcciones del viento en el período 1973/76 en Lima-Callao se desprende que existe un ciclo diurno marcado que comprende una dirección prevalente del Sud-sudeste en horas de la noche (desde las 19 a las 1 horas aproximadamente), un fuerte porcentaje de calmas en horas cercanas al amanecer y, pasado el mediodía, dos direcciones prevalentes del Sur y del Oeste/Oestesudoeste (fig. 5). Se evidencia así un efecto de brisa de mar en horas diurnas, produciendo la componente Oeste.

La evolución en las distintas estaciones muestra características totalmente similares a la situación media.

4.5. Rosa de los vientos

Las rosas de vientos estacionales y la rosa general integran las características discutidas anteriormente.

te. Se observa el máximo principal del sector Sud y Sud-Sudeste, y el máximo secundario del sector Oeste/Oeste-Sudoeste, que corresponde a las horas de la tarde.

No se observan diferencias notables entre las diferentes distribuciones estacionales.

4.6. Persistencia

En el caso de períodos cortos (hasta algunas horas) las condiciones de dispersión extremadamente adversas pueden existir, en general, para cualquier dirección del viento. Para períodos más largos, esta suposición no es correcta, pudiendo determinarse las condiciones menos favorables a partir de la falta de variabilidad en la dirección del viento.

Una de las expresiones posibles de la persistencia es la "constancia", definida como la relación entre el módulo del vector viento promedio y la velocidad escalar promedio (17). Un valor uno para la constancia indicaría que la dirección se mantuvo constante durante todo el período durante el cual se promedia; y un valor cero indicaría una distribución completamente simétrica en la distribución de la dirección y la velocidad.

La distribución de frecuencia de ocurrencia para períodos de dos y ocho días para los distintos valores de constancia en Lima-Callao (período 1973/76) indica una fuerte persistencia, aún para el período mayor (de ocho días) (fig. 6).

4.7. Clases de estabilidad

Se han calculado, a partir de datos sinópticos trihorarios de la estación sinóptica de Lima-Callao la frecuencia de ocurrencia de los tipos de estabilidad de Pasquill (3) (12), modificados por Turner (10), definidos por las siguientes condiciones:

- A: extremadamente inestable
- B: inestable
- C: ligeramente inestable
- D: neutra
- E: ligeramente estable
- F: estable
- G: extremadamente estable

La frecuencia de ocurrencia para todo el muestreo (1973/6) en Lima-Callao es la siguiente:

CLASE	A	B	C	D	E	F	G
PORCIENTOS	0%	9.5%	10.2%	64.6%	6.6%	4.6%	4.5%
TOTAL	100%						

4.8. Rosas de viento por clases de estabilidad

Para obtener información de las características del transporte más probable para cada clase de estabilidad, se han calculado, para el período 1973/76, las rosas de viento medias correspondientes a cada clase.

La rosa correspondiente a la clase inestable (B), que ocurre en horas de mayor insolación, presenta, además de la dirección prevalente del Sur, una componente del Oeste bastante marcada, que corresponde al efecto de brisa (fig. 7).

En las clases C y D, el sector prevalente corresponde al Sur y al Sud Sudeste, notándose aún el máximo secundario del Oeste, no muy marcado.

En las clases estables E y F (fig. 8), existe un único sector prevalente, con tendencia al Sud Sudeste. En la clase más estable (G) el porcentaje de calmas es muy fuerte, aproximadamente 85%, y los vientos presentan una prevalencia del sector Sud.

4.9. Factores de dilución normales

Se han utilizado los procedimientos de estimación de la concentración unitaria en función de la distancia y la dirección del viento dadas por Turner que se basan en los métodos de Pasquill y Gifford (3) (4) (11).

Se aplican expresiones gaussianas, en las que las desviaciones estándar verticales y horizontales son funciones de la distancia a la fuente y de la clase de estabilidad.

Conociendo las rosas de viento para cada clase de estabilidad y la frecuencia de ocurrencia de cada clase pueden calcularse, mediante promedios pesados, las concentraciones unitarias (factores de dilución) en las distintas direcciones y distancias.

En la figura 9 se muestran los resultados para una fuente a 10 metros y distancias inferiores a un kilómetro.

Se han incluido en las expresiones el efecto de la inversión térmica y se han considerado también los porcentajes de calma, distribuyéndolos en forma homogénea en la dirección y admitiendo un valor de velocidad de 0,5 m/s.

Dadas las limitaciones de la teoría gaussiana y de las suposiciones efectuadas, este método de cálculo de las concentraciones unitarias da sólo buenos estimadores, pero no previsiones infalibles. En los casos de estabilidad extrema (tanto inestable como estable), pueden existir fuertes errores en la estimación de la dispersión vertical, que en nuestro caso pueden disimularse debido a la predominancia de las clases neutras.

4.10. Distribución de frecuencia de las concentraciones unitarias

Se han obtenido, mediante el cálculo de cada caso individual, la distribución de frecuencias acumuladas

de las concentraciones unitarias para el cuadrante más probable (sector norte, viento sud); suponiendo una altura de emisión de 10 mts. y utilizando las expresiones gaussianas nombradas (fig. 10).

Los resultados para los cuatro años se muestran en la figura 10.

4.11. Relaciones pico/medio

Para obtener la relación existente entre las concentraciones medias a largo plazo y los valores "picos" o extremos para períodos cortos (accidentes) se han calculado las distintas relaciones entre el valor máximo y el promedio para distintos períodos de tiempo (18).

La figura 11 muestra los resultados para el sector norte, fuente a 10 metros y distancia 1 kilómetro, tomando los cuatro años de datos en Lima-Callao.

Se indica también la relación dada por Turner (11) para períodos inferiores a un día.

5.- CONCLUSIONES

Se han presentado una serie de métodos para la evaluación del comportamiento de la dispersión atmosférica a partir de información básica meteorológica, orientados hacia el estudio del emplazamiento de instalaciones nucleares. Una aplicación al área metropolitana de Lima muestra que esta zona presenta características de limitada dispersión de efluentes gaseosos o aerosoles.

En particular surge que los factores de dilución normales son aproximadamente de un orden mayor a los correspondientes a Inglaterra (19).

REFERENCIAS

- (1) IAEA Safety Series N° 29: Application of Meteorology to Safety at Nuclear Plants, 1968.
- (2) GONZALEZ, A.J.: Environmental Impact of Nuclear Reactors, UNEP, 1978.
- (3) PASQUILL, F.: Atmospheric Diffusion, Van Nostrand, 1962.
- (4) GIFFORD, F.A.: Turbulent Diffusion Typing Schemes. A review; Nuclear Safety, Vol. 17, N° 1, 1976.
- (5) PASQUILL, F.: Atmospheric Dispersion of Pollution, Quart. Jour. of Roy. Met. Soc., Vol. 97, N° 414, pp. 369-395, 1971.
- (6) MUNN, R.E., BOLIN, B.: Global Air Pollutions - Meteorological Aspects, Atmospheric Envir., Vol. 5, pp. 361-402, 1971.
- (7) IAEA Proceedings Series: Physical Behaviour of Radioactive Contaminants in the Atmosphere, 1974.
- (8) SLADE, D.(Ed.): Meteorology and Atomic Energy, USAEC, 1968.
- (9) W.M.O. Technical Note N° 139: Climatological Aspects of the Composition and Pollution of the Atmosphere, 1974.
- (10) TURNER, B.: A Diffusion Model for an Urban Area, Jour. of Applied Met., Vol. 3, N° 1, pp. 83-91, 1964.
- (11) TURNER, B.: Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates, U.S. Dept. of Health Education and Welfare, 1970.
- (12) PASQUILL, F.: The estimation of the dispersion of windborne material, Met. Magazine, Vol. 90, N° 1063, 1961.
- (13) Evaluación Ambiental de la Zona de Emplazamiento del Reactor R.P.O en Lima-Perú, Informe Principal, Cap. 4A Meteorología, CNEA, 1977.
- (14) Historia Marítima del Perú, Tomo I, Vol. I, Cap. IV, "El mar peruano y los fenómenos meteorológicos".
- (15) ALMEYDA, G., VALLEJOS, S.: Factores meteorológicos que influyen en la contaminación del aire en la Gran Lima, 1973.

- (16) Estudio de Factibilidad de una planta de Agua Pesada, Vol. III, Anexo VII, CNEA, 1975.
- (17) SINGER, I.A.: Steadiness of the wind, Jour. of Applied Met., Vol. 6, pp. 1033-1038, 1967.
- (18) SHIRVAIKAR, V.V., PATEL, P.R.: Long term statistics of peak/mean concentrations from a point source. Atmospheric Environment, Vol. 11, pp. 387-389, 1977.
- (19) BRYANT, P.M.: Methods of estimation of the dispersion of Windborne Material and Data to Assist in their Application, U.K. Atomic Energy Authority, 1964.

Figura-1

LIMATAMBO

PROMEDIO DE DIAS CON VELOCIDAD MEDIA INFERIOR
O IGUAL A 3 NUDOS (1,5 m/s) 1949/63

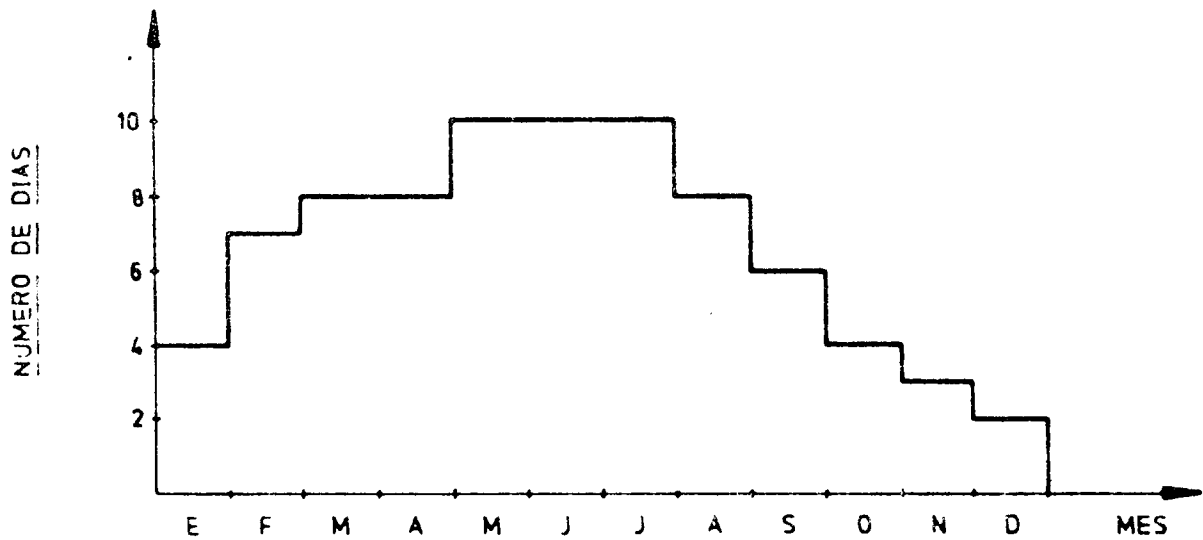
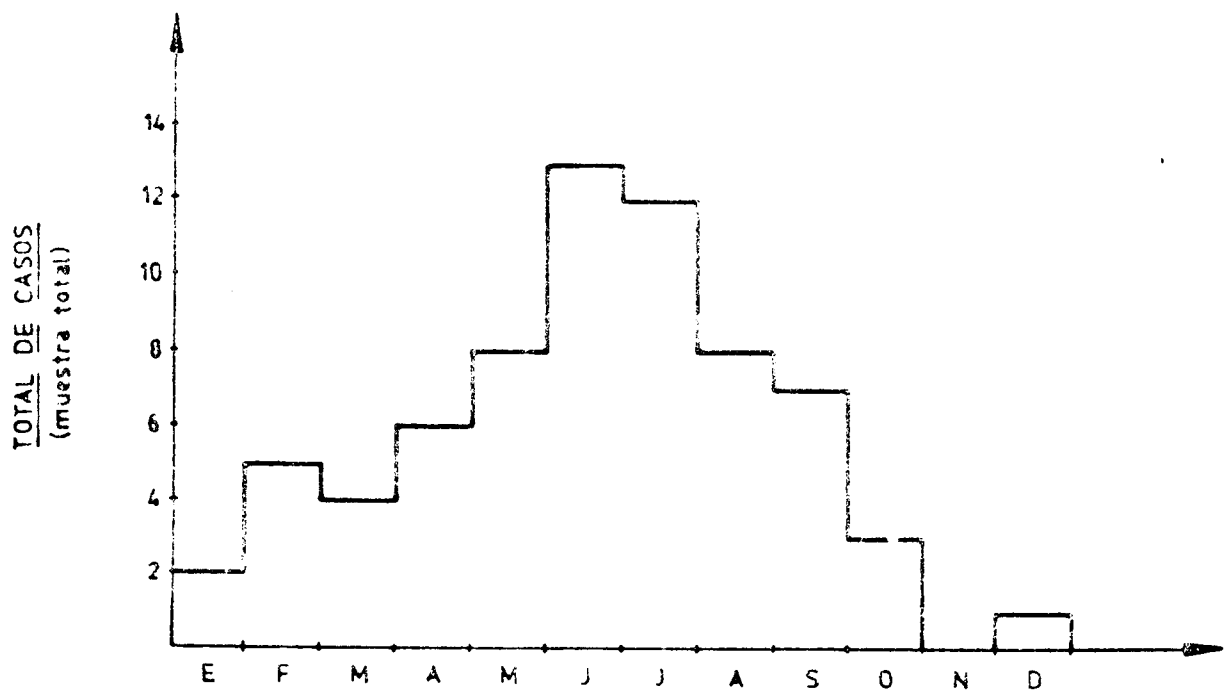


Figura-2

LIMATAMBO. CONDICIONES DE ESTANCAMIENTO

NUMERO DE CASOS CON DOS O MAS DIAS CONSECUTIVOS
CON VELOCIDAD MEDIA INFERIOR O IGUAL A
2 NUDOS (1 m/s) 1949/63



LIMATAMBO

PROMEDIO DE DIAS CON NIEBLA DENSA
(VISIBILIDAD $\leq$ 500 metros) 1949/63

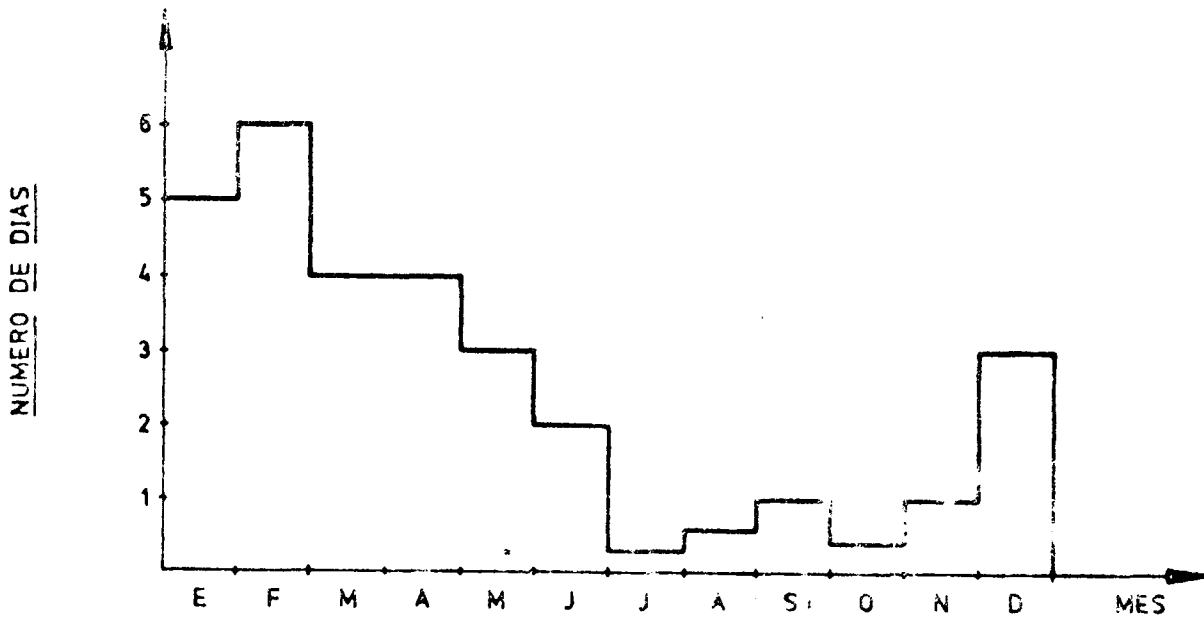


Figura:4

LIMATAMBO

OCURRENCIA DE NIEBLAS LIGERAS Y DENSAS EN FUNCION
DE LA HORA 1950/62 (Salvo 1955 y 1958)

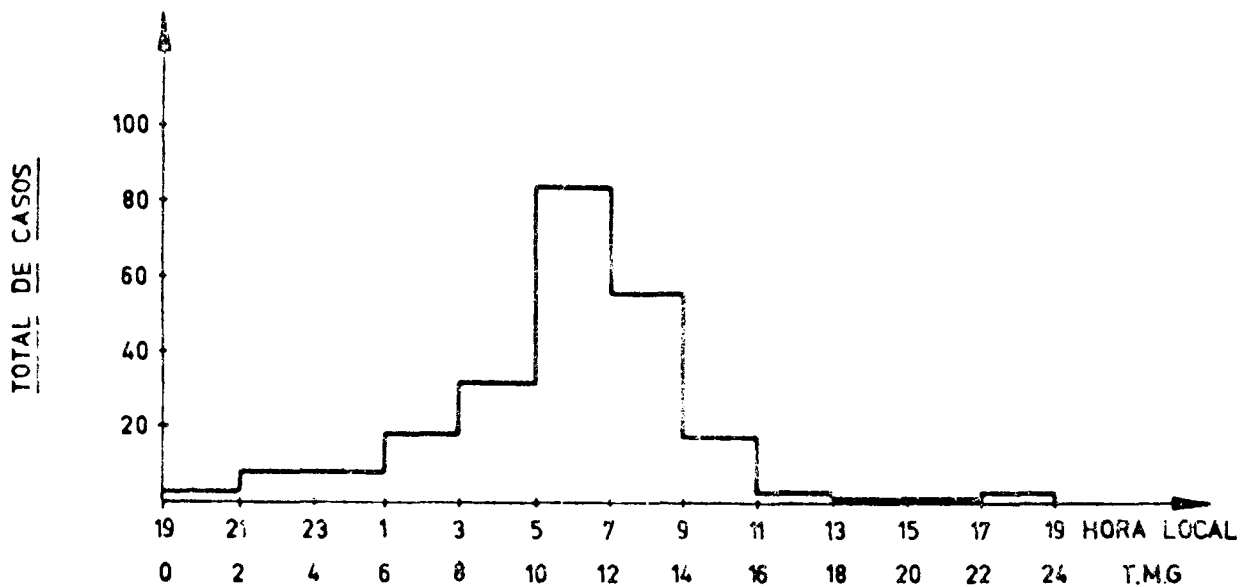


Figura 5

•• COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA ••
 • DIVISION ESTUDIOS AMBIENTALES •
 • GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD •
 •• FRECUENCIA HORARIA DEL VIENTO (EN PORCENTAJE) ••
 •• I.P.E.N. - PERU ••
 • PERIODO • 1973/74

HORA	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSO	SO	OSO	O	ONO	NO	NNO	CAUMAS	TOTAL
1*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	3.6*	11.3*	0.0*	0.0*	0.0*	0.1*	0.1*	0.0*	0.1*	0.0*	14.5*	1240
4*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	1.0*	9.7*	15.0*	17.0*	0.4*	0.0*	0.1*	0.1*	0.1*	0.0*	0.3*	43.5*	1240
7*	0.1*	0.0*	0.0*	0.0*	0.3*	1.7*	2.9*	2.0*	15.0*	0.2*	0.0*	0.3*	0.1*	0.5*	0.1*	0.2*	52.0*	1239
10*	0.4*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.5*	1.5*	15.3*	17.0*	0.2*	2.6*	9.0*	4.1*	3.5*	0.0*	0.5*	12.5*	1239
13*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	17.0*	1.0*	9.0*	4.0*	11.0*	11.0*	5.0*	0.3*	0.4*	4.7*	1239
16*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	27.0*	5.0*	4.2*	1.4*	3.9*	3.6*	1.4*	0.3*	0.0*	3.0*	1235
19*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.1*	0.6*	3.0*	3.0*	0.3*	0.0*	0.3*	0.1*	0.1*	0.1*	0.0*	5.6*	1237
22*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	0.4*	1.0*	4.0*	11.0*	0.0*	0.3*	0.0*	0.1*	0.0*	0.0*	0.0*	0.0*	9.5*	1240
TOTAL DE CASOS • 9912																		

LIMA - CALLAO. PERSISTENCIA DEL VIENTO

MUESTREO TOTAL 1973/76

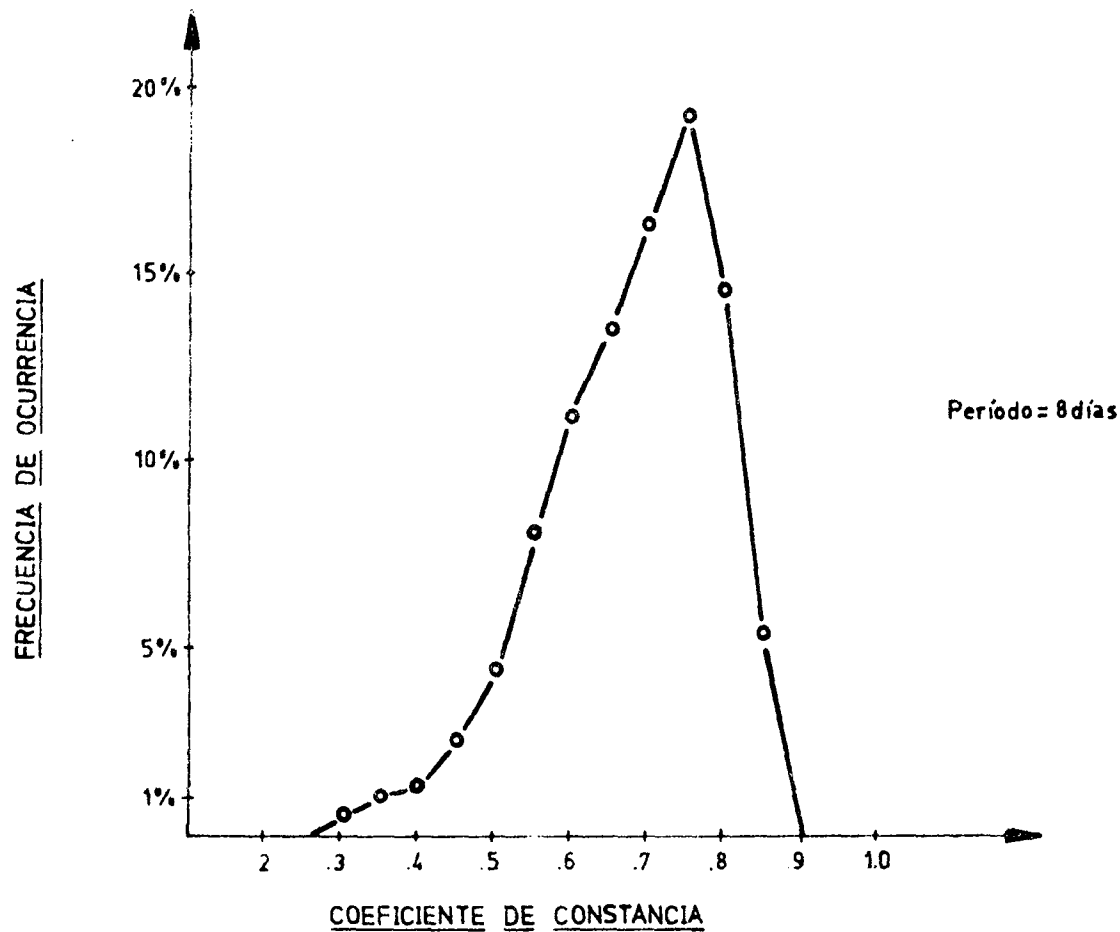
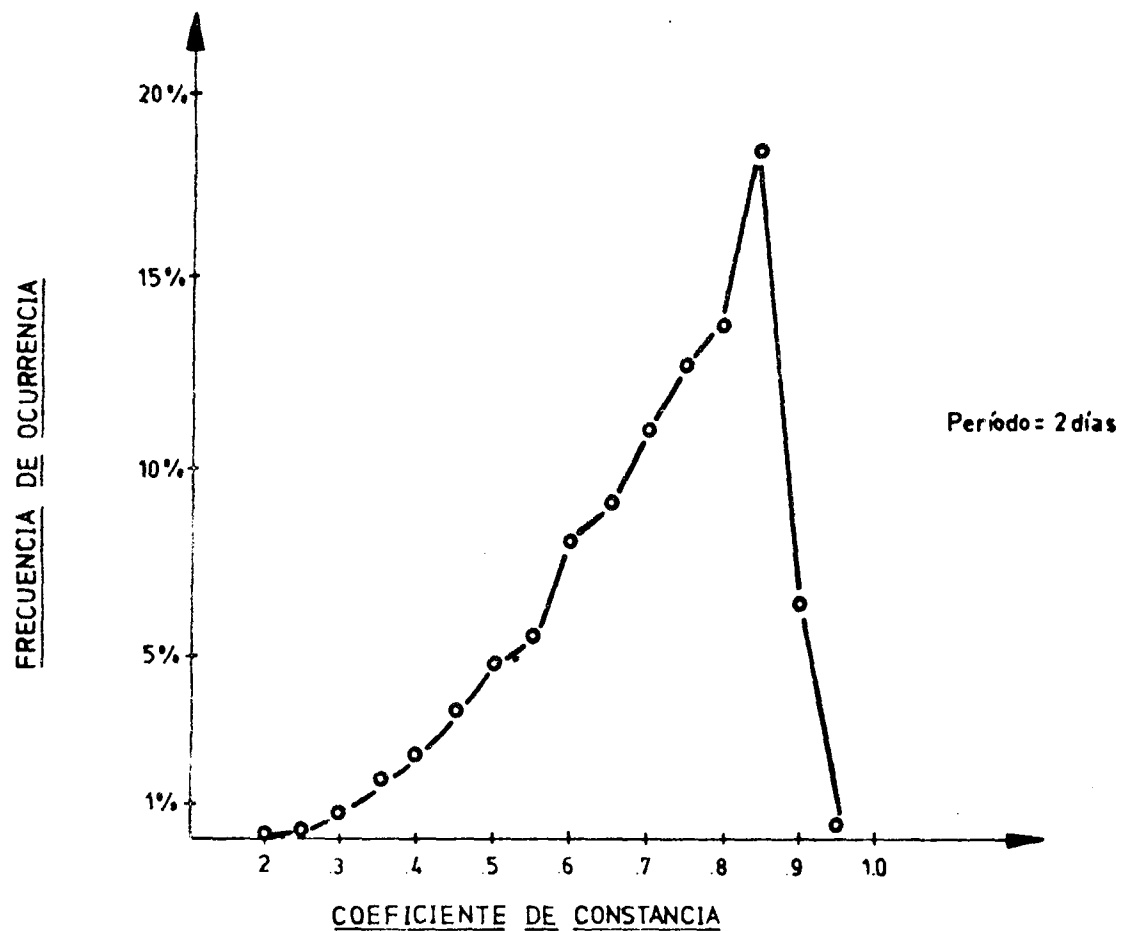
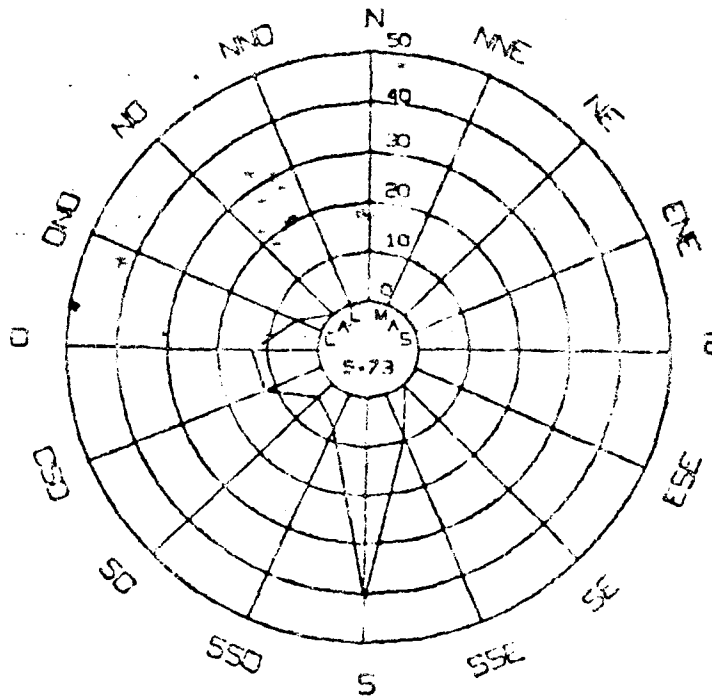


Figura 7

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
GERENCIA DE PROTECCION
RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
DIVISION ESTUDIOS AMBIENTALES



FRECUENCIAS DE VIENTOS
PROVENIENTES DE LAS
DISTINTAS DIRECCIONES

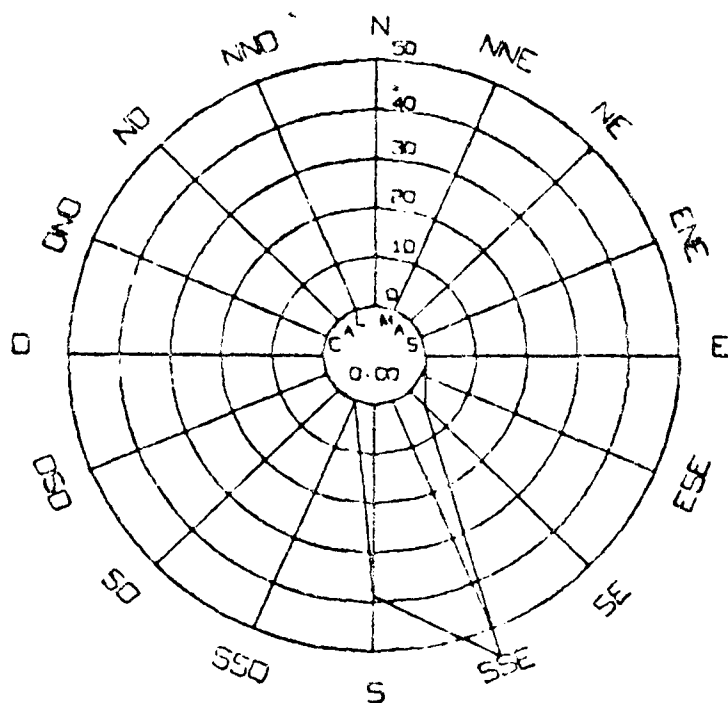
VALORES MEDIOS ANUALES
EN PORCENTAJES
PARA EL PERIODO 1973/76

PASQUILL-TURNER 8

Figura: 8

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

GERENCIA DE PROTECCION
RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
DIVISION ESTUDIOS AMBIENTALES



FRECUENCIAS DE VIENTOS
PROVENIENTES DE LAS
DISTINTAS DIRECCIONES

VALORES MEDIOS ANUALES
EN PORCENTAJES
PARA EL PERIODO 1973/75

MASQUILL/TURNER E

Figura:9

UBICACION R.P.Q

CONCENTRACION MEDIA UNITARIA POR SECTORES (FACTORES DE DILUCION)
EN UNID./M³ POR UNID./SEG. EN EL PRIMER KILOMETRO

ALTURA DE LA EMISION 10 metros

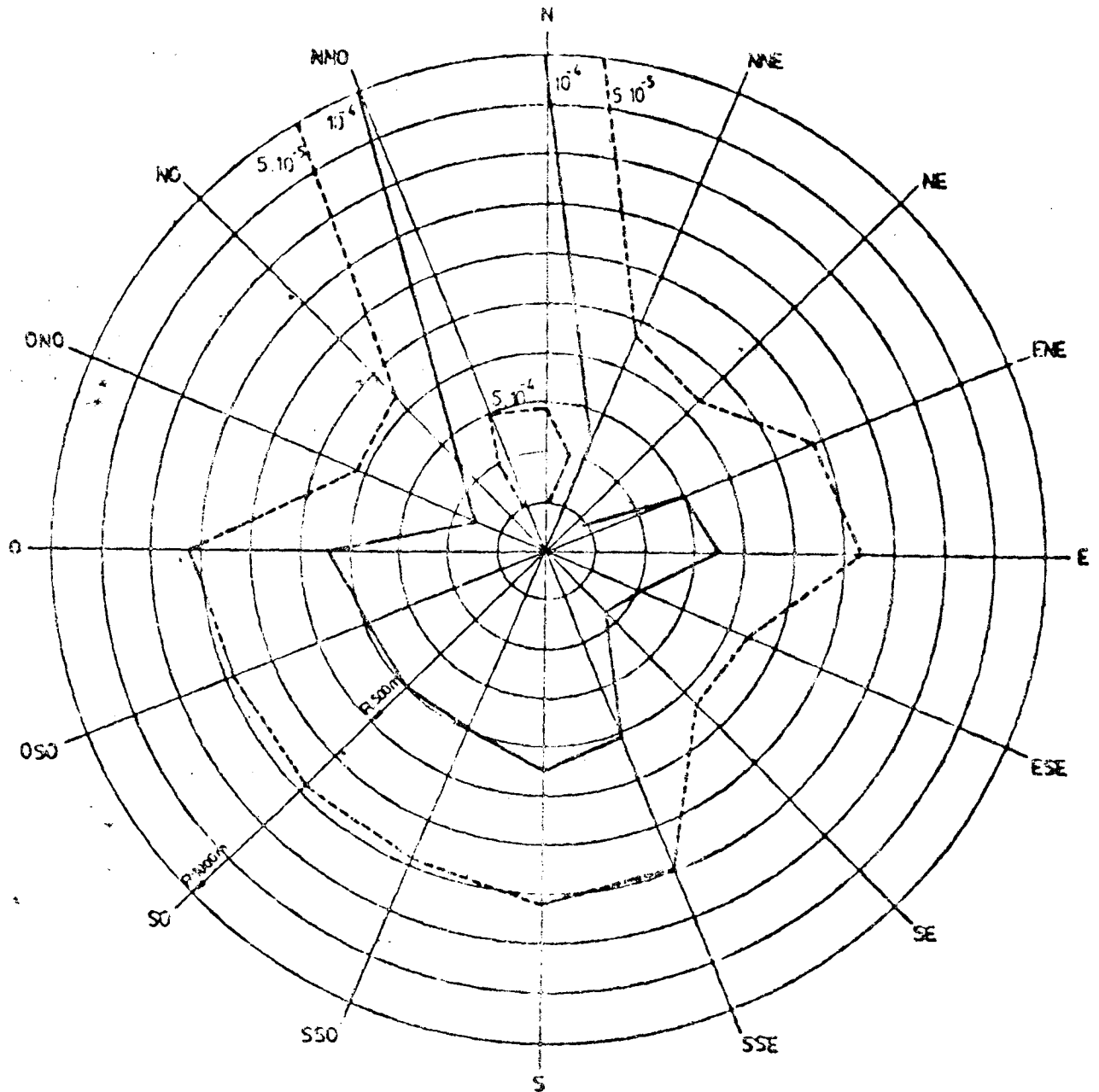


Figura. 10

LIMA-CALLAO FRECUENCIA ACUMULADA DE CONCENTRACIONES UNITARIAS

PERIODO 1973/76

Distancia = 1 Km

Sector = Norte

Altura emisión = 10 mts.

Dirección media = 167°

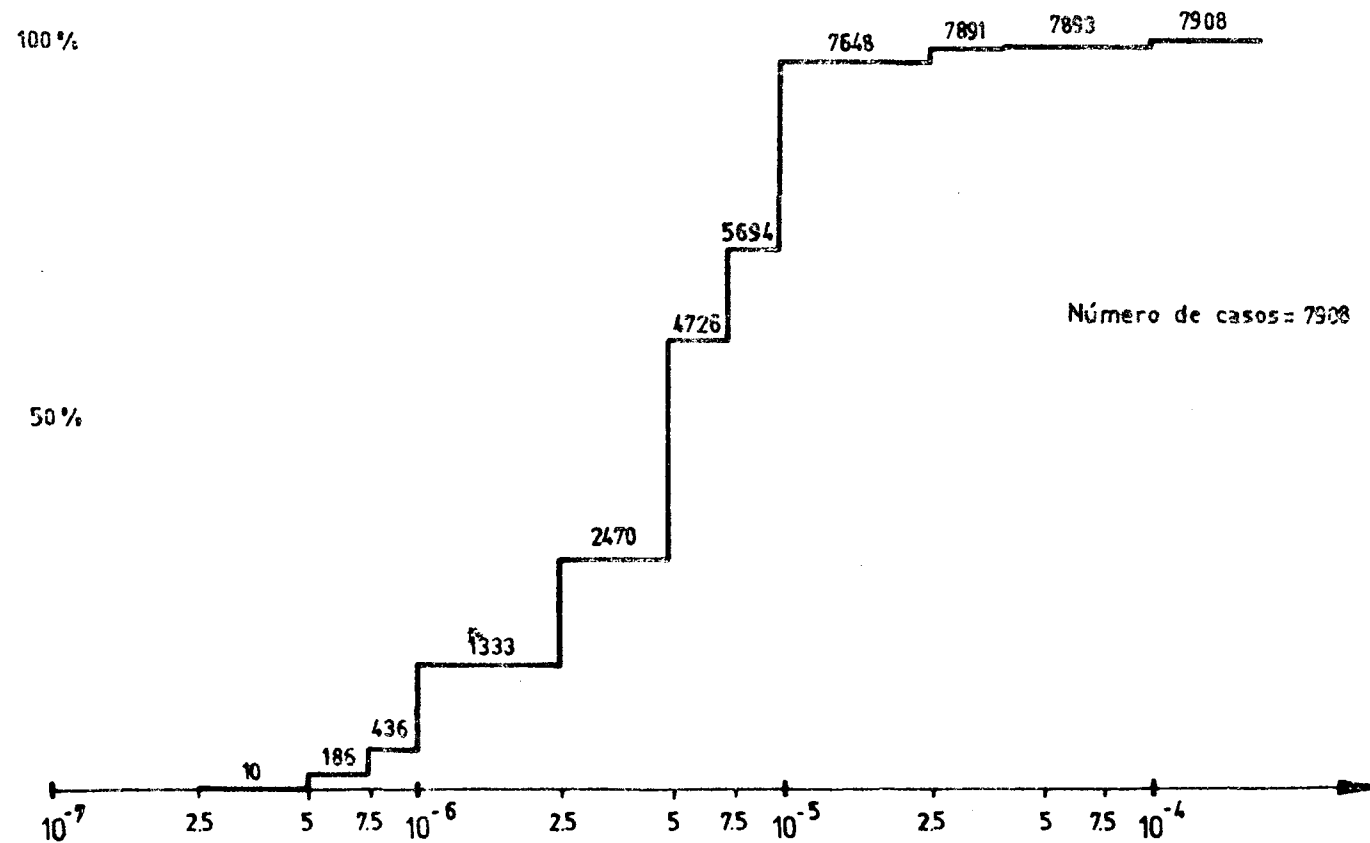


Figura:11

VARIACION DE LA RELACION PICO/MEDIO CON EL TIEMPO DE MUESTREO

LIMA-CALLAO

