

06.77.04 A

comisión
nacional
de energía
atómica
dependiente
de la presidencia
de la nación
REPUBLICA
ARGENTINA
1977
gerencia
protección
radiológica
y seguridad
división
estudios
ambientales

evaluación ambiental de la zona de emplazamiento del reactor R.P.O en lima - Perú

para el
instituto
peruano
de energía
nuclear
ministerio
de energía
y minas
REPUBLICA
PERUANA

INFORME PRINCIPAL

CAPITULO 1: UBICACION

CAPITULO 2: POBLACION Y VIVIENDA

CAPITULO 3: SISMOLOGIA

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION
REPUBLICA ARGENTINA - 1977

GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
DIVISION ESTUDIOS AMBIENTALES

evaluación ambiental de la zona de emplazamiento del reactor R.P.O en lima - Perú

INFORME PRINCIPAL

CAPITULO 1: UBICACION

CAPITULO 2: POBLACION Y VIVIENDA

CAPITULO 3: SISMOLOGIA

PARA EL INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
REPUBLICA PERUANA

I N T R O D U C C I O N

LA COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA ARGENTINA OFRECE AL INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR ESTE ESTUDIO, COMO CONTRIBUCION AL DESARROLLO DE FUTUROS TRABAJOS EN LA MATERIA.

MAS ALLA DE LA MERA INFORMACION ESTADISTICA O DE LA OBJETIVIDAD DE LAS EVALUACIONES TECNICAS, ESTA OBRA TESTIMONIA EL DESEO DE INTENSIFICAR LA FRUCTIFERA COLABORACION EXISTENTE Y ROBUSTECE EL CAMINO TRAZADO POR LOS HOMBRES QUE NOS PRECEDIERON EN LA FECUNDA RELACION ENTRE AMBAS NACIONES.

BUENOS AIRES, DICIEMBRE DE 1977.-

EVALUACION AMBIENTAL DE LA ZONA DE
EMPLAZAMIENTO DEL REACTOR R.P.O
LIMA - PERU

CAPITULO 1 - UBICACION

	<u>INDICE</u>	<u>PAGINA</u>
1.1	Generalidades	1.1
1.2	Tipo de Construcciones próximas al terreno del I.P.E.N.	1.2

	<u>INDICE DE FIGURAS</u>	
<u>FIGURA</u>	<u>UBICACION</u>	<u>PAGINA</u>
1	Ubicación del I.P.E.N. en el distrito "La Victoria"	1.4
2	Vista Aérea del I.P.E.N. y sus alrededores	1.5

EVALUACION AMBIENTAL DE LA ZONA DE
EMPLAZAMIENTO DEL REACTOR R.P.O
LIMA - PERU

CAPITULO 2 - POBLACION Y VIVIENDAS

	<u>INDICE</u>	<u>PAGINA</u>
2. Introducción		2.1
2.1 Metodología de trabajo		2.1
2.2 Resultados obtenidos		2.3
2.2.1 Población y Viviendas según Censo 1972		2.3
2.2.2 Población actualizada al año 1977		2.4
2.2.3 Población, expectativa al año 2000		2.5
2.3 Conclusiones		2.5
Referencias		2.7

<u>FIGURA</u>	<u>INDICE DE FIGURAS</u>	<u>PAGINA</u>
1	Tipo de foto utilizada en la fotointerpretación del primer km. Censo 1972	2.8
2	Sectorización de la zona estudiada hasta 5 km. del I.P.E.N. Censo 1972	2.9
3	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Censo 1972	2.10
4	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección Norte. Censo 1972	2.12
5	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N.E. Censo 1972	2.13
6	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección E. Censo 1972	2.14
7	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S.E. Censo 1972	2.15

<u>FIGURA</u>	<u>INDICE DE FIGURAS</u>	<u>PAGINA</u>
8	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S. Censo 1972	2.16
9	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S.O. Censo 1972	2.17
10	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección O. Censo 1972	2.18
11	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N.O. Censo 1972	2.19
12	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Censo 1972	2.20
13	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N. Censo 1972	2.22
14	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N.E. Censo 1972	2.23
15	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección E. Censo 1972	2.24
16	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S.E. Censo 1972	2.25
17	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S. Censo 1972	2.26
18	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S.O.	2.27

<u>FIGURA</u>	<u>INDICE DE FIGURAS</u>	<u>PAGINA</u>
19	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección O. Censo 1972	2.28
20	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N.O. Censo 1972	2.29
21	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Censo 1972	2.30
22	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N. Censo 1972	2.32
23	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N.E. Censo 1972	2.33
24	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección E. Censo 1972	2.34
25	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S.E. Censo 1972	2.35
26	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S. Censo 1972	2.36
27	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S.O. Censo 1972	2.37
28	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección O. Censo 1972	2.38
29	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N.O. Censo 1972	2.39

<u>FIGURA</u>	<u>INDICE DE FIGURAS</u>	<u>PAGINA</u>
30	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Censo 1972	2.40
31	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N. Censo 1972	2.42
32	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N.E. Censo 1972	2.43
33	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección E. Censo 1972	2.44
34	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S.E. Censo 1972	2.45
35	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S. Censo 1972	2.46
36	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S.O. Censo 1972	2.47
37	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección O. Censo 1972	2.48
38	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N.O. Censo 1972	2.49
39	Población y Densidad de población estables acumuladas en todas las direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Censo 1972	2.50
40	Viviendas en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Censo 1972	2.53

<u>FIGURA</u>	<u>INDICE DE FIGURAS</u>	<u>PAGINA</u>
41	Viviendas acumuladas en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Censo 1972	2.55
42	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Censo 1972-Proyección a 1977	2.57
43	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Censo 1972-Proyección a 1977. Dirección N.	2.59
44	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N.E.	2.60
45	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección E. Censo 1972-Proyección a 1977	2.61
46	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S.E. Censo 1972-Proyección a 1977	2.62
47	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S. Censo 1972-Proyección a 1977	2.63
48	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S.O. Censo 1972-Proyección a 1977	2.64
49	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección O. Censo 1972-Proyección a 1977	2.65
50	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N.O. Censo 1972-Proyección a 1977	2.66
51	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación.	2.67

<u>FIGURA</u>	<u>INDICE DE FIGURAS</u>	<u>PAGINA</u>
52	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N.	2.69
53	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N.E.	2.70
54	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección E.	2.71
55	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S.E.	2.72
56	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S.	2.73
57	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S.O.	2.74
58	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección O.	2.75
59	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N.O.	2.76
60	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación.	2.77
61	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N.	2.79
62	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N.E.	2.80

<u>FIGURA</u>	<u>INDICE DE FIGURAS</u>	<u>PAGINA</u>
63	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección E.	2.81
64	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S.E.	2.82
65	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S.	2.83
66	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S.O.	2.84
67	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección O.	2.85
68	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N.O.	2.86
69	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación	2.87
70	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N.	2.89
71	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N.E.	2.90
72	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección E.	2.91
73	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S.E.	2.92

<u>FIGURA</u>	<u>INDICE DE FIGURAS</u>	<u>PAGINA</u>
74	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S.	2.93
75	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección S.O.	2.94
76	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección O.	2.95
77	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N.O.	2.96
78	Población y densidad de población estables acumuladas en todas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación	2.97
79	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000	2.100
80	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección N.	2.102
81	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección N.E.	2.103
82	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección E.	2.104
83	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección S.E	2.105
84	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección S.	2.106

<u>FIGURA</u>	<u>INDICE DE FIGURAS</u>	<u>PAGINA</u>
85	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativa al año 2000. Dirección S.O.	2.107
86	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección O.	2.108
87	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección N.O.	2.109
88	Densidad de Población estable en las distintas direcciones.hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000	2.110
89	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Dirección N. Expectativas al año 2000	2.112
90	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección N.E.	2.113
91	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección E.	2.114
92	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección S.E.	2.115
93	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección S.	2.116
94	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección S.O.	2.117
95	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección O.	2.118

<u>FIGURA</u>	<u>INDICE DE FIGURAS</u>	<u>PAGINA</u>
96	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección N.O.	2.119
97	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000.	2.120
98	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección N.	2.122
99	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección N.E.	2.123
100	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección E.	2.124
101	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección S.E.	2.125
102	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección S.	2.126
103	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección S.O.	2.127
104	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección O.	2.128
105	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativas al año 2000. Dirección N.O.	2.129
106	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativa al año 2000	2.130

<u>FIGURA</u>	<u>INDICE DE FIGURAS</u>	<u>PAGINA</u>
107	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativa al año 2000. Dirección N.	2.132
108	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativa al año 2000. Dirección N.E.	2.133
109	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativa al año 2000. Dirección E.	2.134
110	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativa al año 2000. Dirección S.E.	2.135
111	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativa al año 2000. Dirección S.	2.136
112	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativa al año 2000. Dirección S.O.	2.137
113	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativa al año 2000. Dirección O.	2.138
114	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativa al año 2000. Dirección N.O.	2.139
115	Población y densidad de población estables acumuladas en todas las direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativa al año 2000	2.140

<u>TABLA</u>	<u>INDICE DE TABLAS</u>	<u>PAGINA</u>
1	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Censo 1972	2.11
2	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Censo 1972	2.21
3	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Censo 1972	2.31
4	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Censo 1972	2.41
5	Población estable acumulada en todas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Censo 1972	2.51
6	Densidad de población estable acumulada en todas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Censo 1972	2.52
7	Viviendas en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Censo 1972	2.54
8	Viviendas acumuladas en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Censo 1972	2.56
9	Población estable en las distintas direcciones proyectada a 1977 hasta 5 km. del punto de ubicación	2.58
10	Densidad de población estable en las distintas direcciones proyectada a 1977 hasta 5 km. del punto de ubicación	2.68
11	Población estable acumulada en las distintas direcciones proyectada a 1977 hasta 5 km. del punto de ubicación	2.78
12	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones proyectada a 1977 hasta 5 km. del punto de ubicación	2.88

<u>TABLA</u>	<u>INDICE DE TABLAS</u>	<u>PAGINA</u>
13	Población estable acumulada en todas direcciones proyectada a 1977 hasta 5 km. del punto de ubicación	2.98
14	Densidad de población estable acumulada en todas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Proyección año 1977	2.99
15	Población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativa al año 2000	2.101
16	Densidad de población estable en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativa año 2000	2.111
17	Población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativa año 2000	2.121
18	Densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativa año 2000	2.131
19	Población estable acumulada en todas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativa año 2000	2.141
20	Densidad de población estable, acumulada en todas direcciones hasta 5 km. del punto de ubicación. Expectativa al año 2000	2.142

EVALUACION AMBIENTAL DE LA ZONA DE
EMPLAZAMIENTO DEL REACTOR R.P.0

LIMA - PERU

CAPITULO 3 - SISMOLOGIA

<u>INDICE</u>	<u>PAGINA</u>
3. Introducción	3.1
3.1 Evolución de Intensidad Sísmica en Lima	3.3
3.2 Sismos para el Proyecto, sus Parámetros	3.11
3.3 Espectros de Proyecto	3.15
3.4 Estimación de las Fuerzas de Proyecto	3.20
3.5 Actividad Sísmica en Perú	3.24
3.6 Conclusiones	3.27
Referencias	3.29

<u>FIGURA</u>	<u>INDICE DE FIGURAS</u>	<u>PAGINA</u>
1	Ciudad de Lima. Evaluación de Intensidad sísmica.	3.31
2	Lima-Perú. Espectros promedios de coeficientes sísmicos.	3.32
3	Lima-Perú. Espectros de coeficiente sísmico, 84% de confiabilidad.	3.33
4	Sismos de máxima magnitud anual. Intervalo 1922-1976.	3.34
5	Magnitudes máximas anuales. Intervalo 1922-1976. Análisis estadístico.	3.35

<u>TABLA</u>	<u>INDICE DE TABLAS</u>	<u>PAGINA</u>
1	Ciudad de Lima. Evolución de Intensidad Sísmica. Valores máximos en intervalos de 50 años.	3.36
2	Actividad Sísmica en Sudamerica entre 2° y 19° Latitud Sur. Eventos máxima Magnitud anual en Intervalo 1922-1976.	3.37

PROLOGO

EVALUACION AMBIENTAL DE LA ZONA DE
EMPLAZAMIENTO DEL REACTOR R.P.0 - LIMA-PERU

PROLOGO

El presente informe presenta un completo estudio radiosanitario del área de influencia del futuro reactor R.P.0 que la Comisión Nacional de Energía Atómica, Argentina, instalará en Lima, Perú, y ha sido preparado siguiendo un pedido especial de las Autoridades del Instituto Peruano de Energía Nuclear.

La información presentada excede el marco normal requerido para un reactor de baja potencia y puede ser de utilidad adicional para la validación de las condiciones radiosanitarias de las instalaciones radiactivas que el I.P.E.N. opera en la actualidad en el mismo sitio. Más aún, la evaluación ha servido también para proveer entrenamiento adecuado a profesionales del I.P.E.N. con vistas a evaluaciones radiosanitarias de instalaciones nucleares mayores.

La realización del Estudio presentado fue efectuada por un equipo formado especialmente por la Gerencia de Protección Radiológica y Seguridad (División Estudios Ambientales), de la Comisión Nacional de Energía Atómica Argentina, bajo la dirección del Lic. Norberto R. Ciallella, compuesto por las siguientes personas:

A. Recopilación de Información Básica en Lima-Perú

Lic. Norberto R. Ciallella	C.N.E.A. (Div. Estudios Ambientales) - Argentina
Agrimensor Sileno Migliori	C.N.E.A. (Direc. Proyectos) - Argentina
Dr. Gustavo Necco	S.M.N., Dependiente de la FUERZA AEREA ARGENTINA Miembro de la Carrera de Investigador Científico del CONICET
Ing. Juan Carmona	Instituto de Investigaciones Antisísmicas "Aldo Bruschi" - Universidad Nacional de San Juan - Argentina

Ing. José Arenas	I.P.E.N. - Perú
Ing. Carlos Ampuero	I.P.E.N. - Perú
Ing. Cristóbal Chang-Say	I.P.E.N. - Perú

B. Realización del Informe: "Evaluación Ambiental de la Zona de Emplazamiento del Reactor R.P.0 en Lima-Perú"

C.N.E.A. - División Estudios Ambientales

Lic. Norberto Ciallella	Responsable del Estudio
Sr. Carlos A. Menossi	Evaluación Radiosanitaria
Lic. Alicia Romano	Computación Científica
Lic. Mónica Lucero	Computación Científica
Lic. Patricia Piva	Computación Científica
Sr. Roberto C. Zunino	Evaluaciones Técnicas
Sr. Norberto De Maio	Evaluaciones Técnicas
Sra. Hortensia Vicente	Evaluaciones Técnicas
Sr. Enrique A. Bluvol	Dibujo Técnico

C.N.E.A. - Dirección de Proyectos

Agrimensor Sileno Migliori	Ubicación - Cartografía - Evaluaciones Técnicas
----------------------------	--

S.M.N. - Dependiente de FUERZA AEREA ARGENTINA

Dr. Gustavo Necco	Meteorología
-------------------	--------------

Instituto de Investigación Antisísmica "ALDO BRUSCHI" -
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN

Ing. Juan Carmona	Director de los Estudios Sismológicos
Ing. Hugo Giuliani	Comportamiento Estructural
Ing. José Herrera Cano	Comportamiento Estructural y Espectros de Respuesta
Lic. Carlos Medone	Sismología y Espectros
Ing. Carlos Monguilner	Comportamiento Estructural
Prof. Raquel Palau de Carmona	Antecedentes Históricos
Prof. Beatriz García de Ubrin	Sismología
Arq. Fernando Serra	Comportamiento Estructural
Lic. Zulma Millán de Escudero	Matemática Aplicada

Prof. Aída Rodríguez

Cálculo Numérico

INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR

Ing. José Arenas

Evaluaciones Técnicas

Ing. Carlos Ampuero

Evaluaciones Técnicas

C. Servicios de Apoyo Logístico para la confección del presente Informe

C.N.E.A. - División Estudios Ambientales

Sra. Susana Fanelli

Secretaria Ejecutiva

Sr. Salvador Zarbo

Gestoría Técnica Administrativa

C.N.E.A. - Sección Sistematización de Datos

Srta. Liliana Cabral

Perfoverificación

C.N.E.A. - Sección Fotografía

Héctor Campos

Jefe Fotografía

Osvaldo De Rose

Enrique De Rose

Osvaldo F. Belloso

Jesús Pasarin

Juan Cruz

C.N.E.A. - Sección Imprenta

Antonio T. Binda

Jefe Imprenta

José Villanti

Feliciano Sánchez

Jorge Schiavo

Nicasio Cabral

Néstor Gómez

Antonio Sánchez

Roberto Martarelli

Alberto Heras

Gerardo Collaert

Luís Ortega

Pedro Giordano

Justo G. Campos
Miguel Contreras
Gustavo Stella
Juan O. Zapata

AGRADECIMIENTOS

La COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA agradece la amplia colaboración prestada para la realización del presente Estudio, por diversas instituciones Peruanas y Argentinas en especial.

A. INSTITUCIONES PERUANAS

Instituto Peruano de Energía Nuclear
Instituto Geográfico Militar
Servicio Aerofotográfico Nacional
Instituto Nacional de Planificación
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)
Corporación Peruana de Aeropuertos Civiles (CORPAC)
Instituto Geofísico del Perú
Biblioteca Nacional - Lima, Perú
CERESIS
Oficina Nacional de Estadísticas y Censos
Consejo Nacional de Tasaciones

B. INSTITUCIONES ARGENTINAS

Servicio Meteorológico Nacional, Dependiente de la FUERZA AEREA ARGENTINA
Instituto de Investigaciones Antisísmicas "ALDO BRUSCHI" -
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN

CAPITULO 1

UBICACION

CAPITULO 1

UBICACION

1.1 Generalidades

El reactor R.P.0 será instalado en terrenos de la actual sede del Instituto Peruano de Energía Nuclear, en la Avenida Luis Aldana N° 120, distrito "La Victoria" (figs. 1 y 2). Este, junto a otros 36 distritos, integra la provincia de Lima. Dicha provincia, junto a otras seis conforma el Departamento de Lima, con una superficie total de 33.821 km².

La ciudad de Lima y sus alrededores, casi en forma total, están emplazados en una llanura aluvial formada por el río Rímac, que pertenece a la vertiente hidrográfica del Pacífico. Dicho río tiene las mismas características de los demás efluentes de la misma vertiente, o sea recorridos relativamente cortos, fuertes pendientes, son del tipo torrencial, caudalosos en verano y de muy escaso volumen de agua en invierno.

El clima es del tipo subtropical desértico, las precipitaciones son muy escasas (promedios anuales alrededor de 5 mm.) y la temperatura media anual es de 17°-19°.

El distrito "La Victoria" se encuentra en el centro de la ciudad y comprende sectores de notable densidad edilicia, a excepción del sector Este, donde la densidad es menos importante.

Las instalaciones del I.P.E.N. distan 5 km. de la Plaza de Armas (km=0). En ese sector las edificaciones, las avenidas y todas las instalaciones de la estructura urbanística son relativamente nuevas pues se ejecutaron después de haberse dispuesto el cierre del Aeropuerto Limatambo, que por normas de seguridad restringían la expansión edilicia, en los sectores aledaños.

Grandes áreas cercanas al ex-Aeropuerto fueron reservadas para futuras construcciones del Estado Nacional, entre

1.2

ellas una fracción fue asignada al Ministerio de Energía y Minas. En el sector Norte de la misma se encuentran las instalaciones del I.P.E.N., emplazado en una superficie de dos hectáreas.

Linderos

La parcela del I.P.E.N. limita hacia el Norte con la Av. Canadá, de doble tránsito y de un ancho de calle aproximado de 40 m.; al Este con la Av. Del Aire, actualmente no pavimentada y de un ancho aproximado de 40 m.; al Sur con más terreno de la misma manzana perteneciente al Ministerio de Energía y Minas y al Oeste con la Av. Luis Aldana, de doble tránsito y de un ancho aproximado de 32 m.

Coordenadas geográficas aproximadas del lugar de emplazamiento del R.P.0:

Latitud: 12° 04' 56" SUR

Longitud: 77° 00' 24" OESTE

Medidas del terreno:

186,40 m. sobre Av. Canadá

111,00 m. sobre Av. Del Aire

199,00 m. sobre el terreno del Ministerio
de Energía y Minas

112,50 m. sobre Av. Luis Aldana*

1.2 Tipo de construcciones próximas al terreno del I.P.E.N.

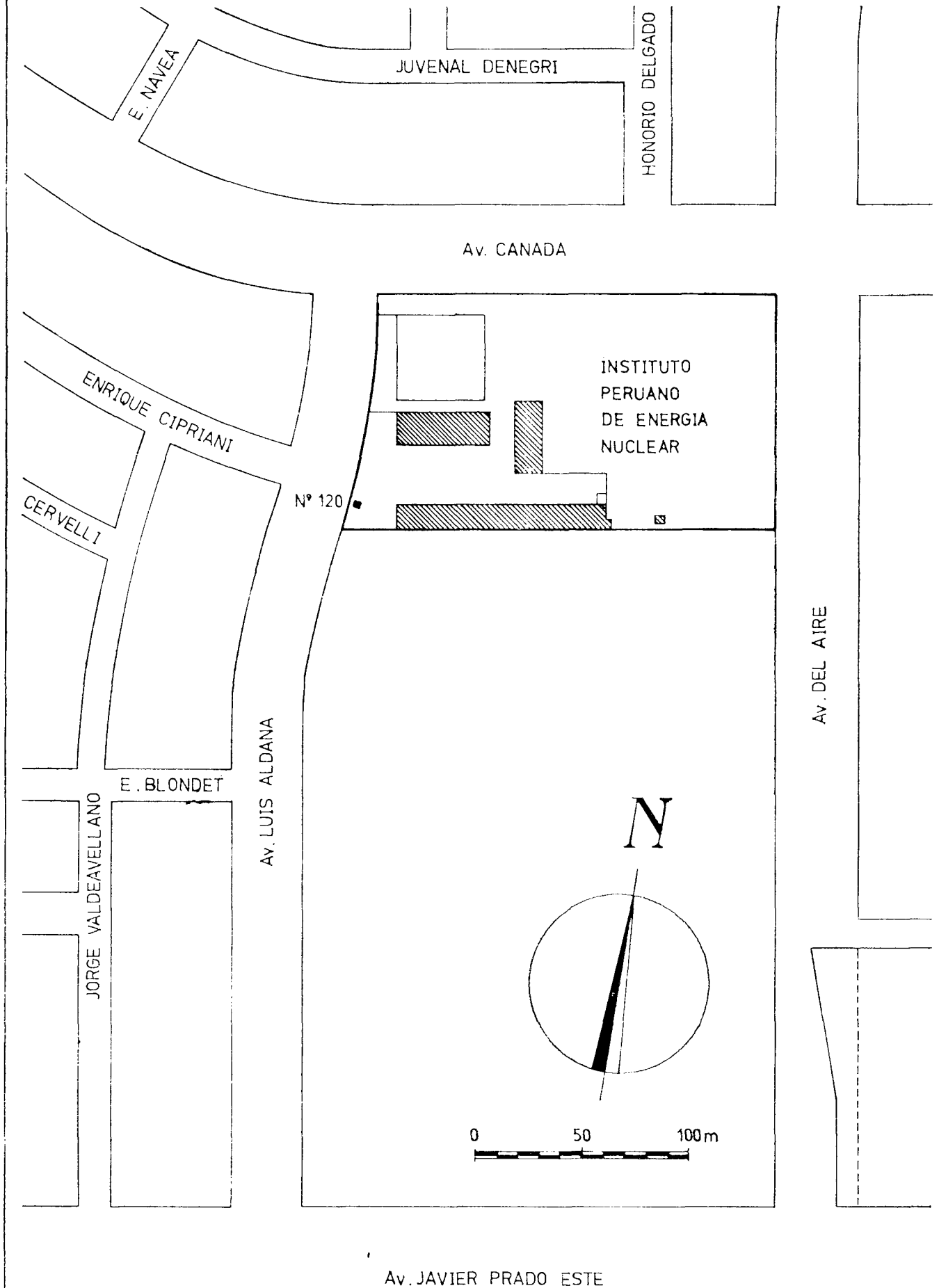
Hacia el Este, cruzando la Av. Prolongación del Aire, se encuentra un amplio terreno, reservado para el futuro complejo administrativo del Primer Ministro. En la actualidad no hay construcciones próximas. En el rumbo Sur continúa la misma manzana con terrenos fiscales reservados para el Ministerio de Energía y Minas. En las proximidades del Instituto se encuentran construcciones (principalmente galpones) donde se realizan tareas de mantenimiento de automotores.

En la orientación Oeste y Norte, cruzando la Av. Luis Al-

* Corresponde a la cuerda de la curva circular que limita el terreno en el lado Oeste.

dana y Canadá respectivamente, se encuentran numerosas viviendas unifamiliares. Las manzanas están fraccionadas en predios de 300 a 500 m² y en cada uno de ellos generalmente hay una casa de piso bajo y piso alto. La antigüedad de las viviendas es menor de ocho años, su estado es muy bueno, tanto los proyectos como las terminaciones son muy homogéneos. Las estructuras de hormigón son reglamentarias, ello implica un dimensionamiento adecuado a las normas antisísmicas vigentes en el lugar; las losas son de hormigón y ladrillos cerámicos y los muros exteriores de mampostería de ladrillos de 0,25 m. de espesor.

FIGURA: 1



UBICACION DEL I.P.E.N

EN EL DISTRITO LA VICTORIA-URB. STA. CATALINA

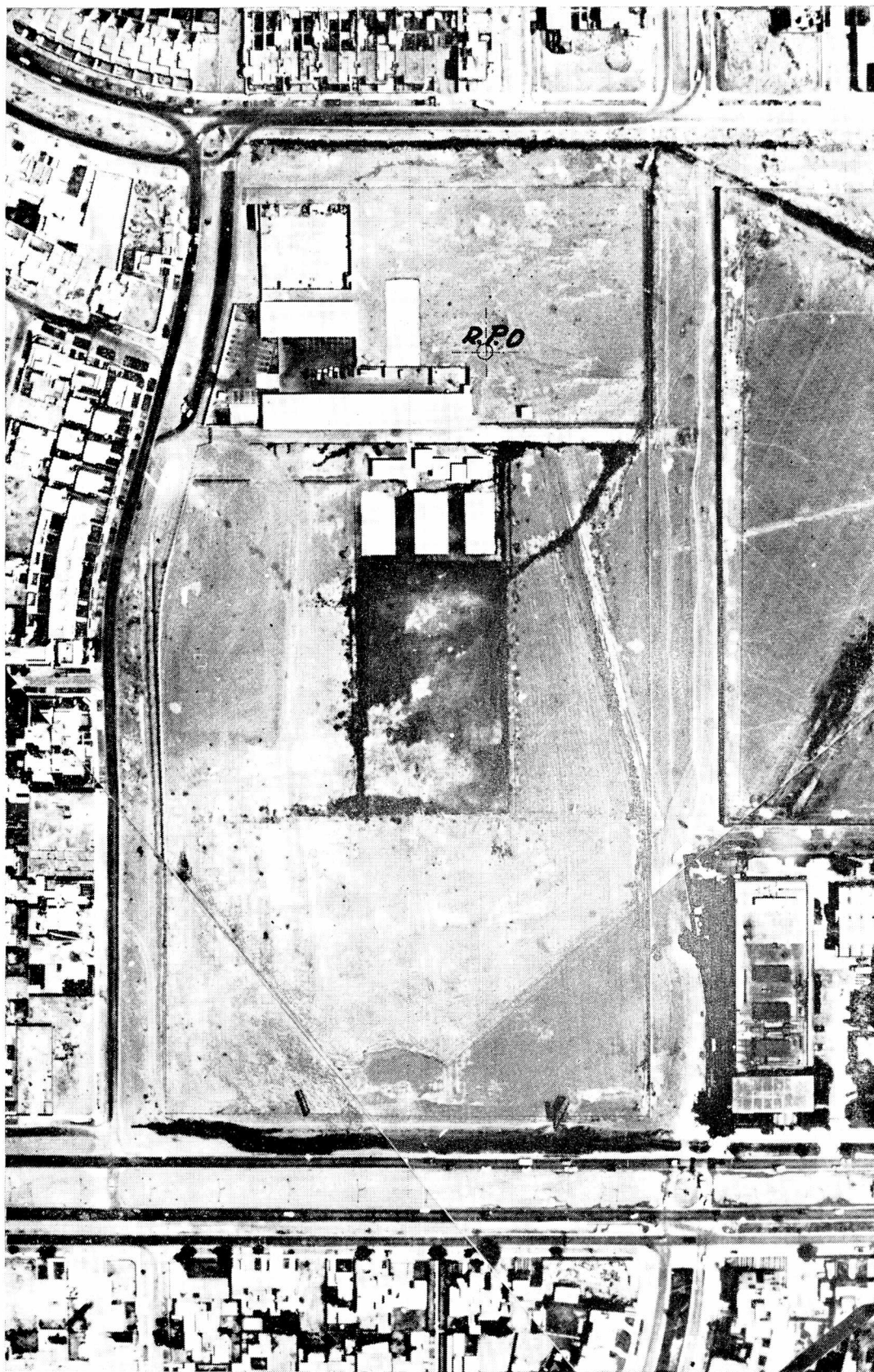


FIGURA 2

VISTA AEREA DEL I.P.E.N. Y SUS ALREDEDORES

CAPITULO 2

POBLACION Y VIVIENDAS

CAPITULO 2

POBLACION Y VIVIENDAS

2. Introducción

En el presente capítulo se estudia Población y Viviendas existentes en un radio de 5 km. del punto de ubicación del reactor R.P.0 en la sede del Instituto Peruano de Energía Nuclear en la ciudad de Lima-Perú.

Para tal fin se trabajó con los listados y cartografía correspondientes al censo Nacional realizado en 1972, suministrados por la Oficina Nacional de Estadísticas y Censos (1). Al no existir información del primer km. correspondiente al censo de 1972, la misma fue obtenida por fotointerpretación utilizando al efecto aerofotografías suministradas por el Servicio Aerofotográfico Nacional (S.A.N.) (2).

Con esta información básica se efectuaron por computación, por un lado las tablas presentadas en los Anexos de Población y Viviendas y por otro se realizaron los cálculos y estimaciones de población y densidad de población actualizados a 1977. También se realizó una estimación de la expectativa al año 2000 de población y densidad de población. En todos los casos se emplearon índices oficiales (3).

2.1 Metodología de trabajo

Los datos originales extraídos de los listados suministrados por la Oficina Nacional de Estadísticas y Censos fueron interpretados por manzanas. Para ello se trabajó con un mapa general de la ciudad de Lima a nivel de manzanas (4). El trabajo detalle se efectuó con la cartografía suministrada por la Oficina Nacional de Estadísticas y Censos. Se estudió una zona de 5 km. de radio tomando como centro el lugar donde será instalado el Reactor R.P.0.

El primer km. fue estudiado mediante fotointerpretación de aerofotografías suministradas por el S.A.N. (fig. 1).

La región en estudio fue subdividida para su análisis en ocho sectores, cada uno de los cuales corresponde a una

dirección cardinal (fig. 2). Cada sector fue numerado de 1 a 8 a los efectos de su codificación, correspondiendo el 1 al Norte y siguiendo en forma correlativa para finalizar con el 8 correspondiente al Noroeste.

Como primera etapa del proceso de estos datos, se obtuvieron listados donde las manzanas fueron reordenadas de acuerdo al sector y km. al que pertenecían.

En estos listados obtenidos por computadora y presentados en los Anexos de Población y Viviendas, figuran para cada km. y cada sector todas las manzanas que allí se encuentran, el distrito a que éstas pertenecen y la cantidad de habitantes y viviendas de cada una de ellas.

En los listados correspondientes al año 1972, no figura el primer km. por no disponerse de datos del Censo de 1972 para dicho lugar (no existían a esa fecha urbanizaciones en dicha zona).

Este análisis fue repetido para el año 1977, siendo actualizados los datos de población correspondientes a cada manzana a partir del segundo km. El primer km. que figura en los listados del año 1977, fue obtenido por fotointerpretación.

La actualización al año 1977 fue realizada mediante la Hipótesis III, desarrollada en el Boletín de Análisis Demográfico de la Oficina Nacional de Estadísticas y Censos (3). Este análisis se reproduce en el Anexo I A, del presente estudio.

La actualización se efectuó mediante el empleo de la siguiente expresión:

$$P^{73} = P^{72} \times R \times P^{72}$$

donde:

P^{72} = Población estable a la fecha del Censo Nacional 1972.

P^{73} = Población que se espera habrá en el año 1973.

R = Índice de crecimiento medio.

Los índices de crecimiento medio empleados para el cálculo fueron los siguientes:

2.3

AÑOS	INDICE DE CRECIMIENTO POR CADA 1000 HABITANTES
1970-1975	29.84
1975-1980	29.87
1980-1985	29.54
1985-1990	28.88
1990-1995	27.97
1995-2000	26.90

Los dos primeros índices fueron utilizados para obtener la proyección al año 1977 y los restantes para el cálculo de la expectativa al año 2000.

En el caso de la expectativa al año 2000 por manzana para el primer km., se partió de los datos obtenidos por fotointerpretación.

La segunda etapa de proceso consistió en un exhaustivo análisis por computación de la población, densidad de población y viviendas por sectores.

2.2 Resultados obtenidos

2.2.1 Población y Viviendas según Censo 1972

La fig. 3 muestra la población estable según Censo 1972 en las distintas direcciones. Las figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, muestran la población estable en cada dirección cardinal, según Censo 1972.

La figura 12 muestra la densidad de población estable en las distintas direcciones, según censo 1972. Las figs. 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, y 20, muestran la densidad de población estable en cada dirección cardinal, según Censo 1972.

La fig. 21 muestra la población estable acumulada, en las distintas direcciones, según Censo 1972. Las figs. 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, muestran la población acumulada en cada dirección cardinal según censo 1972. La figura 30 muestra la densidad de población acumulada en las distintas direcciones según

Censo 1972. Las figs. 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, muestran la densidad de población acumulada en cada dirección cardinal, según Censo 1972.

La fig. 39, muestra la población y densidad de población estables según Censo 1972, acumulada en todas direcciones.

La fig. 40 muestra el número de viviendas según Censo 1972 en las distintas direcciones. La figura 41, muestra el número de viviendas acumuladas según Censo 1972, en las distintas direcciones.

2.2.2 Población actualizada al año 1977

La fig. 42 muestra la población estable actualizada en las distintas direcciones. El primer km. presenta la población obtenida por fotointerpretación. Las figs. 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, muestran la población estable actualizada en cada dirección cardinal.

La fig. 51 muestra la densidad de población estable actualizada en las distintas direcciones. El primer km. presenta la densidad de población obtenida por fotointerpretación. Las figs. 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, muestran la densidad de población estable actualizada en cada dirección cardinal.

La fig. 60 muestra la población estable acumulada en las distintas direcciones, actualizada. El primer km. presenta la población obtenida por fotointerpretación.

Las figs. 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, muestran la población estable acumulada en cada dirección cardinal, actualizada.

La fig. 69 muestra la densidad de población estable acumulada en las distintas direcciones actualizadas. El primer km. presenta la densidad de población obtenida por fotointerpretación. Las figs. 70, 71,

72, 73, 74, 75, 76, 77 muestran la densidad de población estable acumulada en cada dirección cardinal actualizada.

La fig. 78 muestra la población y densidad de población estables en todas direcciones actualizadas.

2.2.3 Población, Expectativa al año 2000

La fig. 79 muestra la expectativa de población al año 2000 en las distintas direcciones. Las figs. 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, muestran la expectativa de población al año 2000 en cada dirección cardinal.

La fig. 88 muestra la expectativa de densidad de población al año 2000 en las distintas direcciones. Las figs. 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, muestran la expectativa de densidad de población al año 2000 en cada dirección cardinal.

La fig. 97 muestra la expectativa de población acumulada al año 2000 en las distintas direcciones. Las figs. 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, muestran la expectativa de población acumulada al año 2000 en cada dirección cardinal.

La fig. 106, muestra la expectativa de densidad de población acumulada al año 2000 en las distintas direcciones. Las figs. 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, muestran la expectativa de densidad de población acumulada al año 2000, en cada dirección cardinal.

La fig. 115 muestra la expectativa al año 2000 de población y densidad de población en todas direcciones.

2.3 Conclusiones

Se efectuó un detallado estudio de población y viviendas. Los resultados obtenidos muestran una población estable actualizada a 1977 mediante índices oficiales de 1.094.806 habitantes en un radio de 5 km. del punto de ubicación

del Reactor R.P.0. La densidad de población para el mismo radio es de 13.939 habitantes por km^2 . La población más cercana se encuentra a 110 metros del punto de ubicación del reactor R.P.0. La población en el primer km. es de 22.315 habitantes y la densidad es de 7.103 habitantes por km^2 .

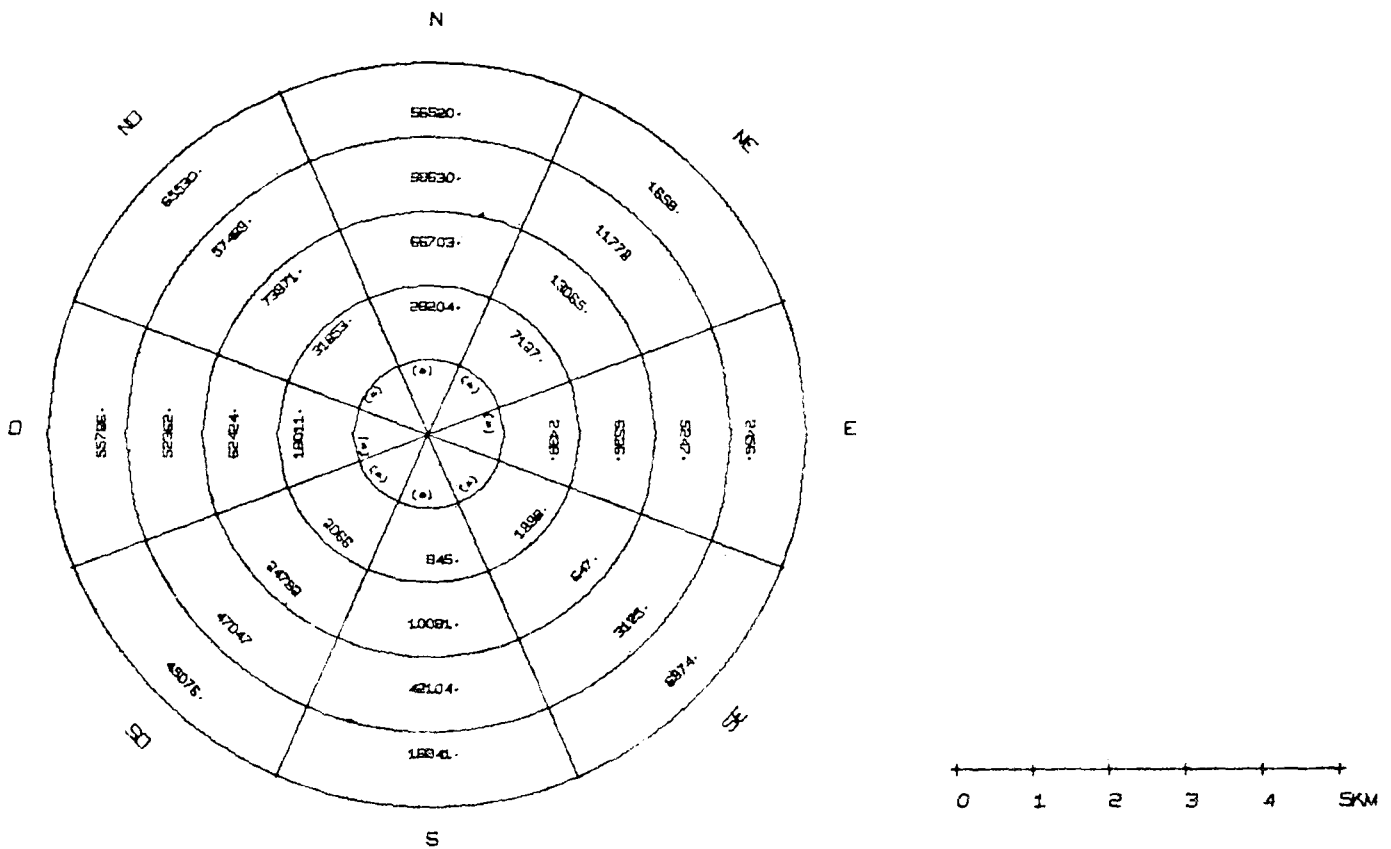
Una evaluación y expectativa al año 2000 fue igualmente efectuada. La misma, si bien está condicionada por diferentes factores, puede dar de todos modos una perspectiva de utilidad en el caso de mantener el Instituto Peruano de Energía Nuclear en dicha ubicación, instalaciones en operación hacia el año 2000. Al efecto, esta evaluación de expectativa prevee prácticamente la duplicación del número de habitantes al año 2000.

REFERENCIAS

1. Oficina Nacional de Estadísticas y Censos.
2. Servicio Aerofotográfico Nacional (S.A.N.)
3. Boletín de Análisis Demográficos N° 16. Perspectivas de Crecimiento de la Población del Perú 1960-2000.
4. Consejo Nacional de Tasaciones. Mapa.

2.10
Figura: 3

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES
POBLACION ESTABLE
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION
I.P.E.N.-PERU



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

POBLACION ESTABLE EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
 HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION (+)
 UBICACION=RP0 I.P.E.N. = PERU

KM	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
2	29204.	7127.	2438.	1998.	945.	2066.	14011.	31453.
3	66703.	13065.	6536.	647.	10091.	24792.	62424.	73971.
4	99630.	11778.	5247.	3125.	42104.	47047.	52362.	57489.
5	56520.	1659.	2456.	6974.	19941.	45076.	55786.	65530.

2.11

(+) * FUENTE= OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS- *
 (CENSO NACIONAL 1972)
 (*) NO SE DISPONE DE DATO

Figura: 4

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

POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION N

I.P.E.N. - PERU

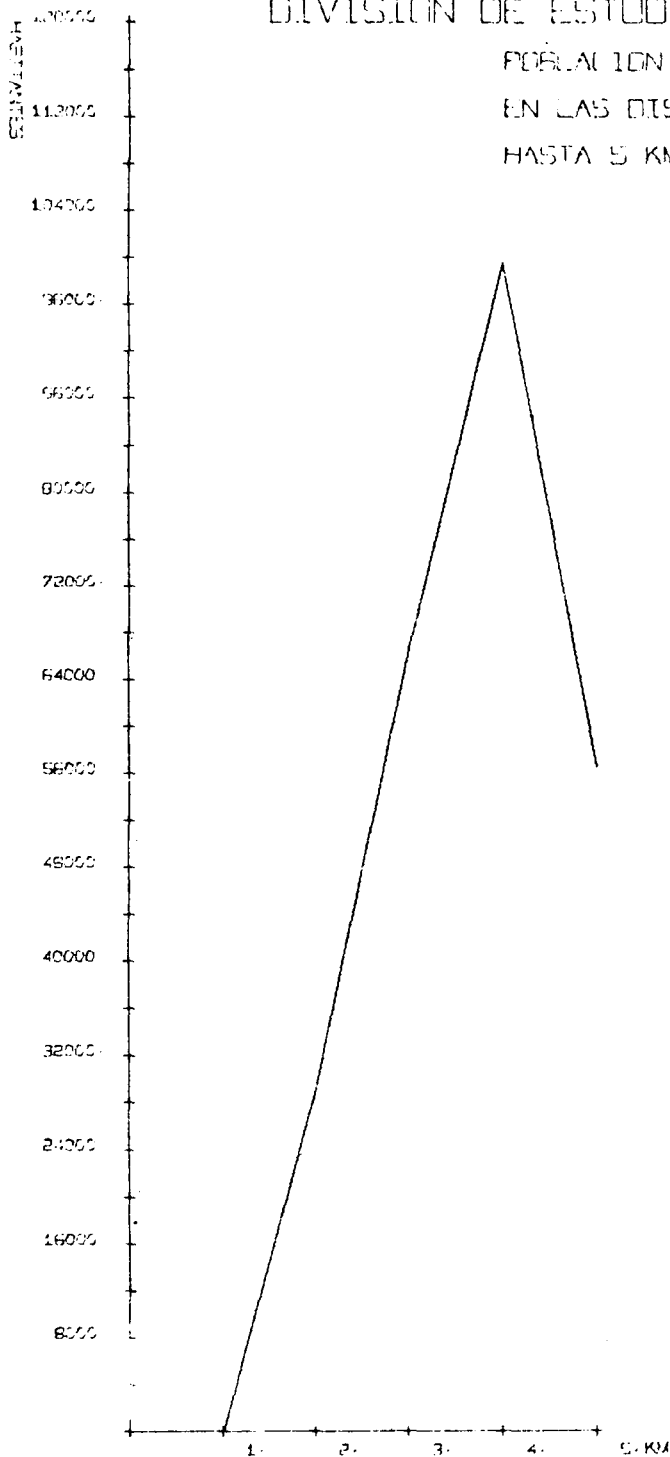


Figura: 5

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

POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION NE

I.P.E.N.-PERU

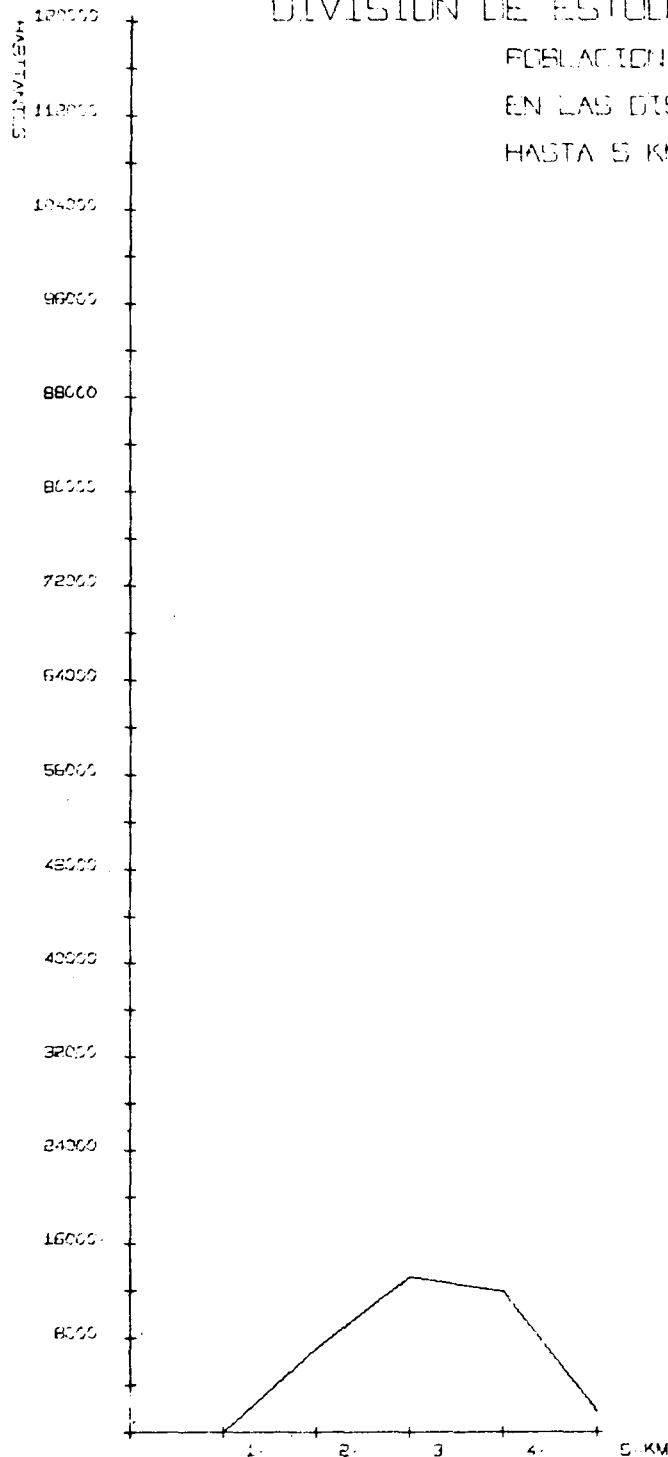


Figura: 6

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

POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION E

I.P.E.N. - PERU

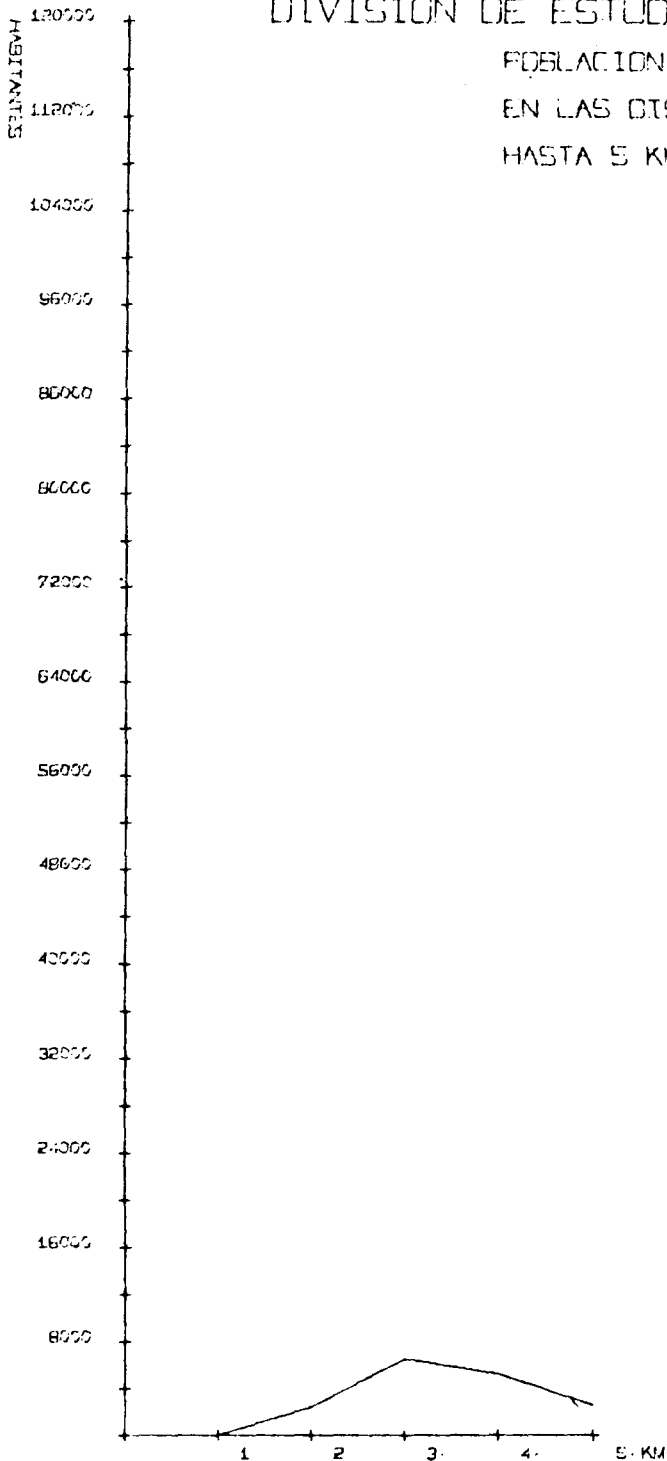


Figura: 7

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

POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION SE

I.P.E.N.-PERU

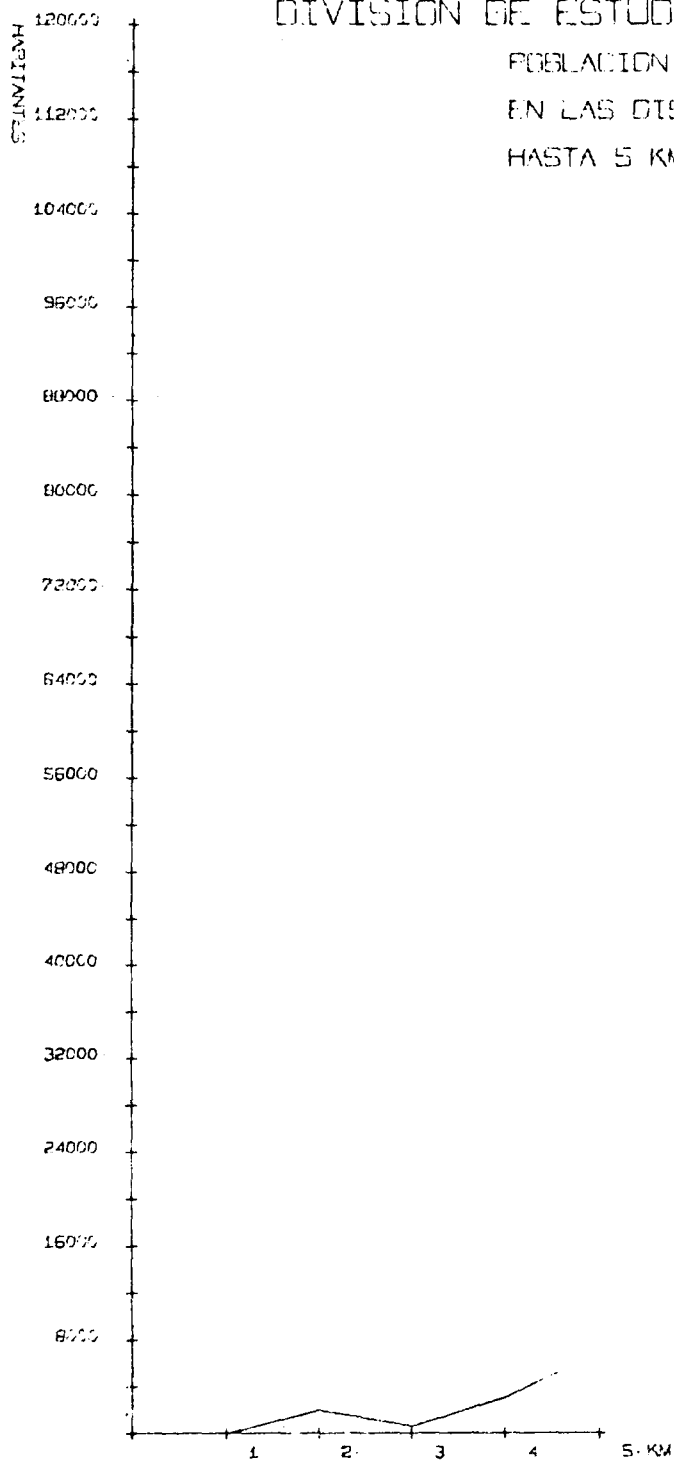


Figura: 8

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

POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION S

I.P.E.N. - PERU

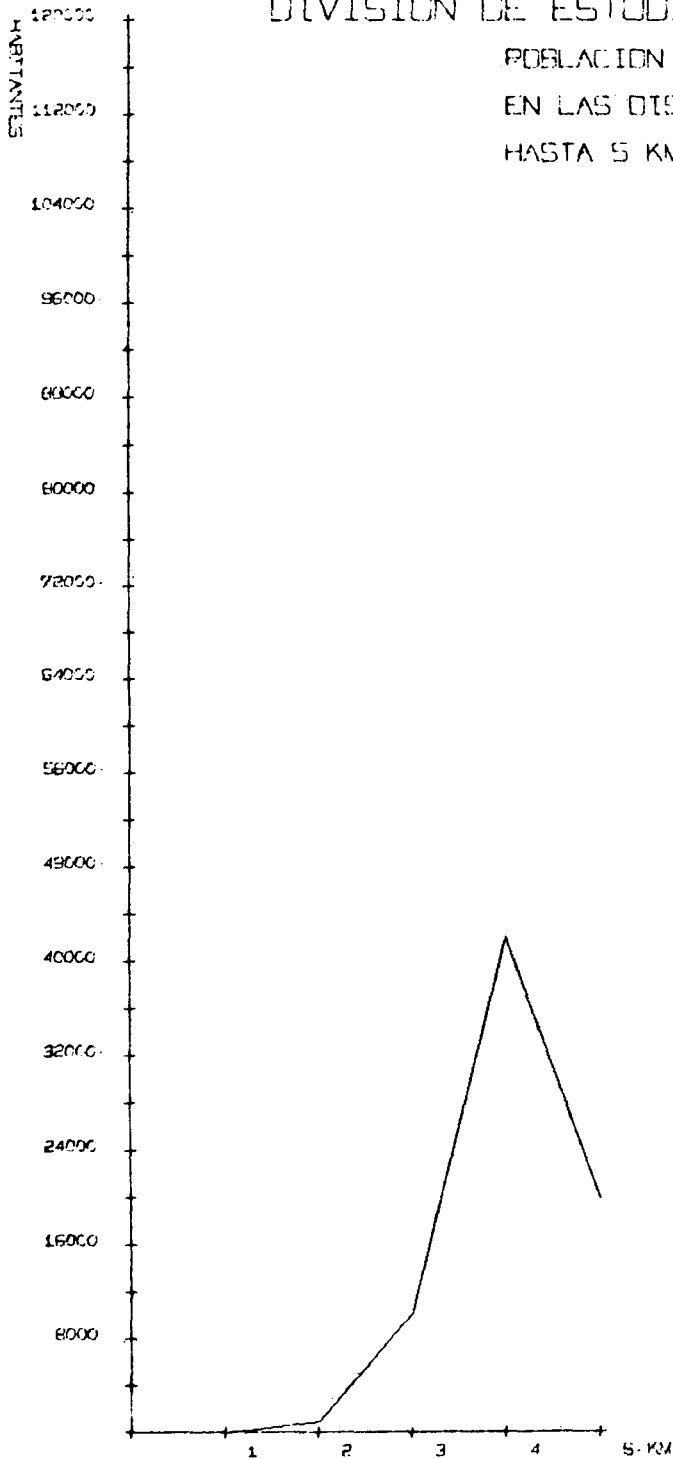


Figura: 9

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

POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION SO

I.P.E.N. - PERU

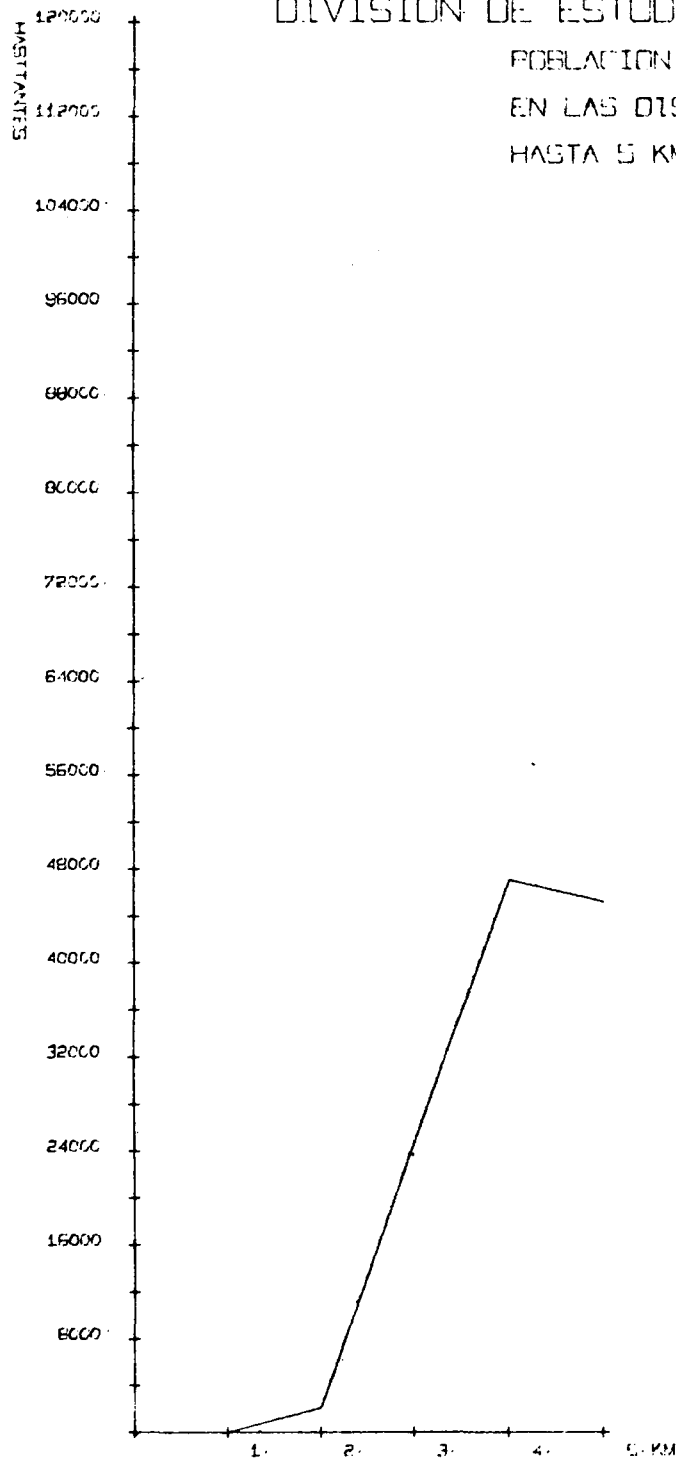


Figura: 10

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

POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION D

I.F.E.N. - FERU

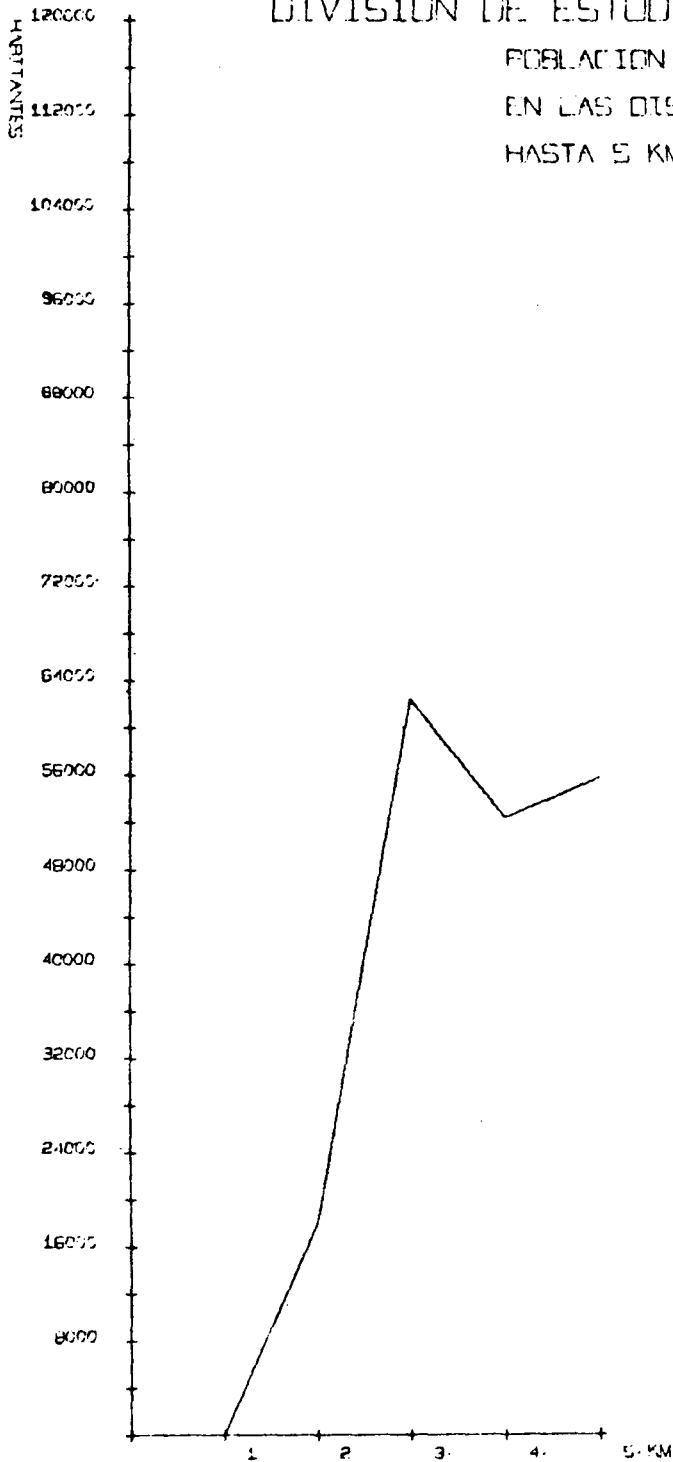


Figura: 11

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

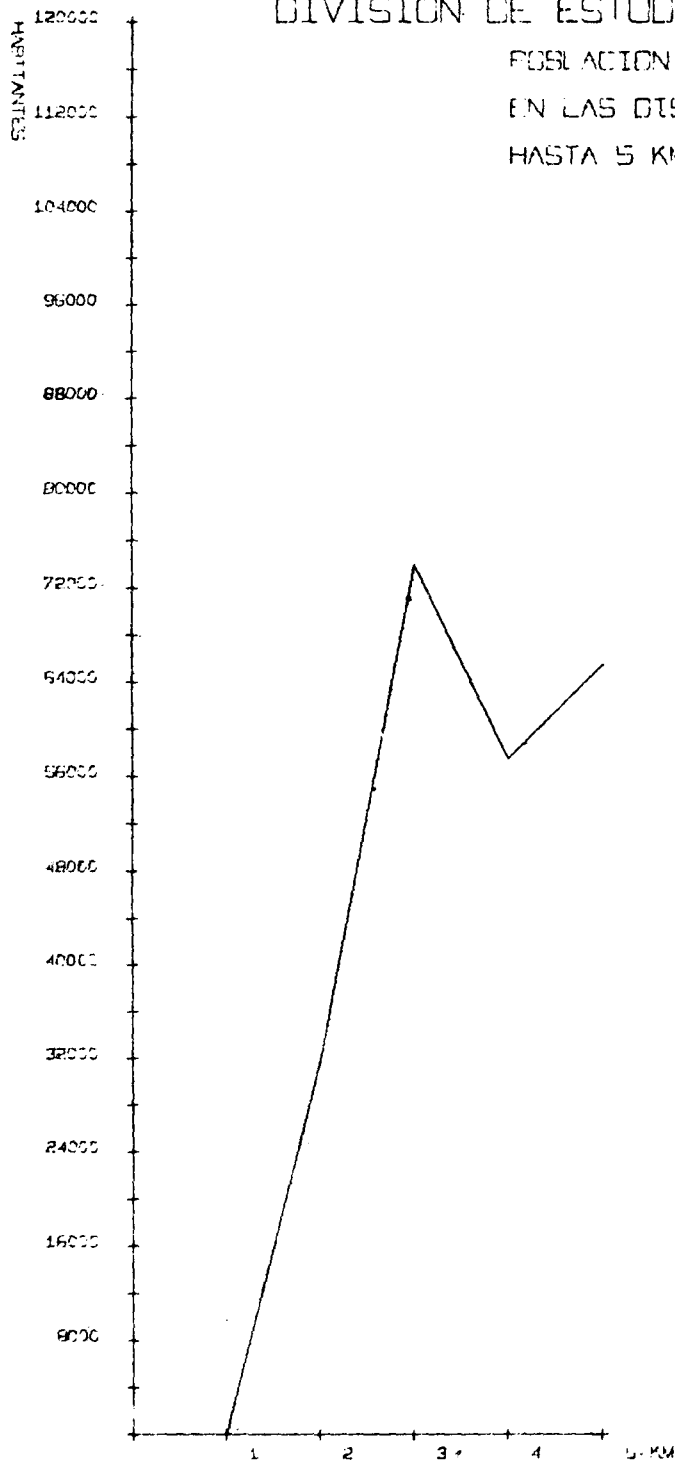
POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

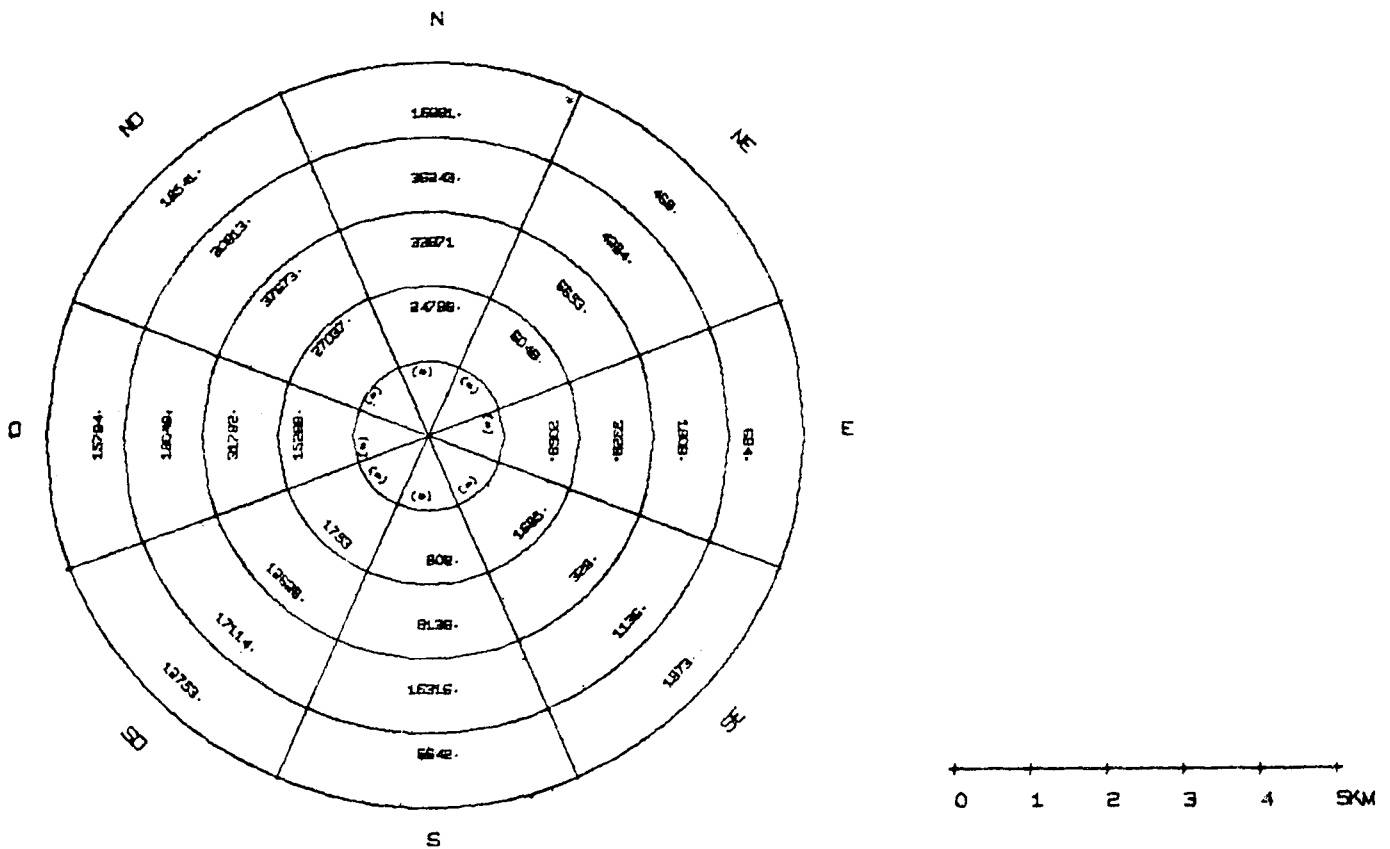
DIRECCION NO

I.P.E.N. - PERU



2.20
Figura: 12

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES
DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE , EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
 HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION (+)
 UBICACION=RPO I.P.E.N. - PERU

KM	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
2	24789.	6049.	2069.	1695.	802.	1753.	15288.	27037.
3	33971.	6653.	3328.	329.	5139.	12626.	31792.	37673.
4	36243.	4284.	1908.	1136.	15316.	17114.	19048.	20913.
5	15991.	469.	694.	1973.	5642.	12753.	15784.	18541.

2.21

(+) * FUENTE= OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS *
 (CENSO NACIONAL 1972)
 (*) NO SE DISPONE DE DATO

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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION N
I.P.E.N.-PERU

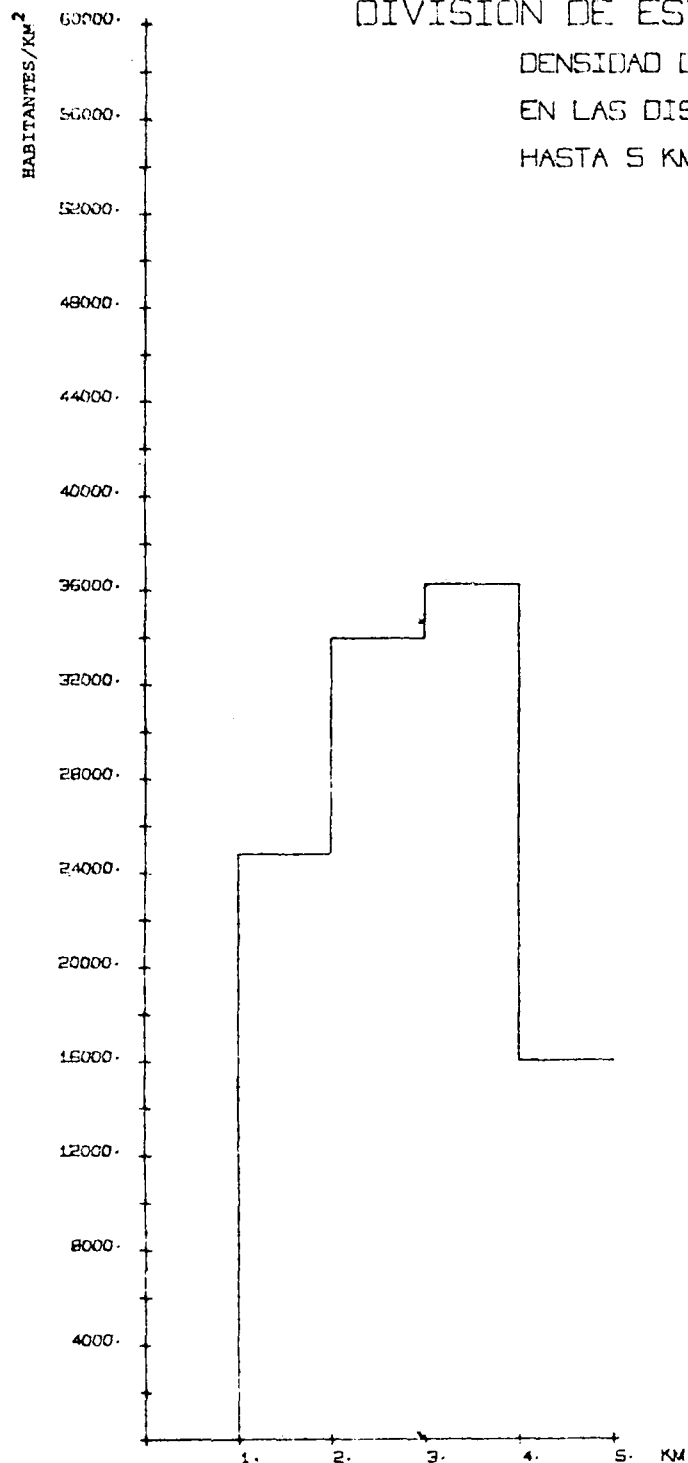


Figura: 14

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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION NE

I.P.E.N.-PERU

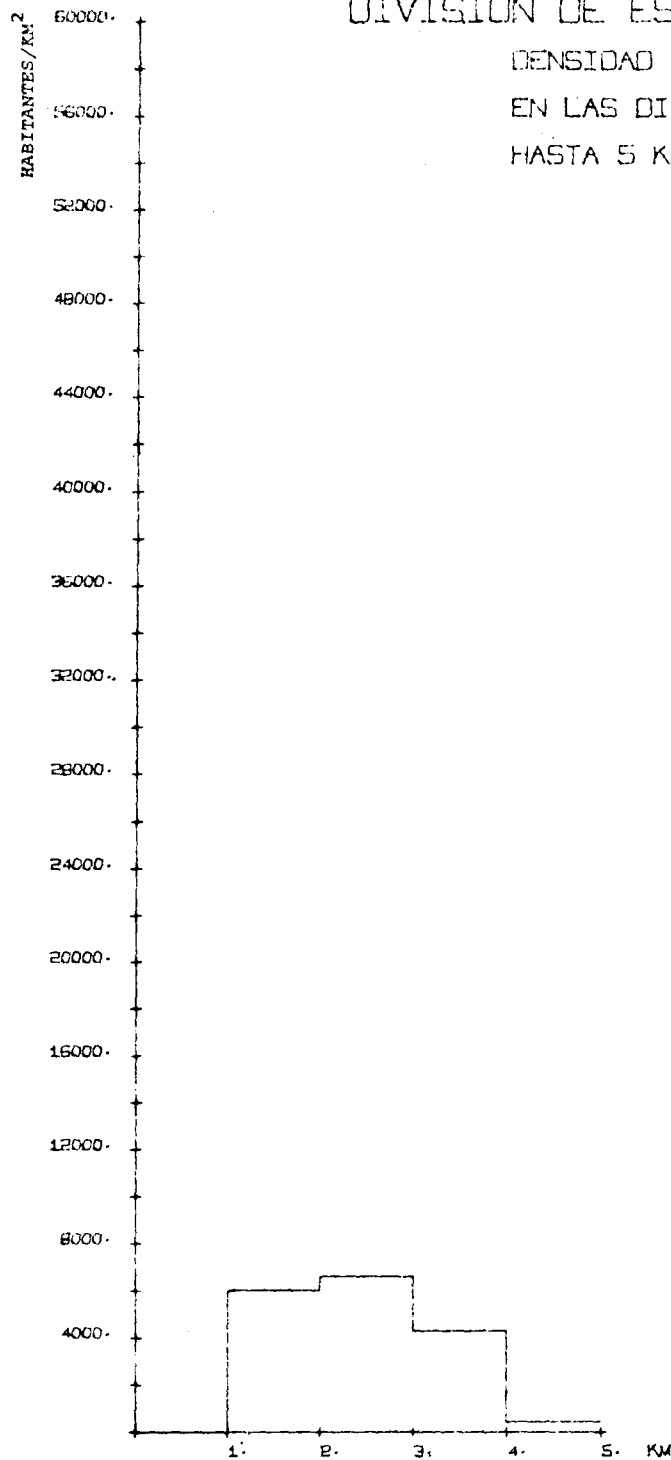
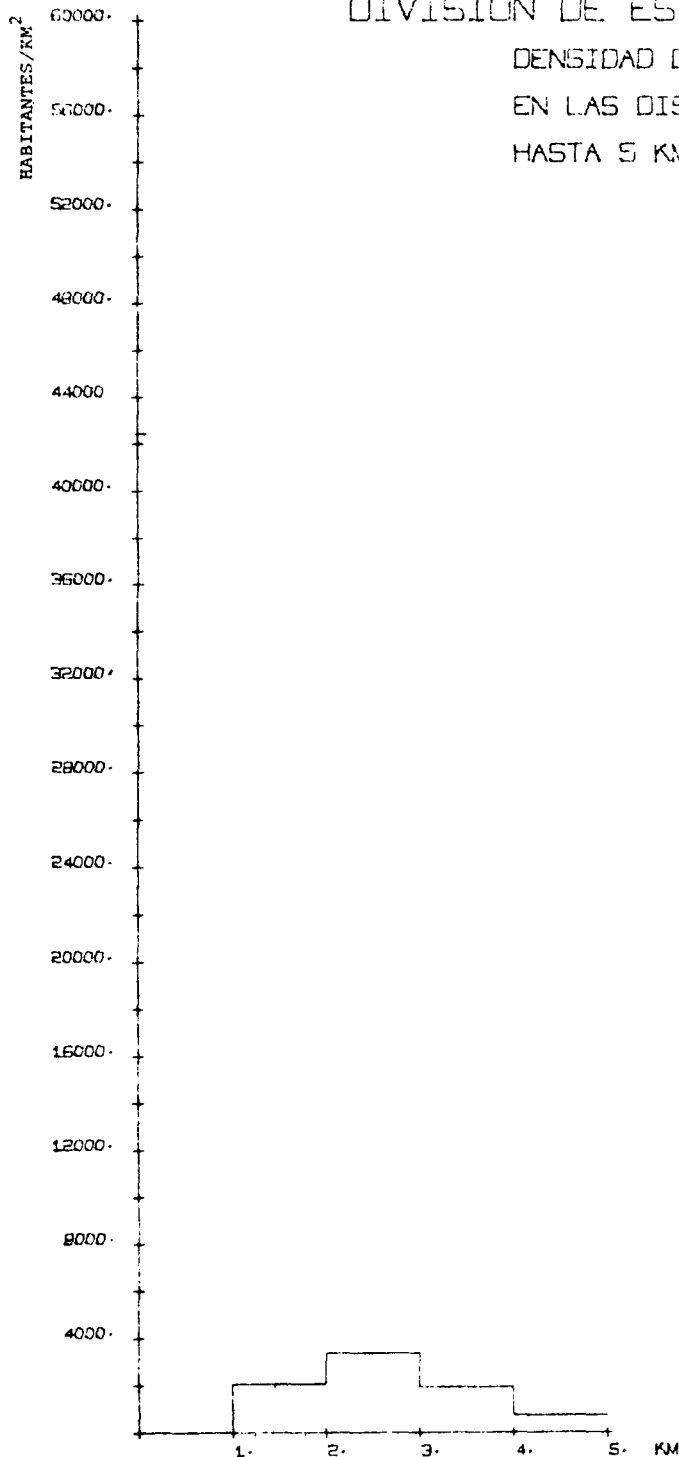


Figura: 15

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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION E
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION SE
I.P.E.N.-PERU

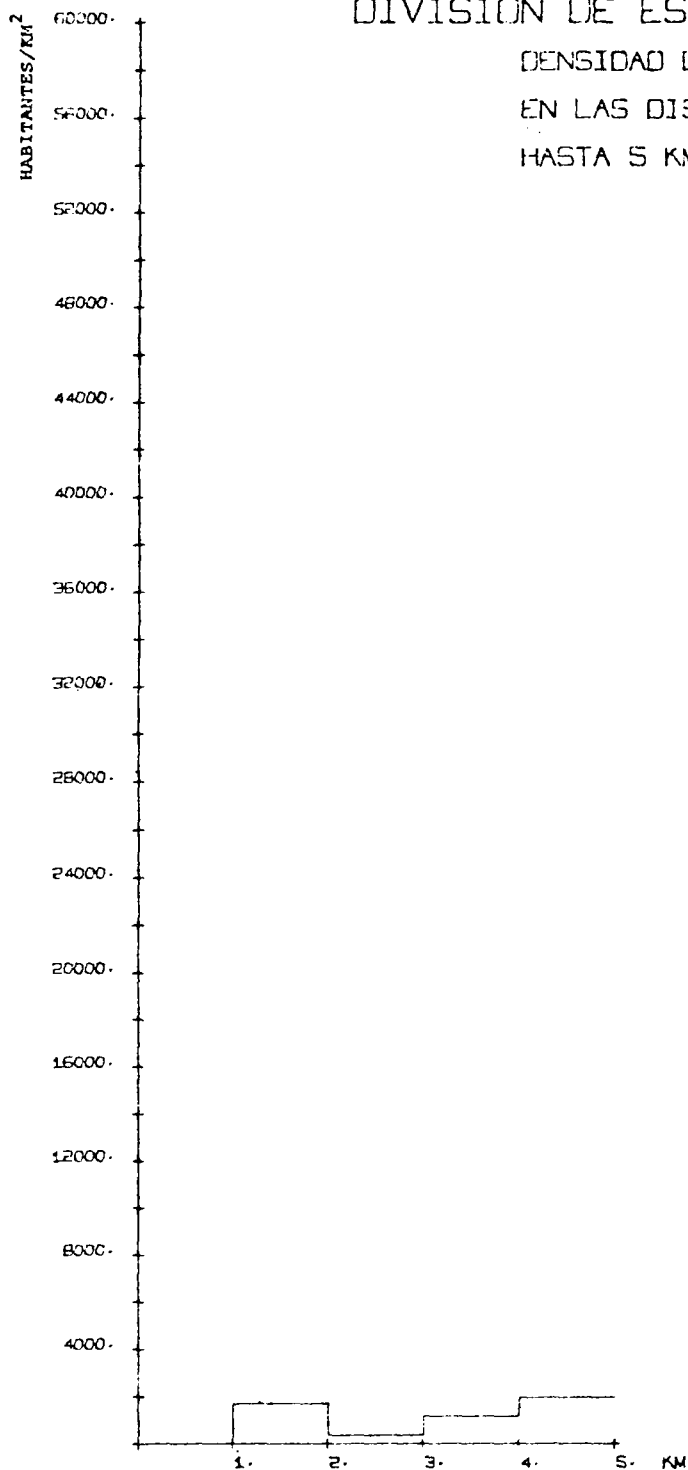
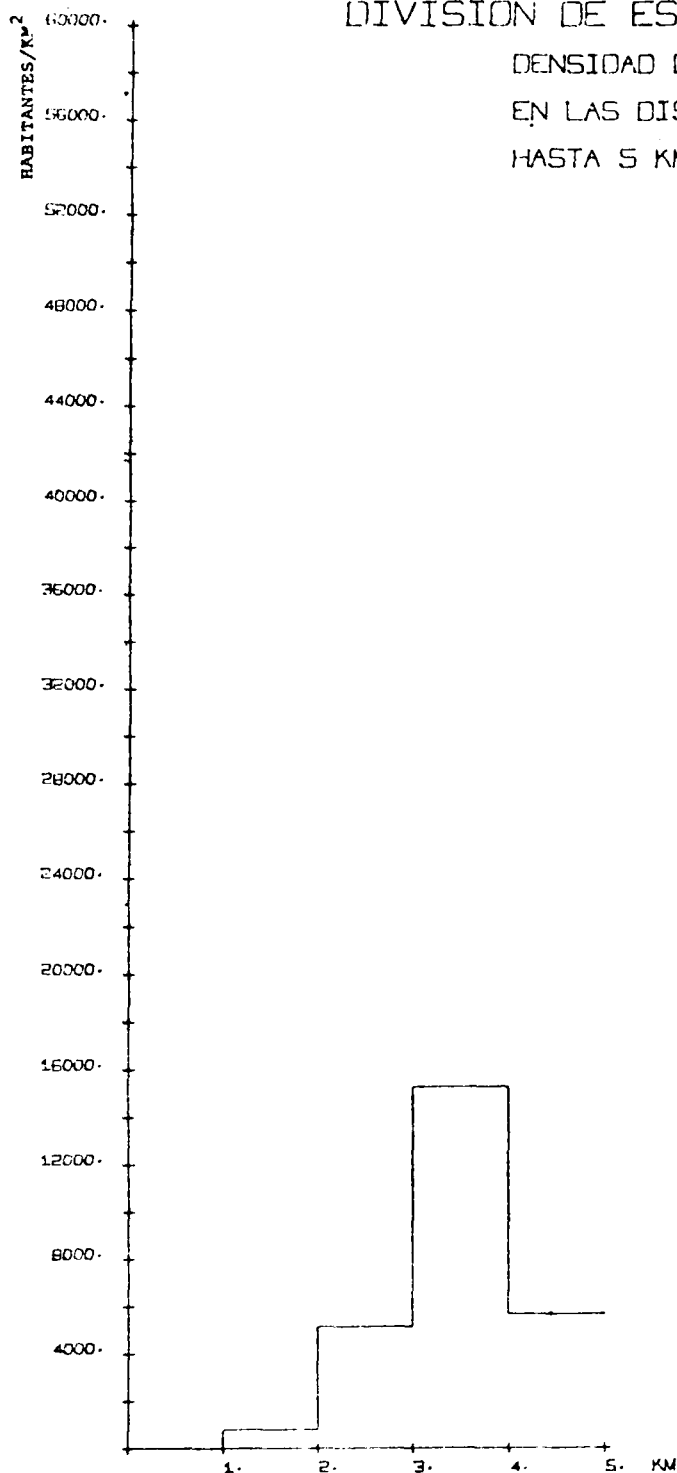


Figura 17

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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

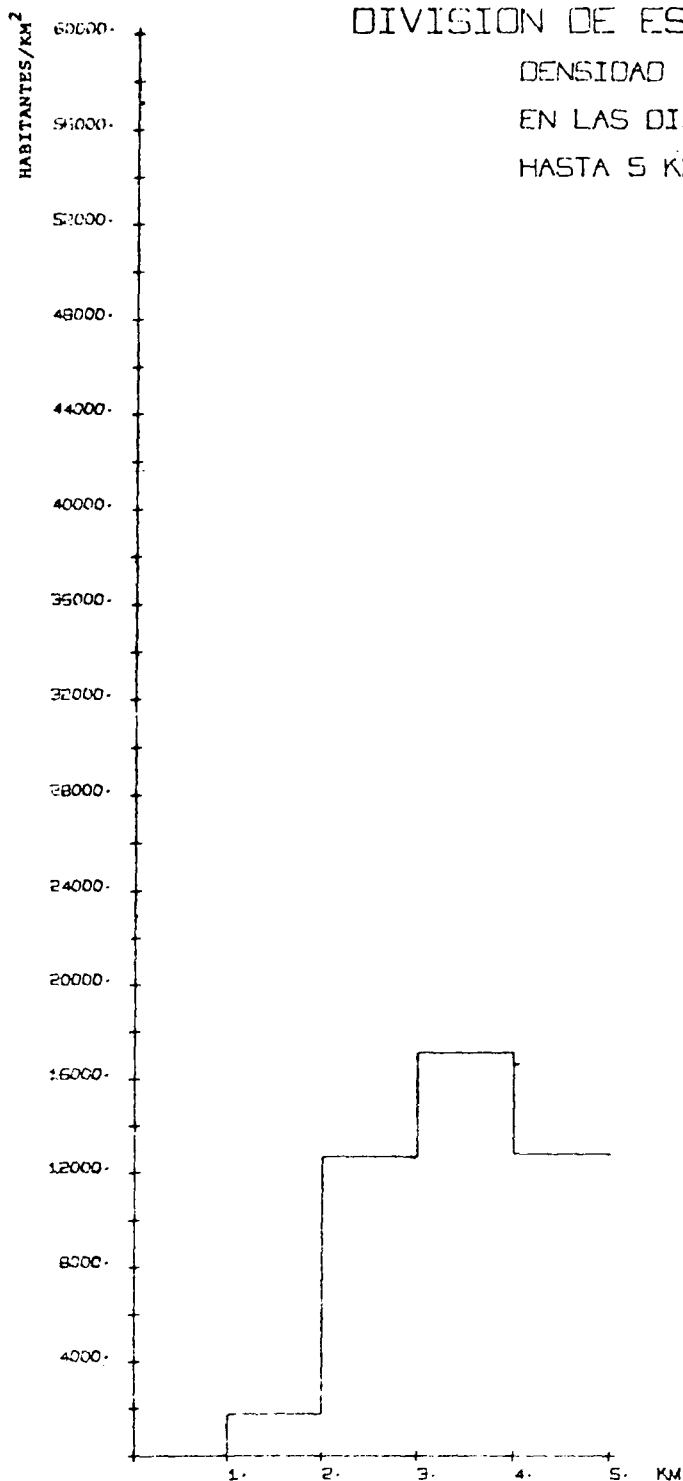
DIRECCION S
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

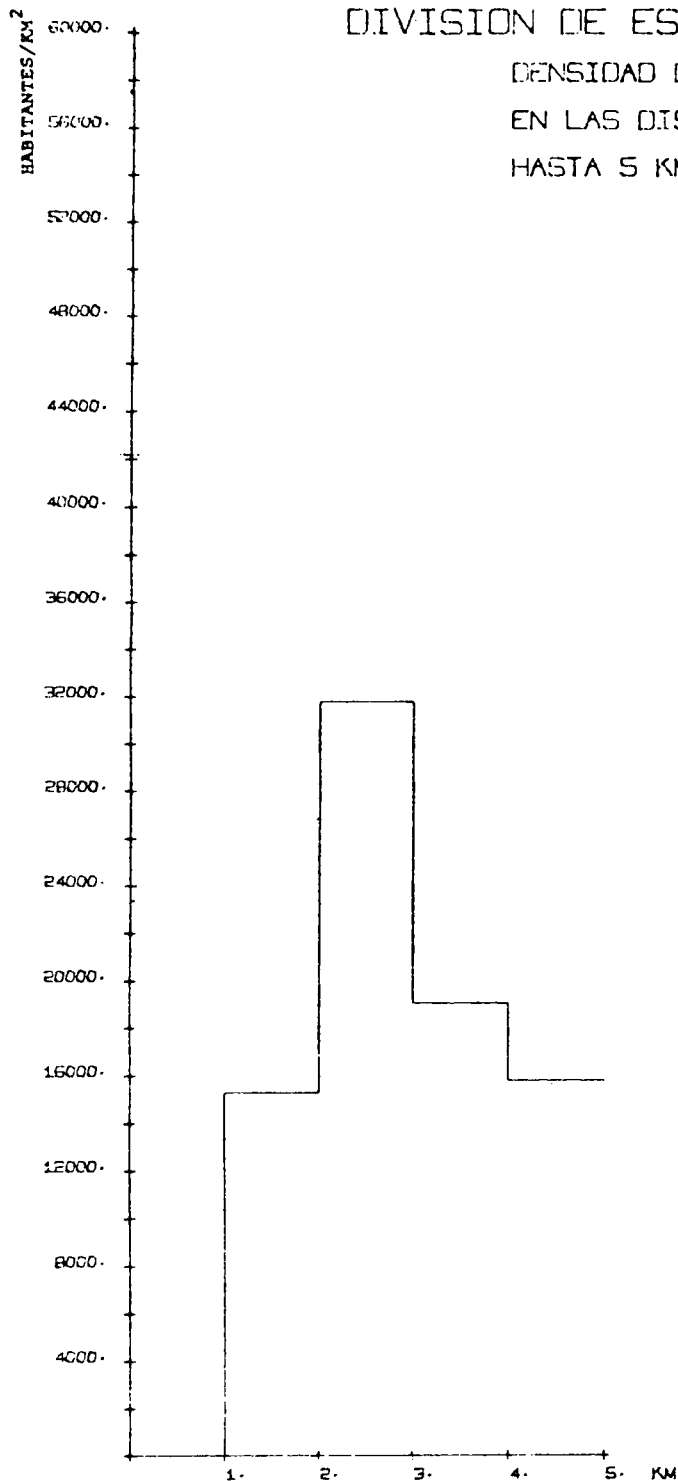
DIRECCION SO
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

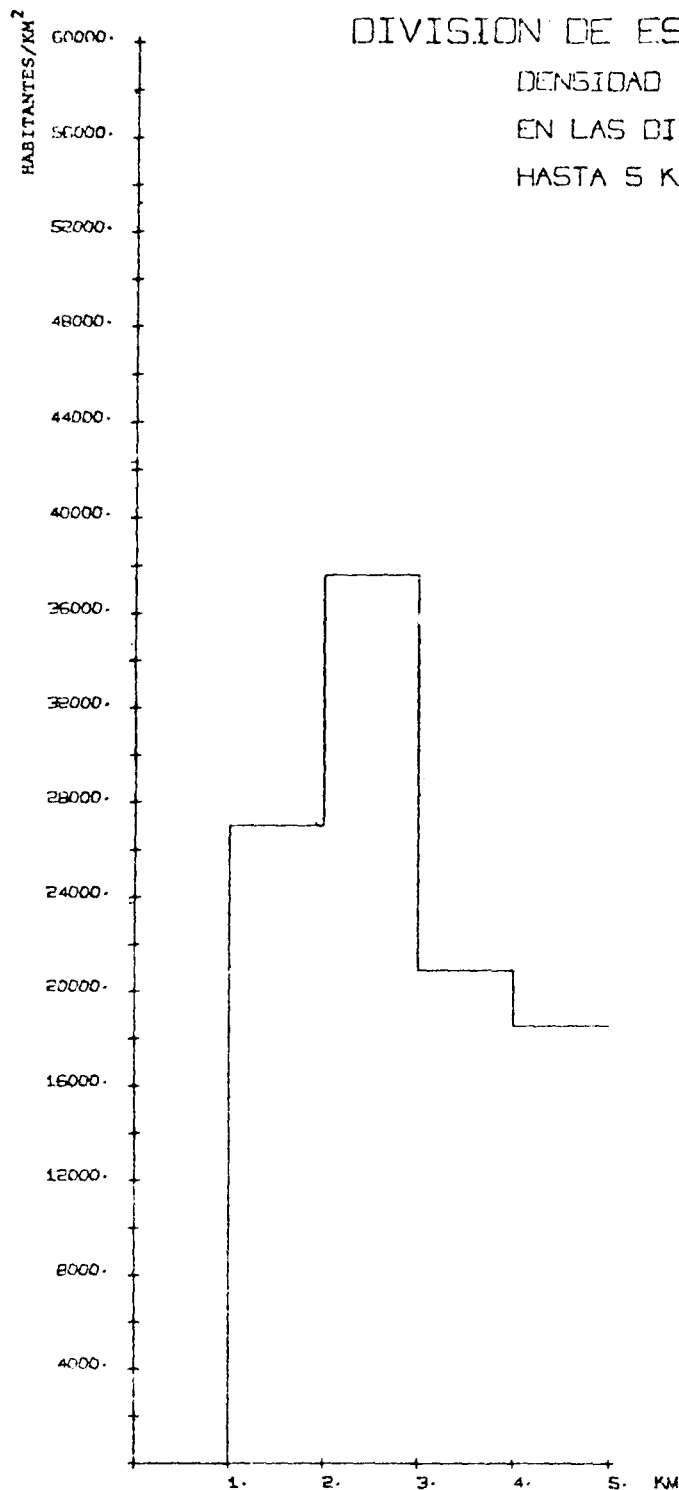
DIRECCION O
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

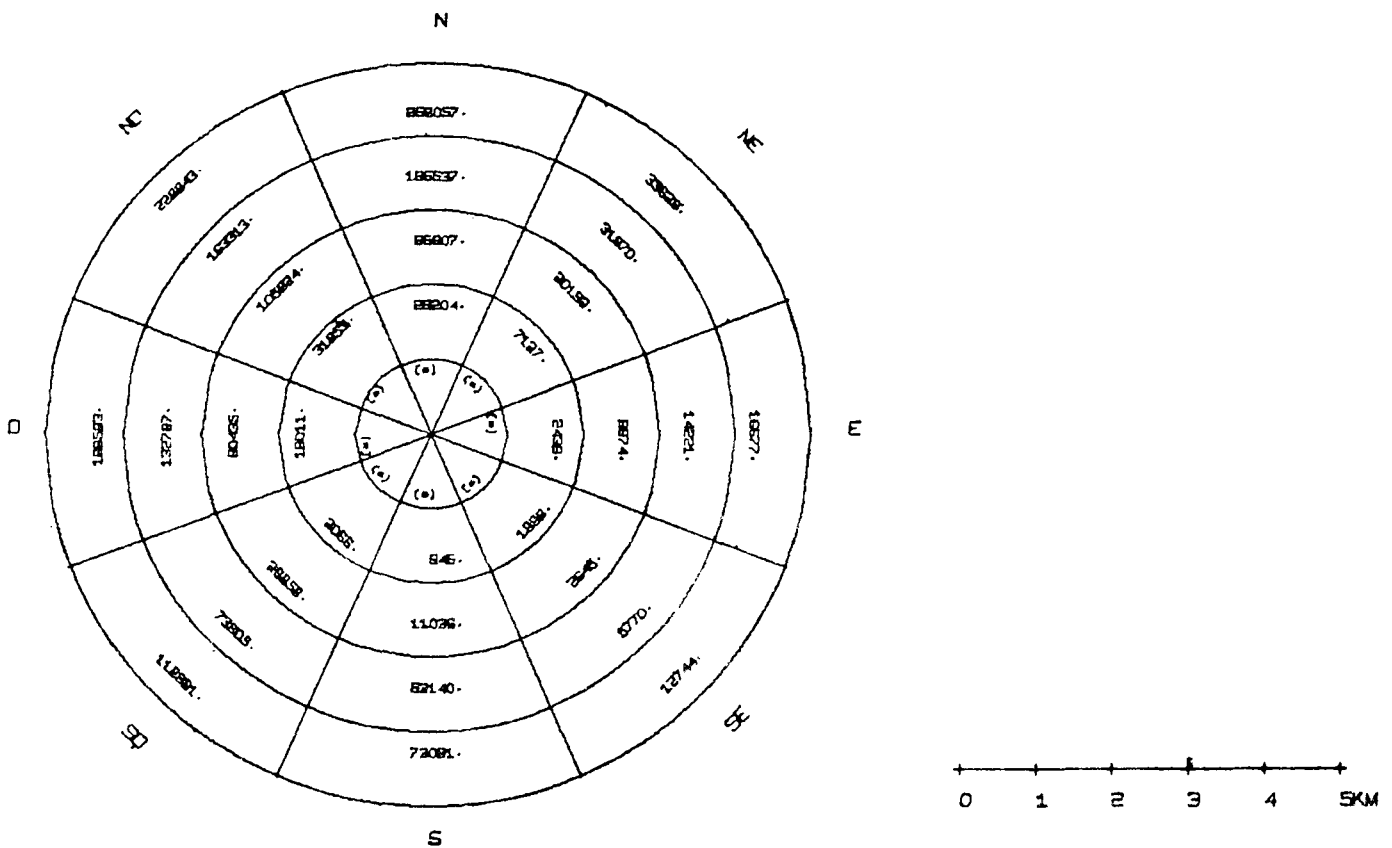
DIRECCION NO
I.P.E.N.-PERU



2.30

Figura: 21

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES
POBLACION ESTABLE ACUMULADA ,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION
I.P.E.N.-PERU



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

POBLACION ESTABLE ACUMULADA EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
 HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION (+)
 UBICACION=RPD I.P.E.N. - PERU

KM	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
2	29204.	7127.	2438.	1998.	945.	2066.	18011.	31853.
3	95907.	20192.	8974.	2645.	11036.	26858.	80435.	105824.
4	195537.	31970.	14221.	5770.	53140.	73905.	132797.	163313.
5	252057.	33629.	16677.	12744.	73081.	118981.	188583.	228843.

2.31

(+) * FUENTE= OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS *
 (CENSO NACIONAL 1972)
 (*) NO SE DISPONE DE DATO

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

POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION N
I.P.E.N. - PERU

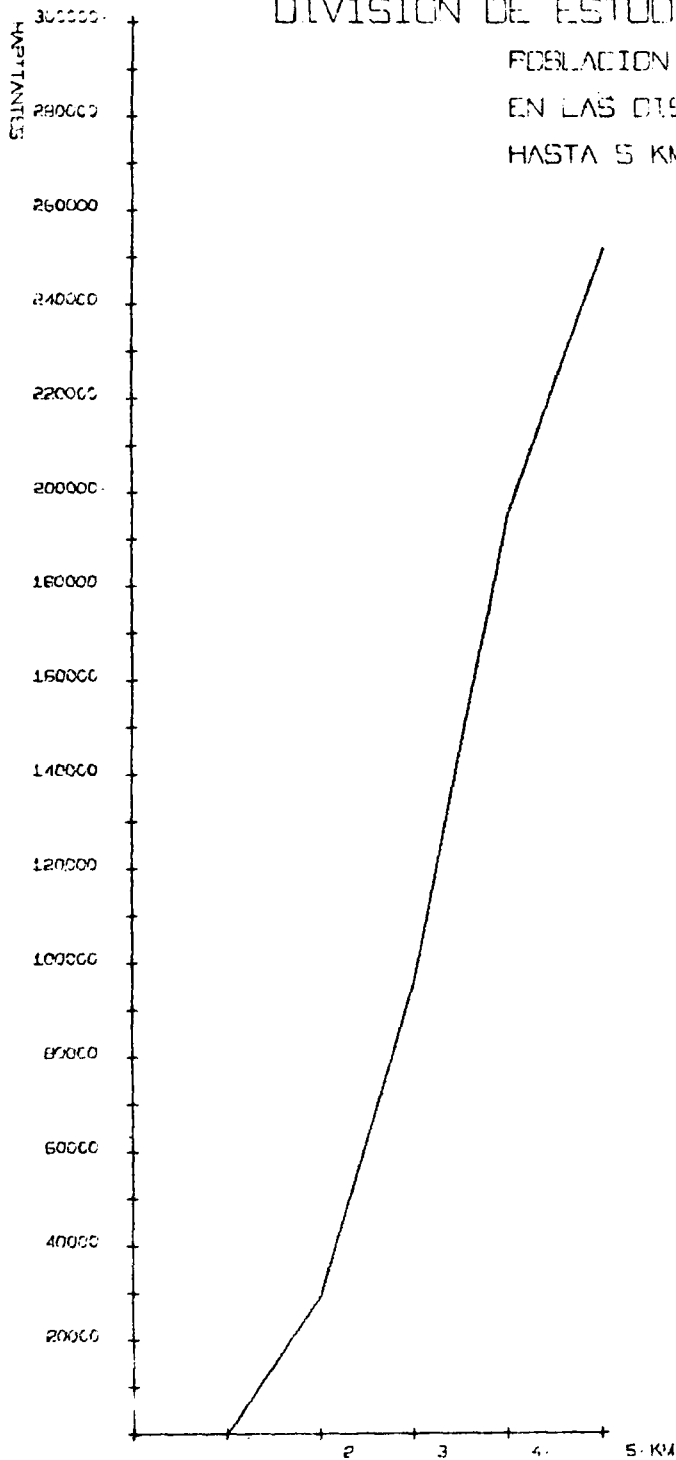
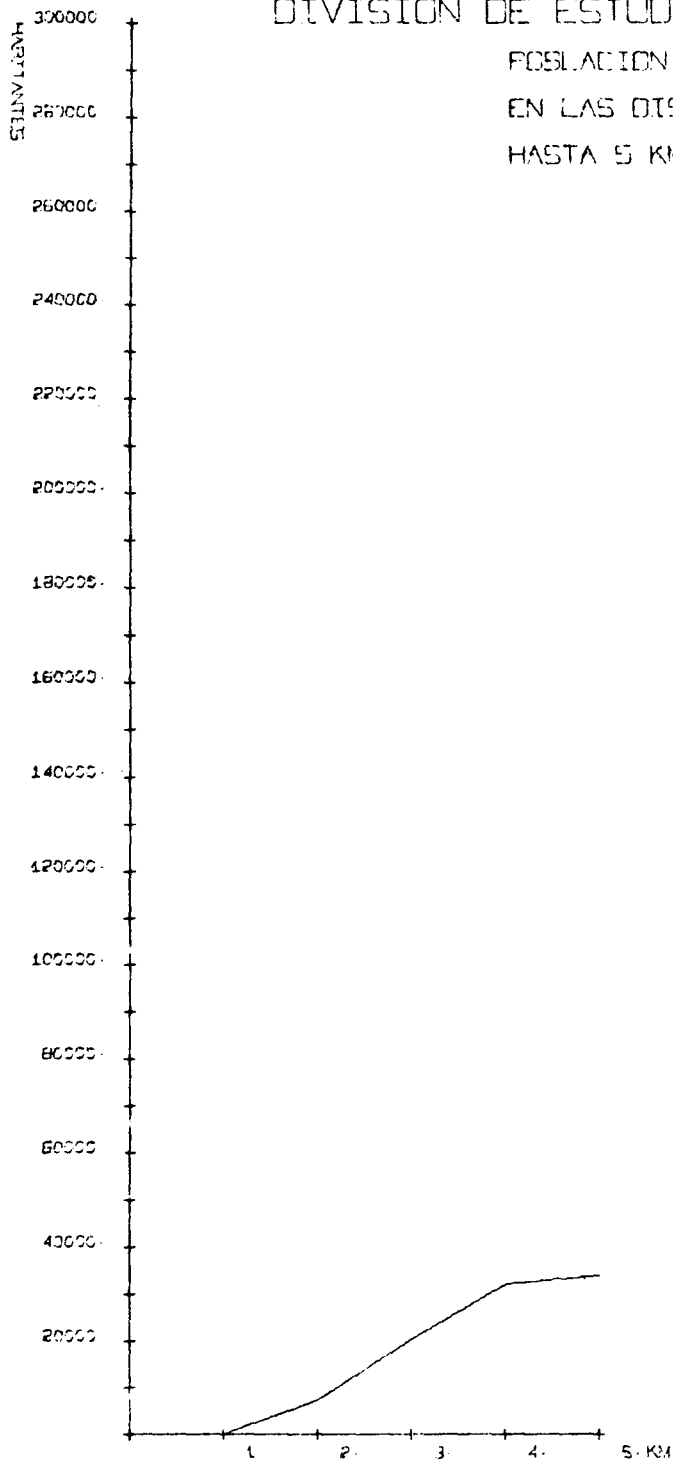


Figura: 23

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

POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION NE
I.P.E.N. - PERU



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

POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION E
I.P.E.N.-PERU

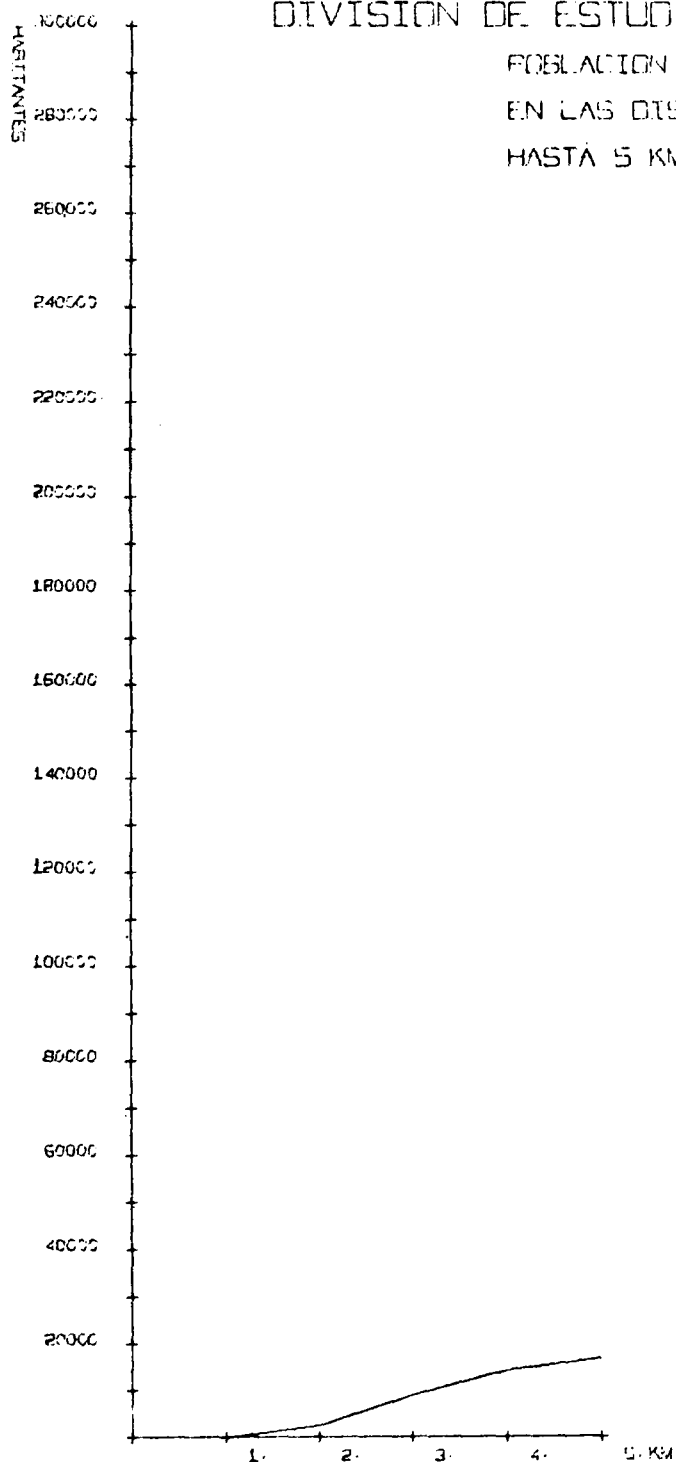
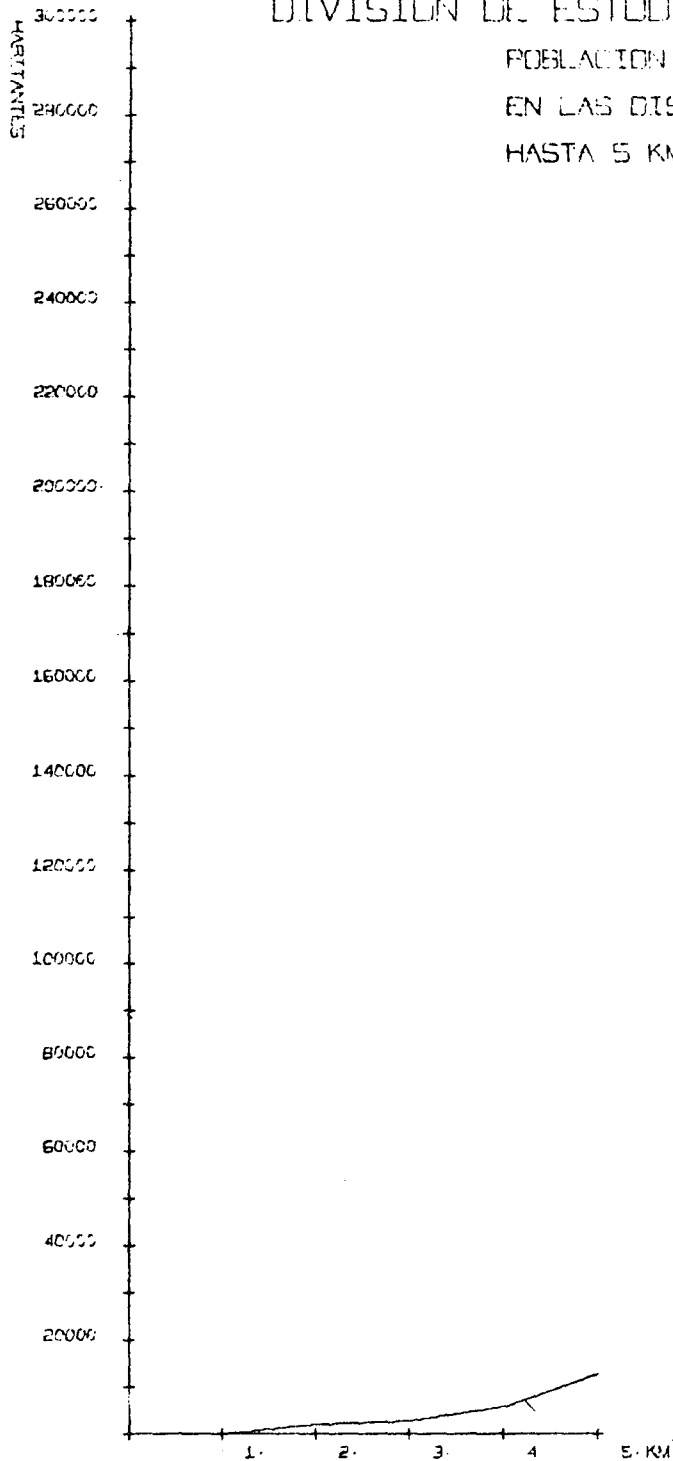


Figura: 25

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

POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

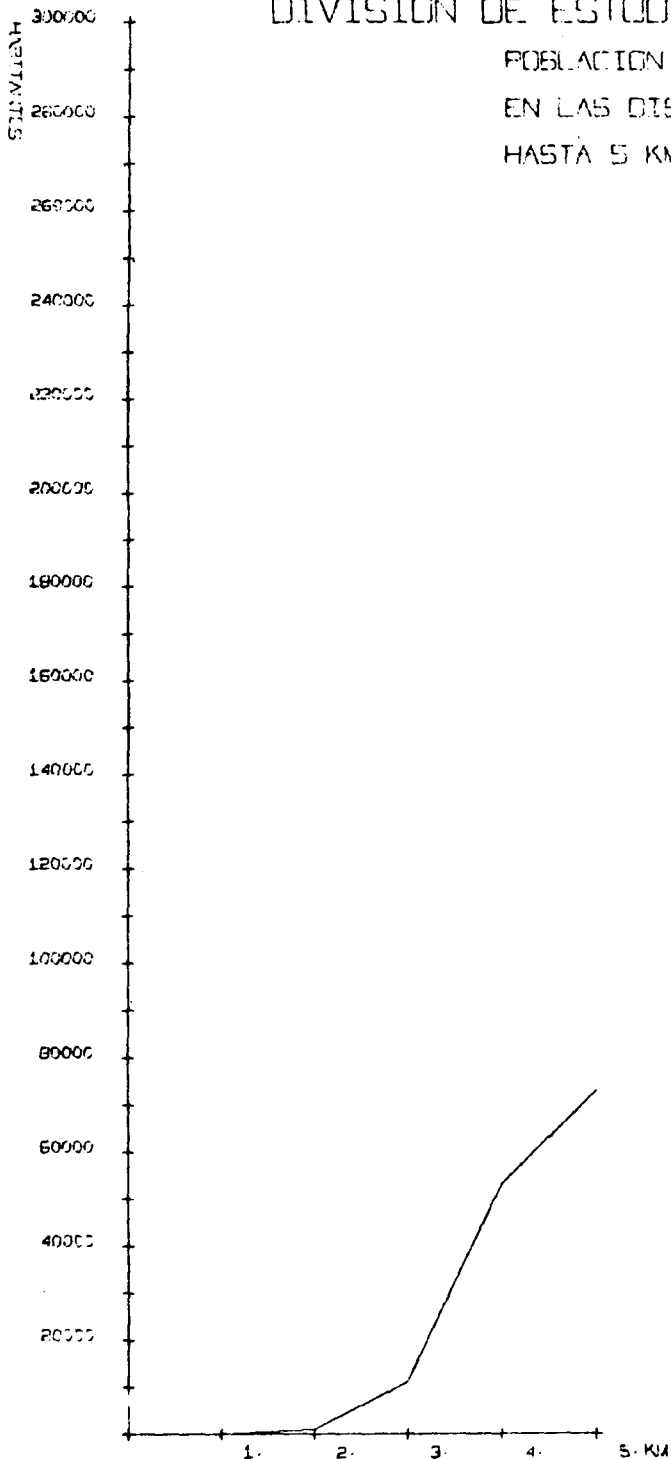
DIRECCION SE
I.P.E.N. - PERU



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

POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

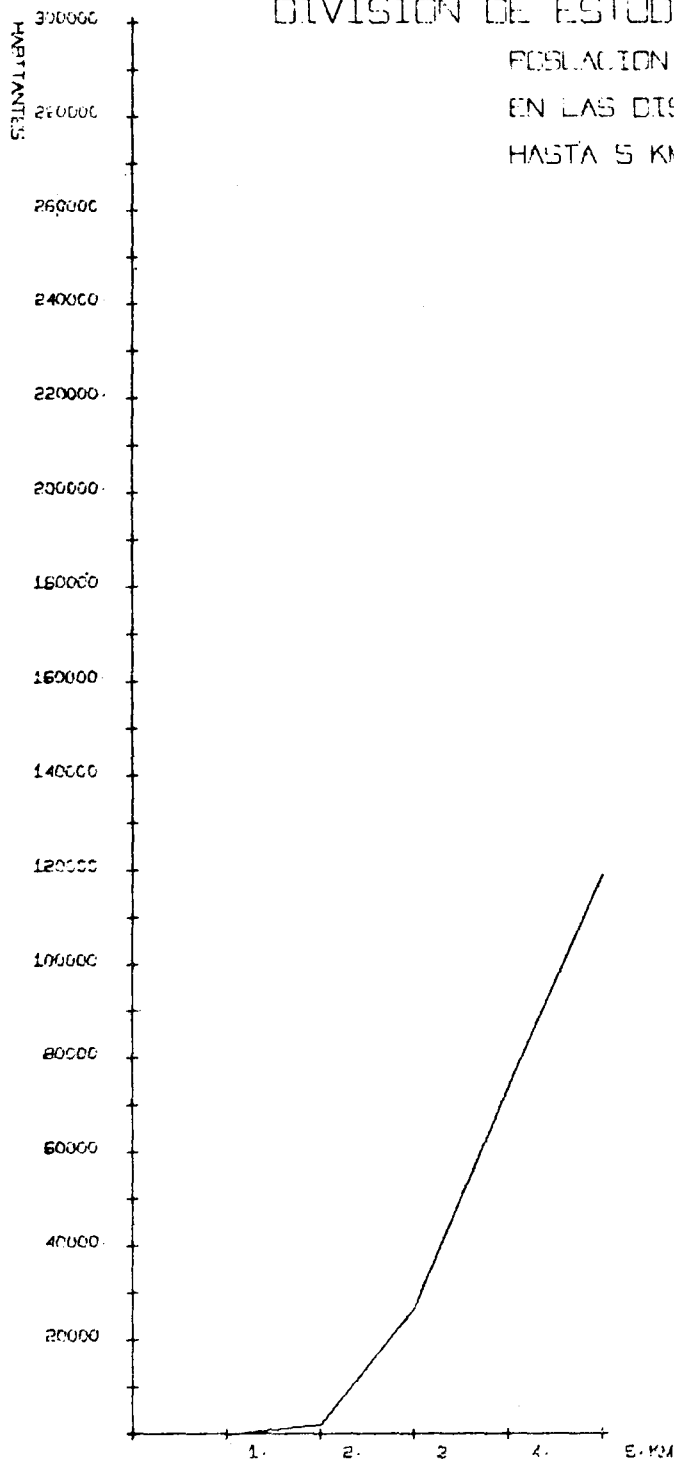
DIRECCION S
I.P.E.N.-PERU



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

POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

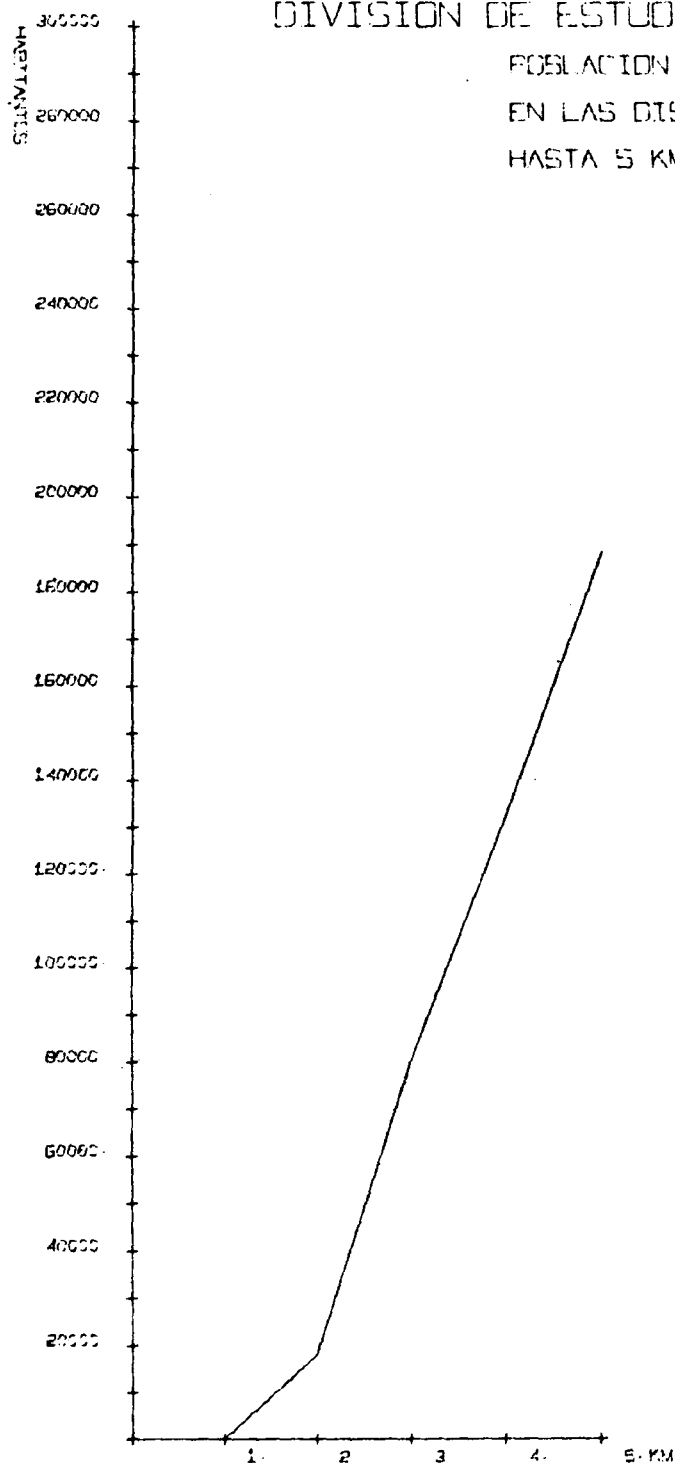
DIRECCION SO
I.P.E.N.-PERU



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

POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

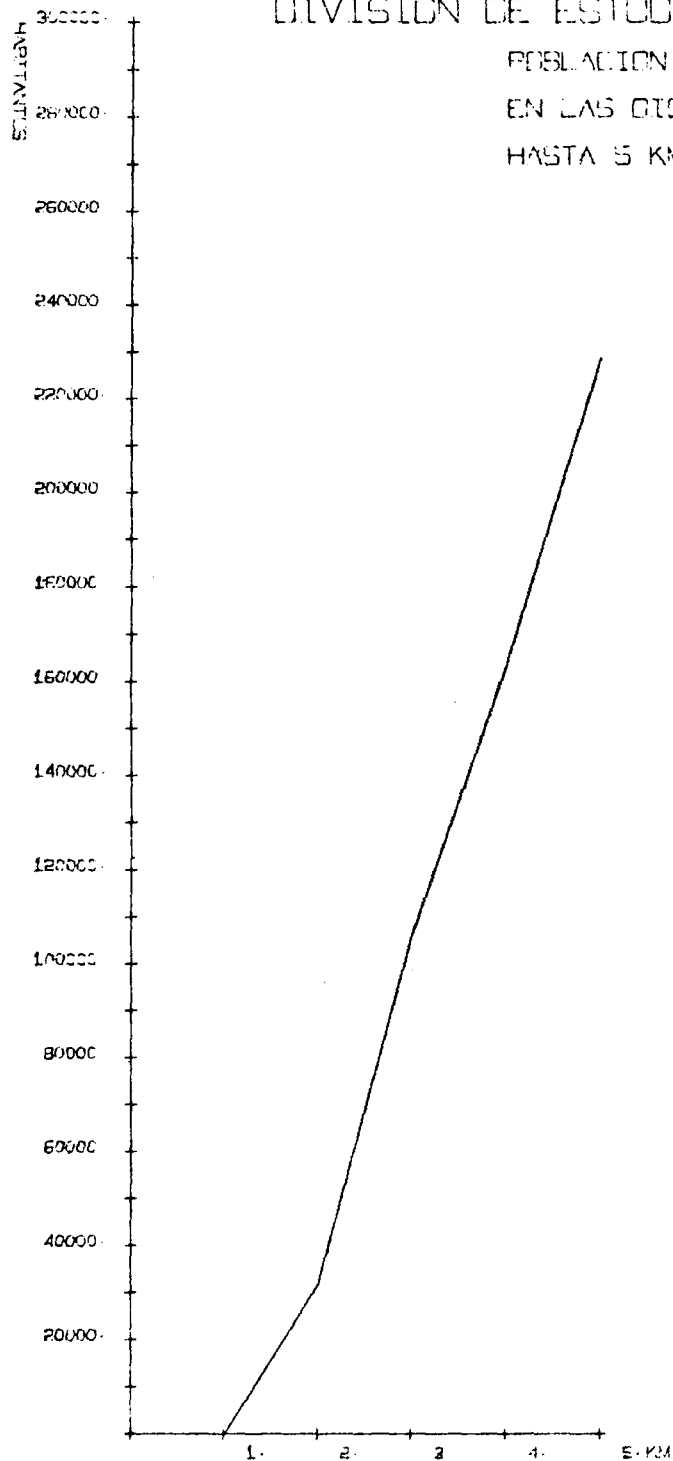
DIRECCION O
I.P.E.N.-PERU



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

POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBILACION

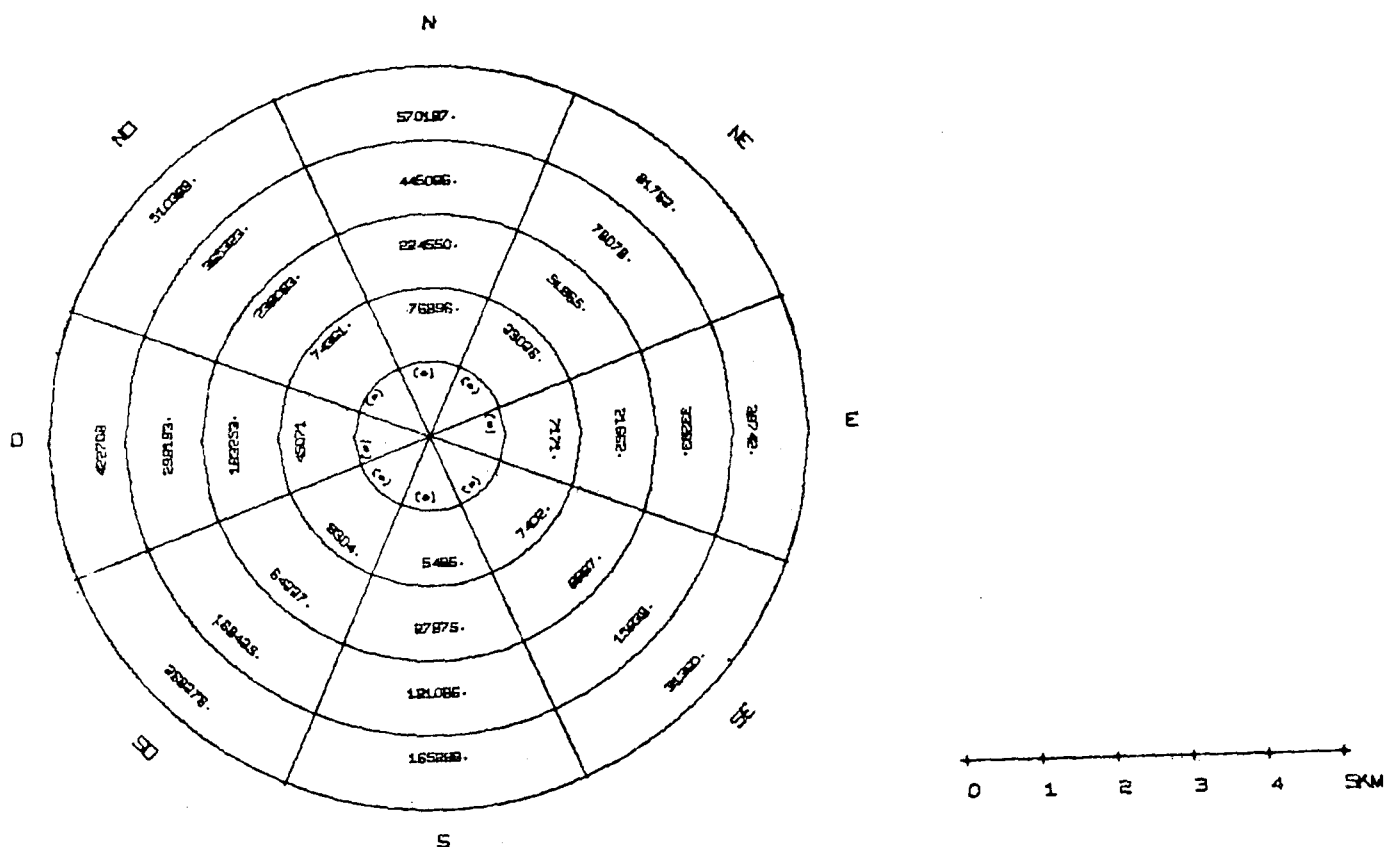
DIRECCION NO
I.P.E.N.-PERU



2.40

Figura: 30

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES
DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
 HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION (+)
 UBICACION=RP0 I.P.E.N. - PERU

KM	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
2	18591.	4537.	1552.	1271.	601.	1315.	11466.	20278.
3	27136.	5713.	2539.	748.	3122.	7599.	22758.	29942.
4	31120.	5088.	2263.	918.	8457.	11762.	21135.	25992.
5	25674.	3425.	1698.	1298.	7443.	12119.	19208.	23309.

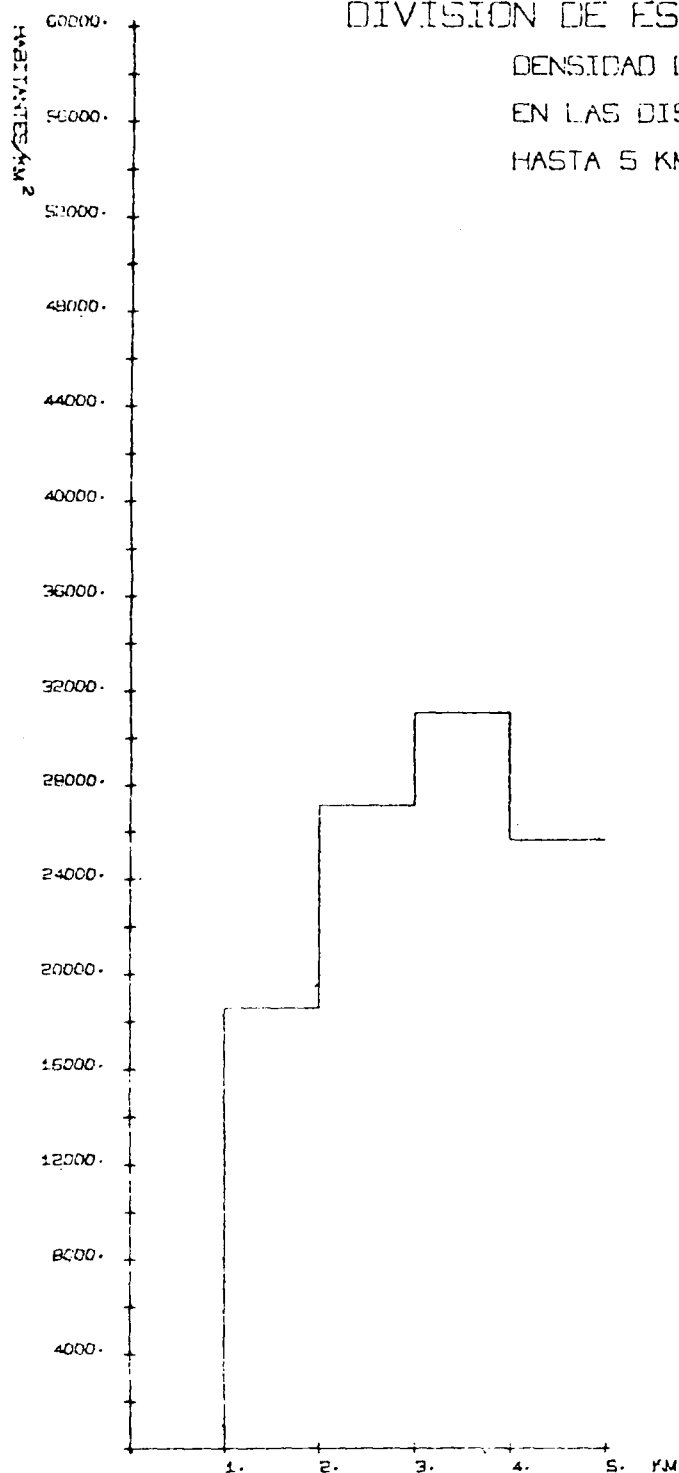
2.41

(+) * FUENTE= OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS *
 (CENSO NACIONAL 1972)
 (*) NO SE DISPONE DE DATO

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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

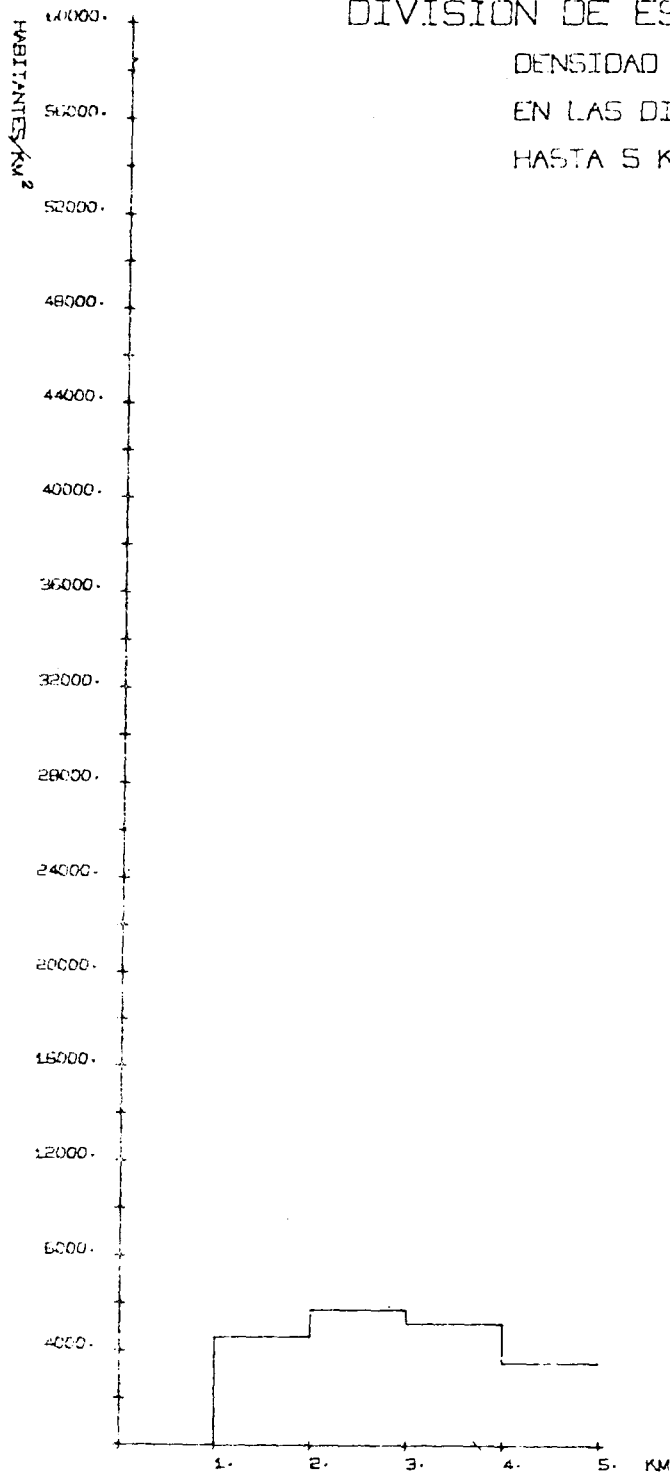
DIRECCION N
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

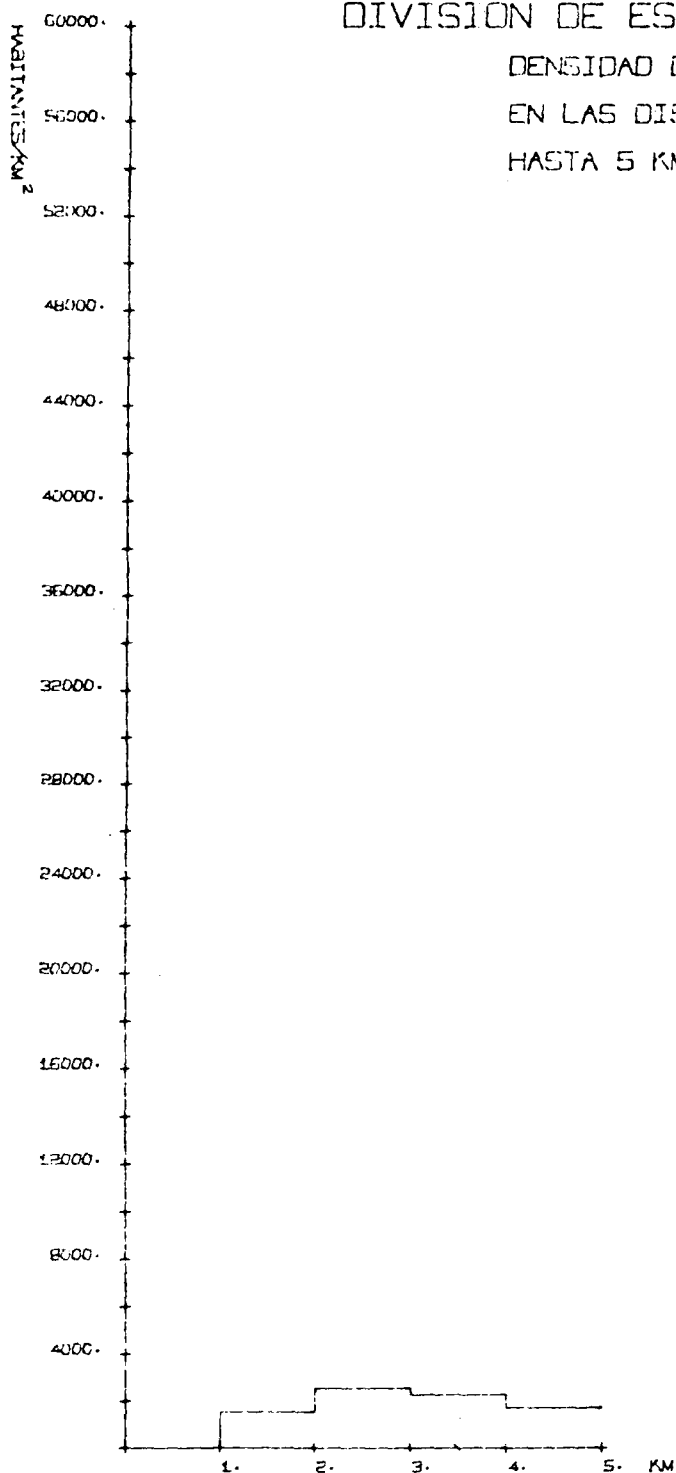
DIRECCION NE
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

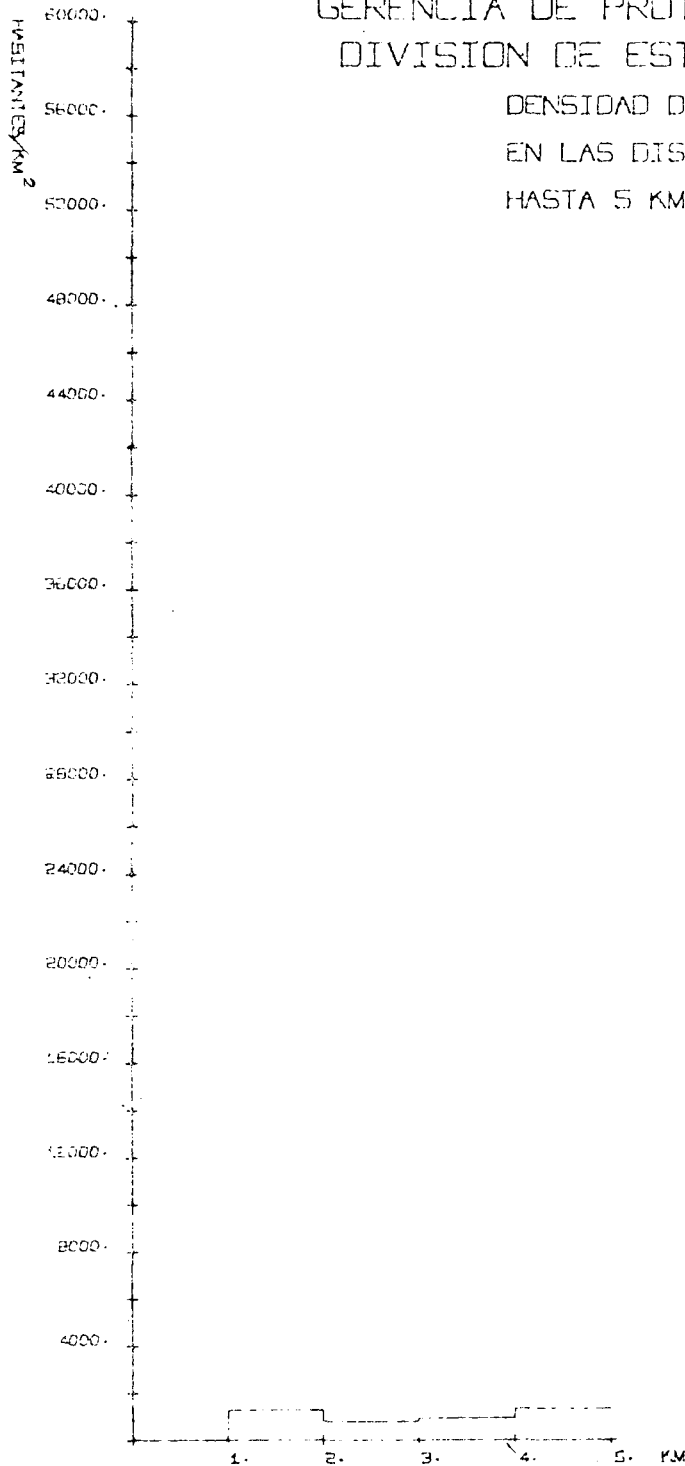
DIRECCION E
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

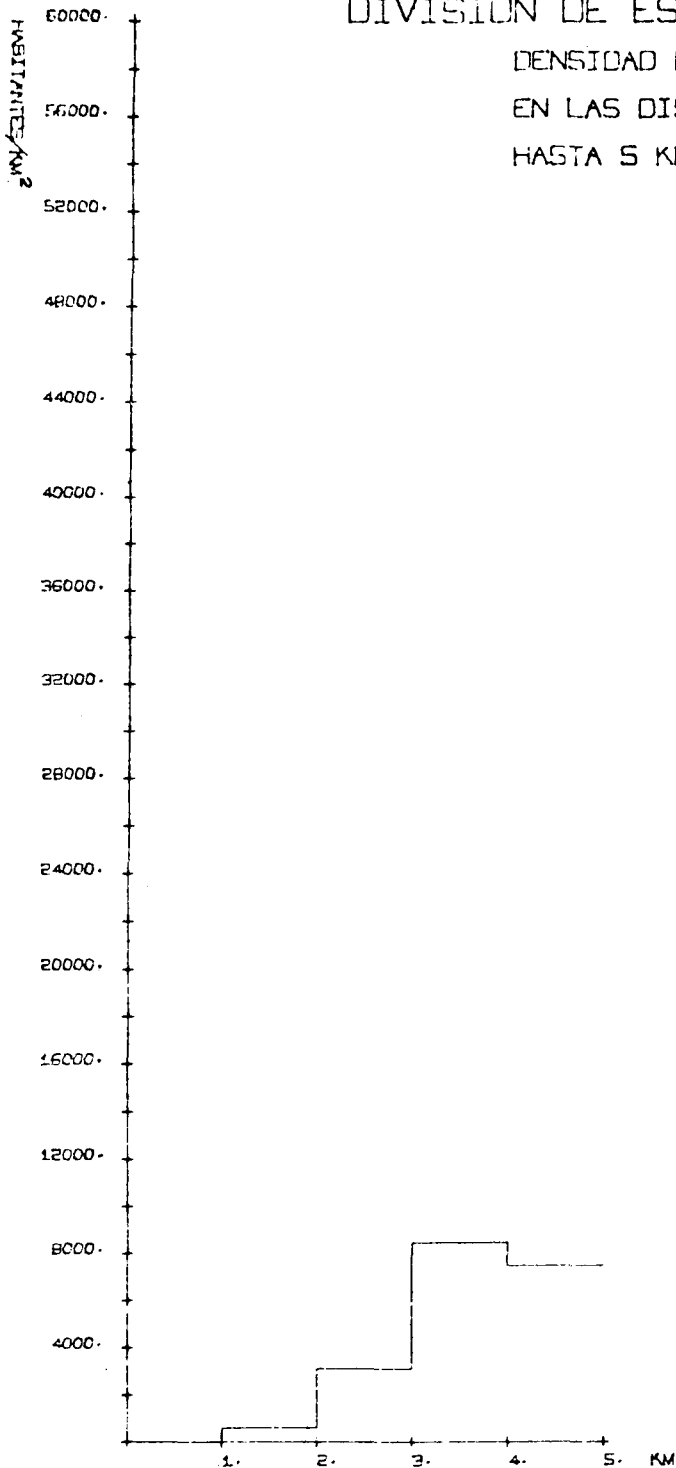
DIRECCION SE
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

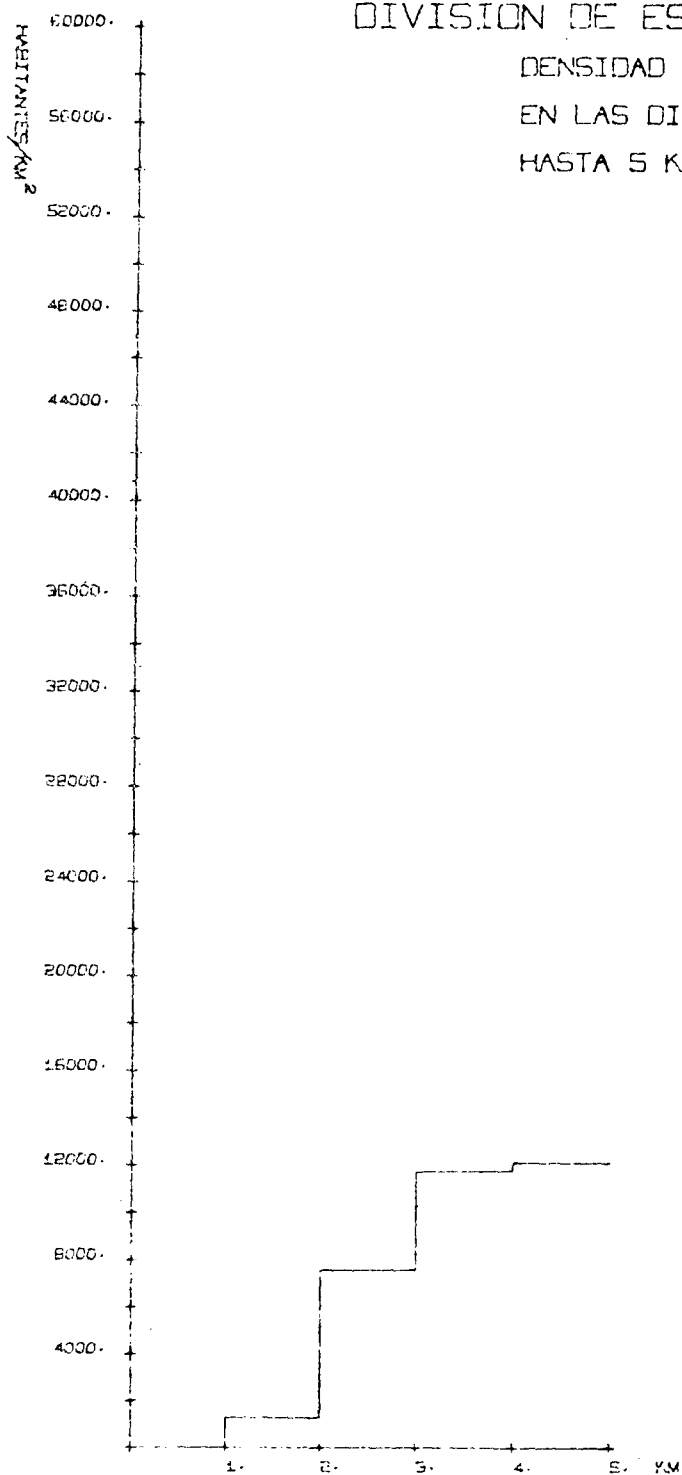
DIRECCION S
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

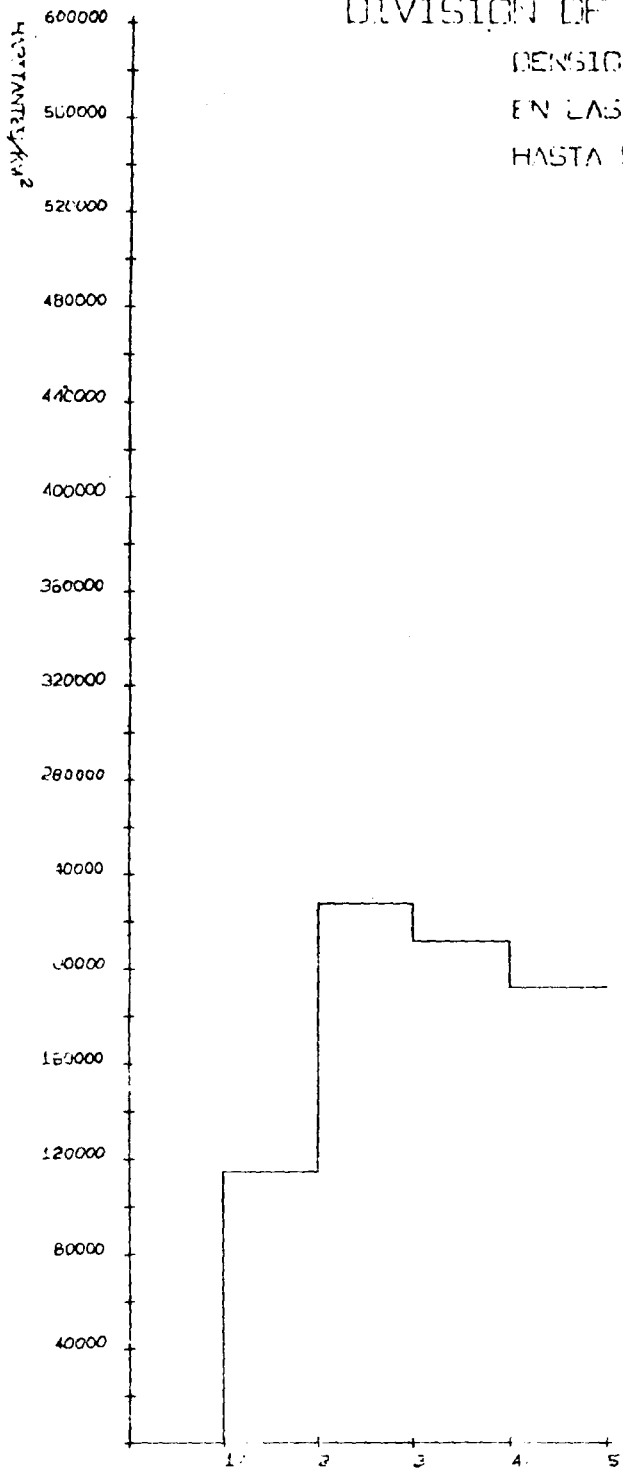
DIRECCION SO
I.P.E.N.-PERU



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

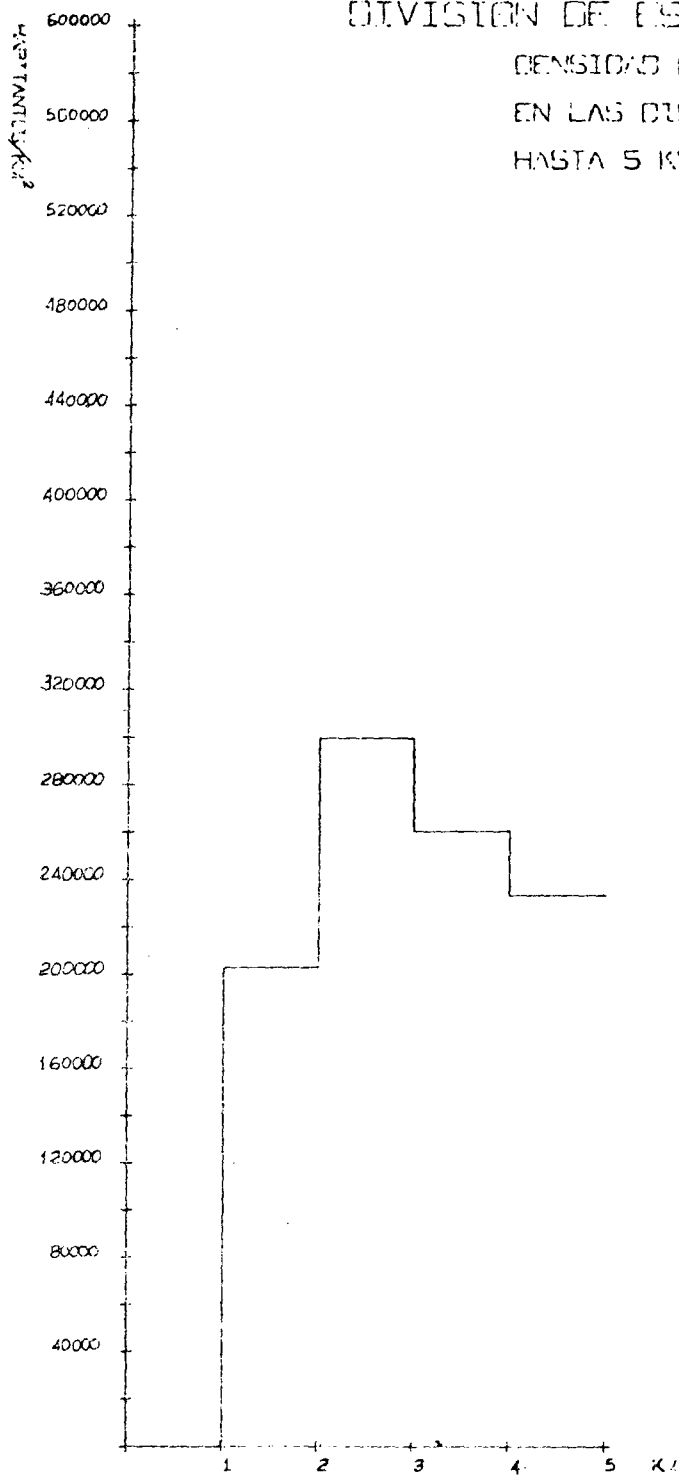
DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION D
I.P.E.N. - PERU



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

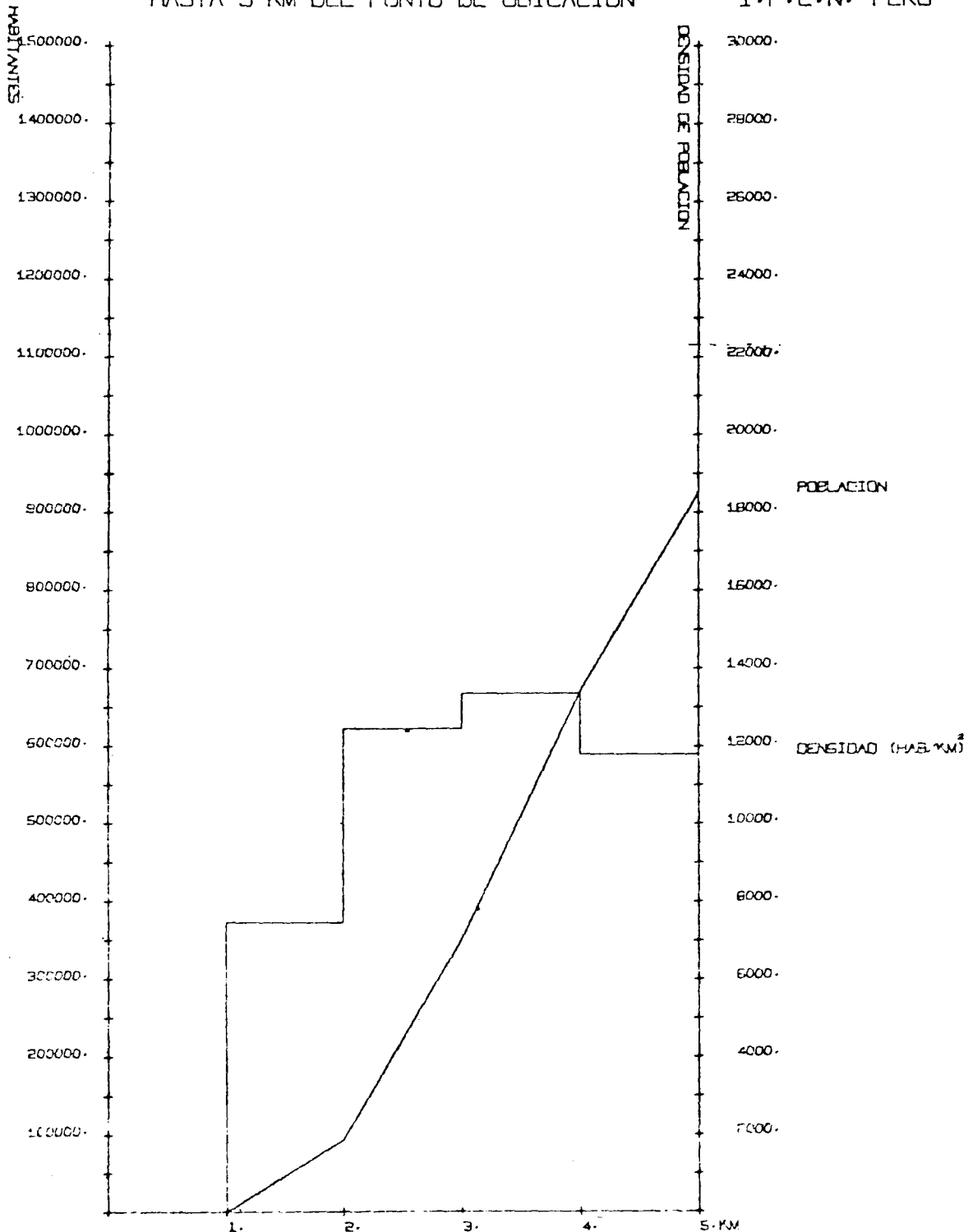
DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION



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

POBLACION Y DENSIDAD DE POBLACION ESTABLES ,
ACUMULADAS EN TODAS LAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

I.P.E.N.-PERU



2.51

** COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA **

* GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD *

* DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES *

POBLACION ESTABLE ACUMULADA EN TODAS LAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION (+)

UBICACION=RPD I.P.E.N.-PERU

KM	CANTIDAD DE HABITANTES
1	(*)
2	93642.
3	351671.
4	670653.
5	924593.

(+) FUENTE= OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS LIMA - PERU
CENSO NACIONAL 1972

2.52

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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE , ACUMULADA EN TODAS LAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION (+)

UBICACION=RPC I.P.E.N.-PERU

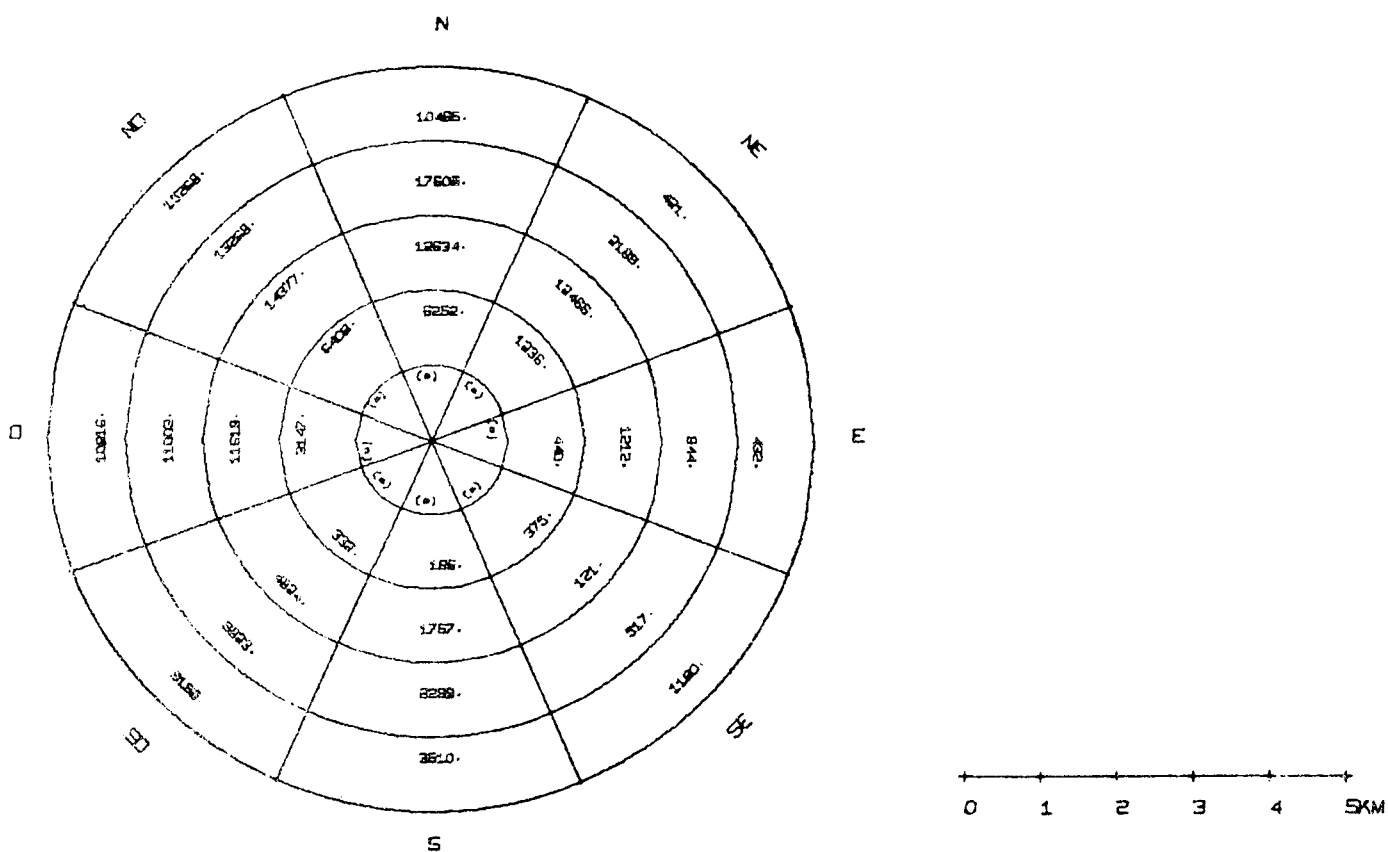
KM	CANTIDAD DE HABITANTES POR KM CUADRADO
1	(*)
2	7452.
3	12445.
4	13342.
5	11772.

(+) FUENTE= OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS LIMA - PERU
CENSO NACIONAL 1972
(*) NO SE DISPONE DE DATO

2.53

Figura: 40

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES
VIVIENDAS
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION
I.P.E.N.-PERU



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

VIVIENDAS EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
 HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION (+)
 UBICACION=RPO I.P.E.N. - PERU

KM	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
2	6252.	1236.	440.	375.	186.	332.	3147.	6408.
3	12634.	12466.	1212.	121.	1757.	4824.	11619.	14377.
4	17609.	2189.	944.	517.	8298.	9823.	11033.	13269.
5	10485.	421.	432.	1180.	3510.	9198.	10816.	15269.

2.54

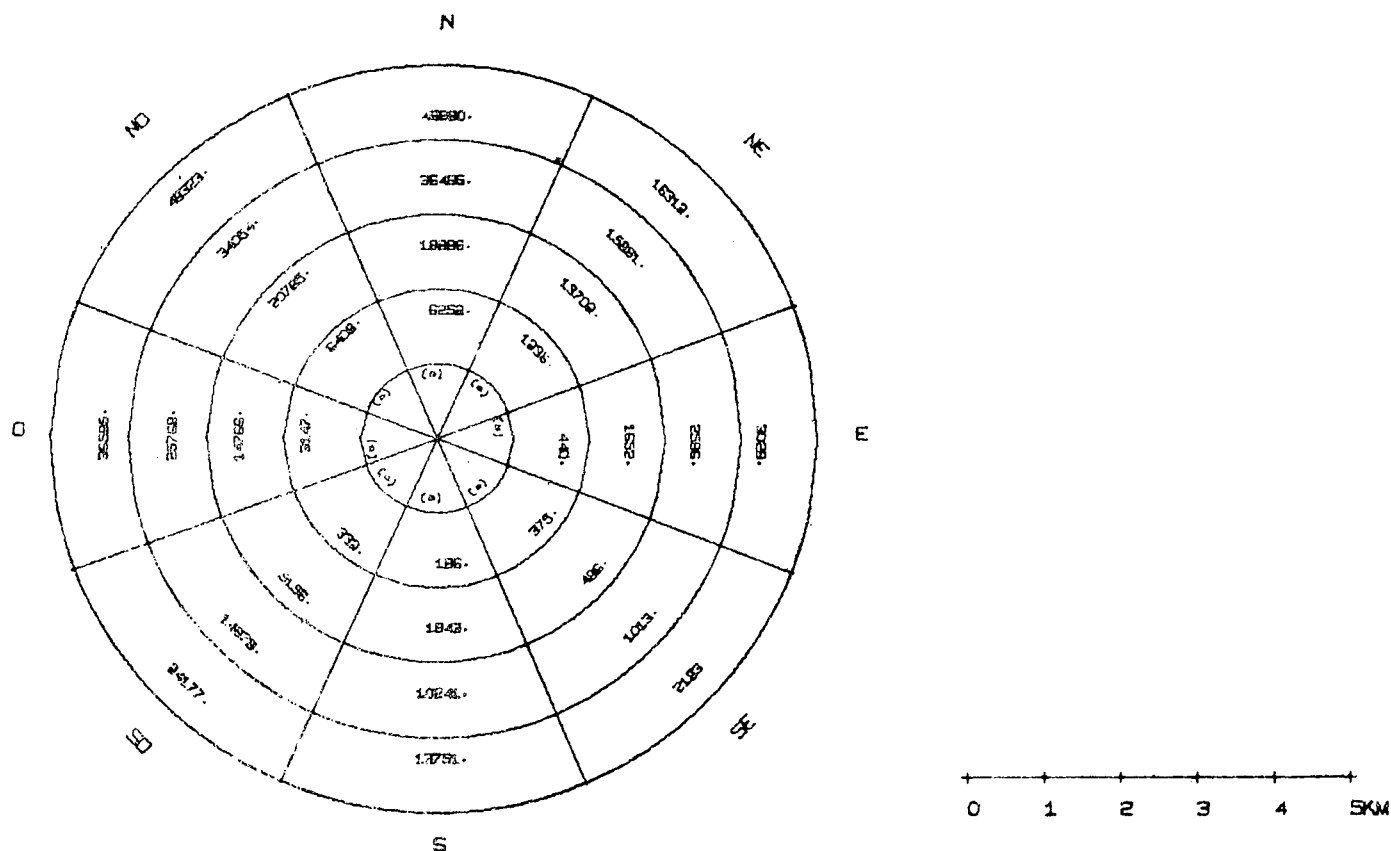
(+) * FUENTE= OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS *
 (CENSO NACIONAL 1972)
 (*) NO SE DISPONE DE DATO

2.55

Figura: 41

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

VIVIENDAS ACUMULADAS
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION
I.P.E.N. - PERU



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

VIVIENDAS ACUMULADAS EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION (+)

UBICACION=RPO I.P.E.N. - PERU

KM	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
2	6252.	1236.	440.	375.	186.	332.	3147.	6408.
3	18886.	13702.	1652.	496.	1943.	5156.	14766.	20785.
4	36495.	15891.	2596.	1013.	10241.	14979.	25769.	34054.
5	46980.	16312.	3028.	2193.	13751.	24177.	36585.	49323.

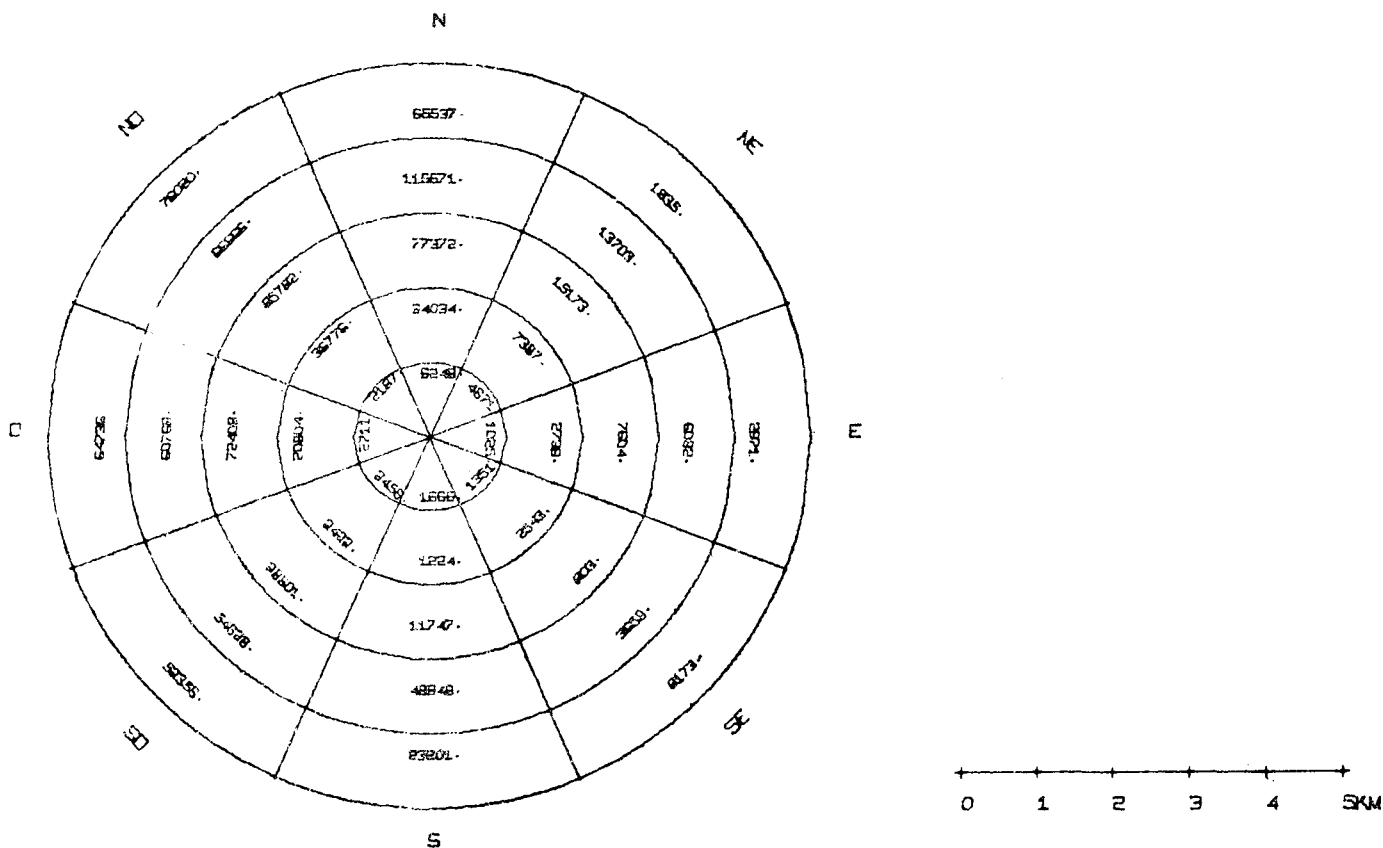
2.56

(+) * FUENTE= OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS *
 (CENSO NACIONAL 1972)
 (*) NO SE DISPONE DE DATO

2.57

Figura: 42

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES
POBLACION ESTABLE
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION
I.P.E.N.-PERU



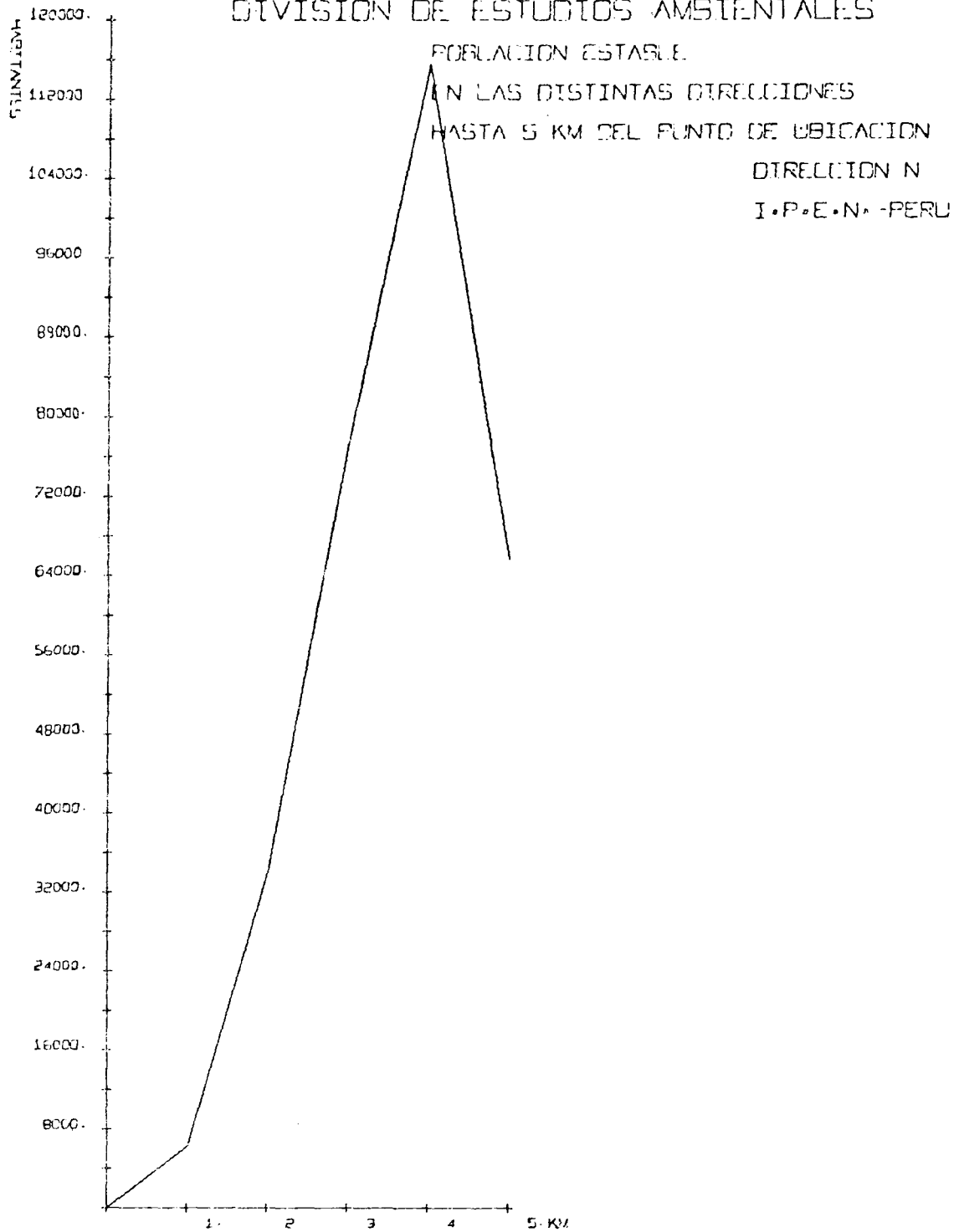
**COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA **
 * GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD *
 DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES

POBLACION ESTABLE EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES PROYECTADA A 1977
 HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION (+)
 UBICACION=RPD I.P.E.N. - PERU

K.M.	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	2.58
1	6248.	4671.	1025.	1351.	1666.	2456.	2711.	2187.	
2	34034.	7387.	2738.	2543.	1224.	2422.	26904.	36776.	
3	77372.	15173.	7604.	803.	11747.	28401.	72404.	45742.	
4	115571.	13703.	6092.	3659.	48848.	54626.	60768.	66666.	
5	65537.	1935.	2871.	8173.	23201.	52356.	64736.	76020.	

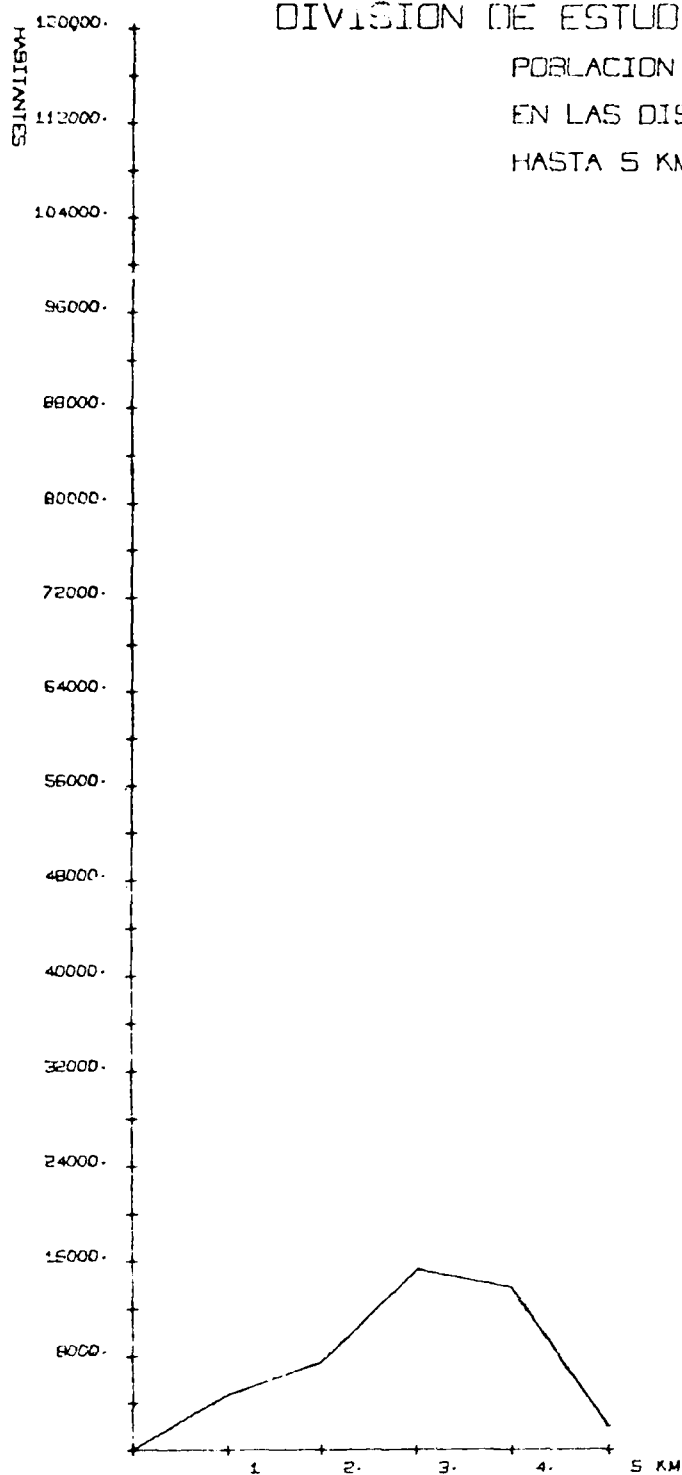
(+) * FUENTE= OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS *
 (CENSO NACIONAL 1972)
 KM 1 =FOTOINTERPRETACION
 KM 2 A 5 =PROYECCION EFECTUADA MEDIANTE INDICE OFICIAL

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



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

POBLACION ESTABLE
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION
DIRECCION NE
I.P.E.N.-PERU



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

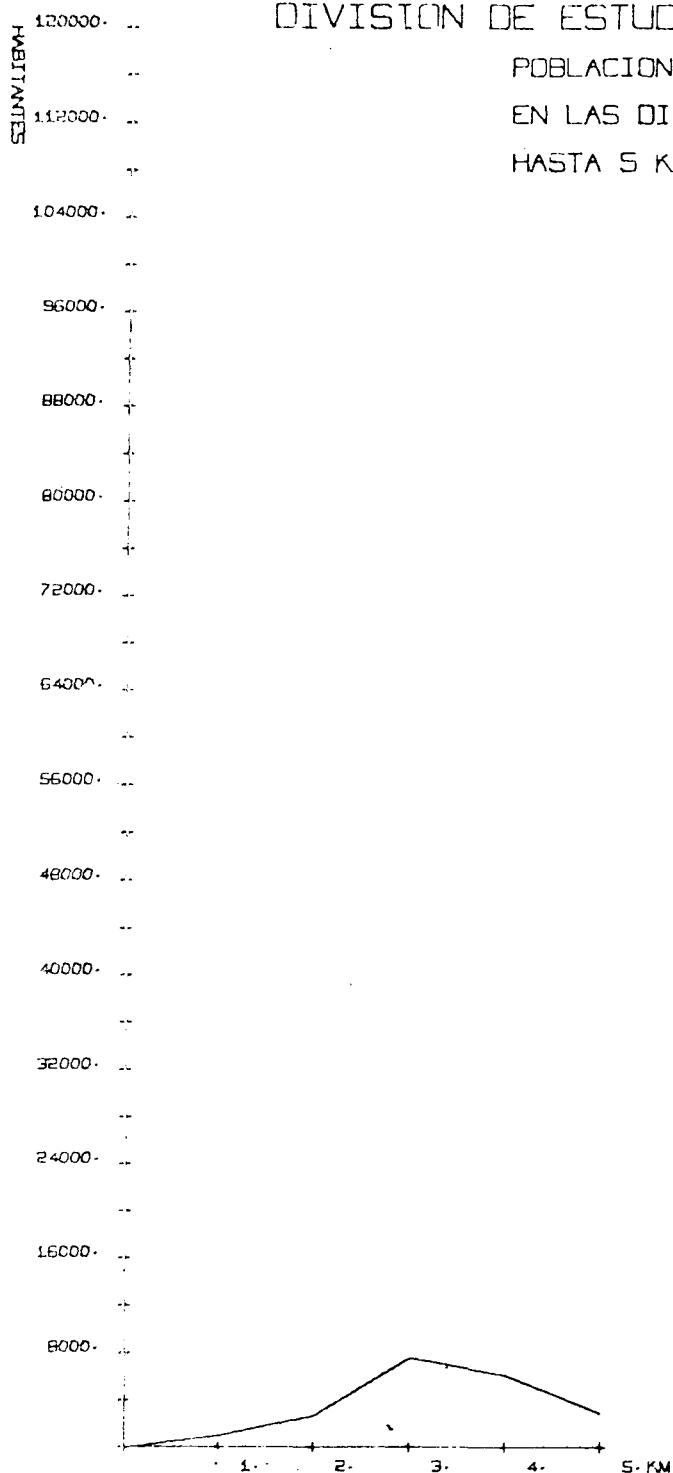
POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION E

I.P.E.N.-PERU



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

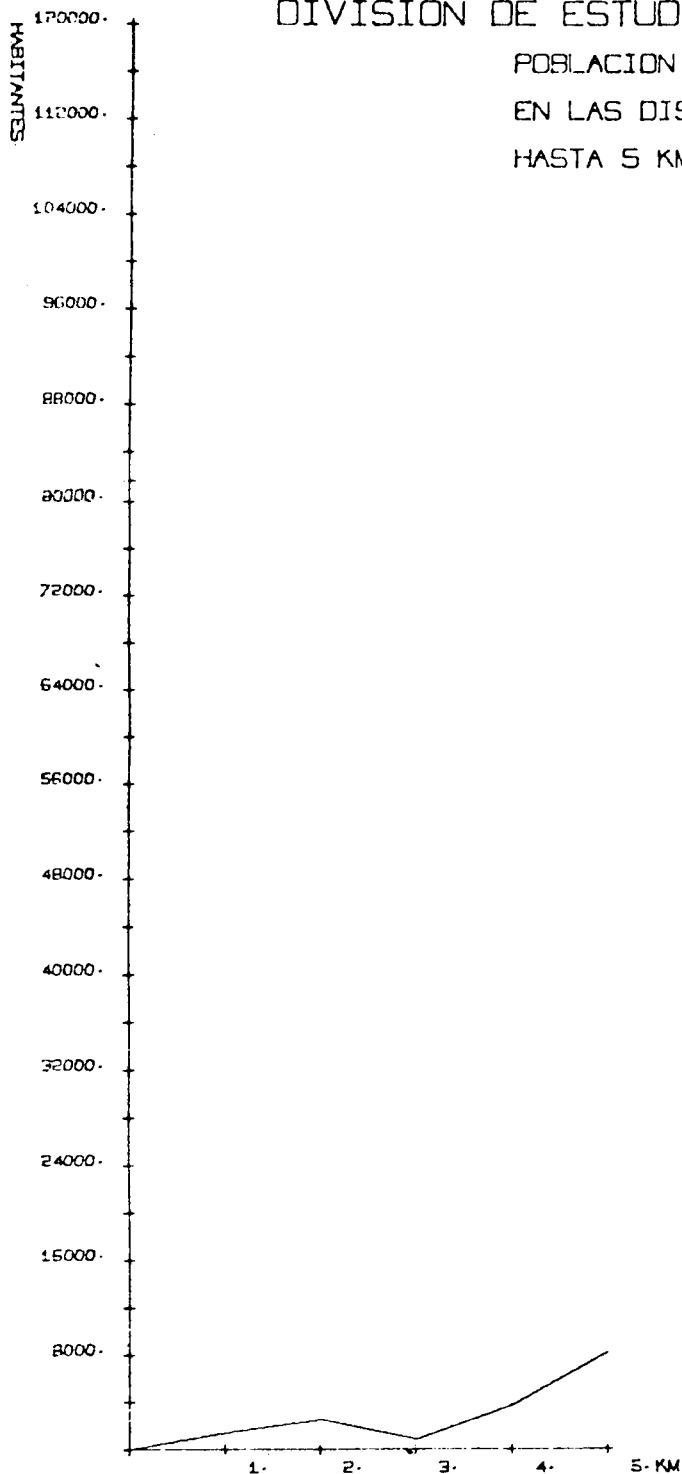
POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION SE

I.P.E.N.-PERU



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

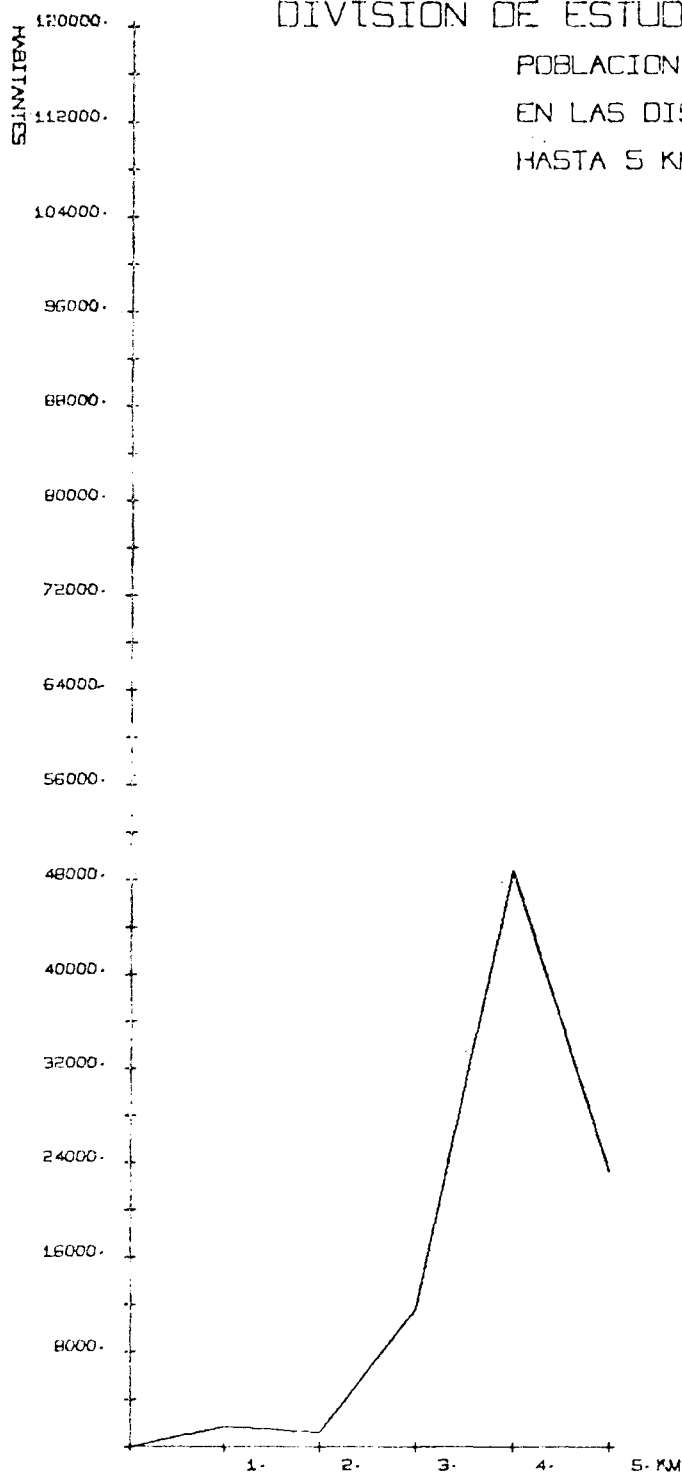
POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION S

I.P.E.N.-PERU



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

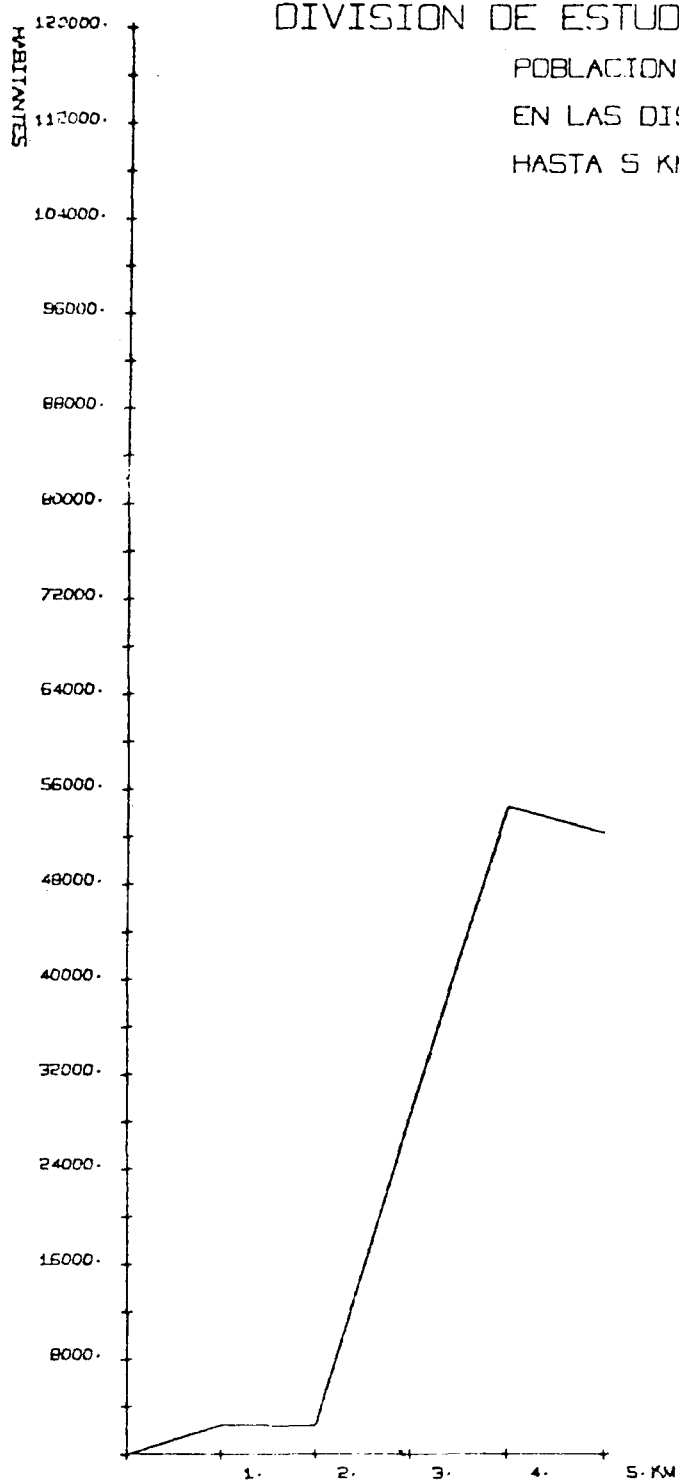
POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION SO

I.P.E.N.-PERU



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

POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION O

I.P.E.N.-PERU

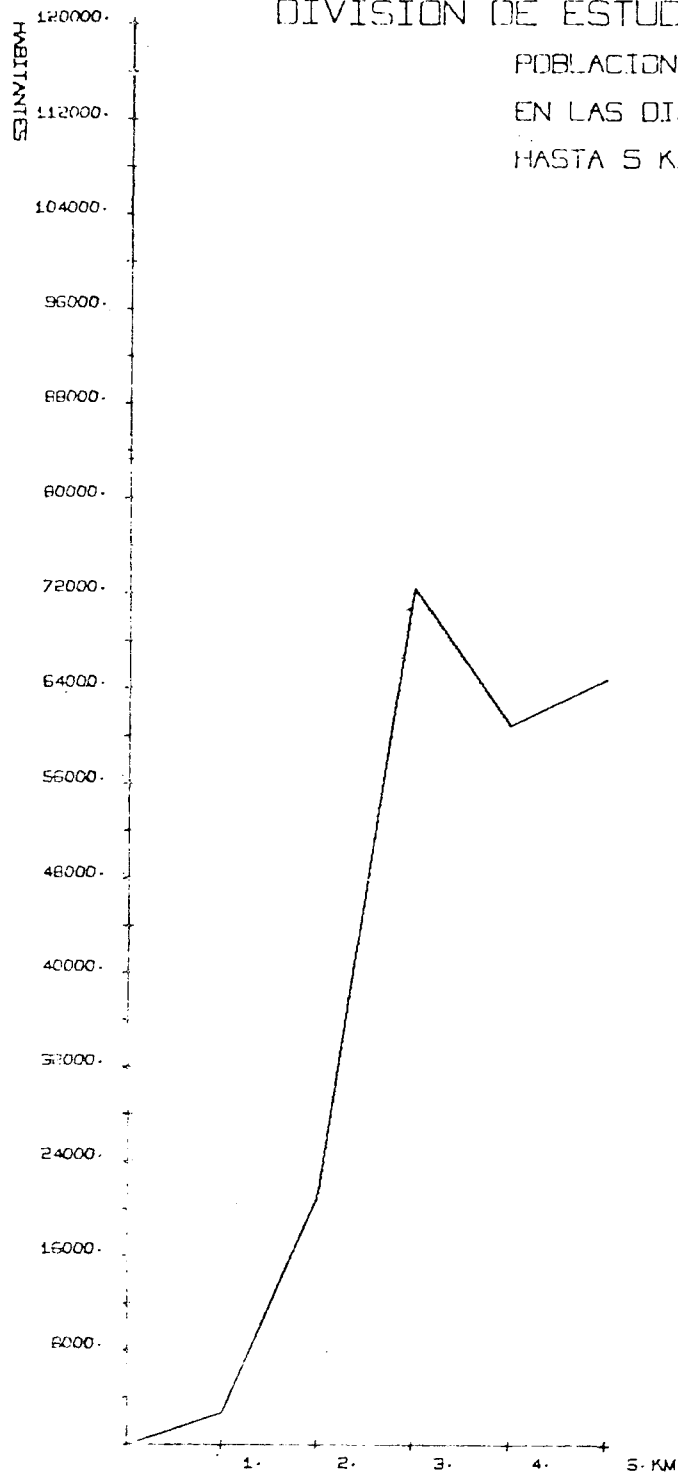


Figura: 50

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

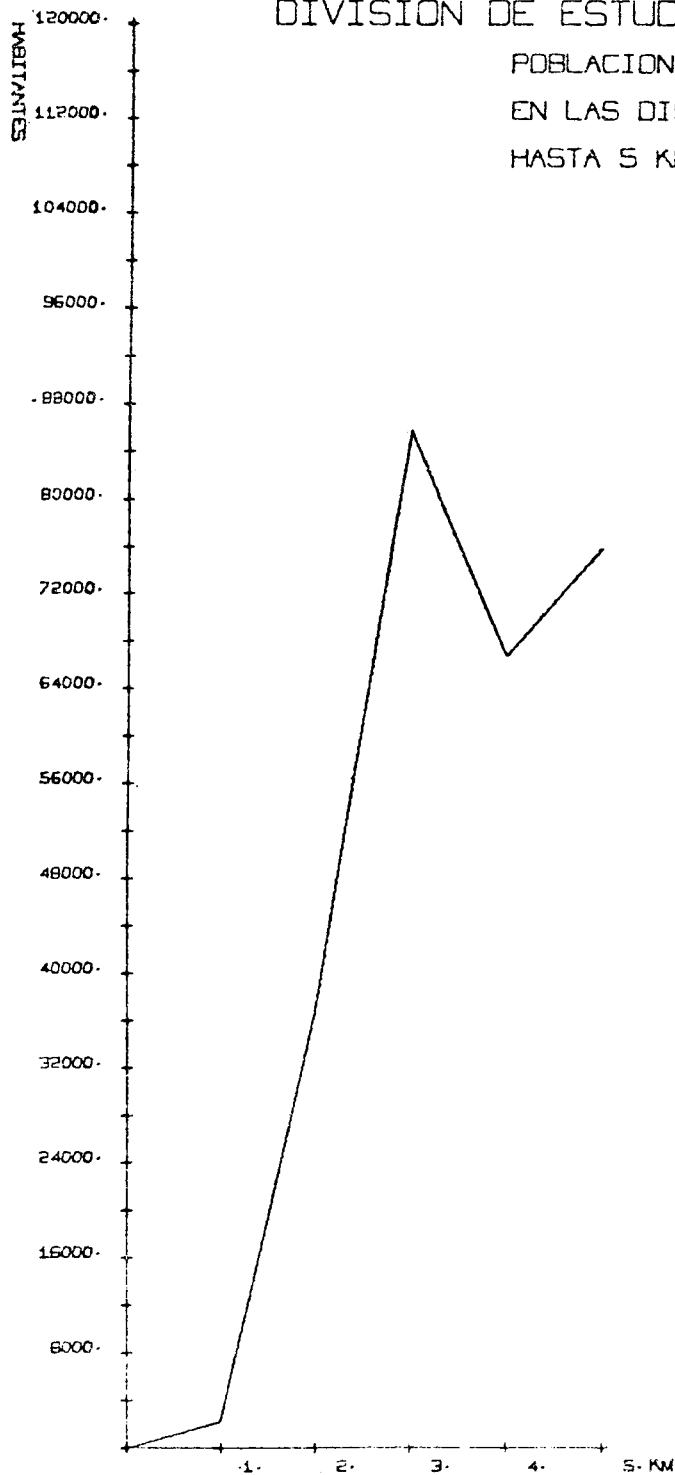
POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION NO

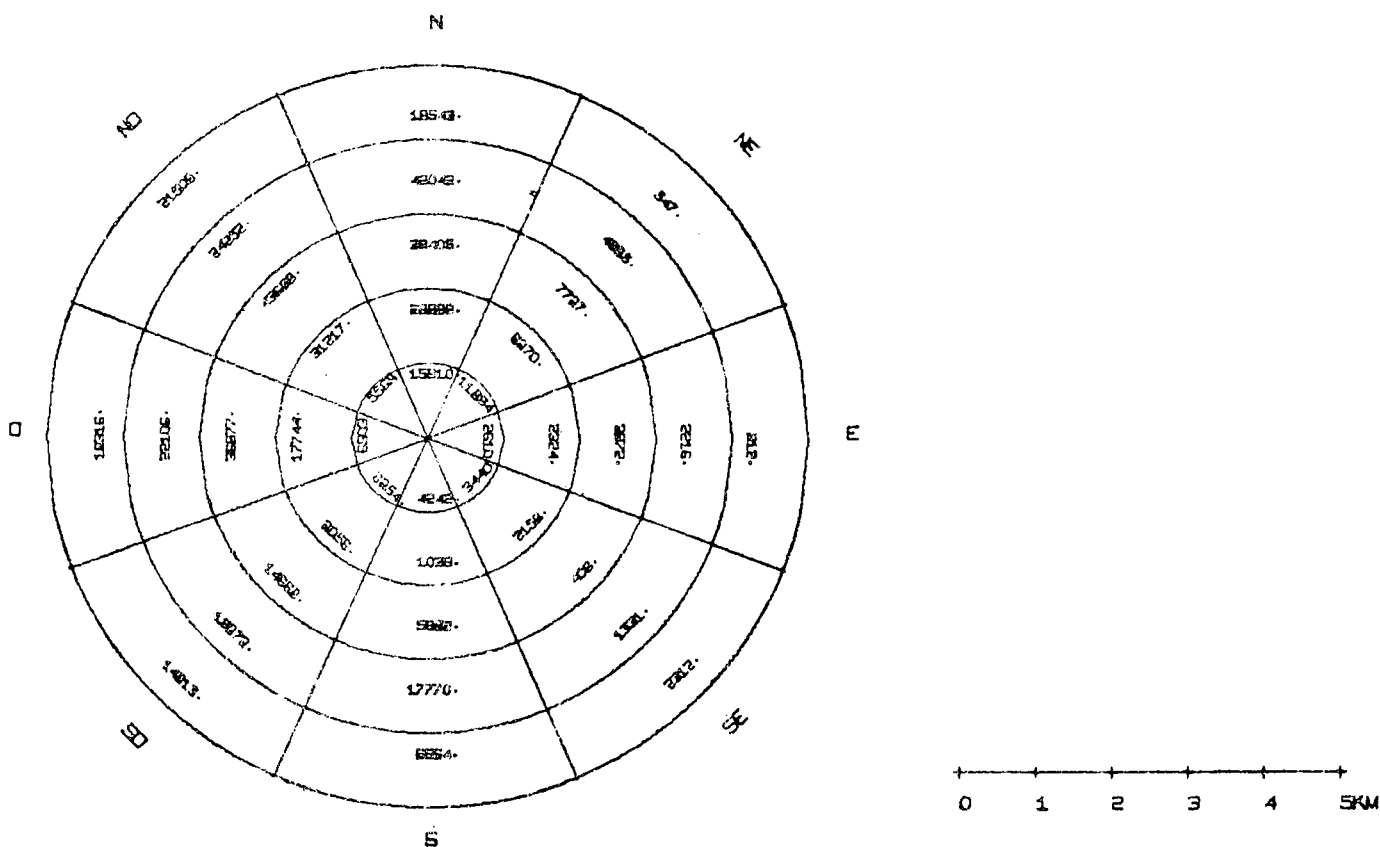
I.P.E.N.-PERU



2.67

Figura: 51

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES
DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES PROYECTADA A 1977
 HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION (+)
 UBICACION=RPO I.P.E.N. - PERU

KM	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1	15910.	11894.	2610.	3440.	4242.	6254.	6903.	5569.
2	28889.	6270.	2324.	2158.	1039.	2056.	17744.	31217.
3	39405.	7727.	3872.	408.	5982.	14668.	36877.	43688.
4	42042.	4985.	2216.	1331.	17770.	19872.	22106.	24252.
5	18543.	547.	812.	2312.	6564.	14813.	18316.	21509.

2.68

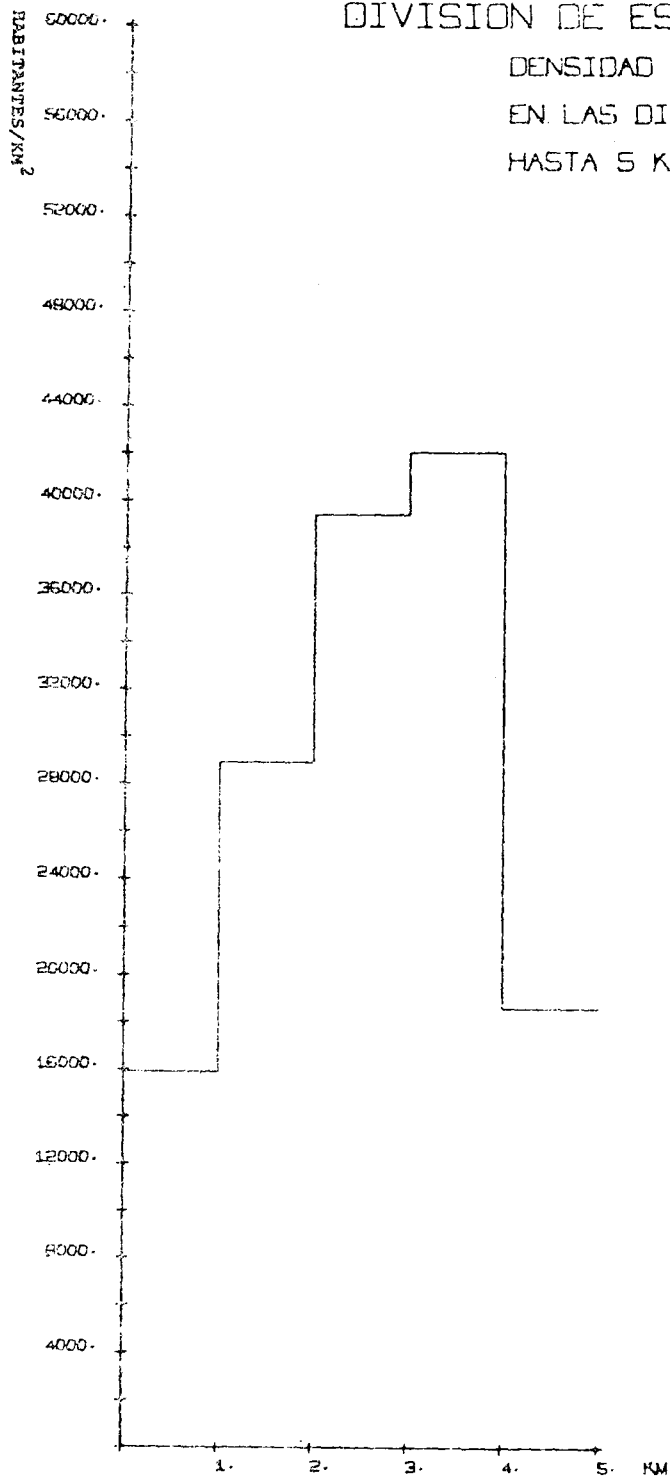
(+) * FUENTE= OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS *
 (CENSO NACIONAL 1972)
 KM 1 =FOTOINTERPRETACION
 KM 2 A 5 =PROYECCION EFECTUADA MEDIANTE INDICE OFICIAL

Figura: 52

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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

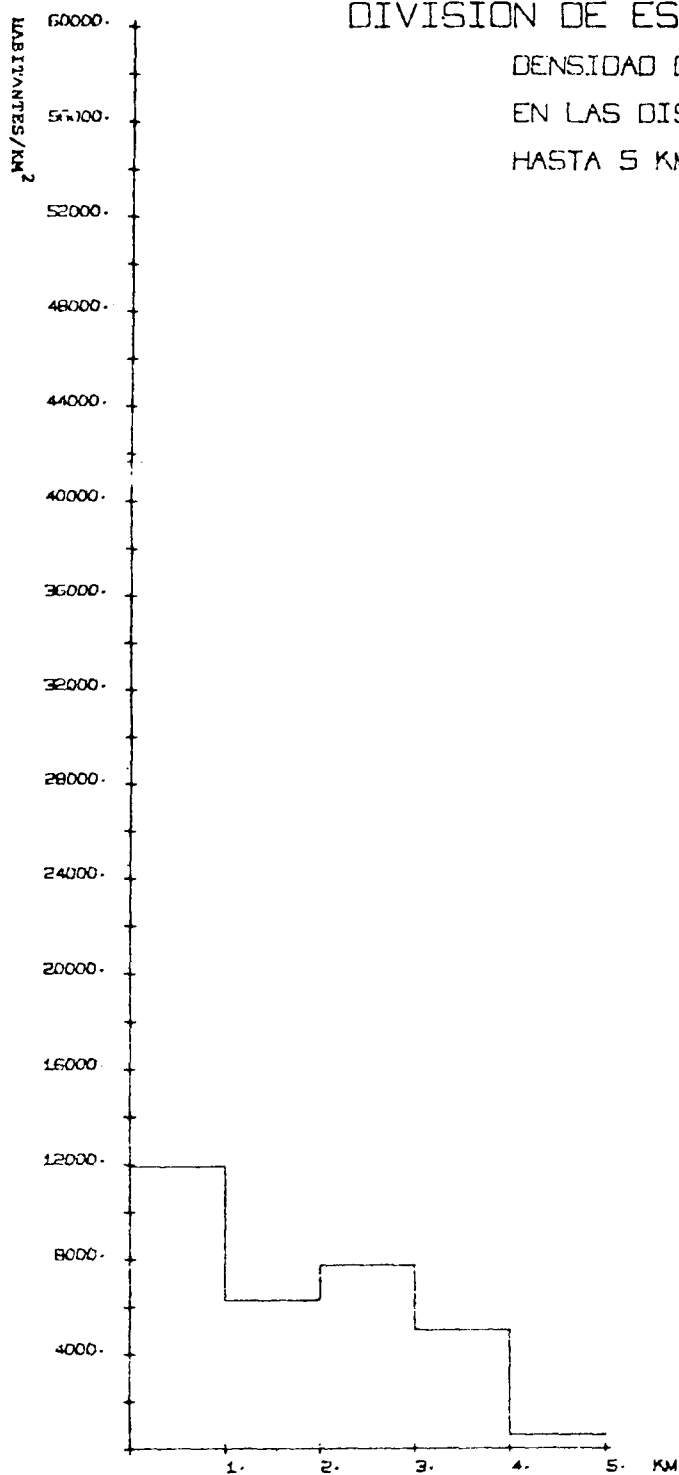
DIRECCION N
T.P.F.N. - PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION NE
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION E
I.P.E.N.-PERU

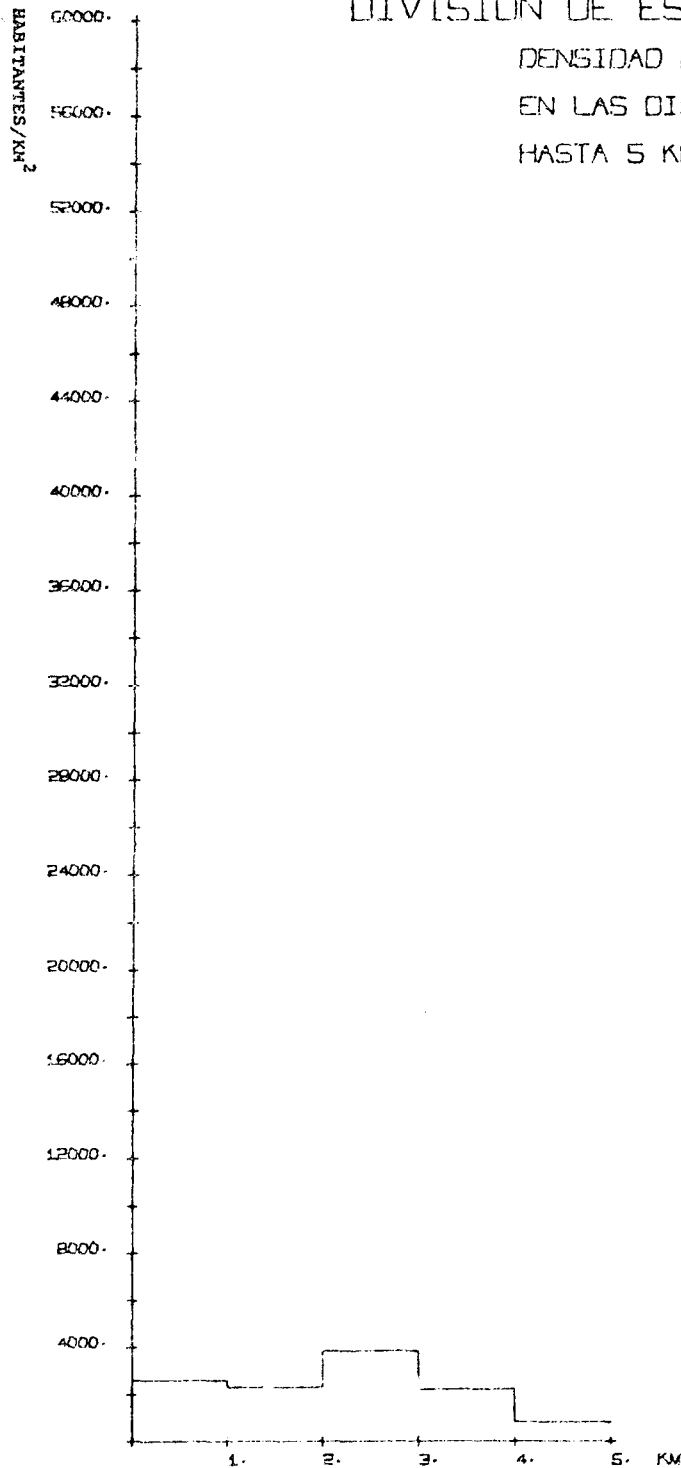
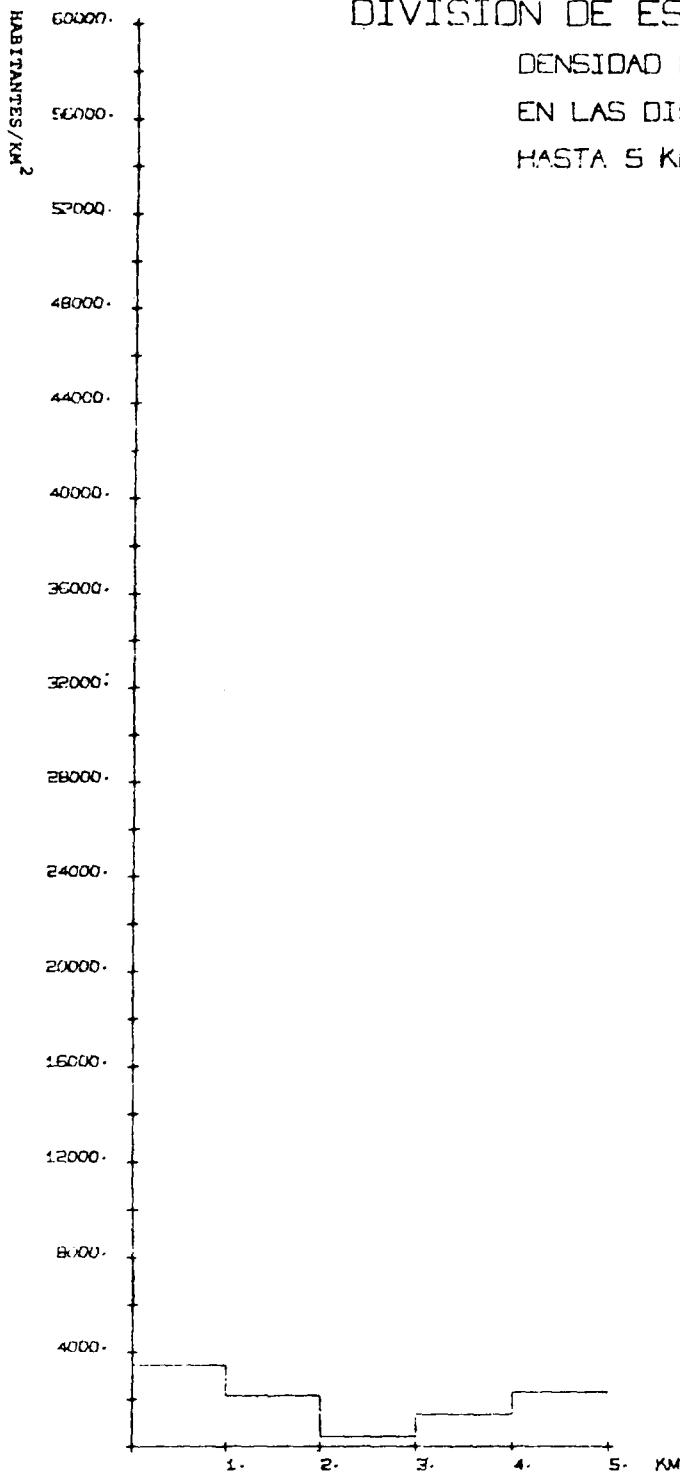


Figura: 55

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

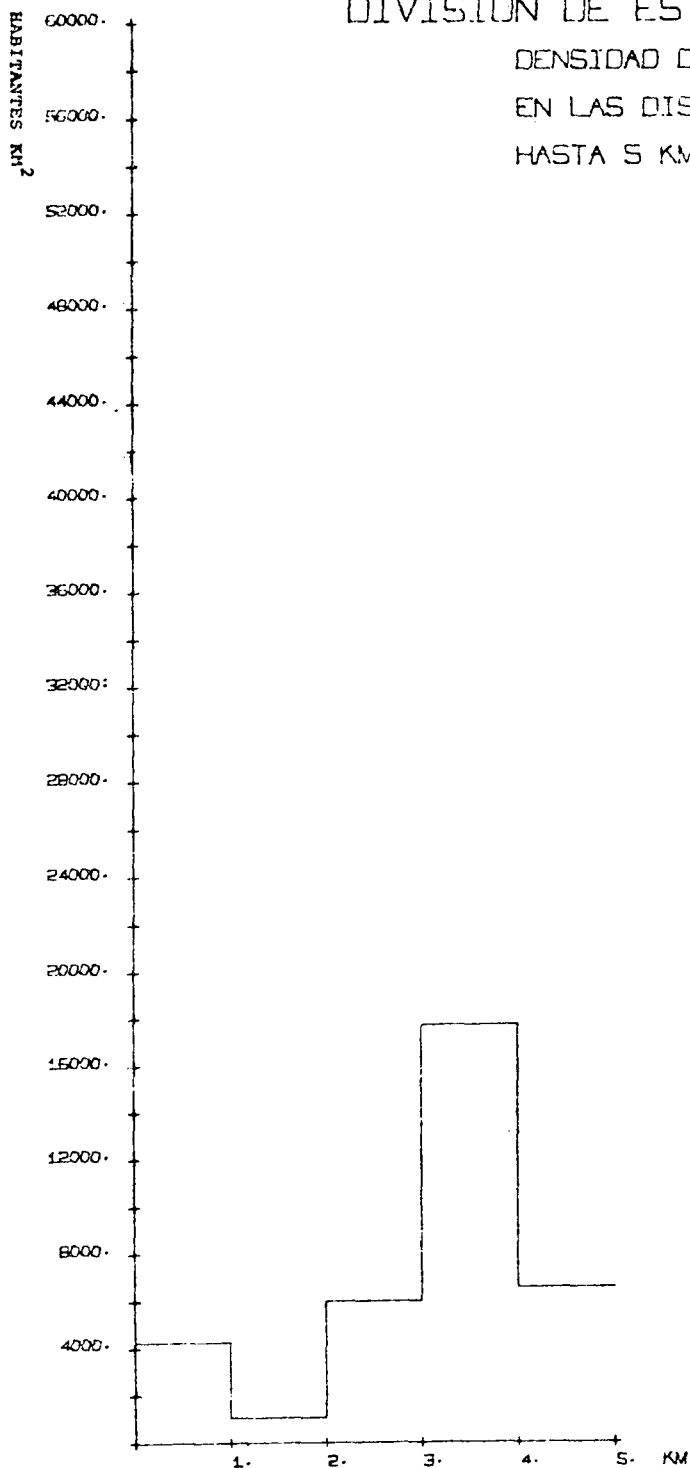
DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION SE
I.P.E.N.-PERU.



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION



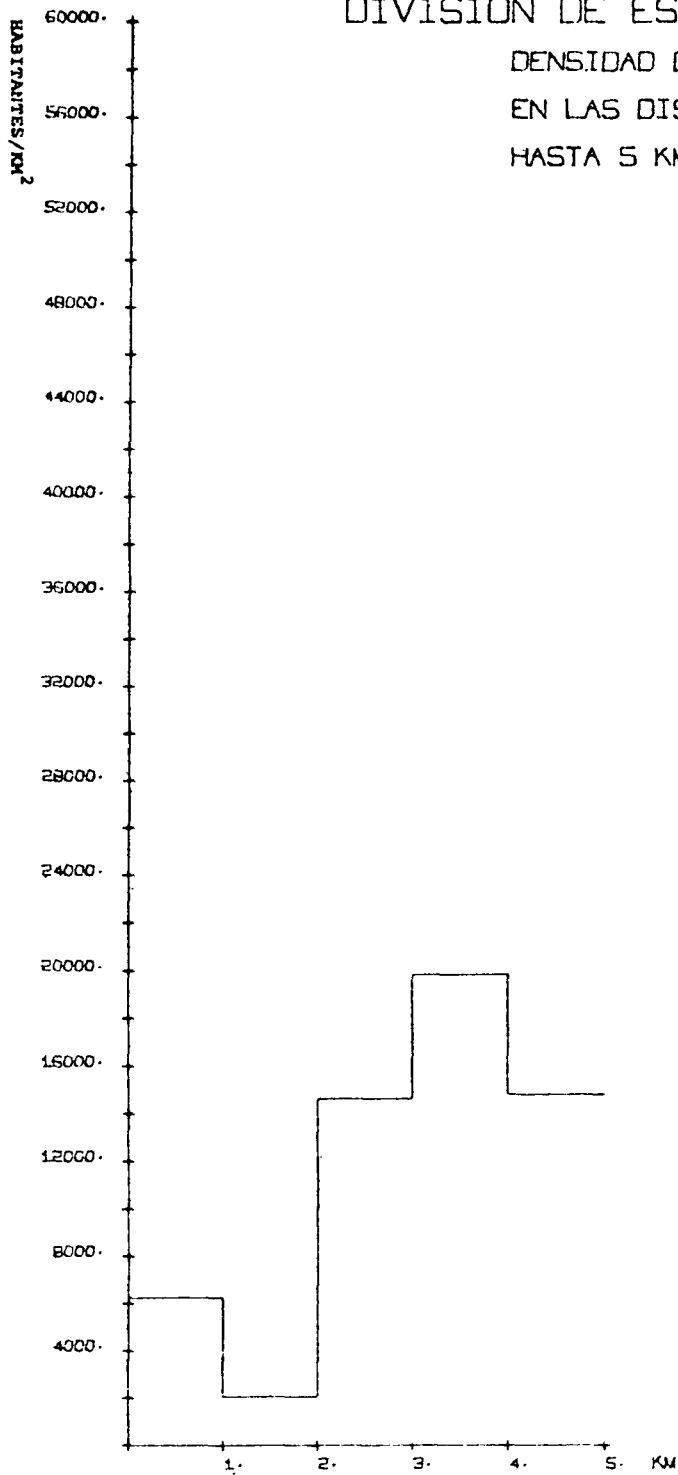
DIRECCION S

I.P.E.N.-PERU

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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION SO
I.P.E.N.-PERU



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

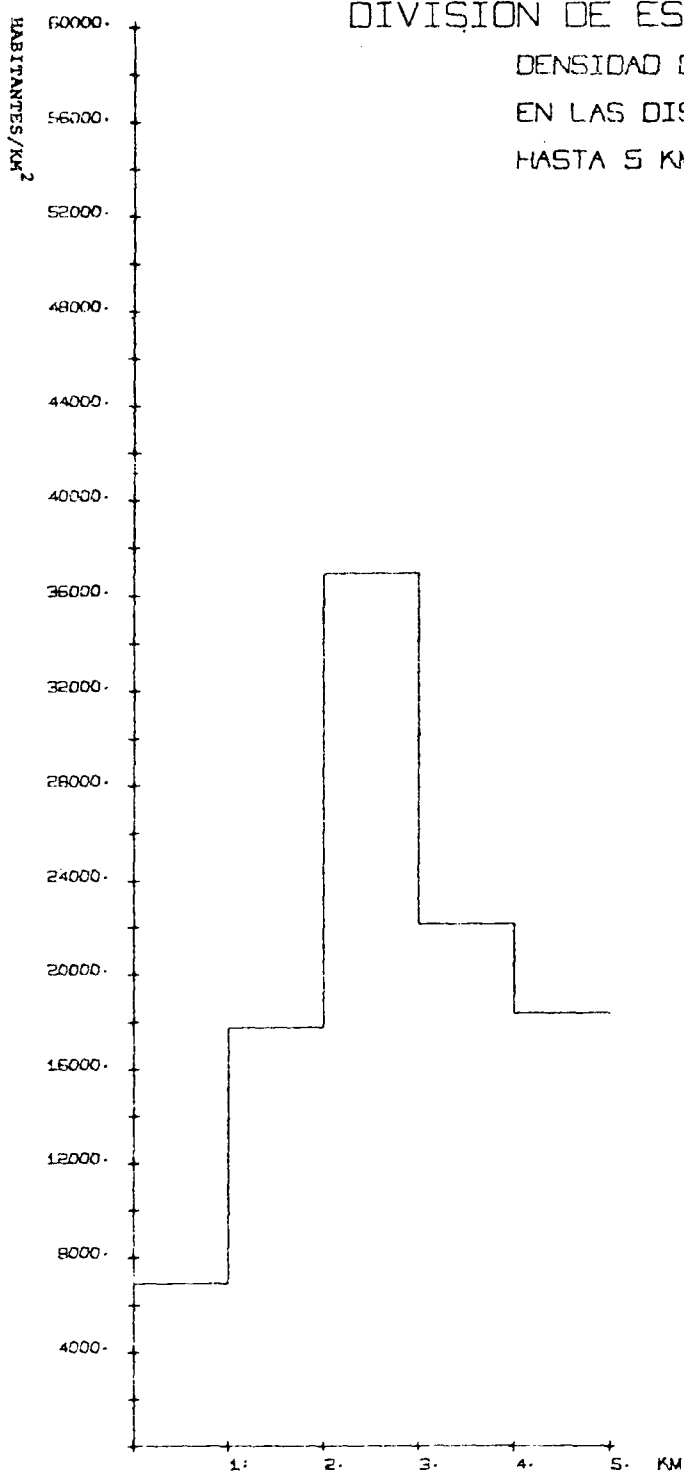
DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

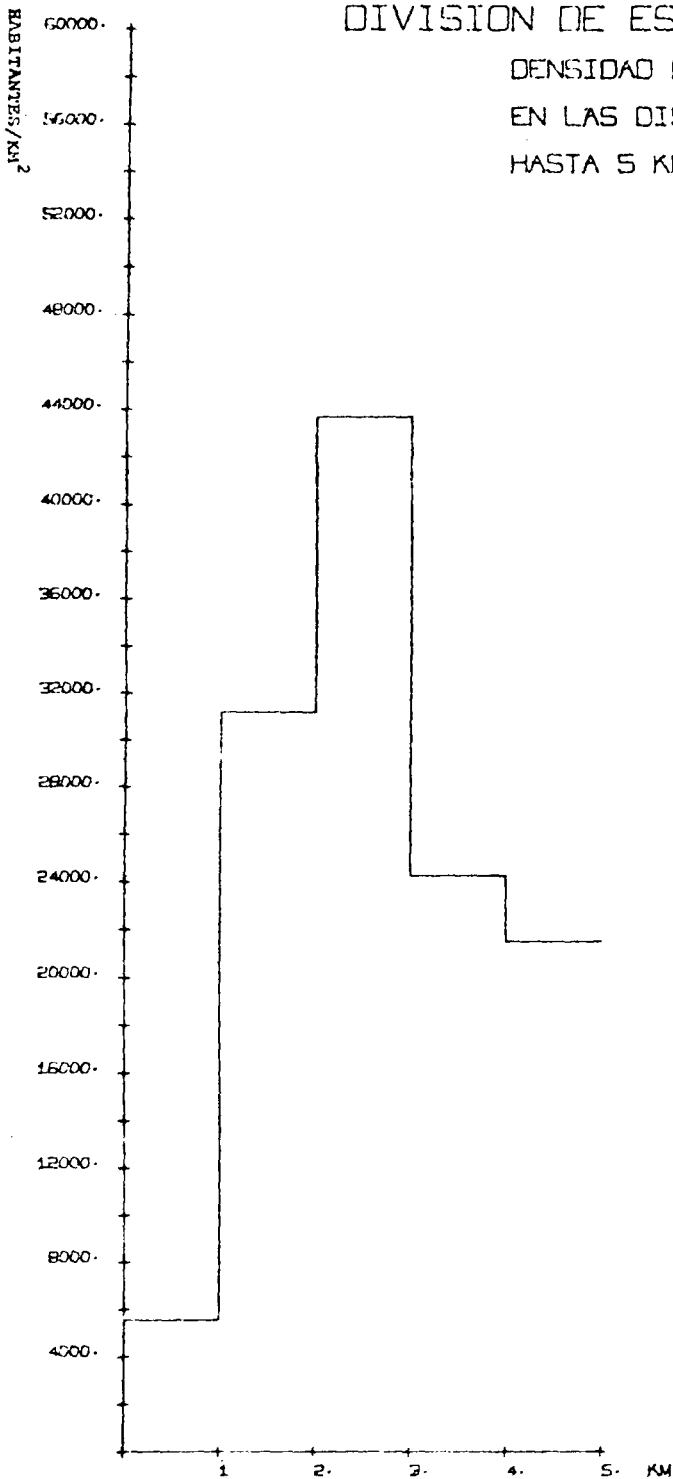
DIRECCION O

I.P.E.N.-PERU



COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
GERENCIA DE PROTECCION Y SEGURIDAD
DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES
DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

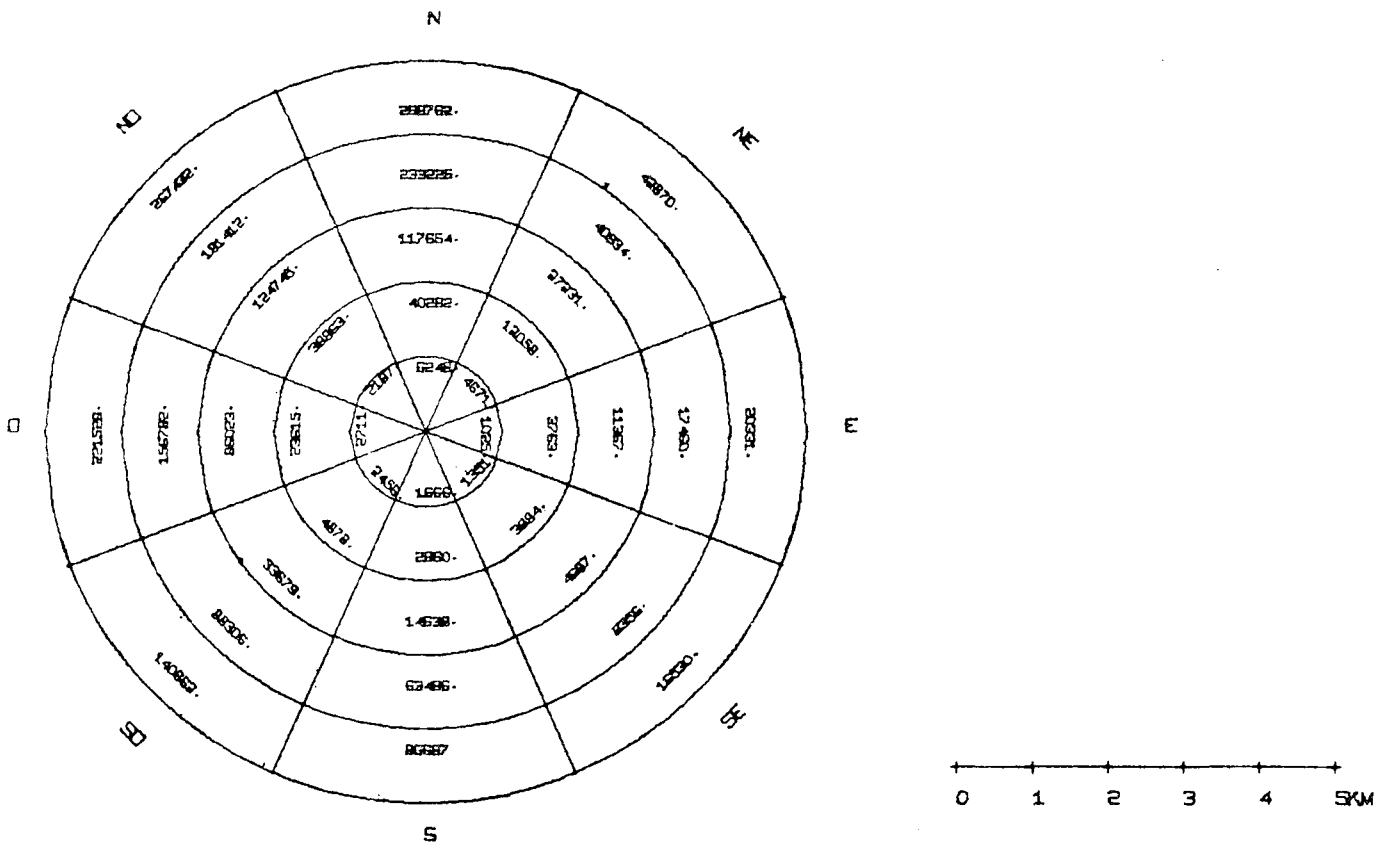
DIRECCION NO
I.P.E.N.-PERU



2.77

Figura: 60

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES
POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION
I.P.E.N.-PERU



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

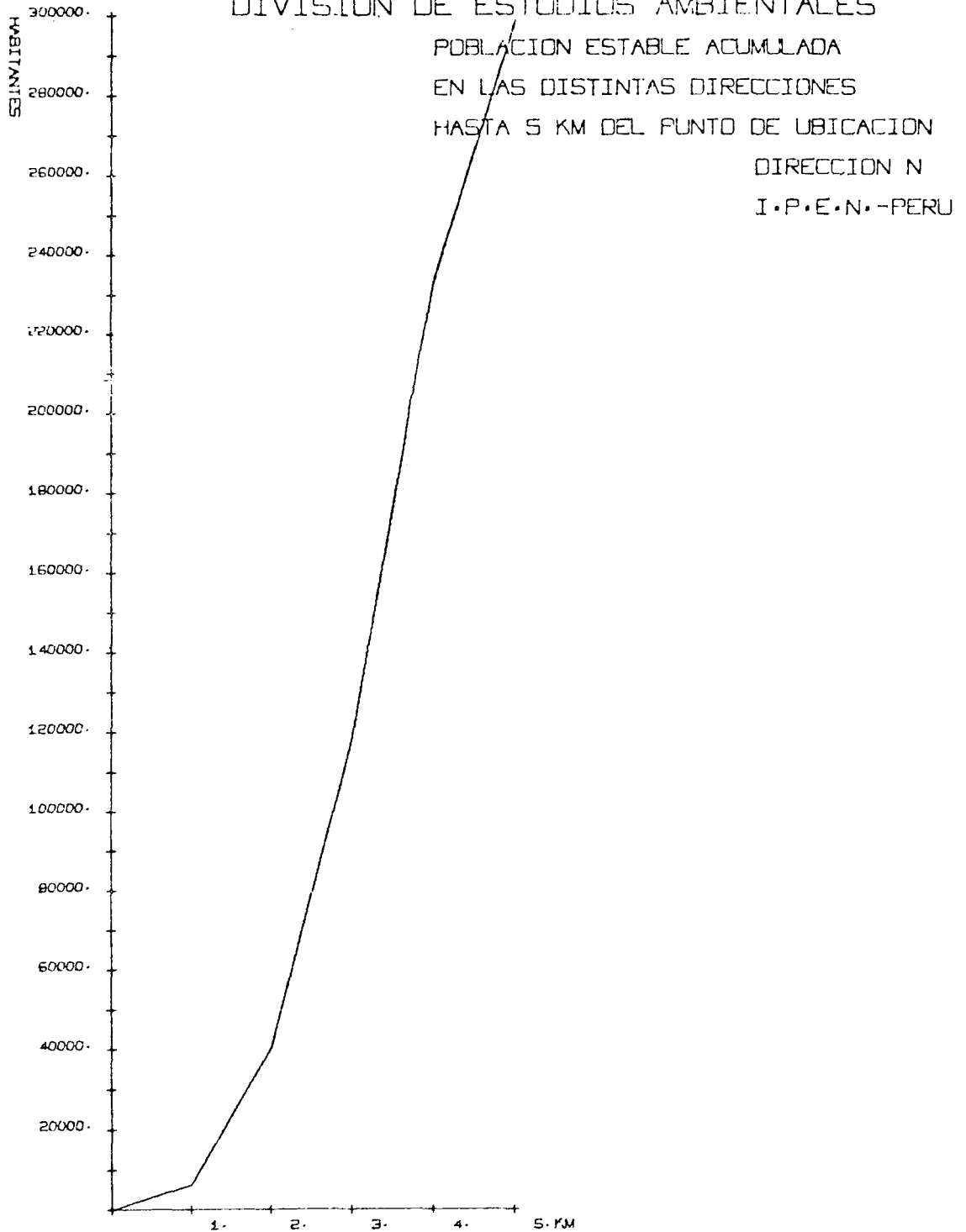
POBLACION ESTABLE ACUMULADA EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES PROYECTADA A 1977
 HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION (+)
 UBICACION=RPD I.P.E.N. - PERU

KM	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1	6244.	4671.	1025.	1351.	1666.	2456.	2711.	2167.
2	40242.	12054.	3763.	3894.	2890.	4474.	23615.	34963.
3	117654.	27231.	11367.	4697.	14638.	33679.	96023.	124745.
4	233225.	40934.	17460.	8356.	63446.	44306.	156792.	191412.
5	294762.	42870.	20331.	16530.	46687.	140662.	221524.	267432.

2.78

(+) * FUENTE= OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS *
 (CENSO NACIONAL 1972)
 KM 1 =FOTOINTERPRETACION
 KM 2 A 5 =PROYECCION EFECTUADA MEDIANTE INDICE OFICIAL

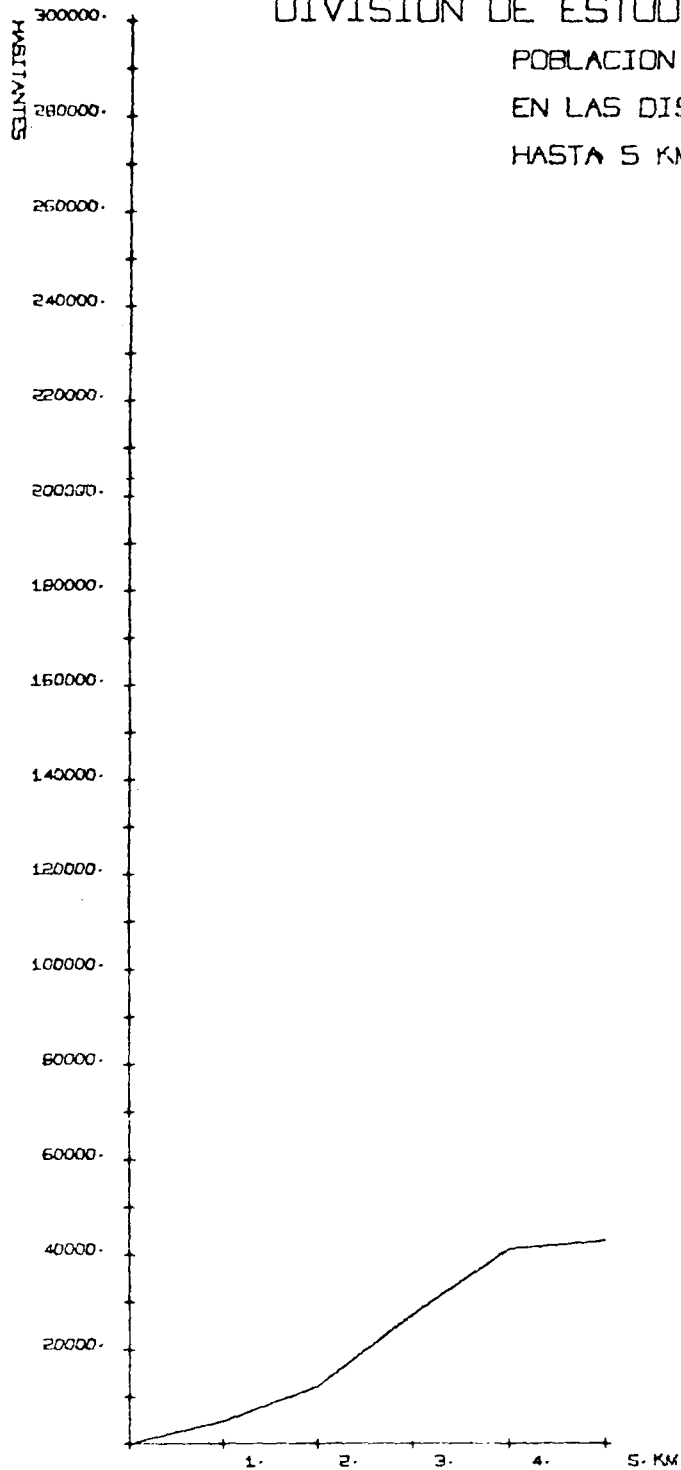
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
GERENCIA DE PROTECCION Y SEGURIDAD
DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES



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

POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION NE
I.P.E.N.-PERU



2.81

Figura: 63

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

POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION E
I.P.E.N.-PERU

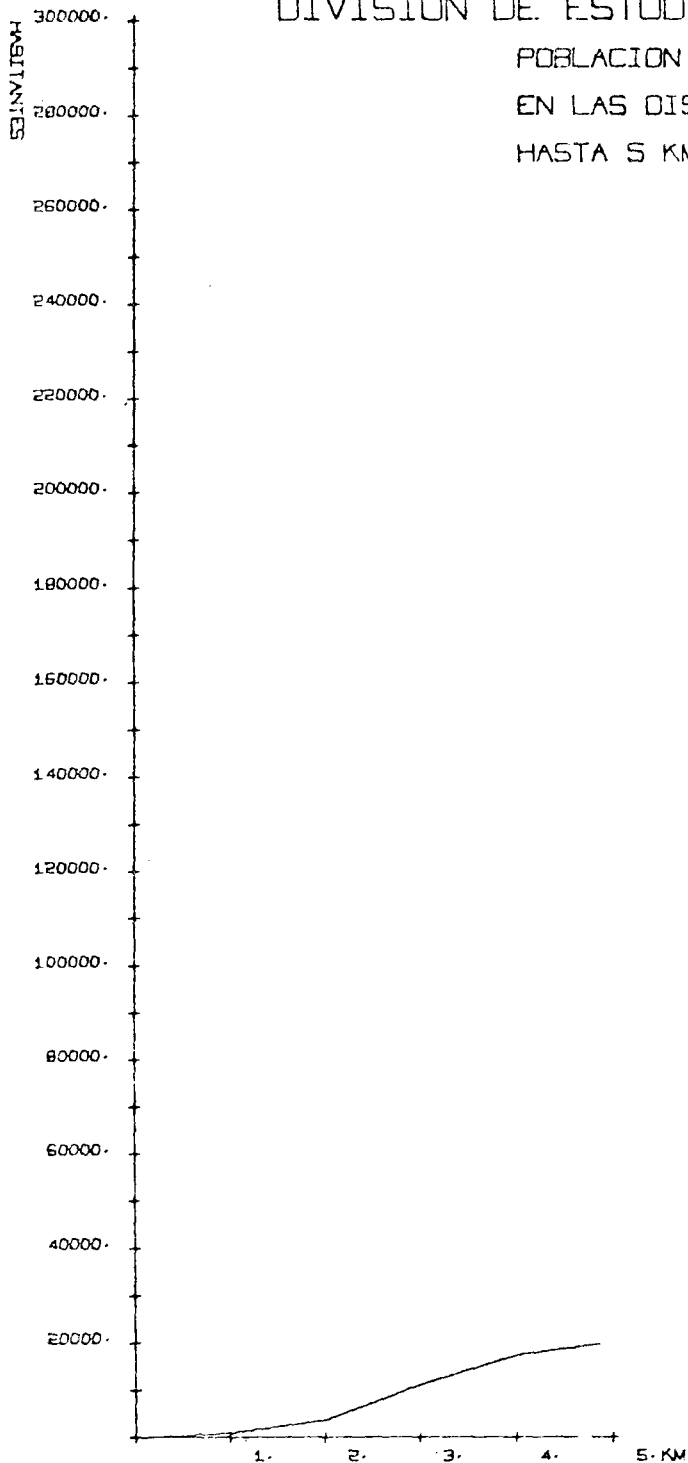
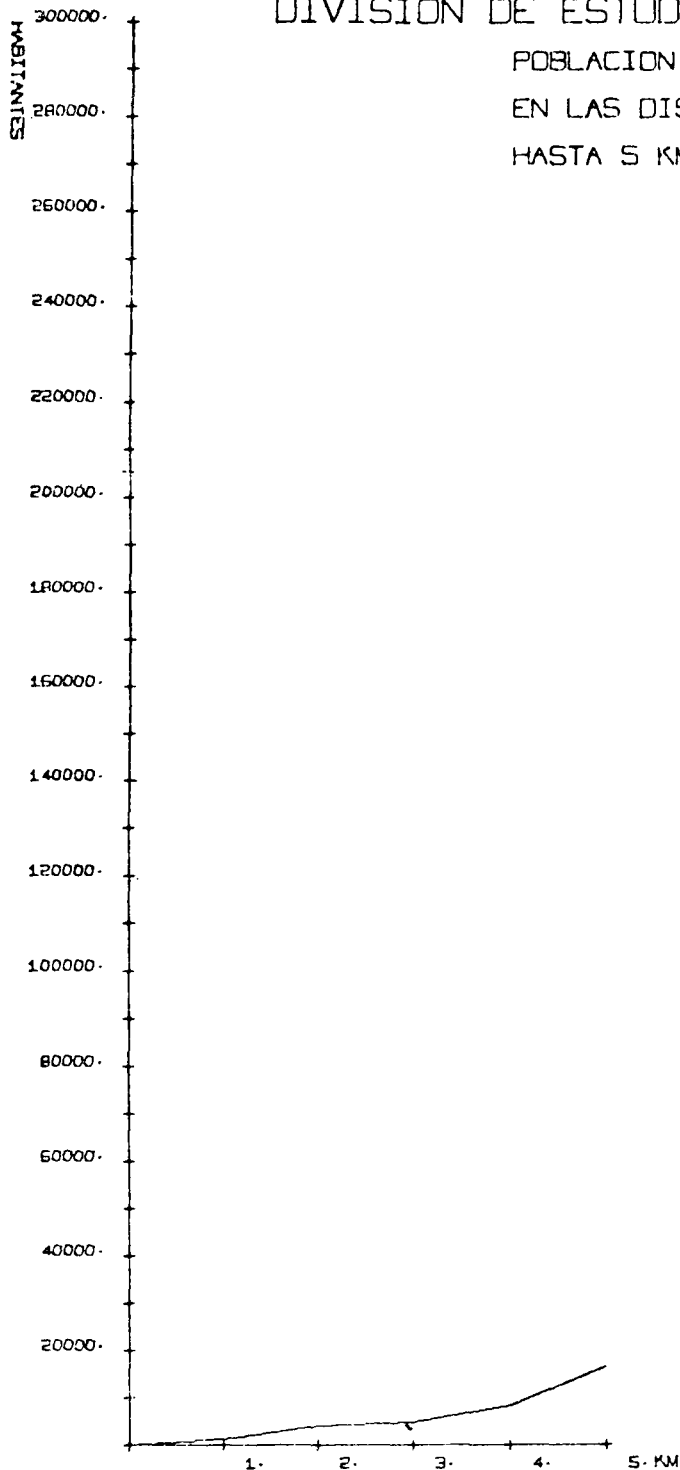


Figura: 64

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

POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

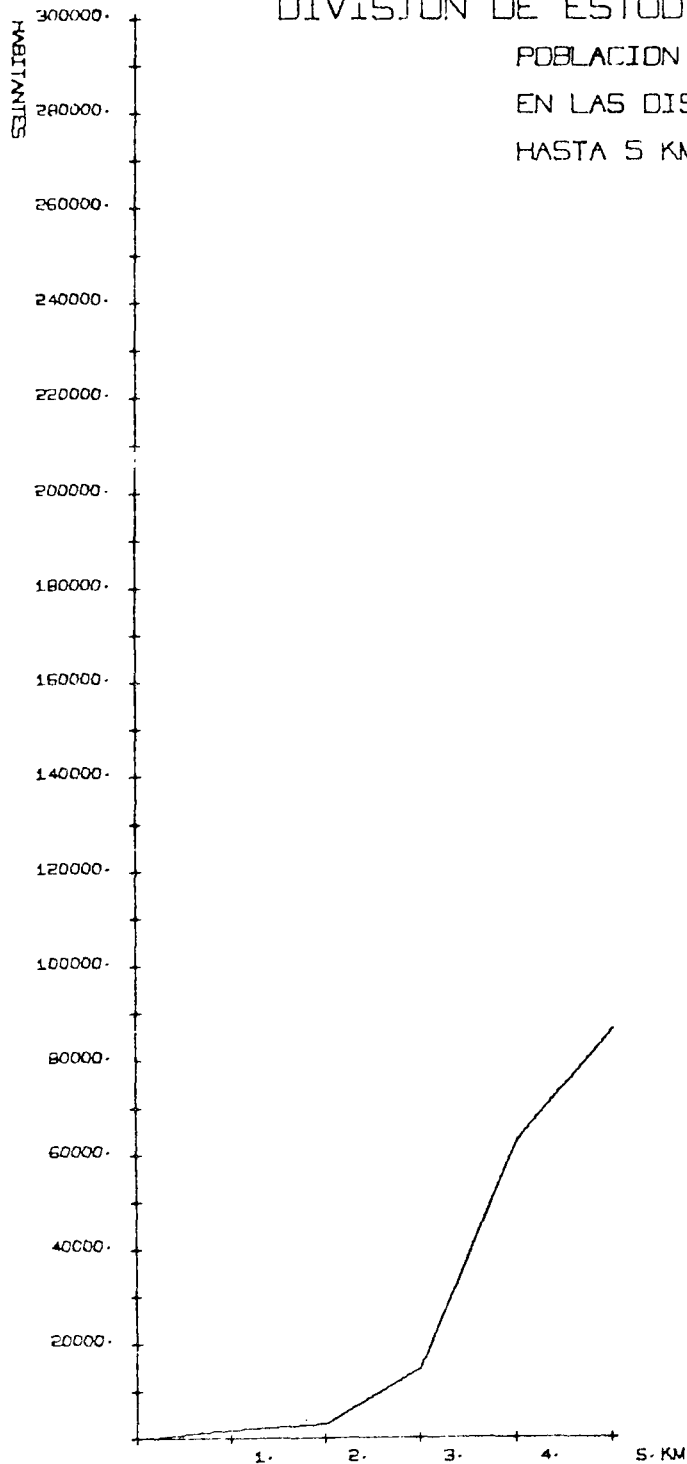
DIRECCION SE
I.P.E.N.-PERU



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

POBLACION ESTABLE ACUMLLADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION S
I.P.E.N.-PERU



2.84

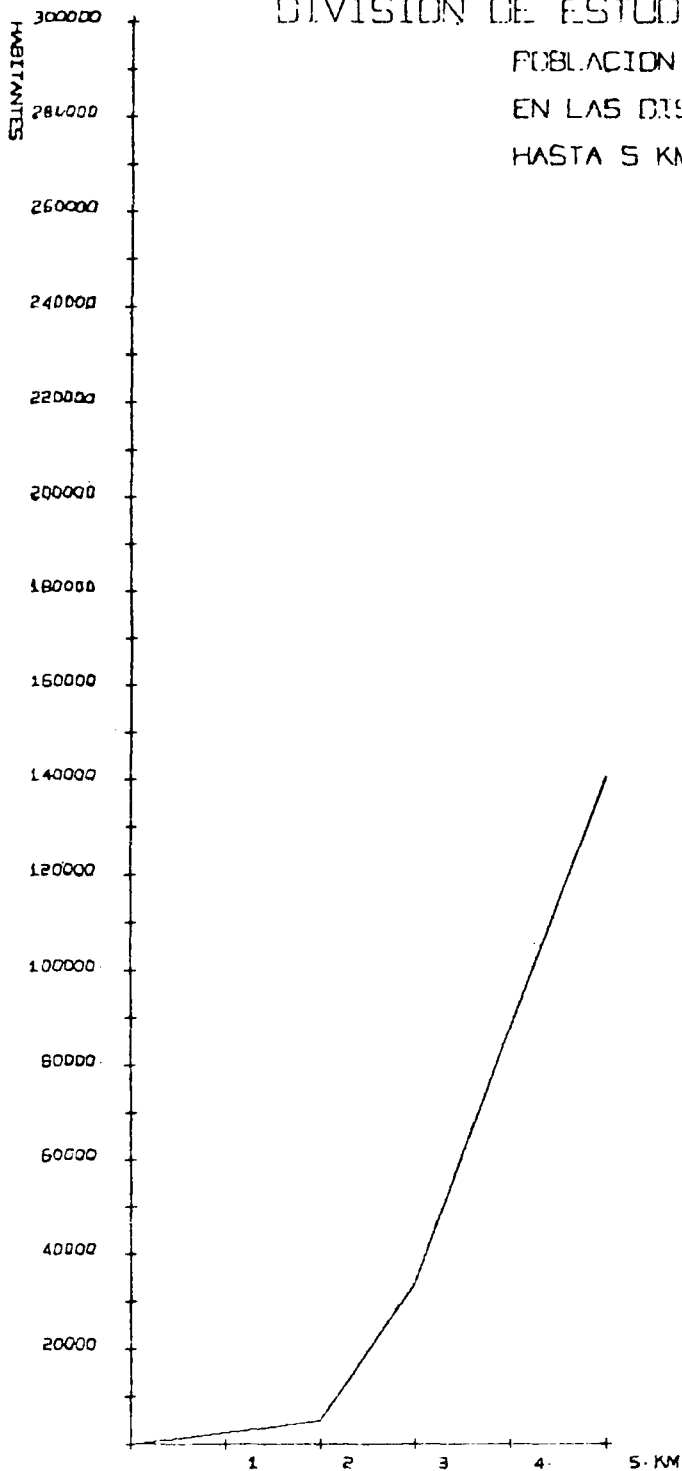
Figura: 66

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

POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION SO

I.P.E.N.-PERU



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

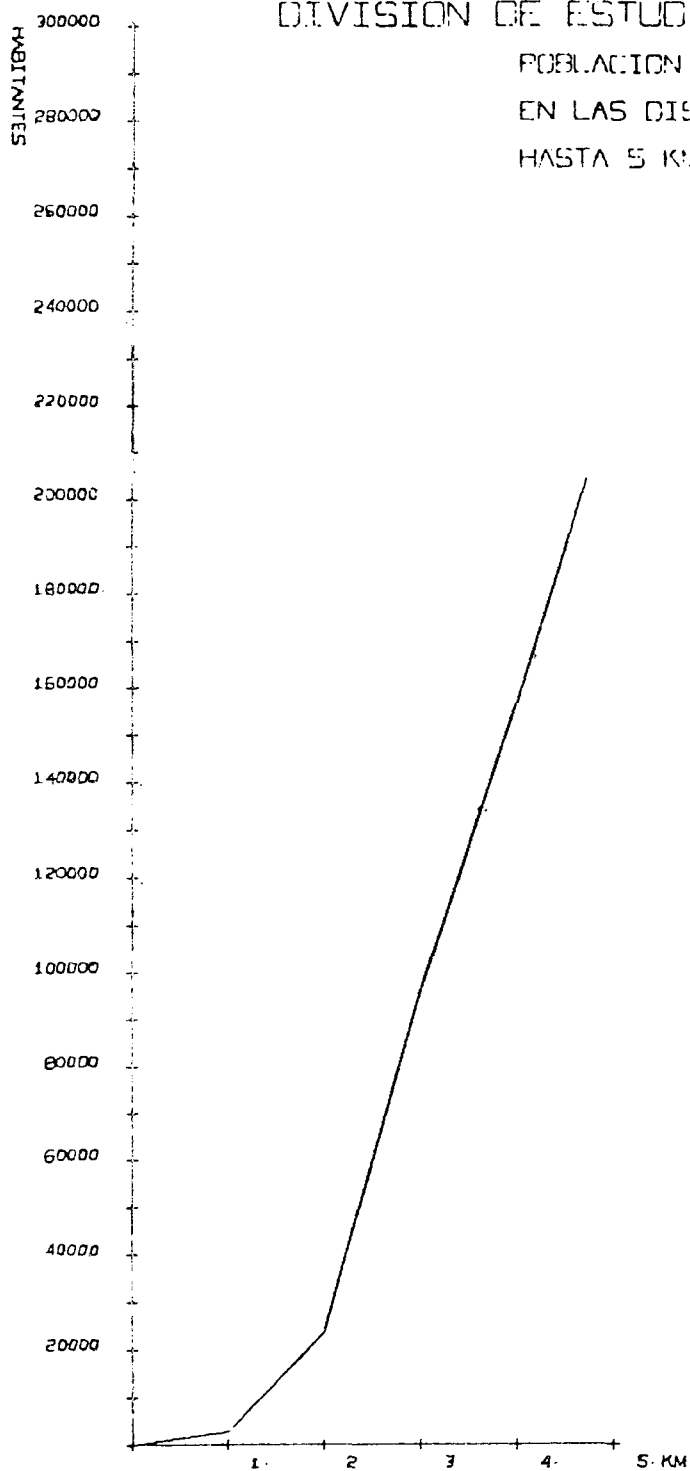
POBLACION ESTABLE ACUMULADA

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION O

I.P.E.N. - PERU



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

POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION NO
I.P.E.N. - PERU

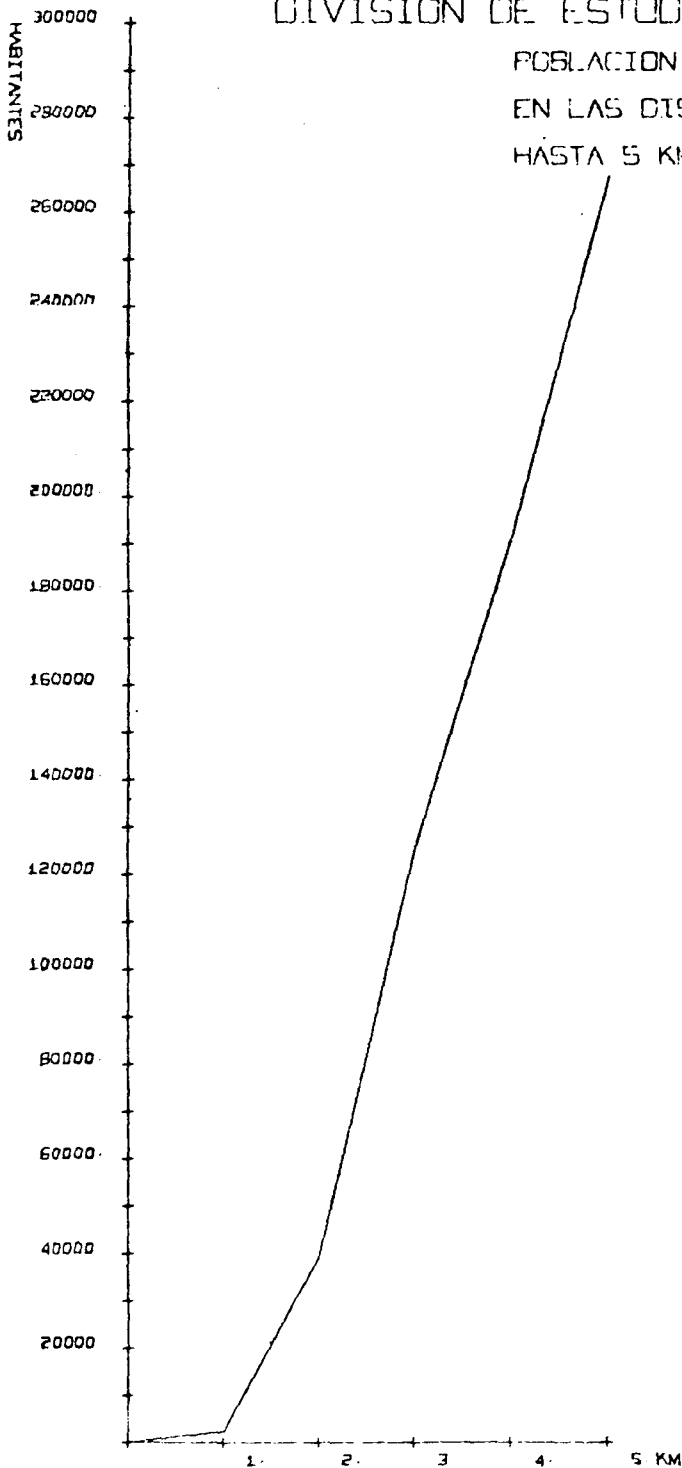
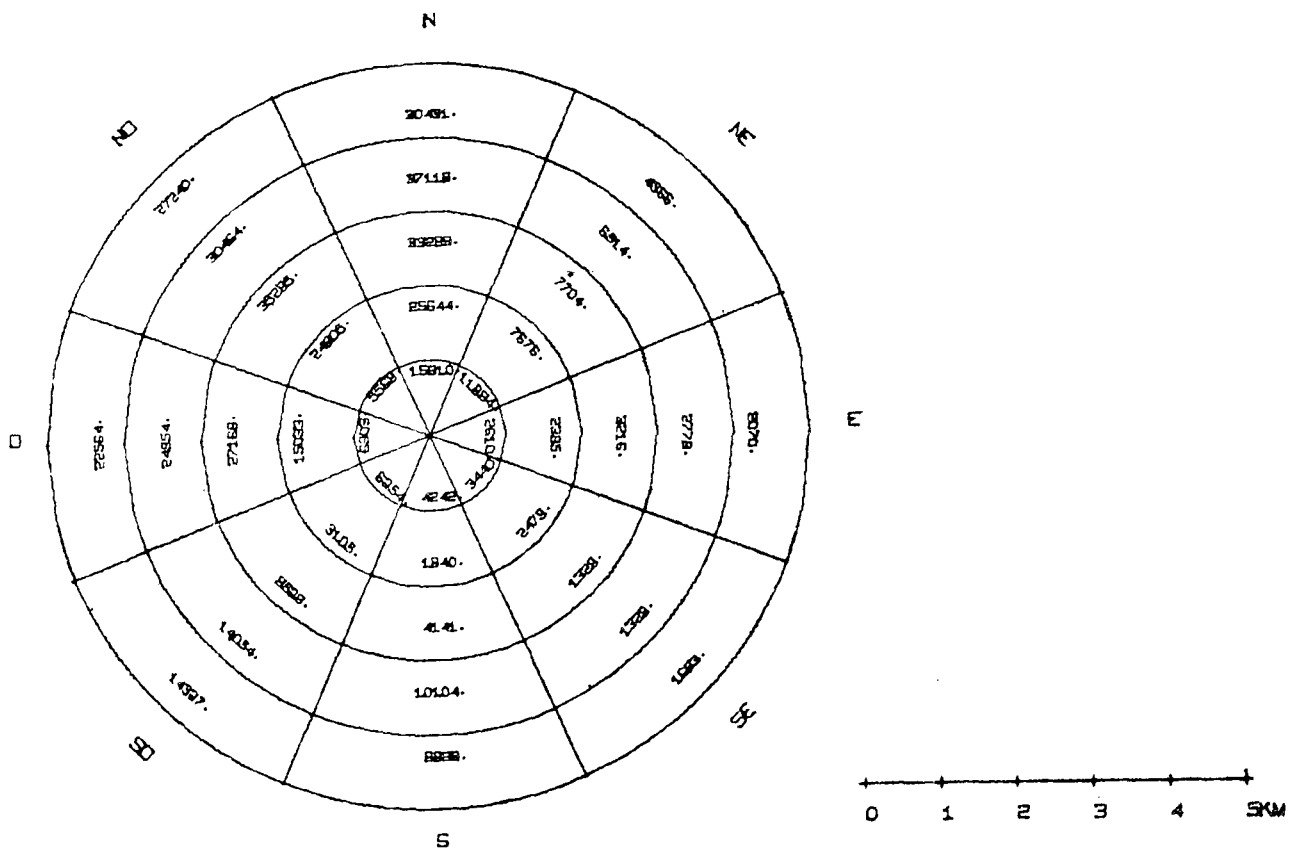


Figura: 69

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
 GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
 DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES
 DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA
 EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
 HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION
 I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES PROYECTADA A 1977
 HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION (+)
 UBICACION=RP0 I.P.E.N. - PERU

KM	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1	15910.	11894.	2610.	3440.	4242.	6254.	6903.	5569.
2	25644.	7676.	2395.	2479.	1840.	3105.	15033.	24805.
3	33289.	7704.	3216.	1329.	4141.	9529.	27169.	35295.
4	37118.	6514.	2778.	1329.	10104.	14054.	24954.	30464.
5	30431.	4366.	2070.	1683.	8829.	14327.	22564.	27240.

2.88

(+) * FUENTE= OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS *
 (CENSO NACIONAL 1972)
 KM 1 =FOTOINTERPRETACION
 KM 2 A 5 =PROYECCION EFECTUADA MEDIANTE INDICE OFICIAL

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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION N

I.P.E.N.-PERU

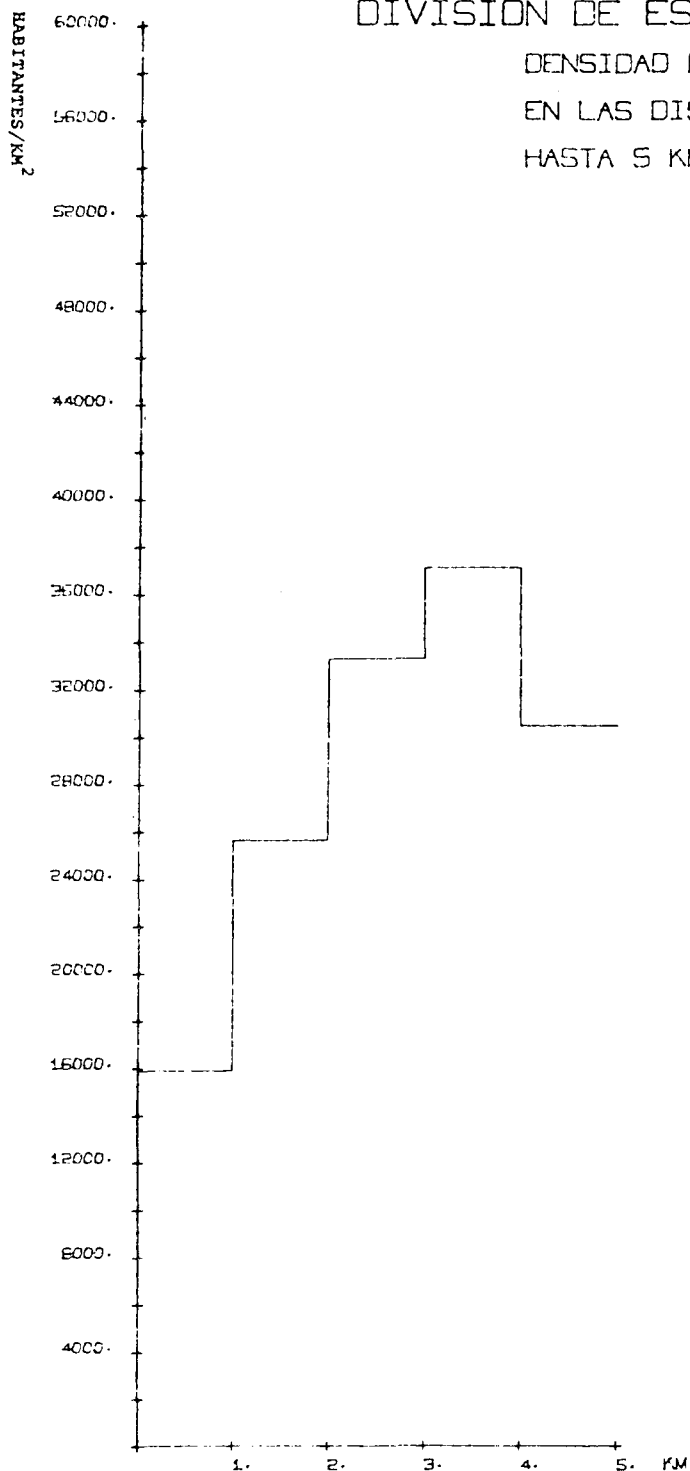
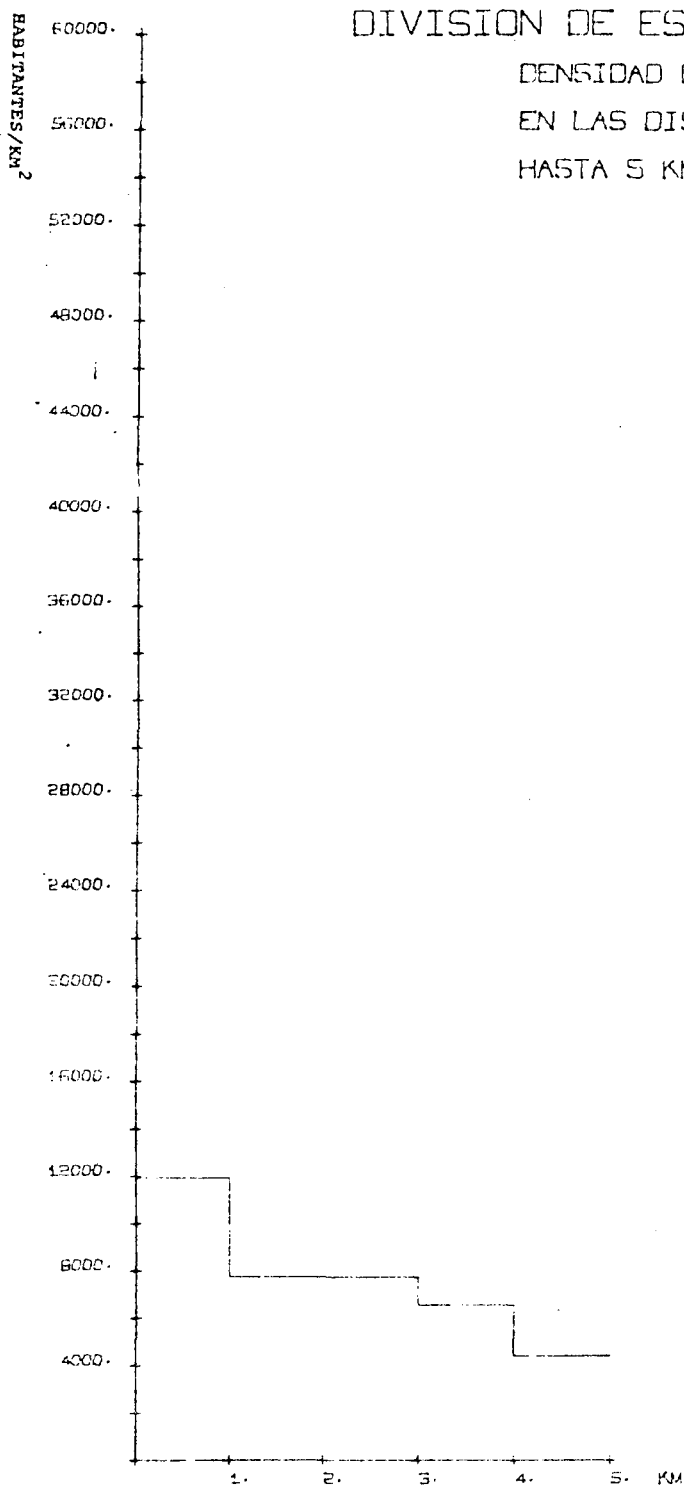


Figura: 71

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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION NE
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION E

I.P.E.N.-PERU

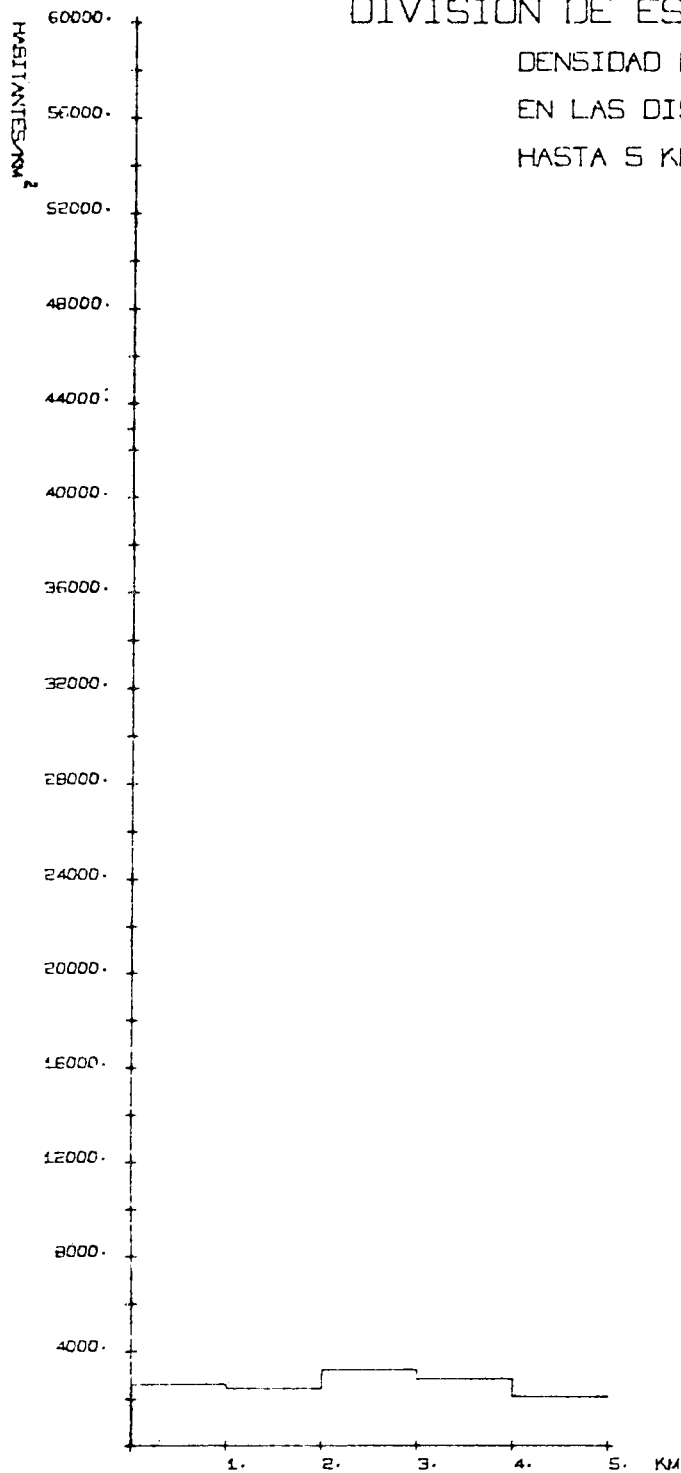
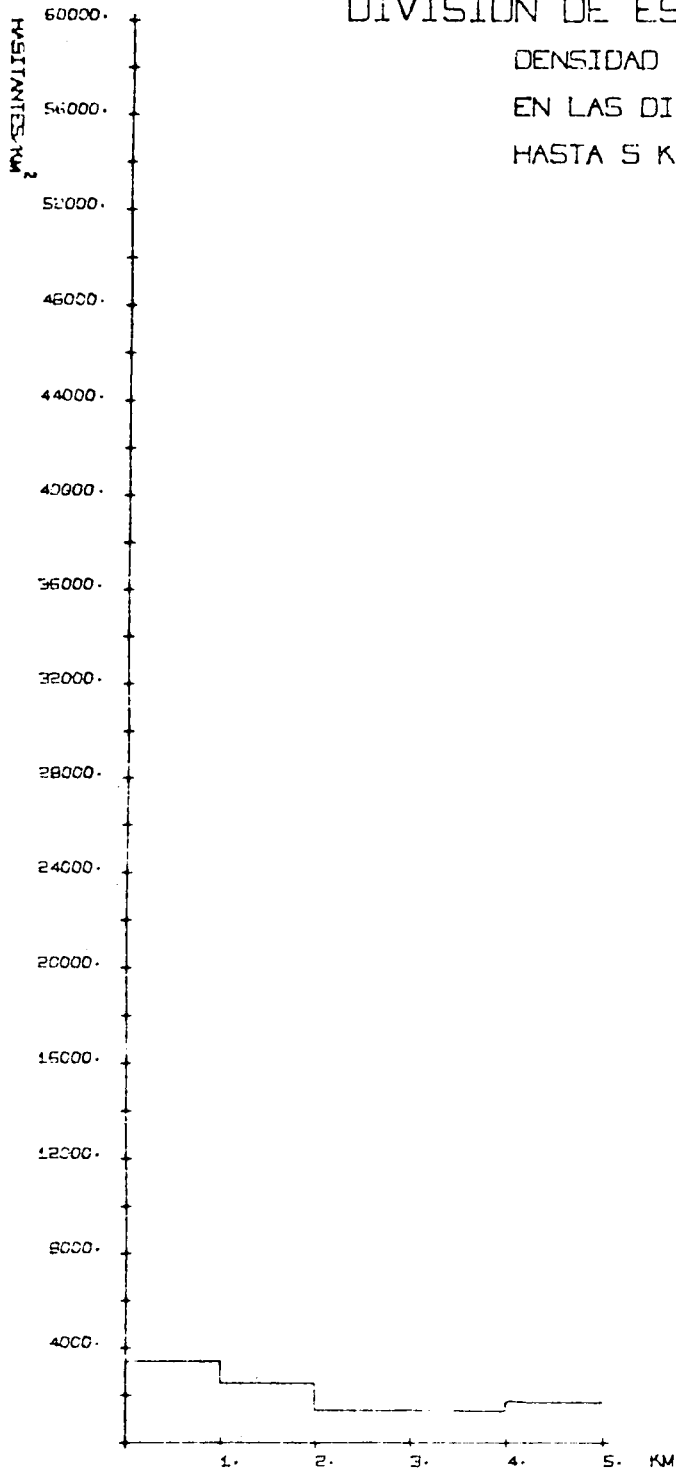


Figura 73

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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION SE
I.P.E.N.-PERU

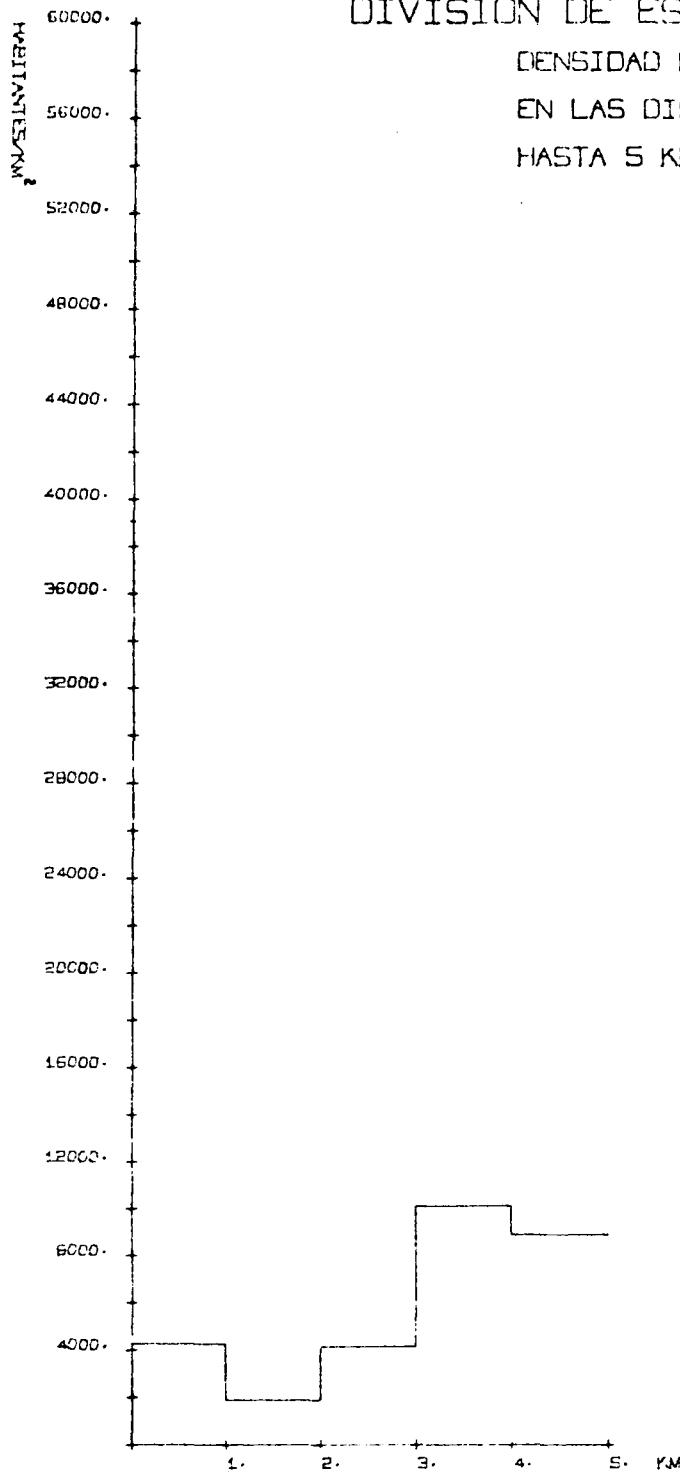


COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
GERENCIA DE PROTECCION Y SEGURIDAD
DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION S

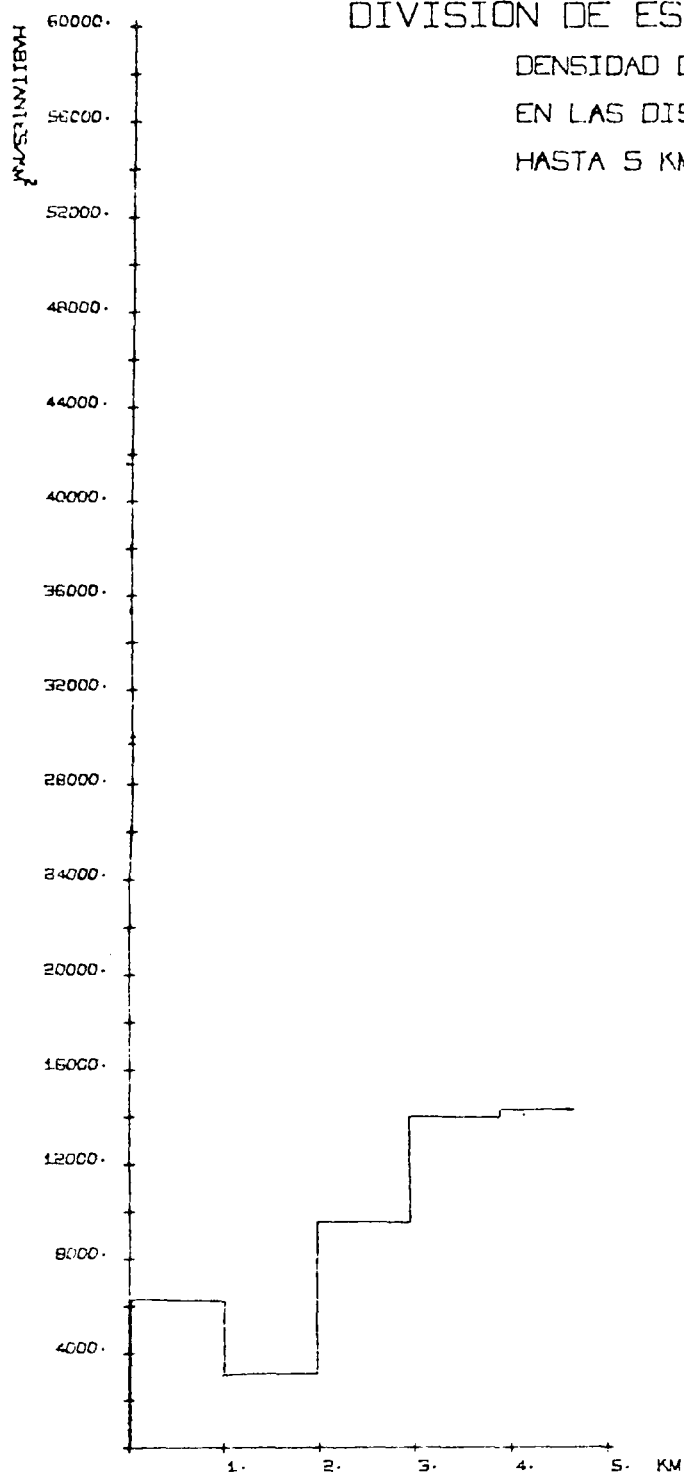
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION SO
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION O
I.P.E.N.-PERU

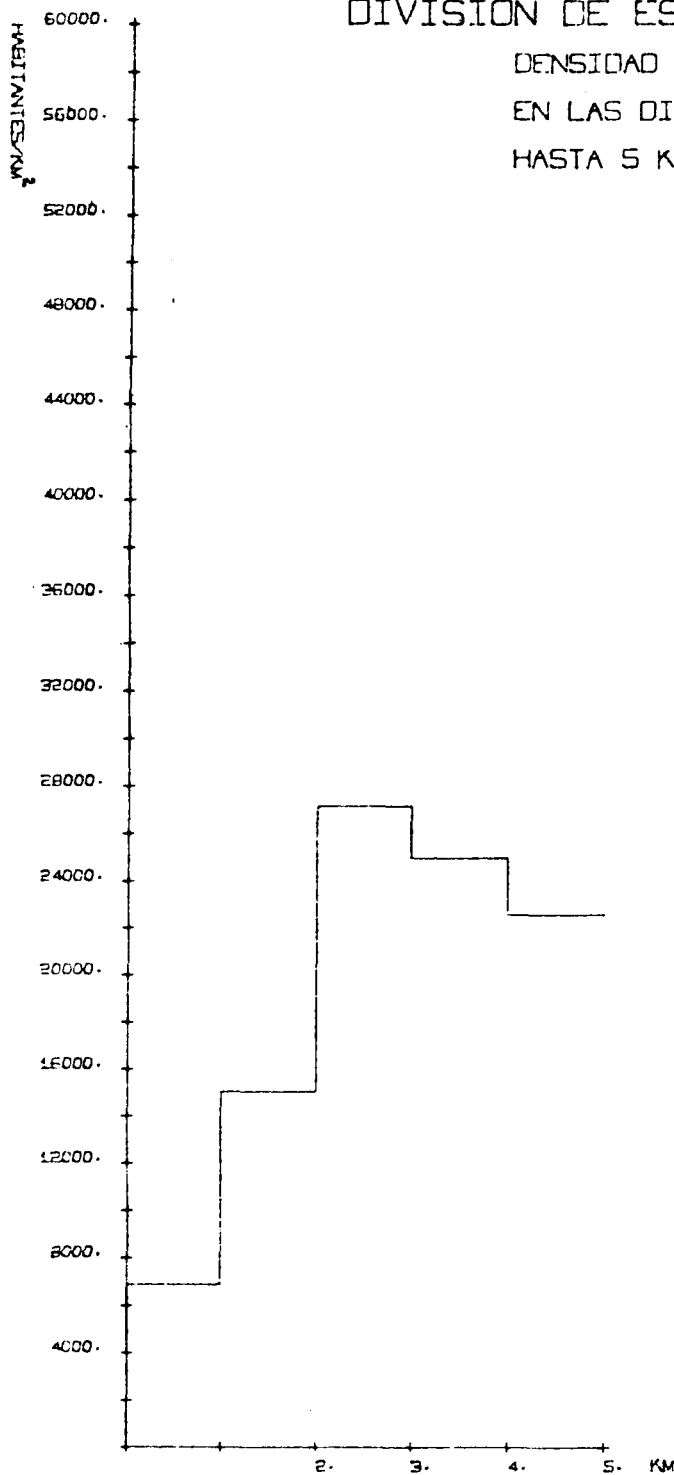
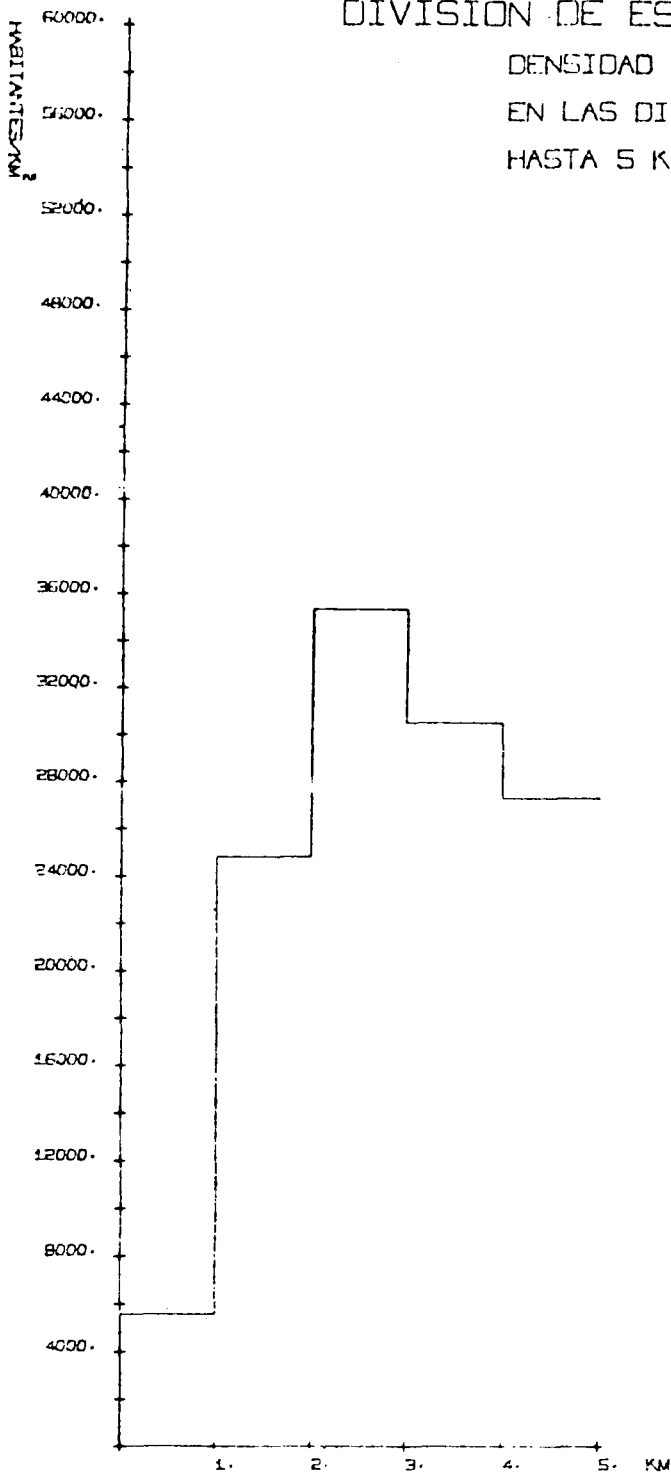


Figura 77

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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

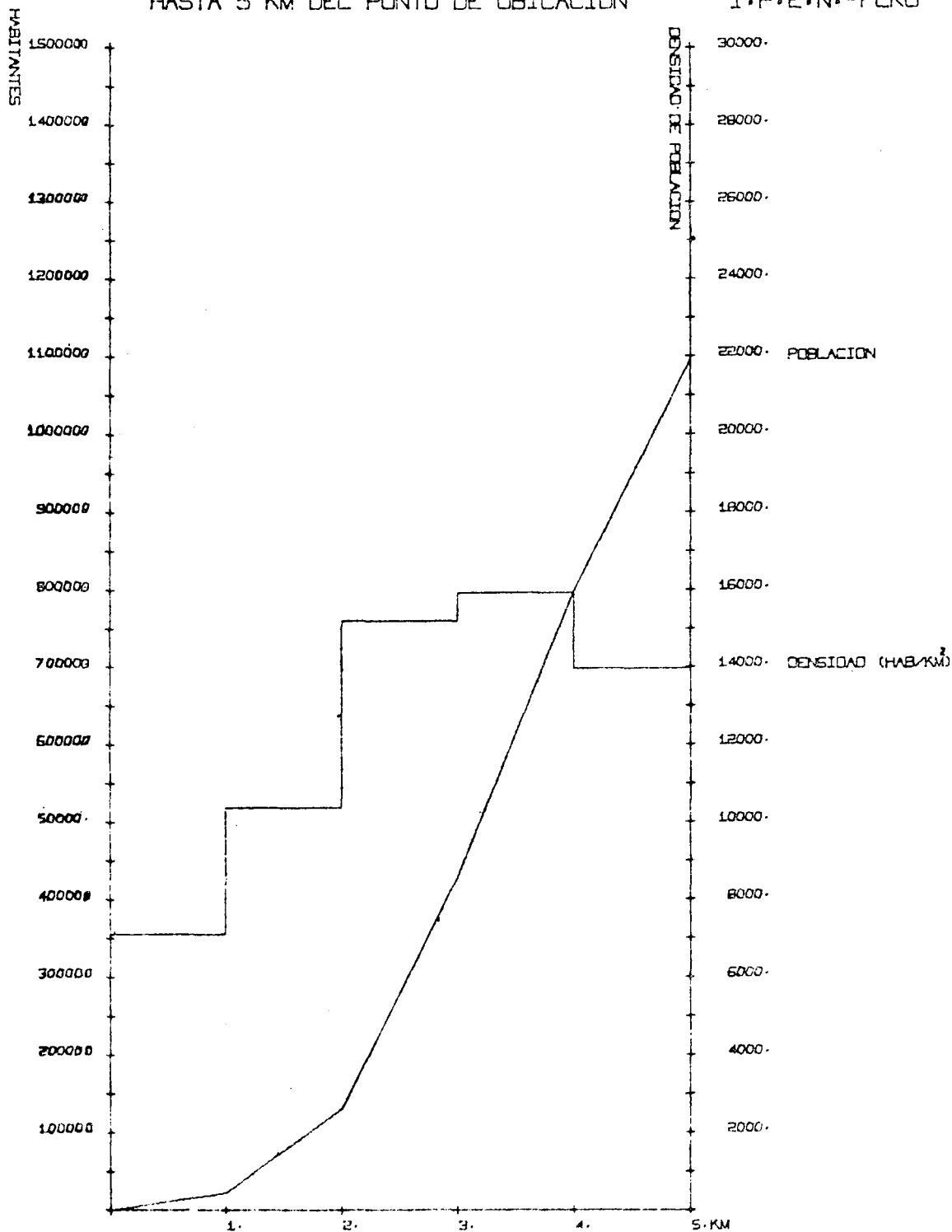
DIRECCION NO
I.P.E.N.-PERU



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

POBLACION Y DENSIDAD DE POBLACION ESTABLES
ACUMULADAS EN TODAS LAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

I.P.E.N.-PERU



2.98

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

POBLACION ESTABLE ACUMULADA EN TODAS LAS DIRECCIONES PROYECTADA A 1977
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION (+)

UBICACION=RP0 I.P.E.N.=PERU

KM	CANTIDAD DE HABITANTES
1	22315.
2	130346.
3	430037.
4	799973.
5	1094806.

(+) FUENTE= OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS LIMA - PERU
CENSO NACIONAL 1972
KM 1 =FOTOINTERPRETACION
KM 2 A 5 =PROYECCION EFECTUADA MEDIANTE INDICE OFICIAL

2.99

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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE , ACUMULADA EN TODAS LAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION (+)

PROYECCION A EL AÑO 1977

UBICACION=RP0 I.P.E.N.-PERU

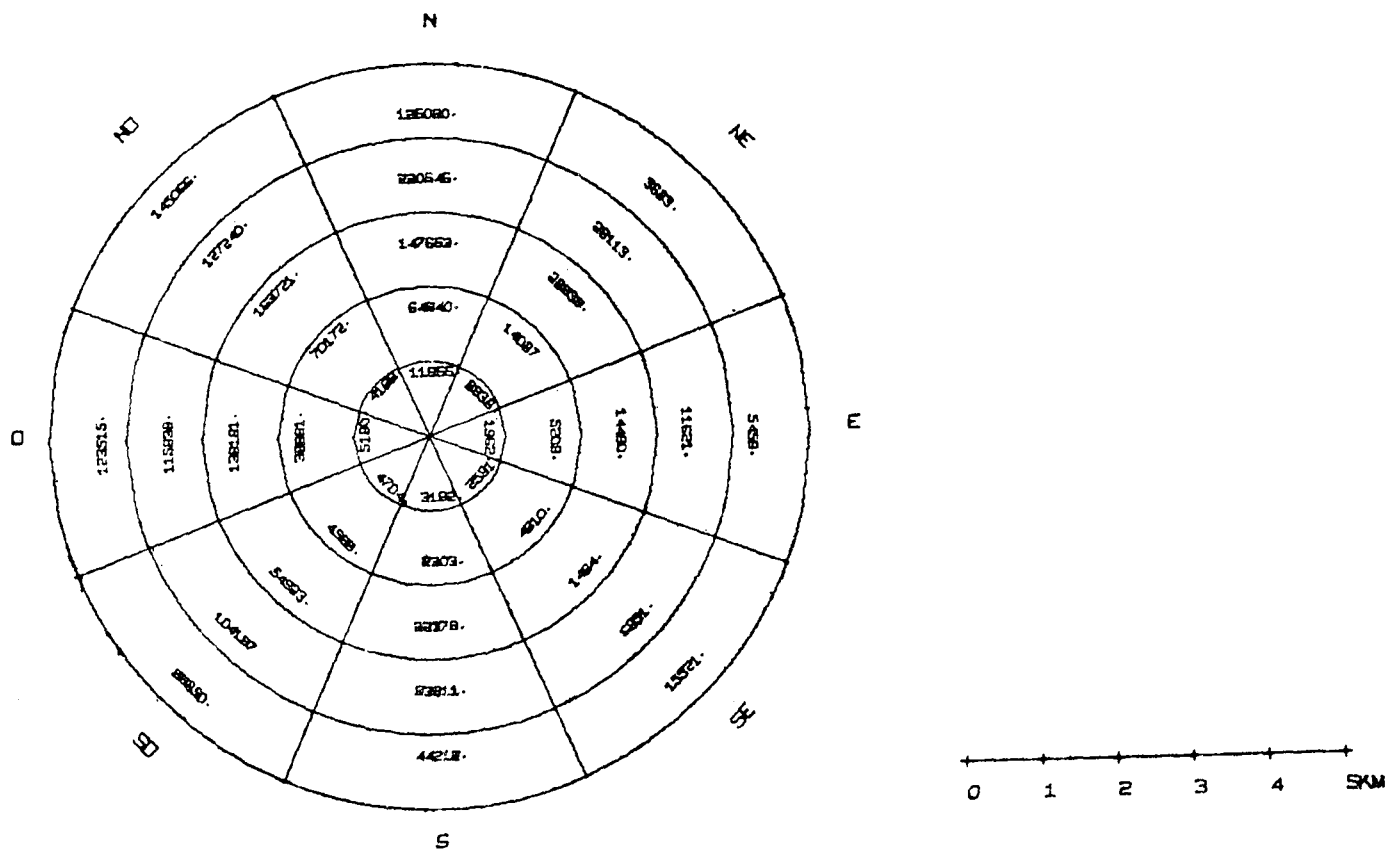
KM	CANTIDAD DE HABITANTES POR KM CUADRADO
1	7103.
2	10373.
3	15209.
4	15915.
5	13939.

(+) FUENTE= OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS LIMA - PERU
 CENSO NACIONAL 1972
KM 1 = FOTOINTERPRETACION
KM 2 A 5 =PROYECCION EFECTUADA MEDIANTE INDICE OFICIAL

2,100

Figura: 79

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES
POBLACION ESTABLE
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION
I.P.E.N.-PERU



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

POBLACION ESTABLE EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
 HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION (+)
 EXPECTATIVA AL AÑO 2000
 UBICACION=RPO I.P.E.N. - PERU

*K/**	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1	11955.	8938.	1962.	2591.	3192.	4704.	5190.	4188.
2	64940.	14087.	5209.	4810.	2303.	4599.	39881.	70172.
3	147653.	28939.	14490.	1484.	22379.	54923.	138151.	163721.
4	220546.	26113.	11621.	6951.	93211.	104197.	115739.	127240.
5	125090.	3683.	5458.	12521.	44212.	99850.	122515.	145066.

2.101

(+) * FUENTE= OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS *
 (CENSO NACIONAL 1972)
 EXPECTATIVA AL AÑO 2000 EFECTUADA MEDIANTE INDICE OFICIAL

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

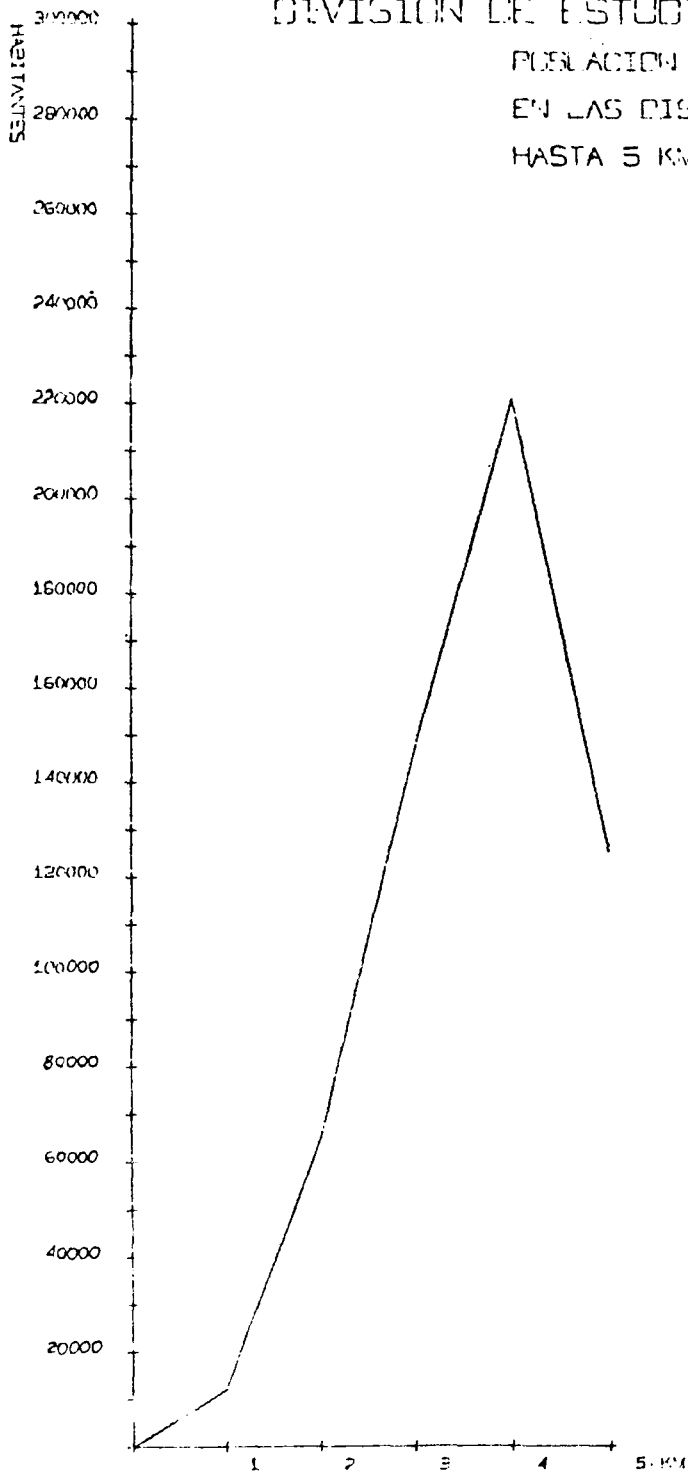
POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION N

T.P.E.N.-PERU



2.103

Figura: 81

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

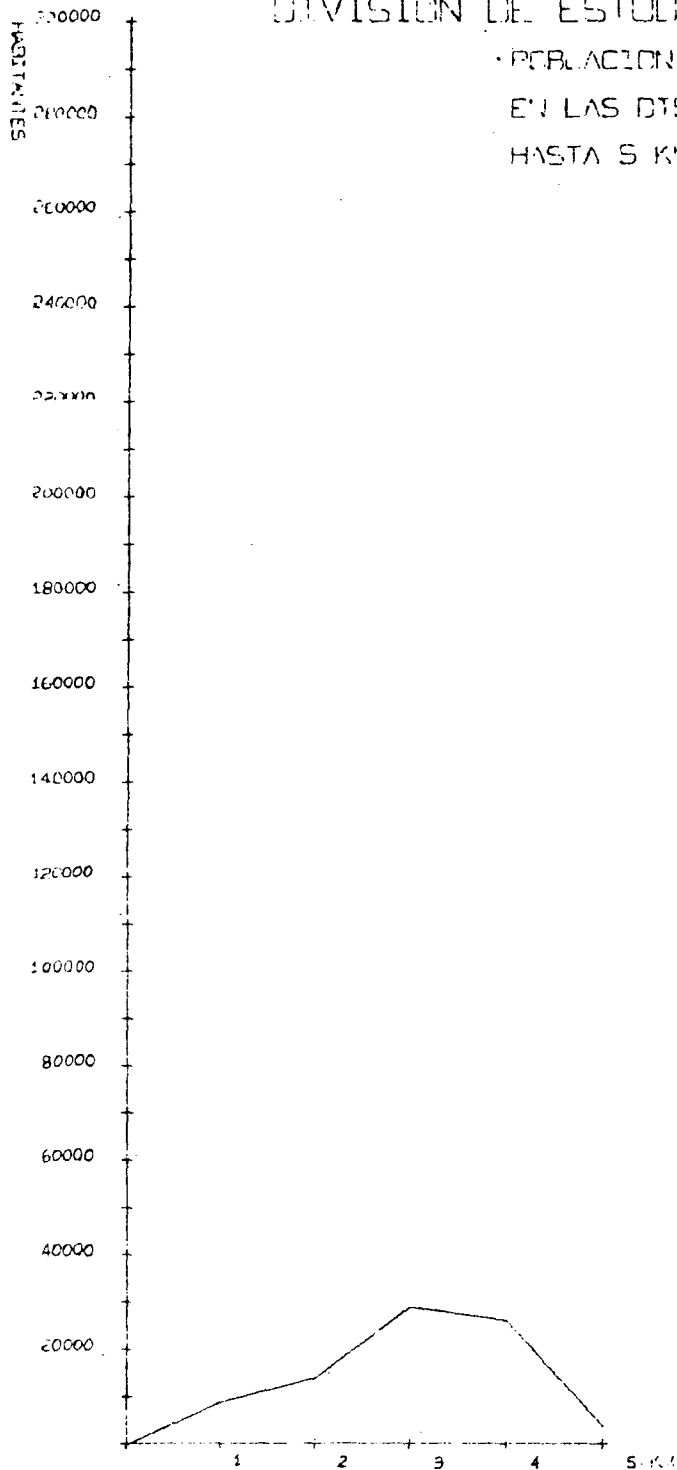
• POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION.

DIRECCION: NE

I.P.E.N.-PERU



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

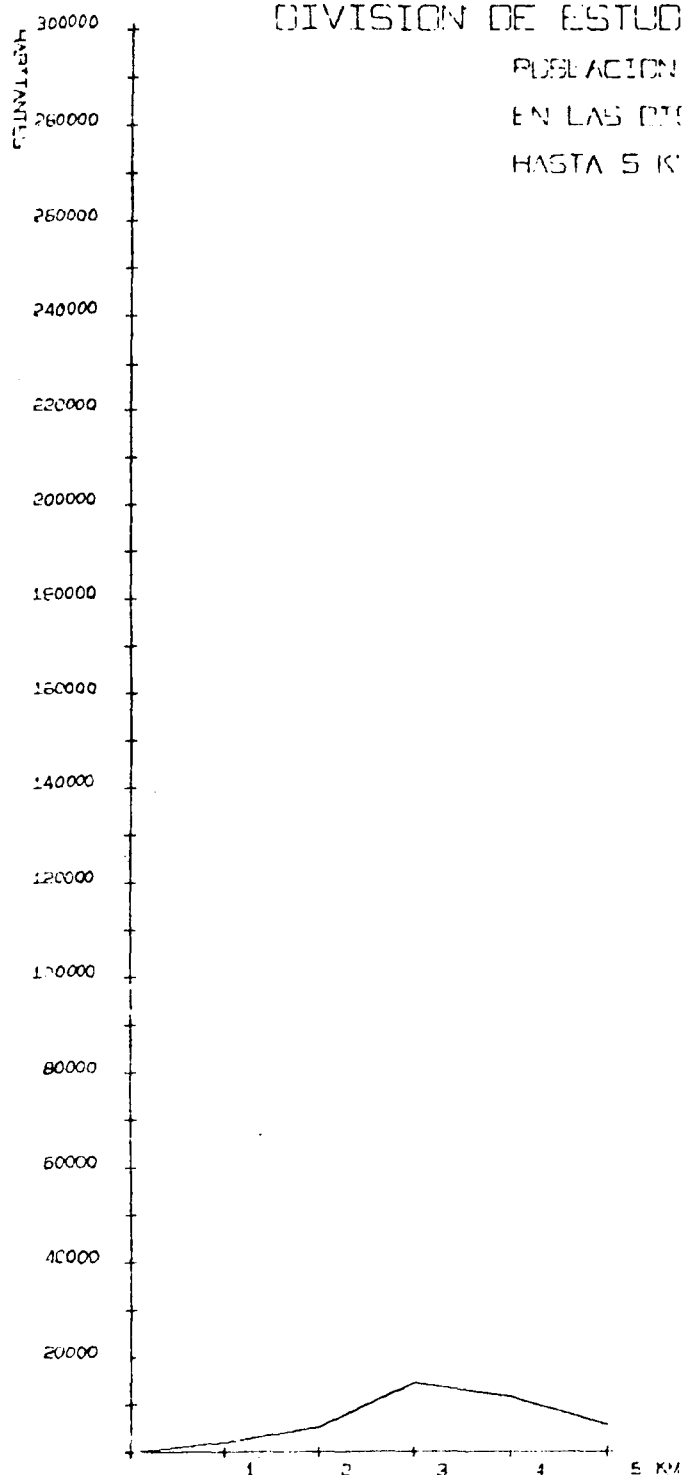
POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION E

I.P.E.N. - PERU



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

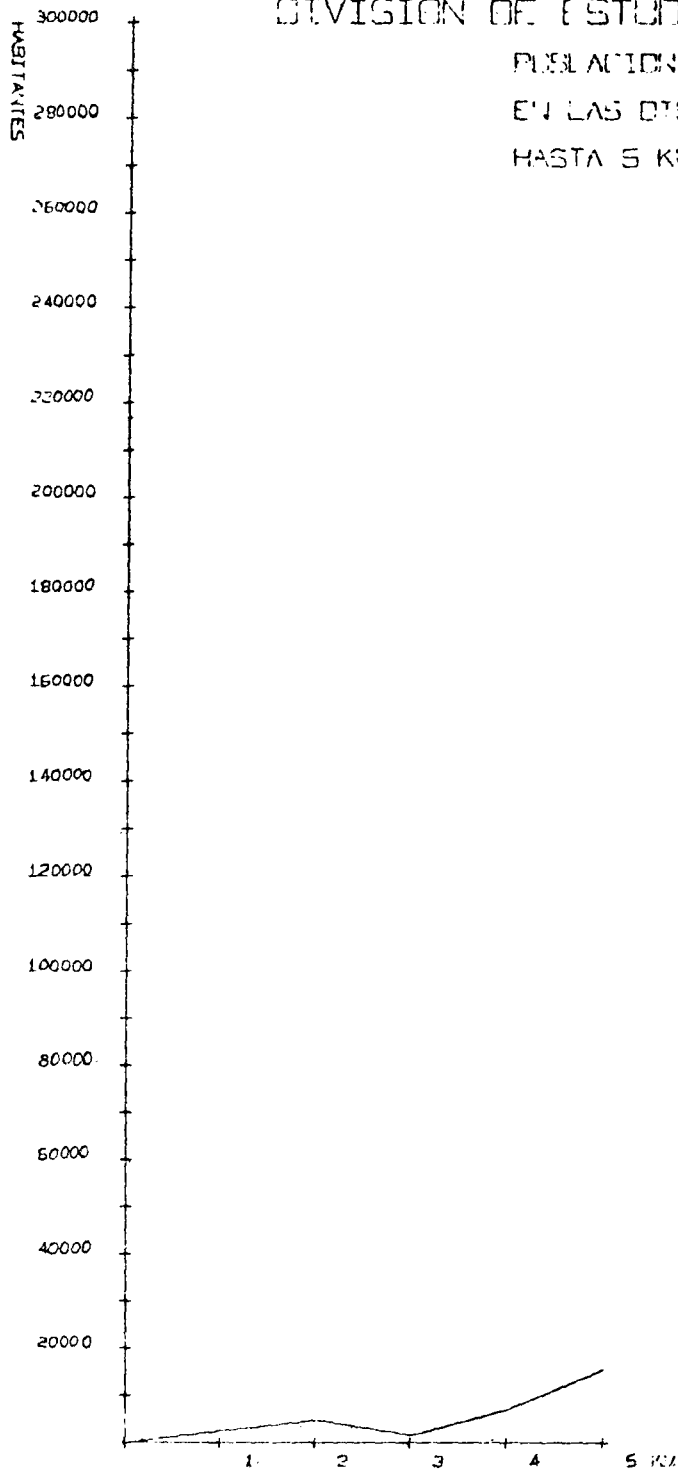
POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION SE

I.P.E.N. - PERU



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

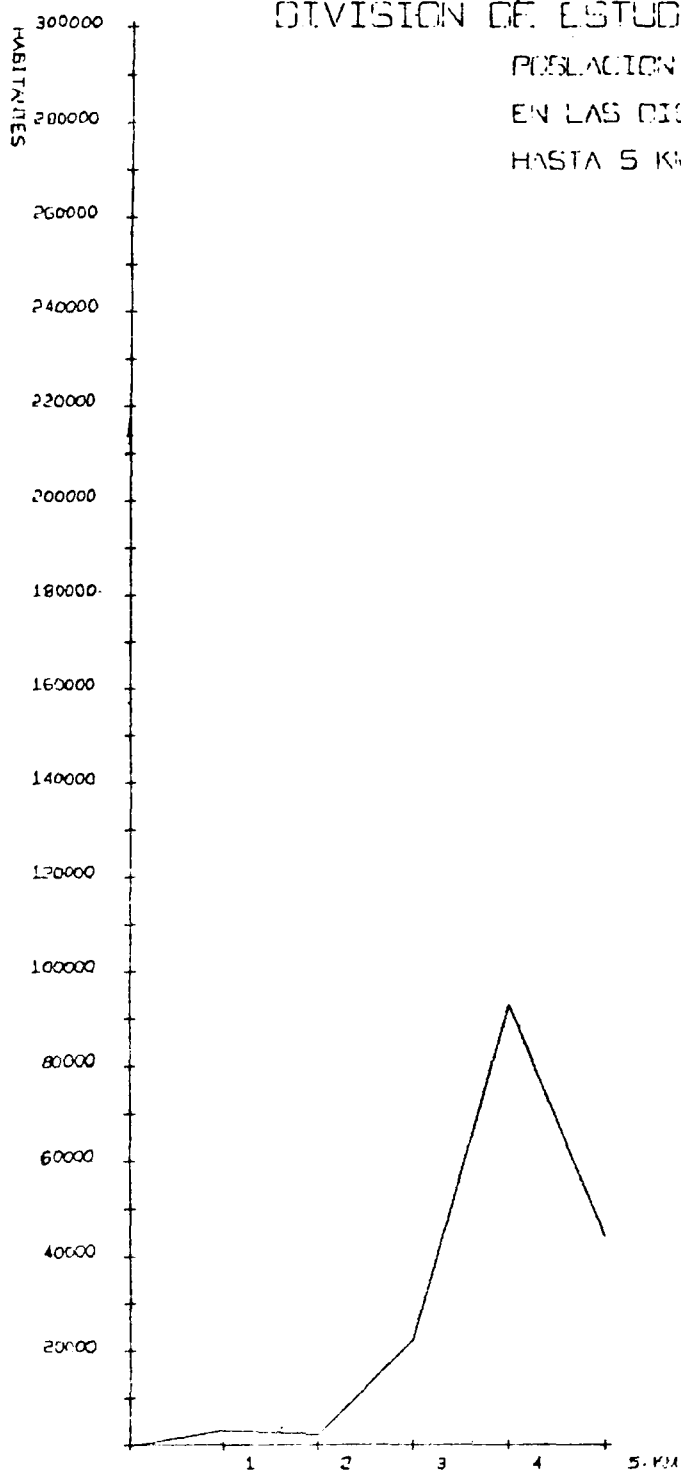
POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION S

I.P.E.N. - PERU



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

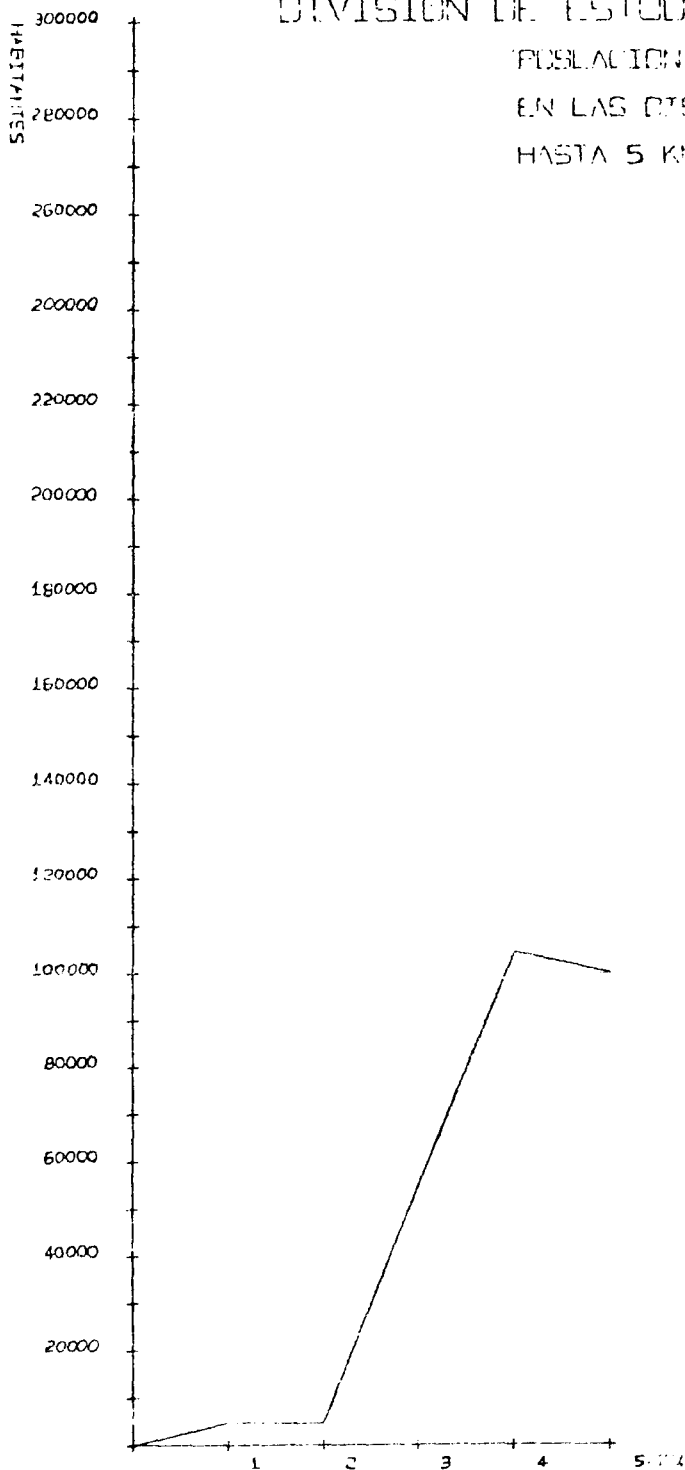
POBLACION ESTABLE.

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION SO

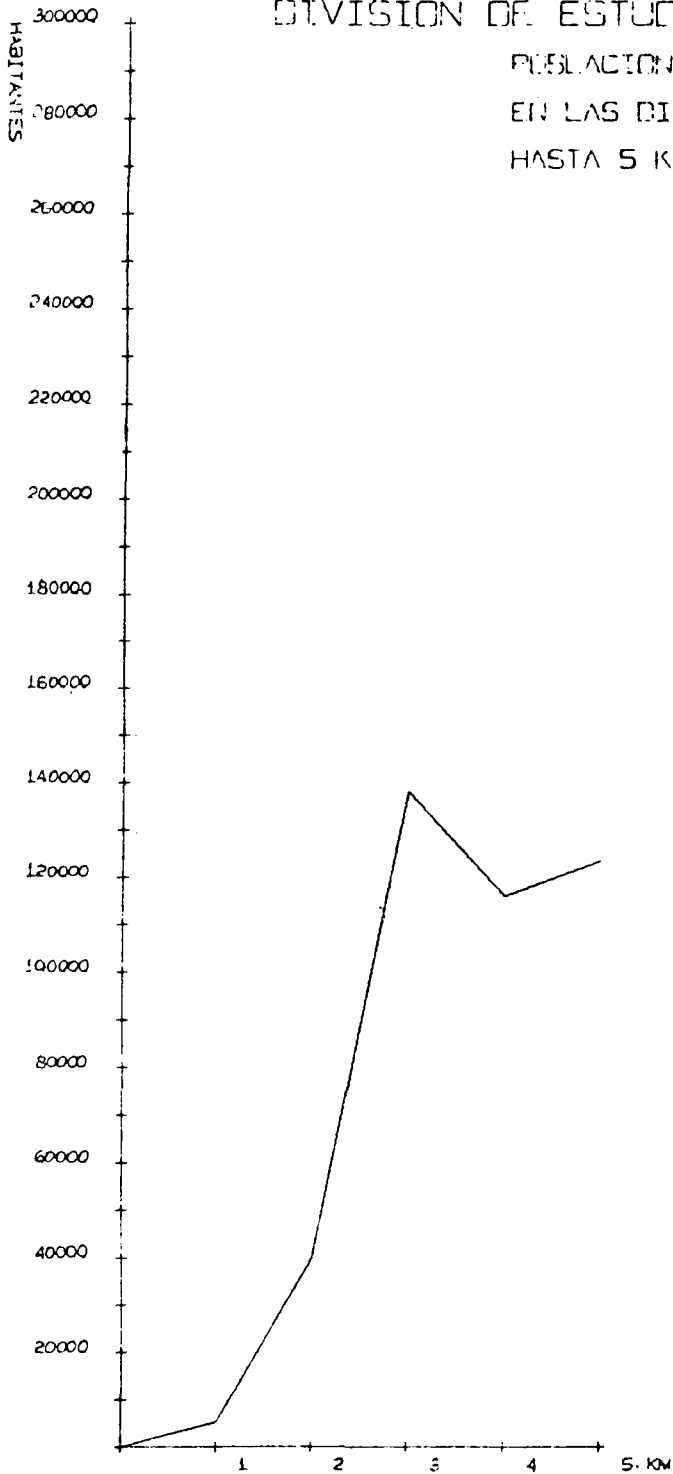
I.P.E.N.-PERU



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

POBLACION ESTABLE
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE USICACION

DIRECCION O
I.P.E.N.-PERU



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

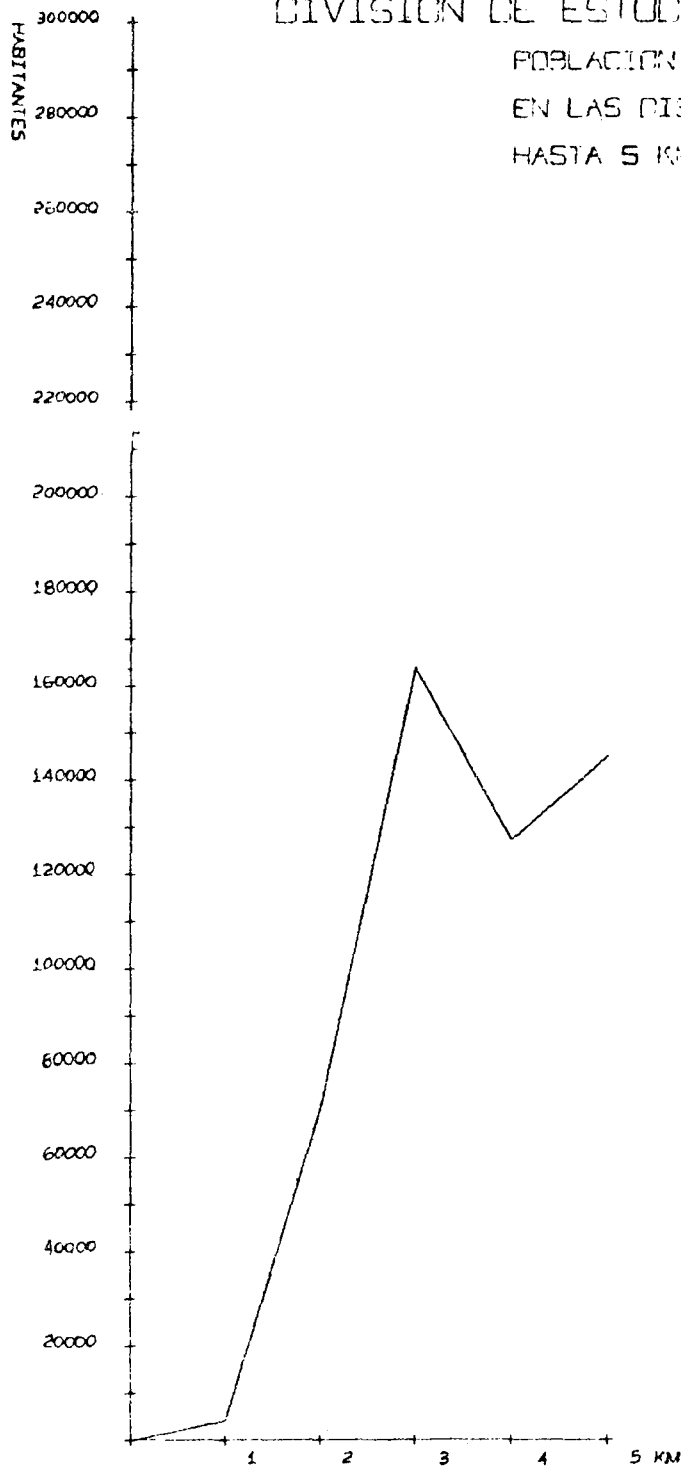
POBLACION ESTABLE

EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION NO

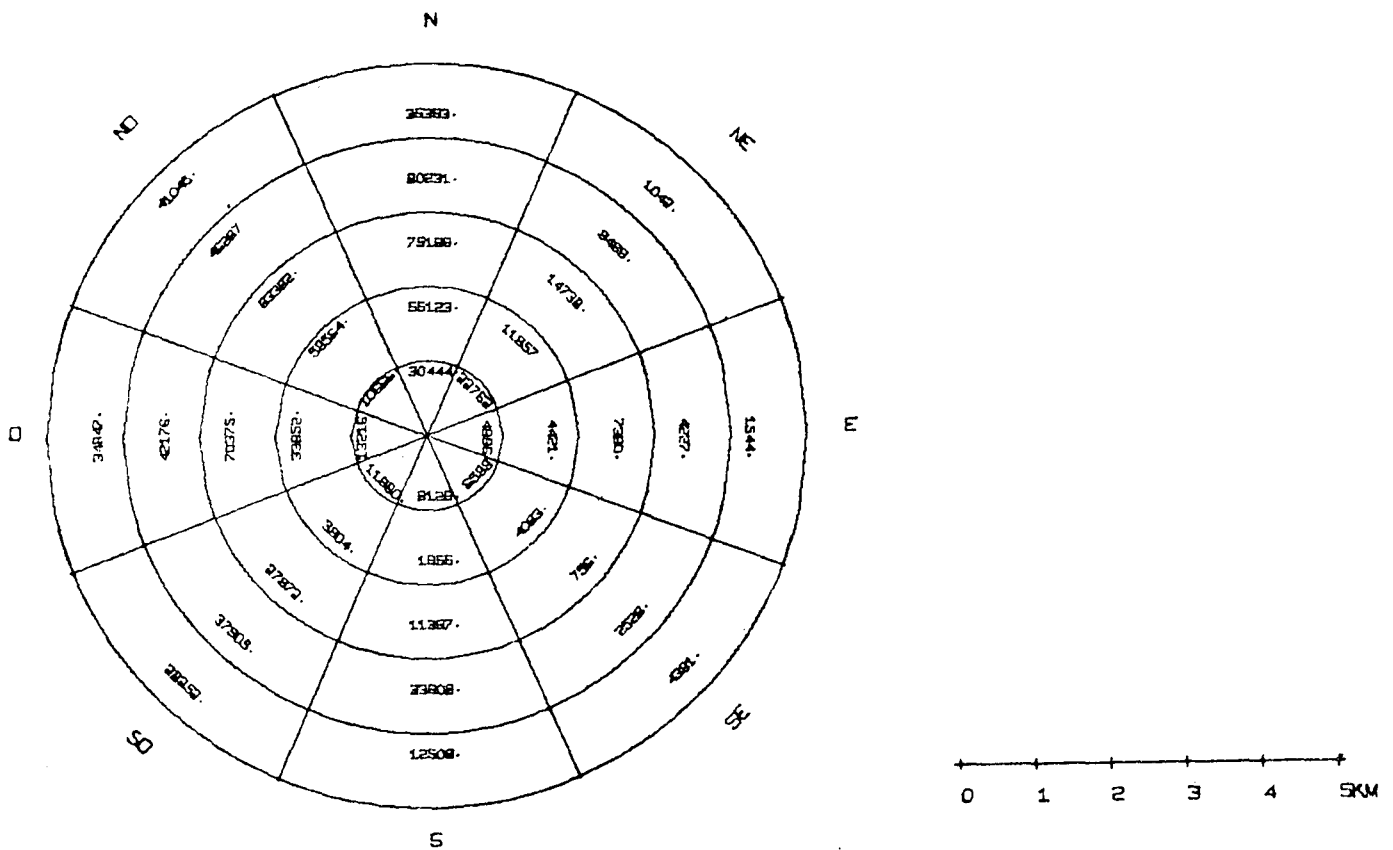
I.P.E.N.-PERU



2.110

Figura: 88

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES
DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE , EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
 HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION (+)
 EXPECTATIVA AL AÑO 2000
 UBICACION=RP0 I.P.E.N. - PERU

KV	N	NE	E	SE	S	SO	O	O
1	30444.	22762.	4996.	6599.	8129.	11980.	13216.	10666.
2	55123.	11957.	4421.	4083.	1955.	3904.	33852.	54564.
3	75199.	14738.	7380.	756.	11397.	27972.	70375.	83382.
4	80231.	9499.	4227.	2528.	33908.	37905.	42176.	46287.
5	35393.	1042.	1544.	4391.	12509.	28252.	34947.	41045.

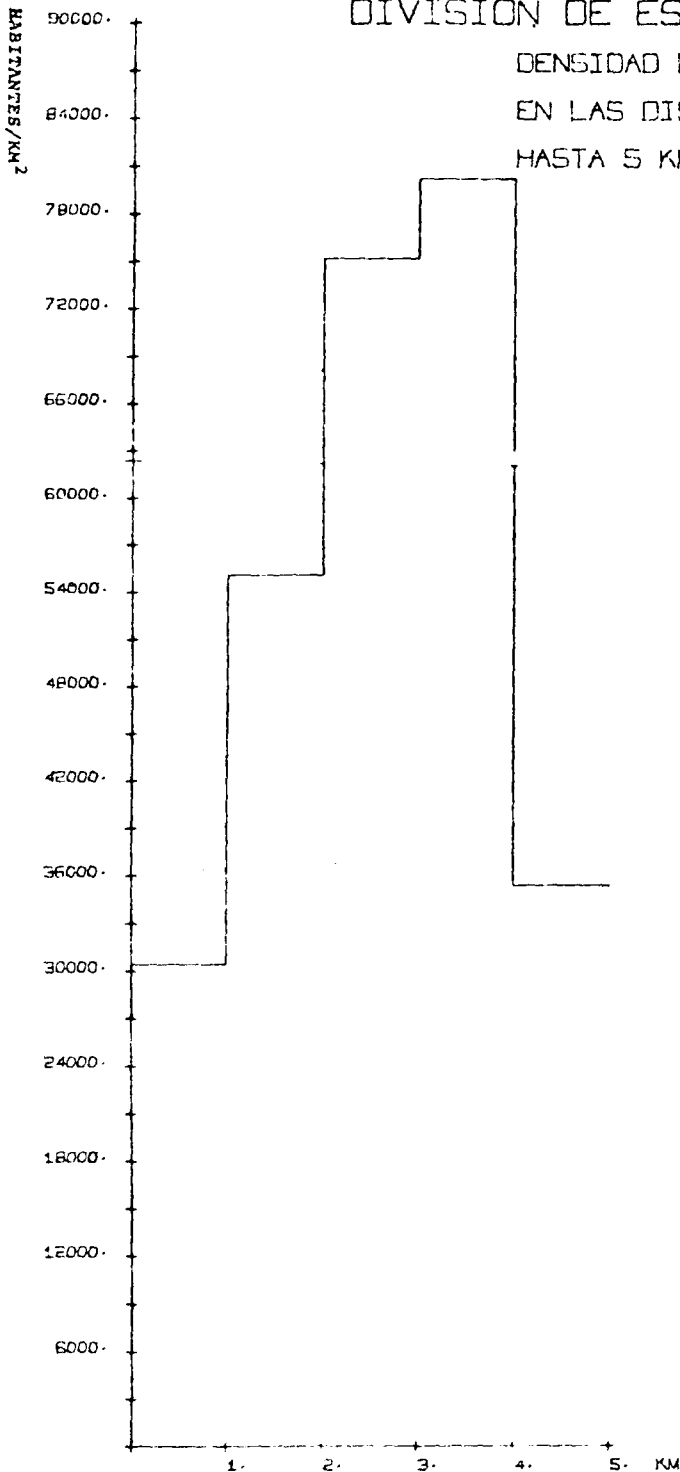
2.111

(+) * FUENTE= OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS *
 (CENSO NACIONAL 1972)
 EXPECTATIVA AL AÑO 2000 EFECTUADA MEDIANTE INDICE OFICIAL

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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION N
I.P.E.N.-PERU



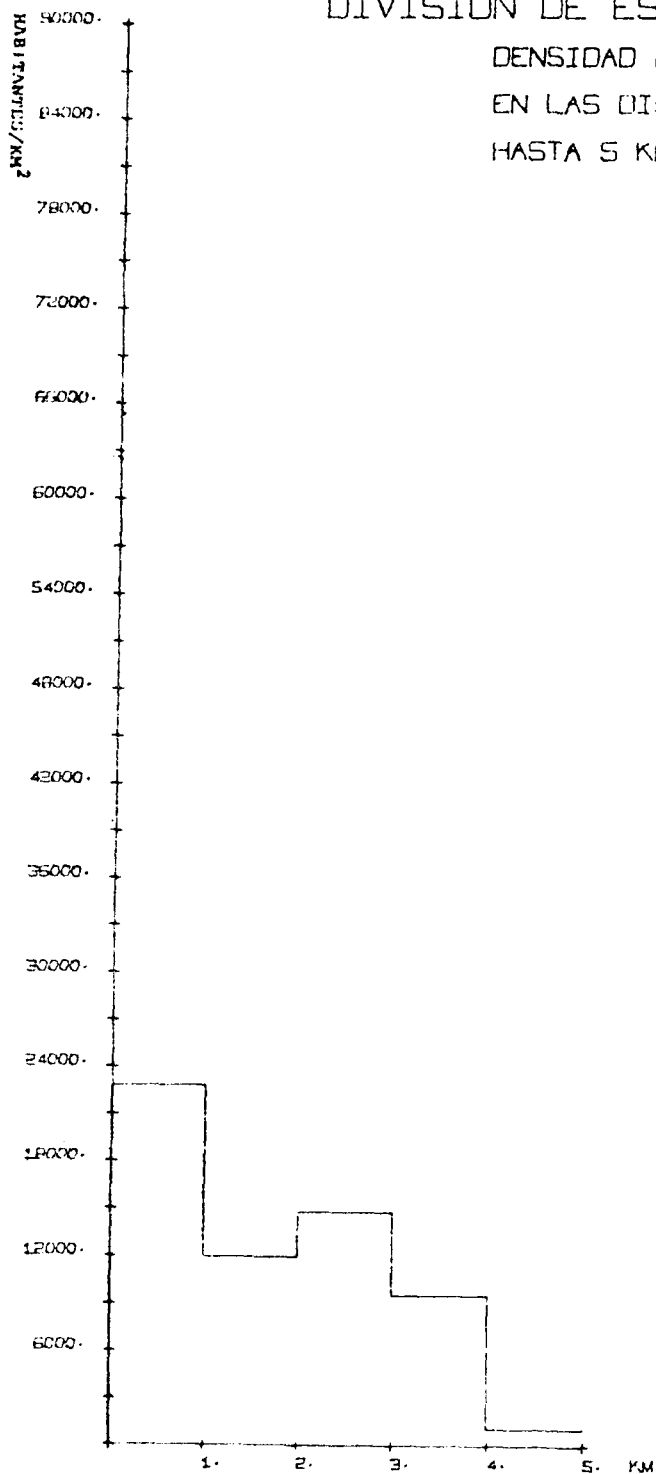
2.113

Figura: 90

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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

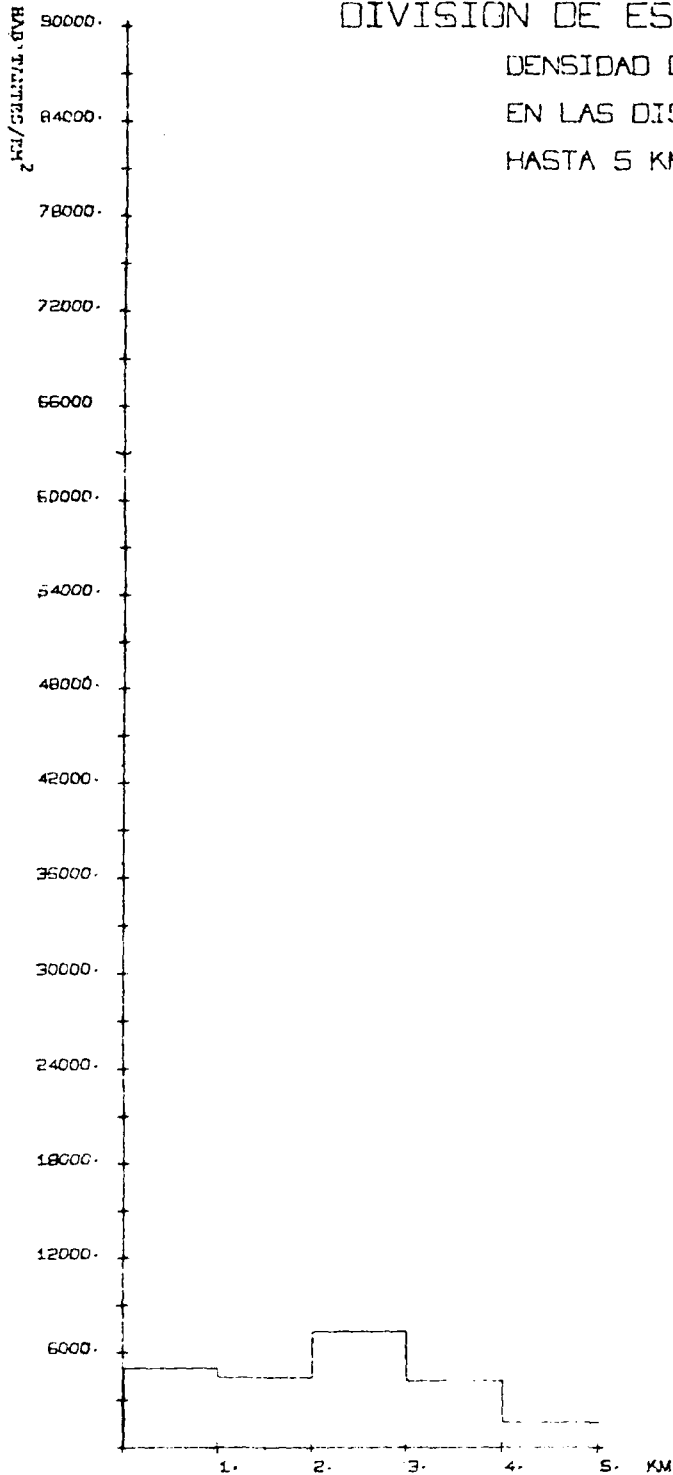
DIRECCION NE
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

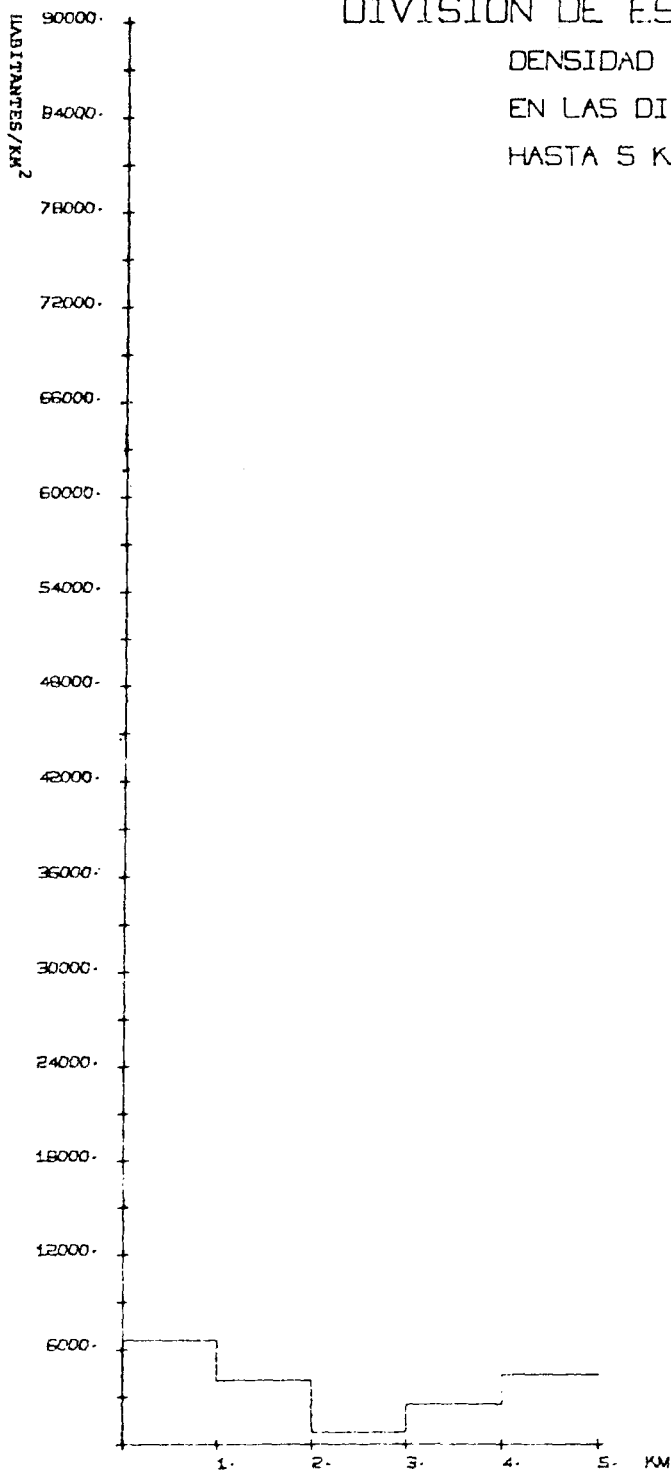
DIRECCION E
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

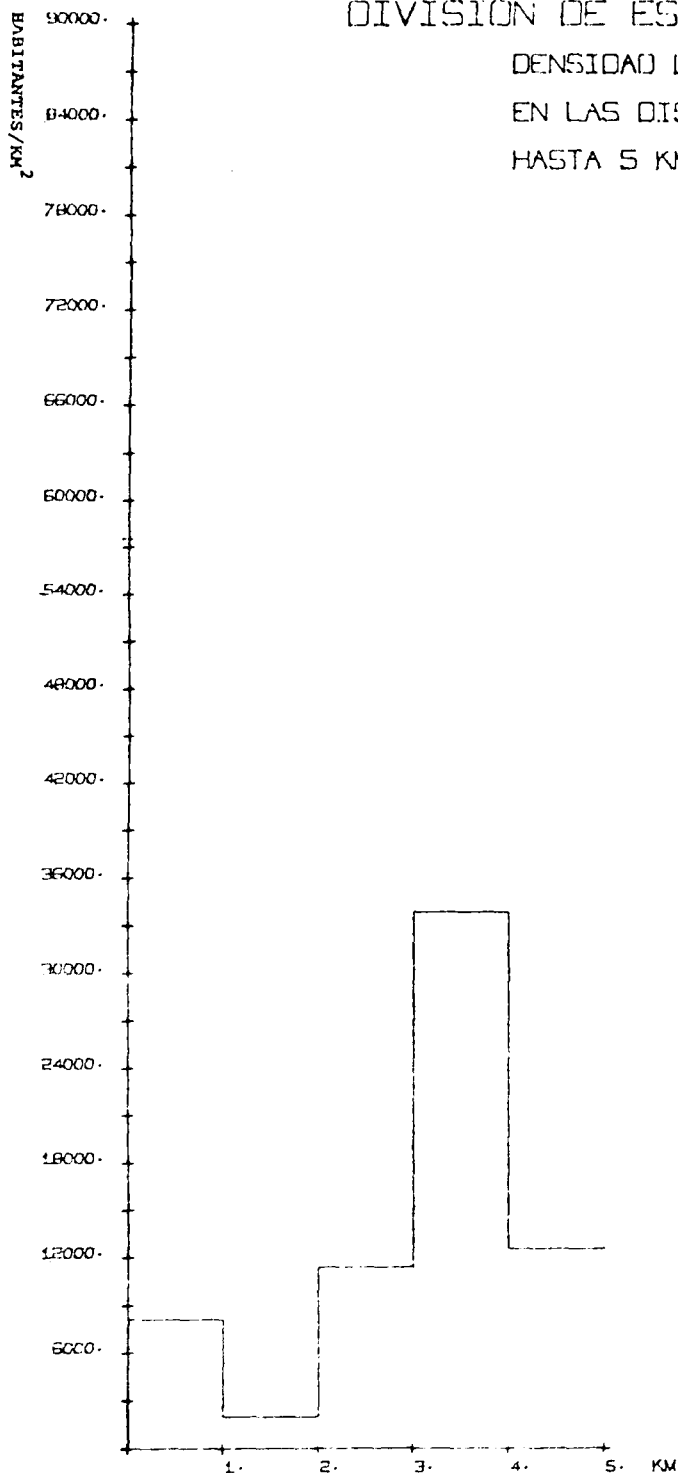
DIRECCION SE
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

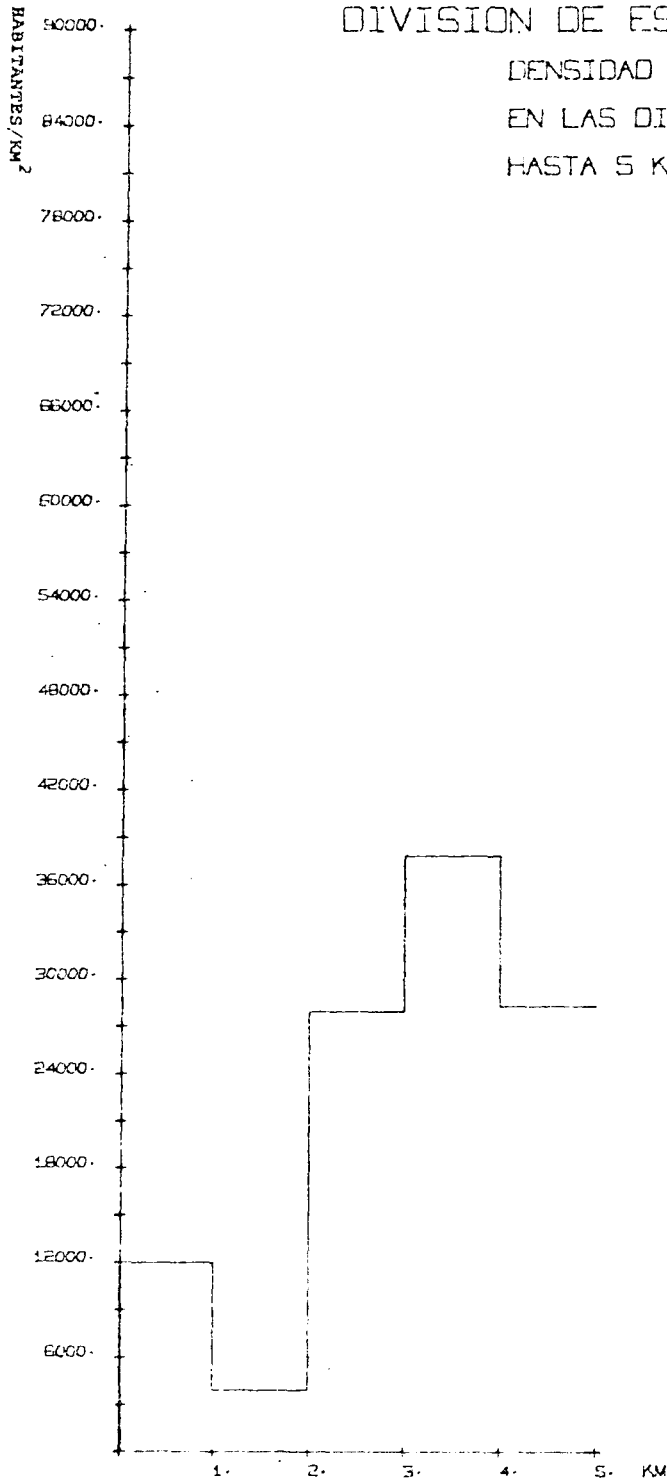
DIRECCION S
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

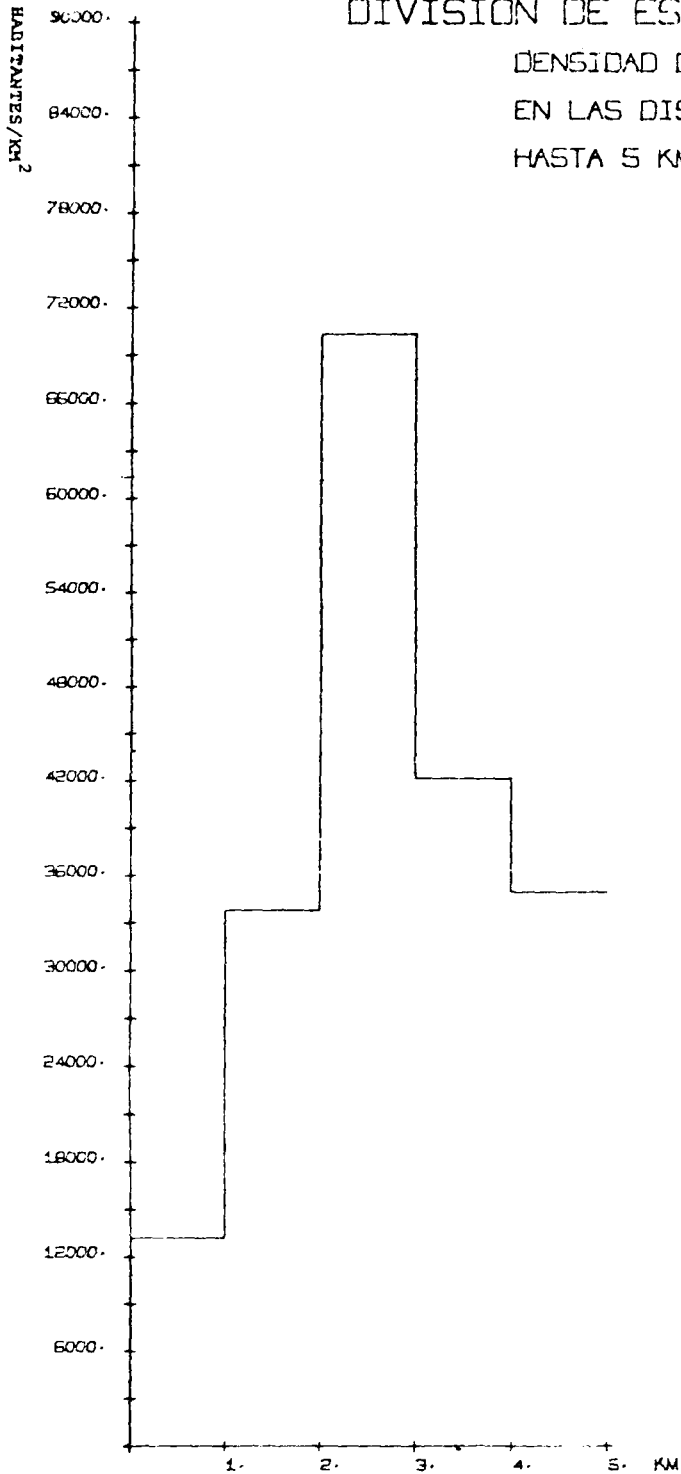
DIRECCION SO
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

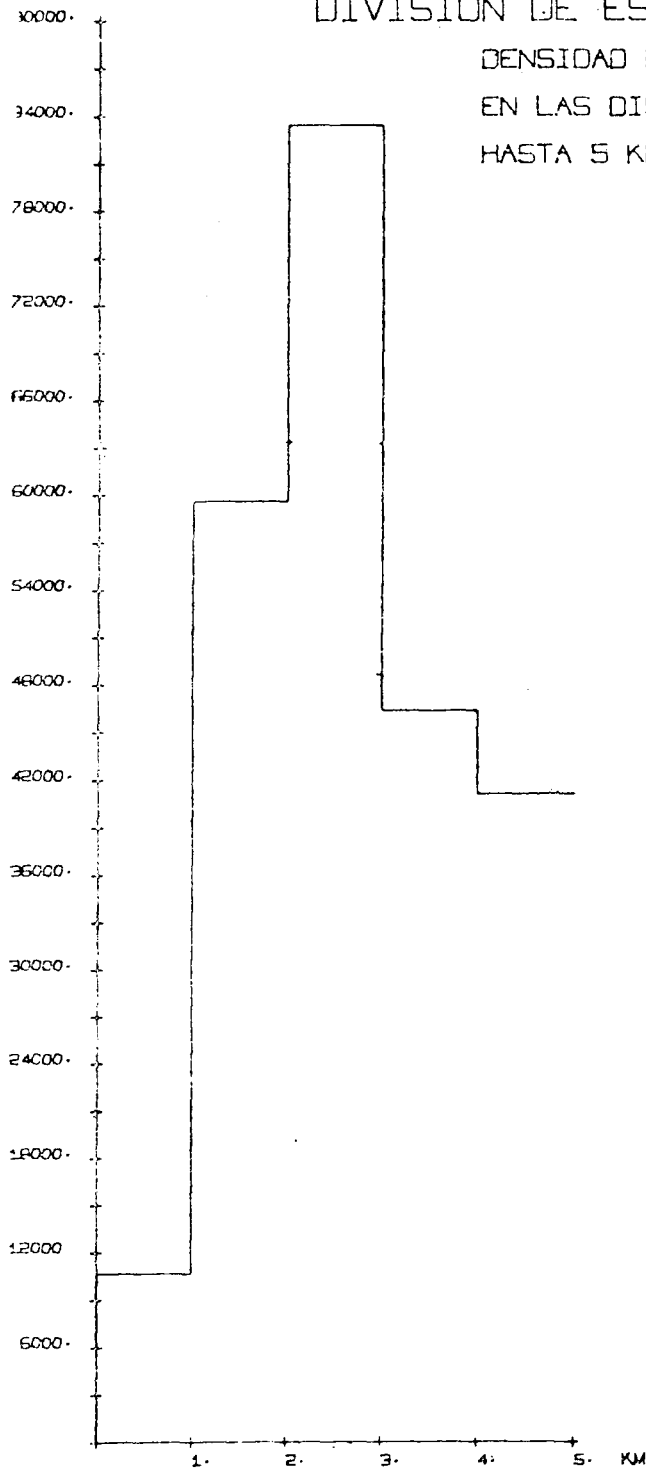
DIRECCION O
I.P.E.N.-PERU



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

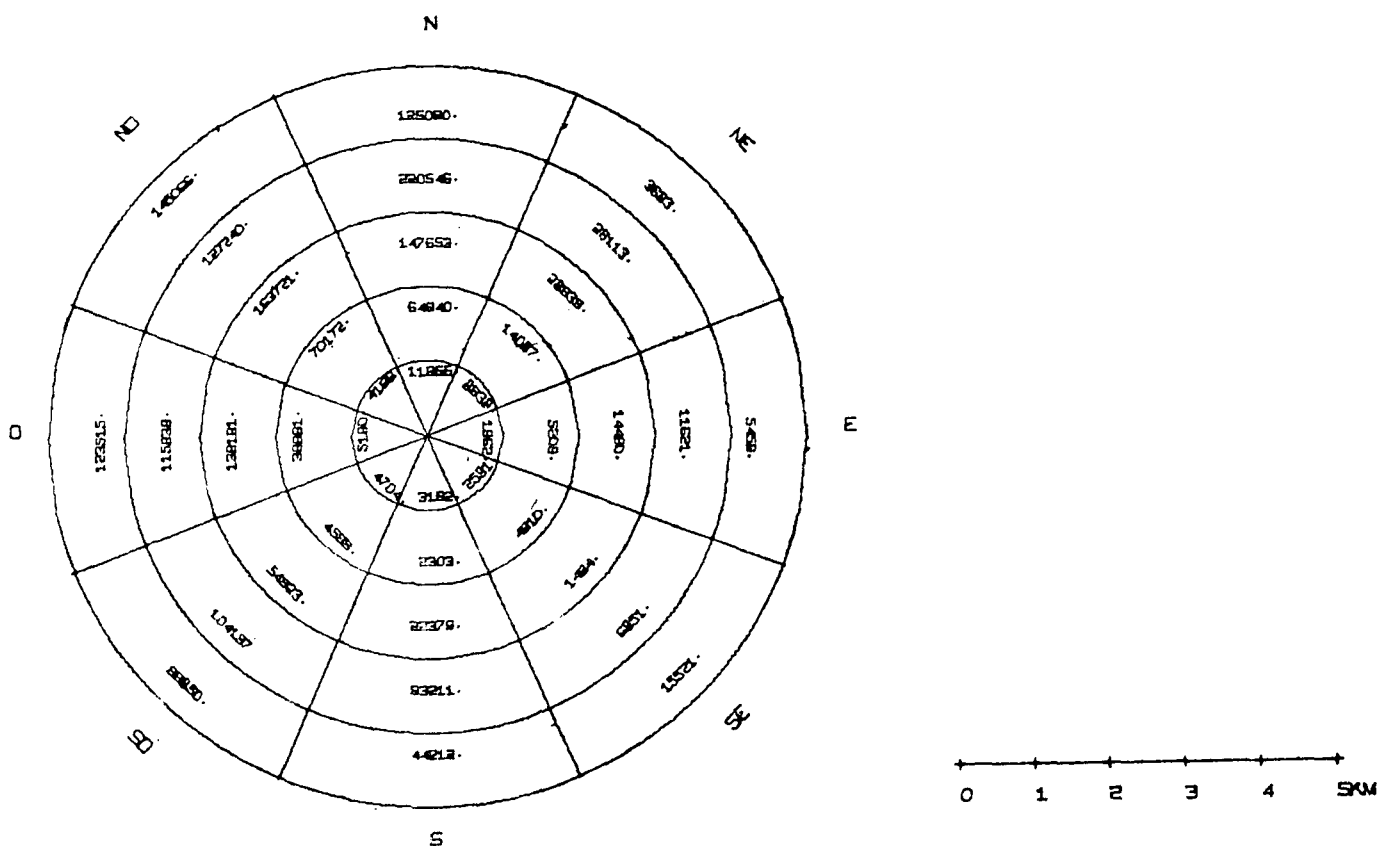
DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION NO
I.P.E.N.-PERU



2.120
Figura: 97

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
 GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
 DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES
 POBLACION ESTABLE ACUMULADA
 EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
 HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION
 I.P.E.N.-PERU



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

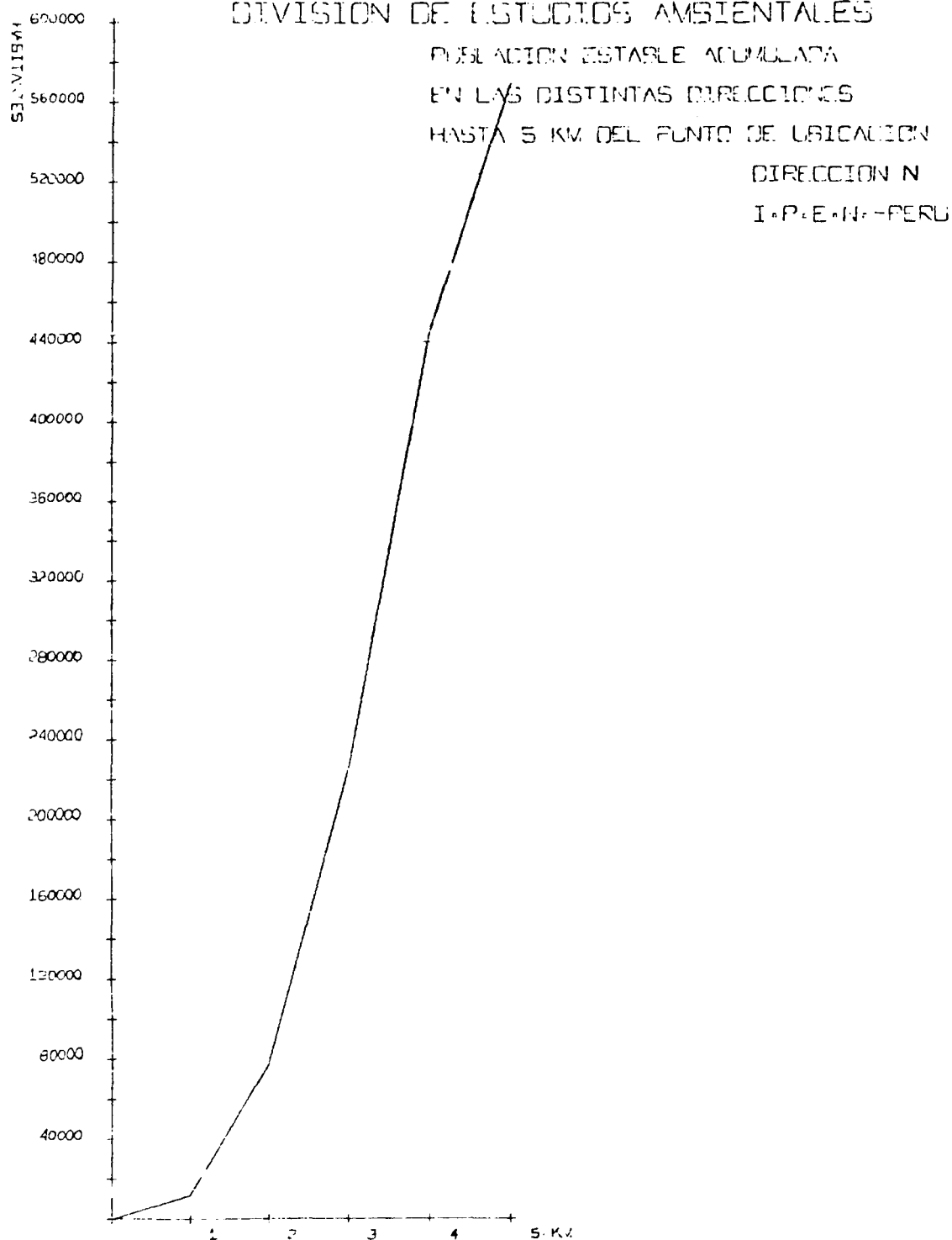
POBLACION ESTABLE ACUMULADA EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
 HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION (+)
 EXPECTATIVA AL AÑO 2000
 UBICACION: RPO-I.P.E.N. - PERU

KM	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1	11955.	8938.	1962.	2591.	3192.	4704.	5190.	4148.
2	76496.	23026.	7171.	7402.	5495.	9304.	45071.	74361.
3	224550.	51965.	21662.	8887.	27875.	64227.	182253.	238383.
4	445096.	78078.	33283.	15839.	121086.	168425.	299193.	365323.
5	570187.	81762.	38742.	31360.	165299.	268276.	422709.	510389.

2.121

(+) * FUENTE: OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS *
 (CENSO NACIONAL 1972)
 EXPECTATIVA AL AÑO 2000 EFECTUADA MEDIANTE INDICE OFICIAL

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



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

POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION
DIRECCION NE
I-P-E-N.-FERU

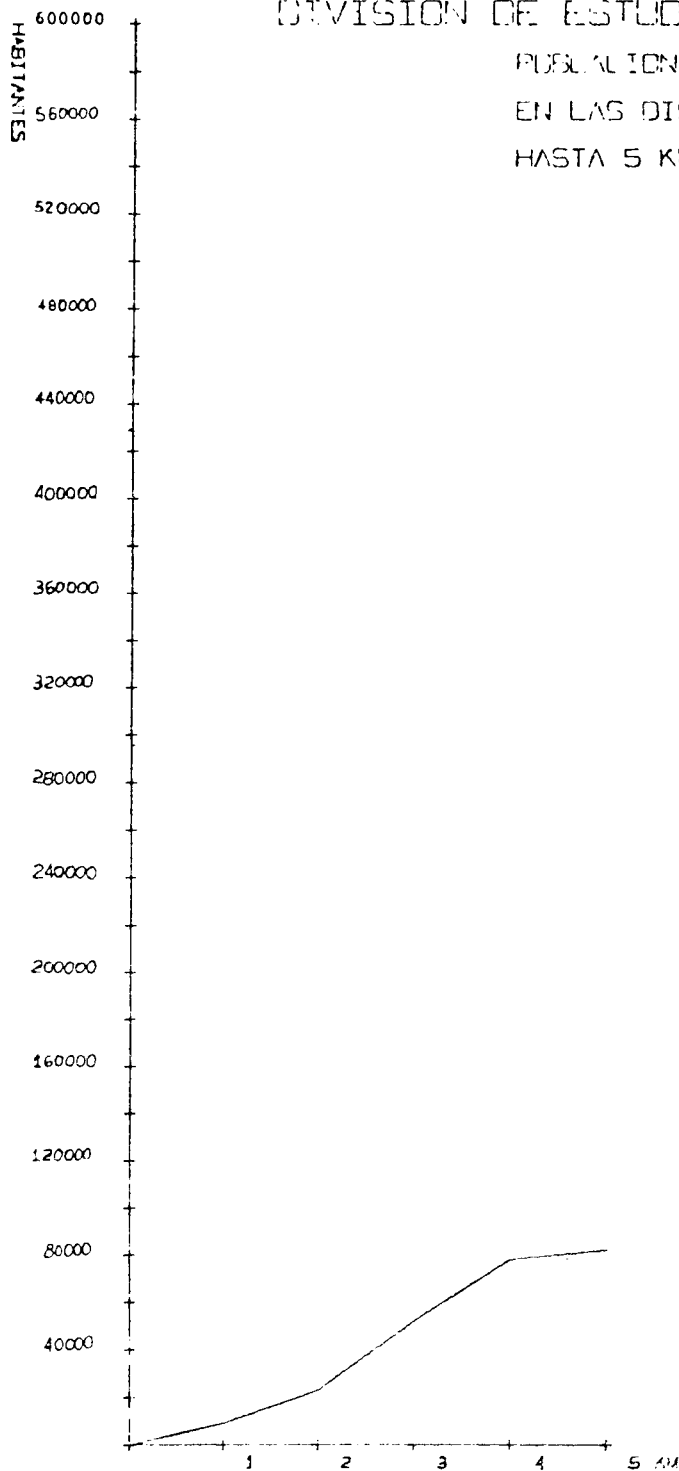
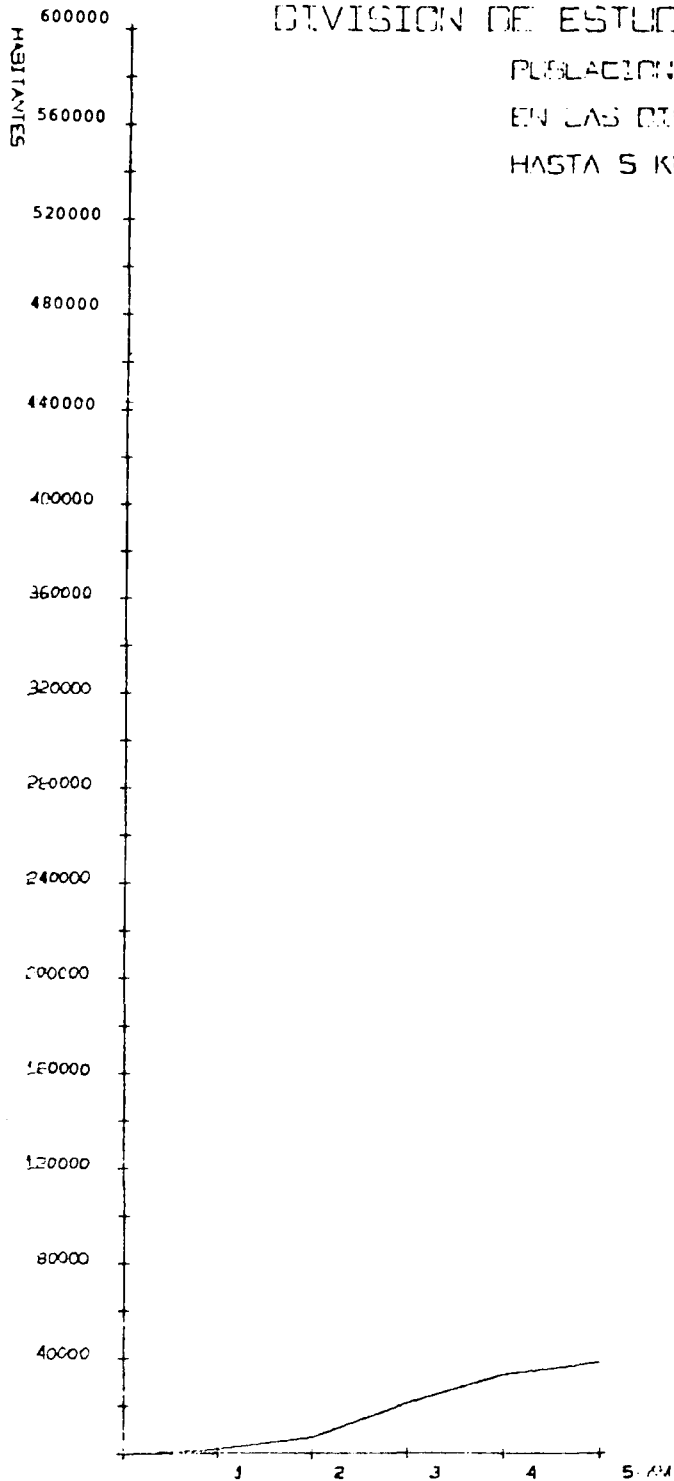


Figura: 100

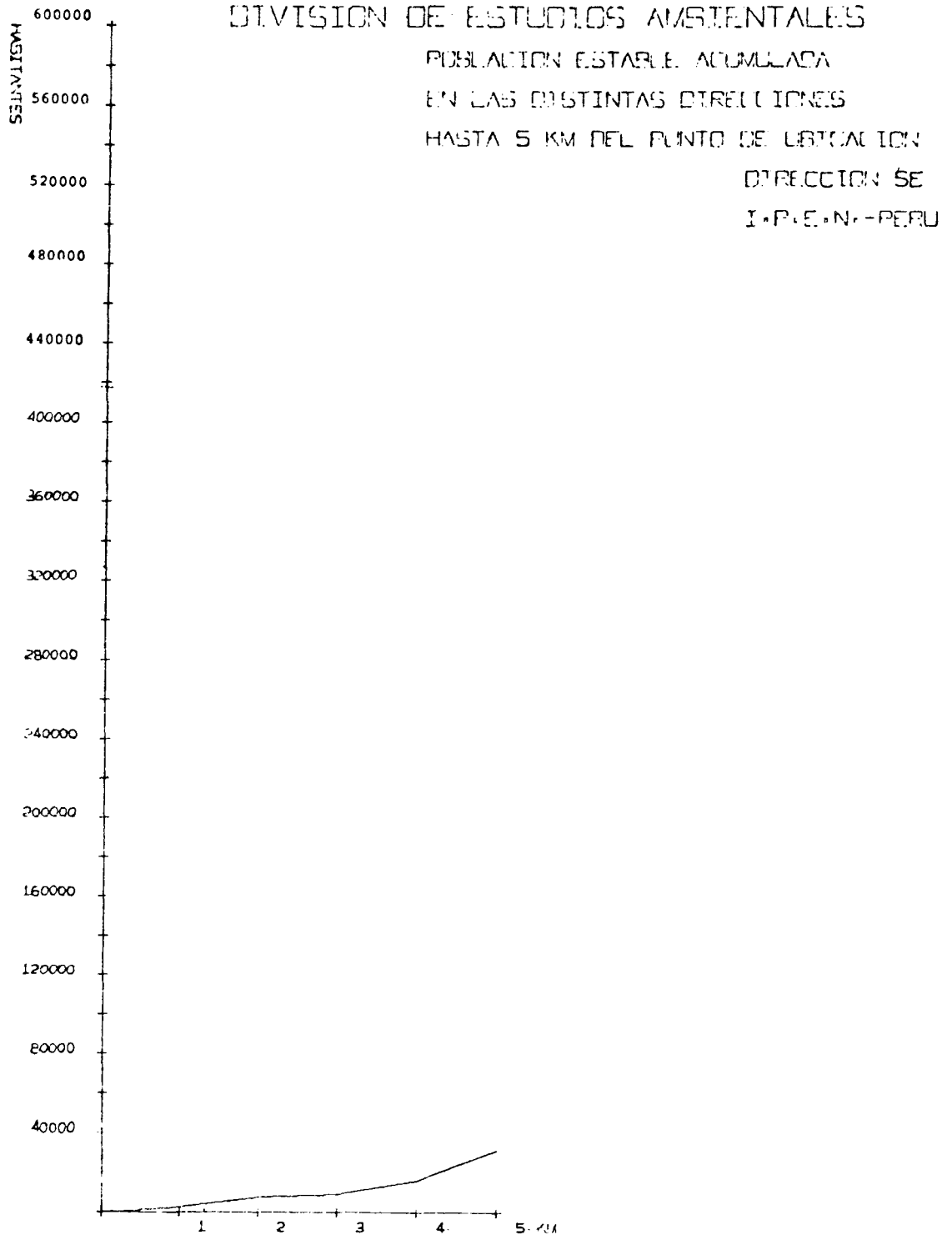
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
GERENCIA DE PROTECCION Y SEGURIDAD
DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES

POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION E
I.P.E.N.-PERU



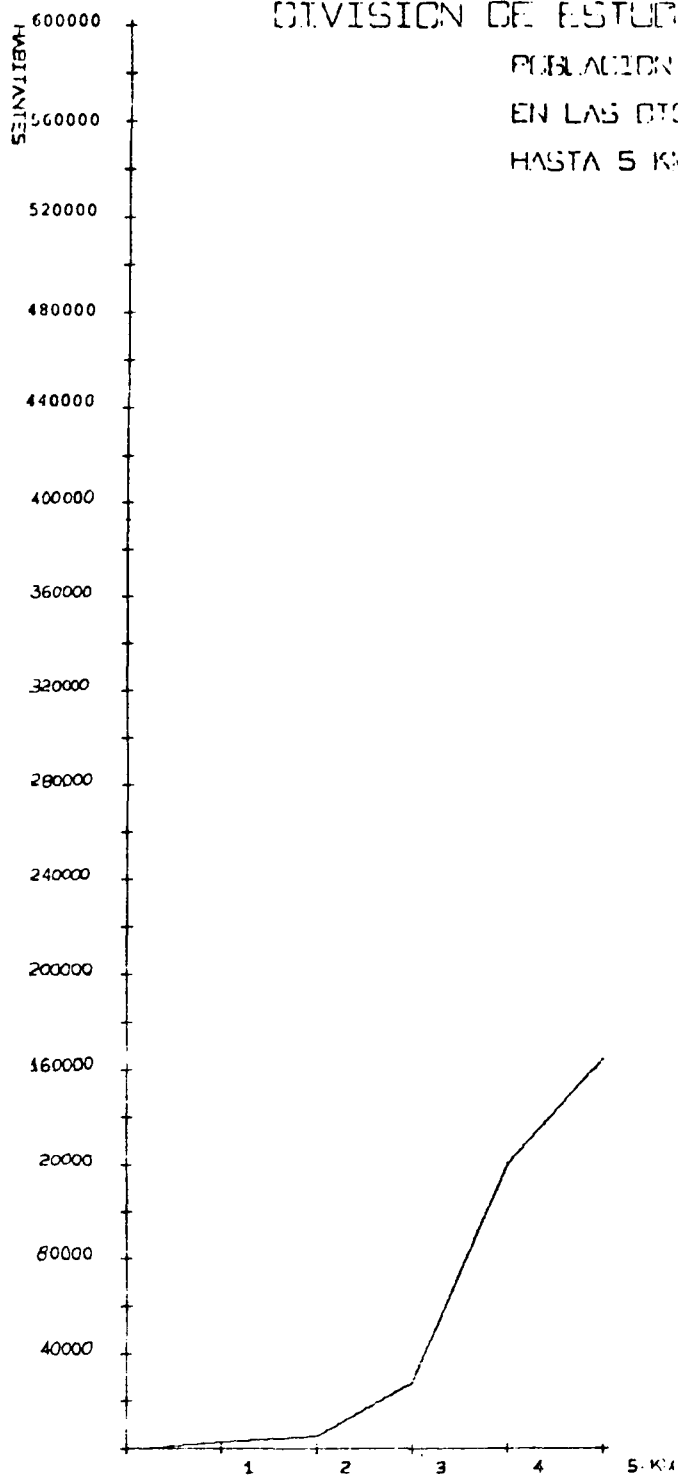
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
GERENCIA DE PROTECCION Y SEGURIDAD
DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES



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

POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION S
I-P-E-N-PERU

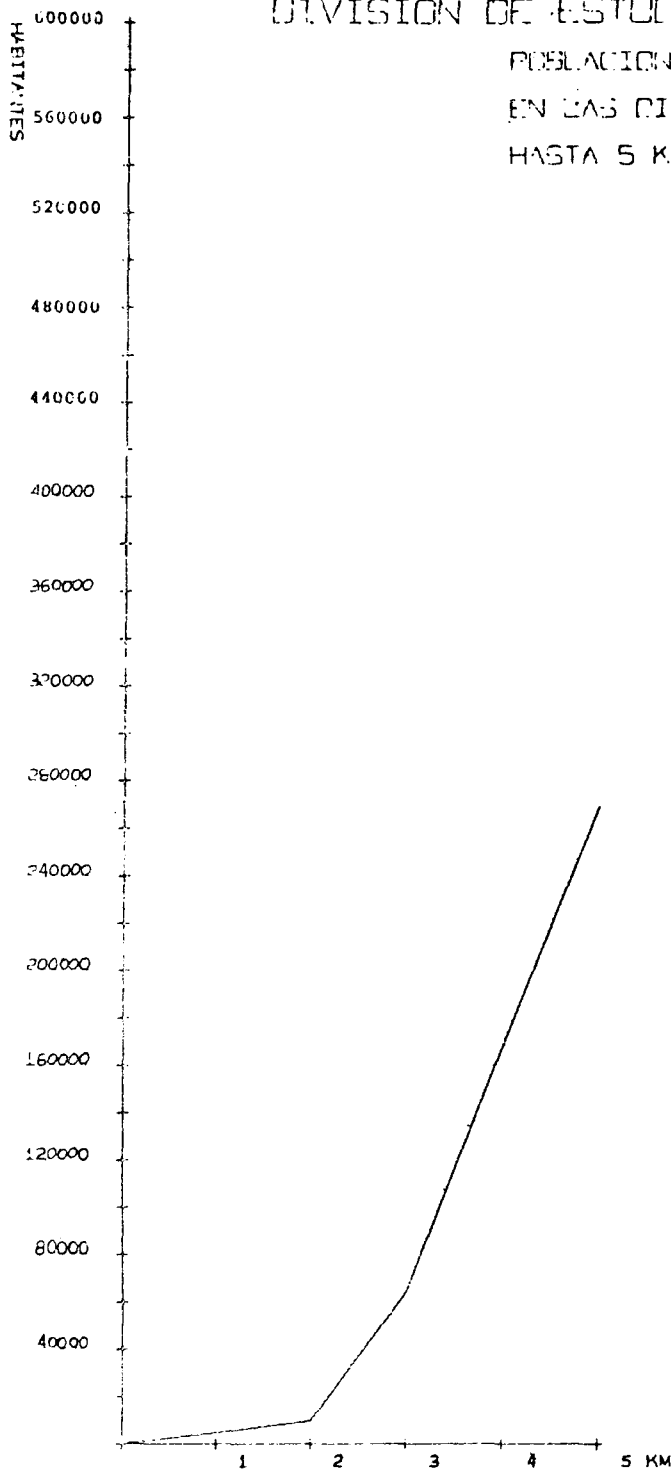


COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
GERENCIA DE PROTECCION Y SEGURIDAD
DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES

POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION SO

I.P.E.N. - PERU

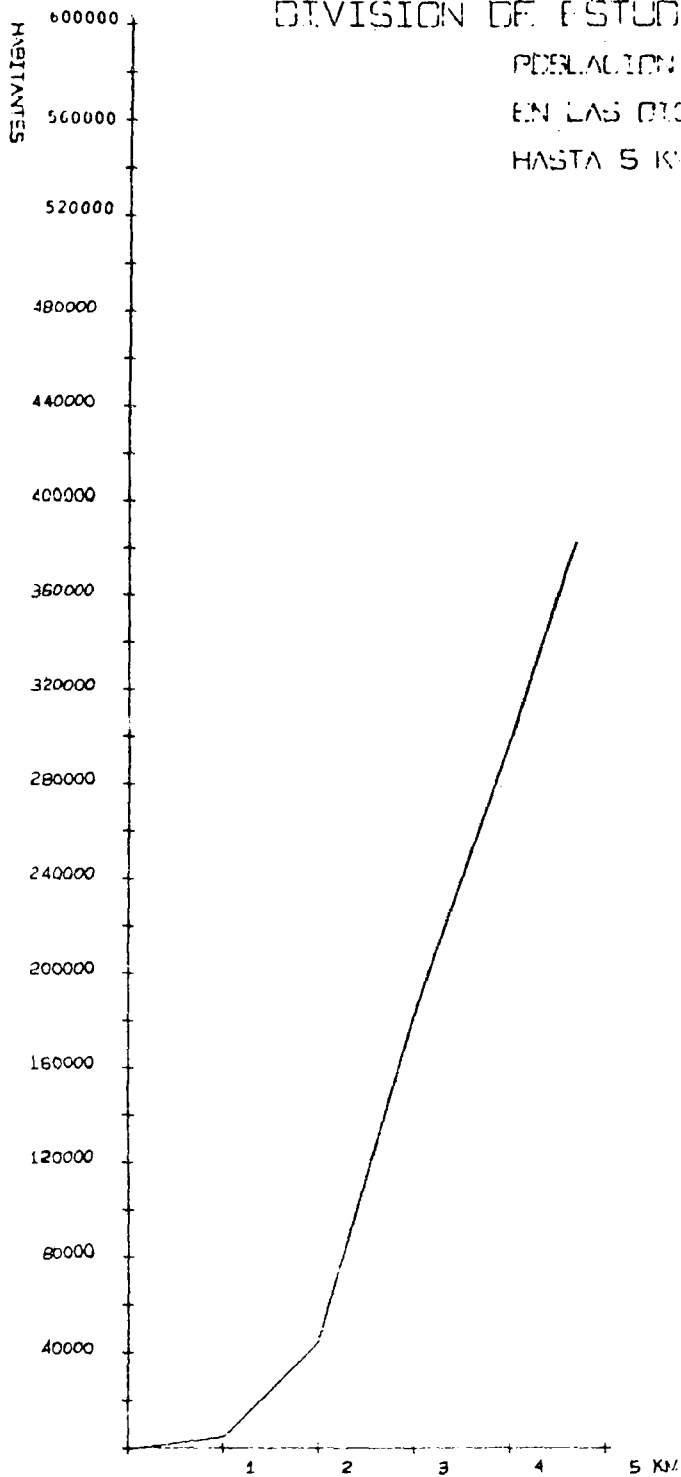


COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
GERENCIA DE PROTECCION Y SEGURIDAD
DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES

POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION:

DIRECCION O

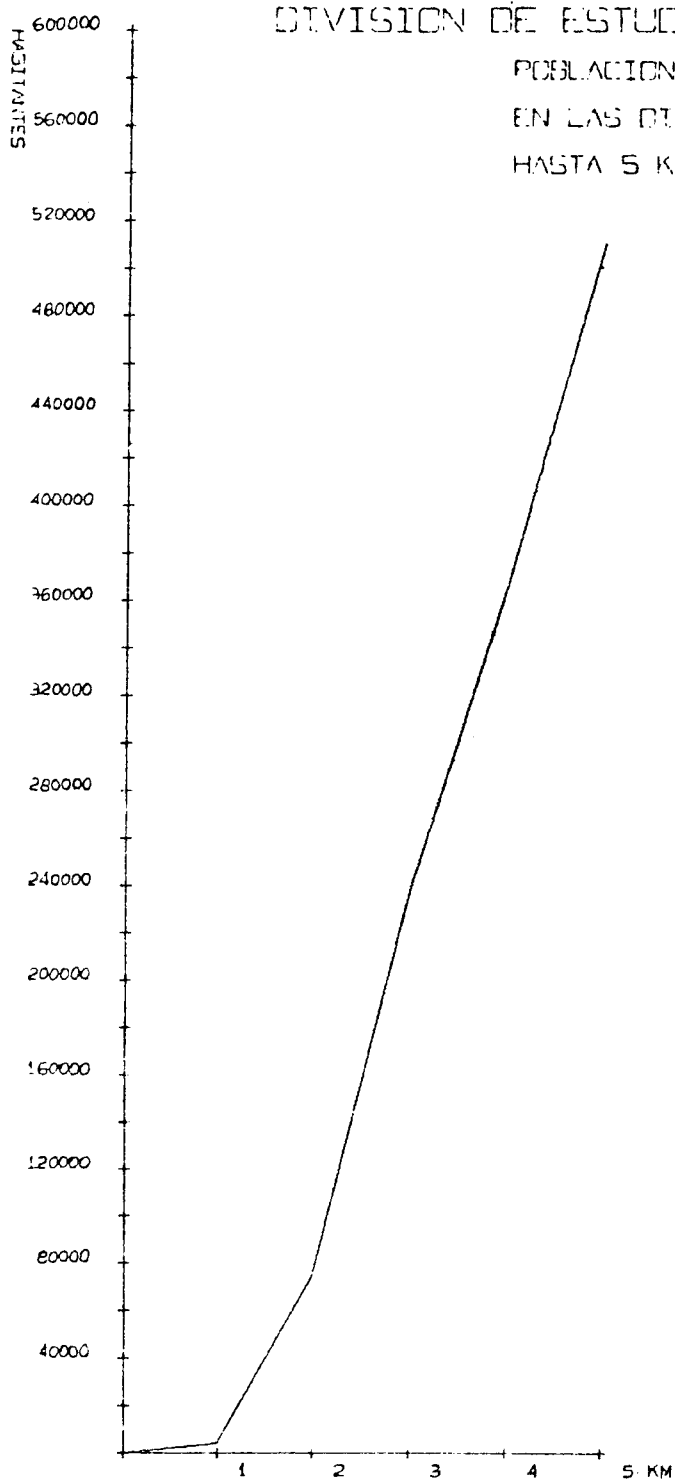
I.P.E.N.-PERU



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

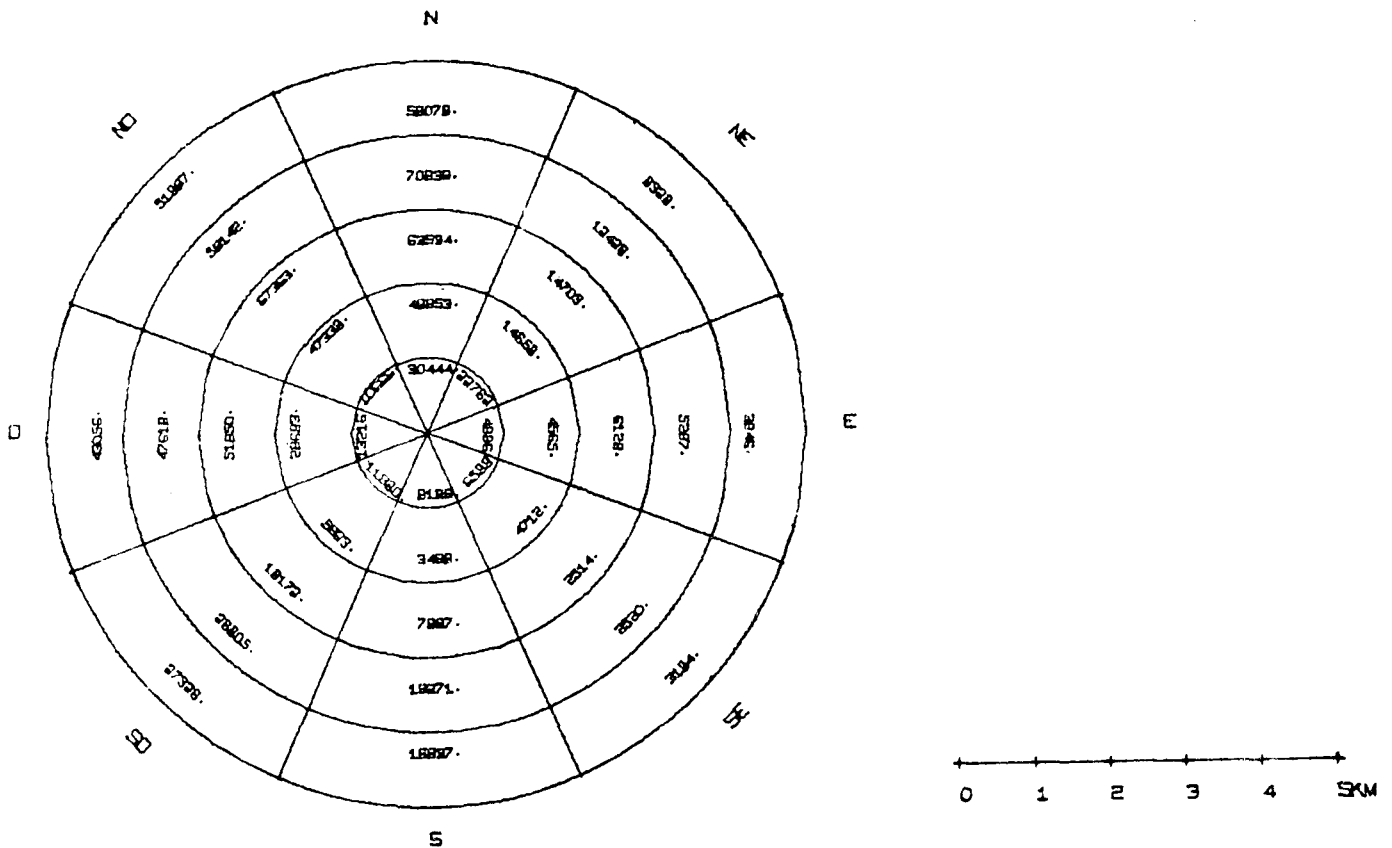
POBLACION ESTABLE ACUMULADA
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION NO
I.P.E.N.-PERU



2.130
Figura: 106

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
 GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD
 DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES
 DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA
 EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
 HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION
 I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
 HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION (+)
 EXPECTATIVA AL AÑO 2000
 UBICACION=RPD I.P.E.N. - PERU

KM	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1	30444.	22762.	4996.	6599.	8129.	11980.	13216.	10666.
2	48953.	14658.	4565.	4712.	3498.	5923.	28693.	47339.
3	63534.	14703.	6129.	2514.	7887.	18172.	51850.	67363.
4	70839.	12426.	5297.	2520.	19271.	26805.	47618.	58142.
5	58078.	8328.	3946.	3194.	16837.	27326.	43056.	51987.

2.131

(+)* FUENTE= OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS *
 (CENSO NACIONAL 1972)
 EXPECTATIVA AL AÑO 2000 EFECTUADA MEDIANTE INDICE OFICIAL

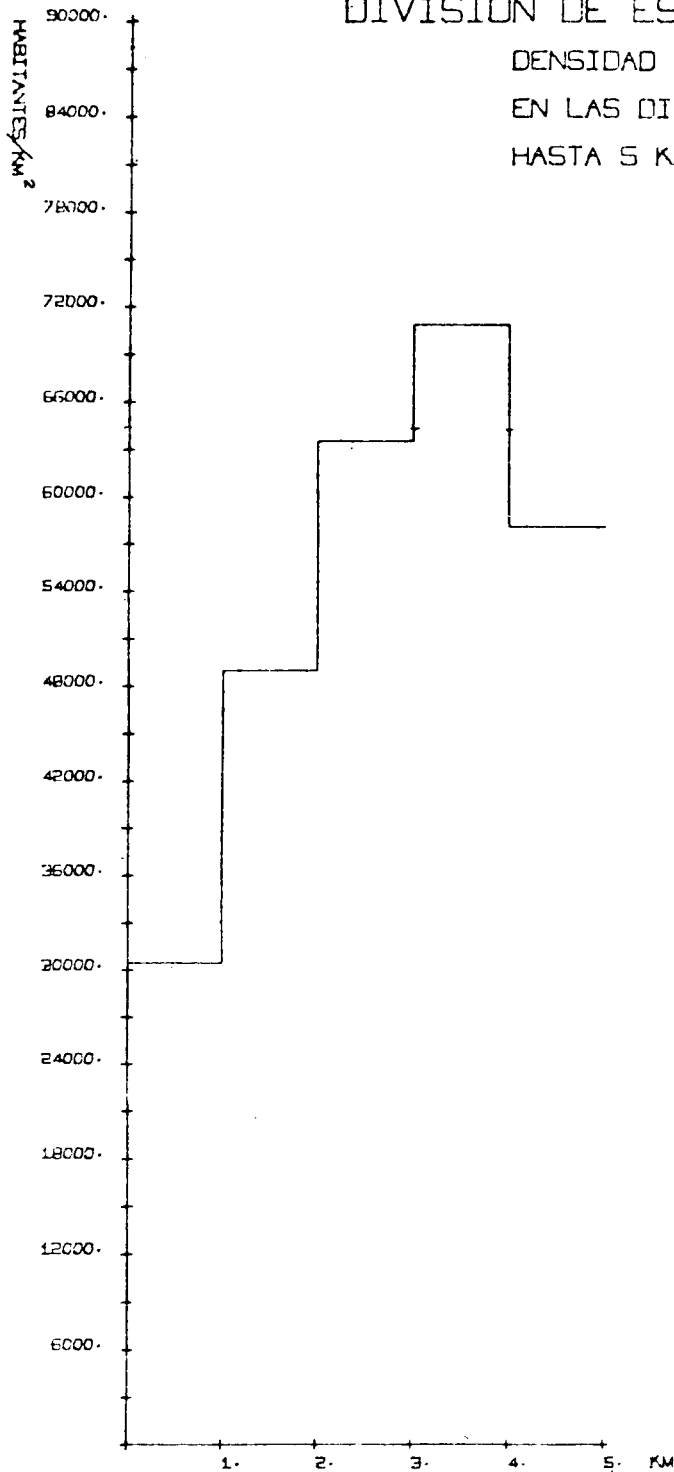
2.132

Figura: 107

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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

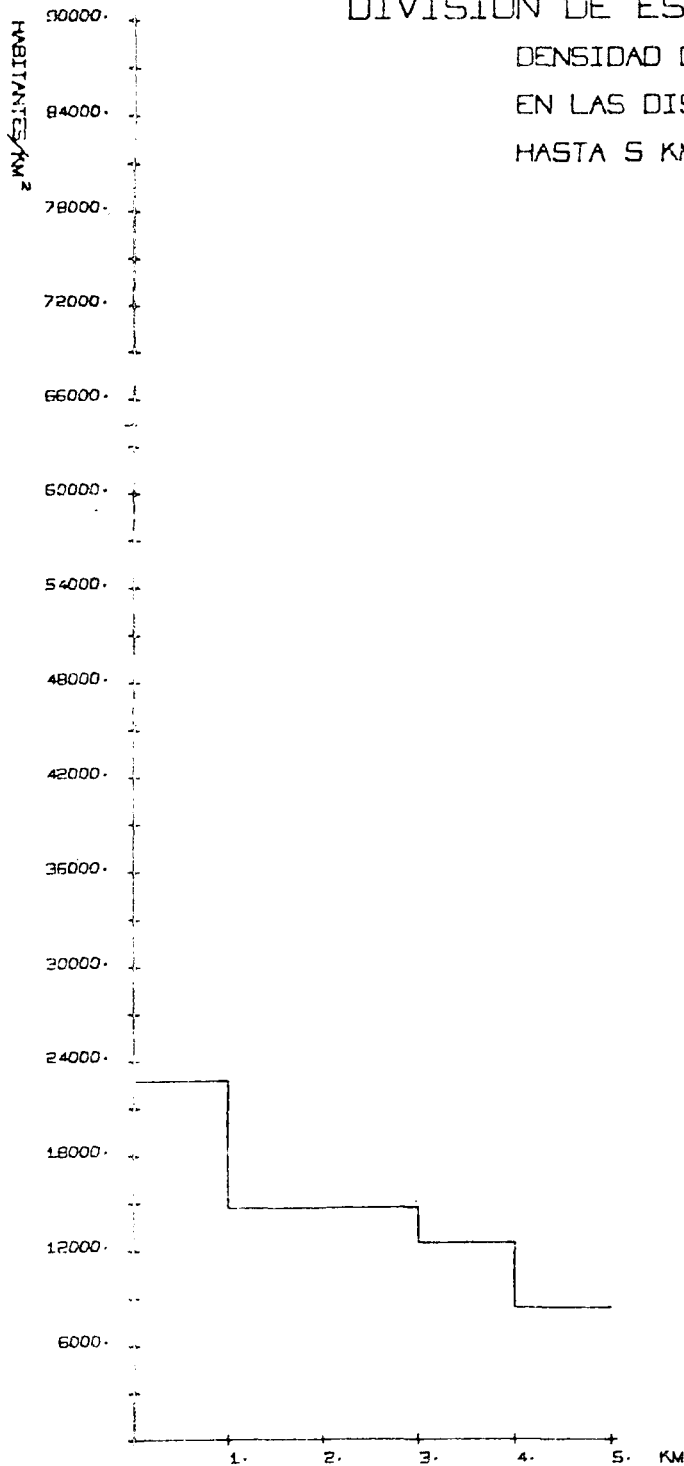
DIRECCION N
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

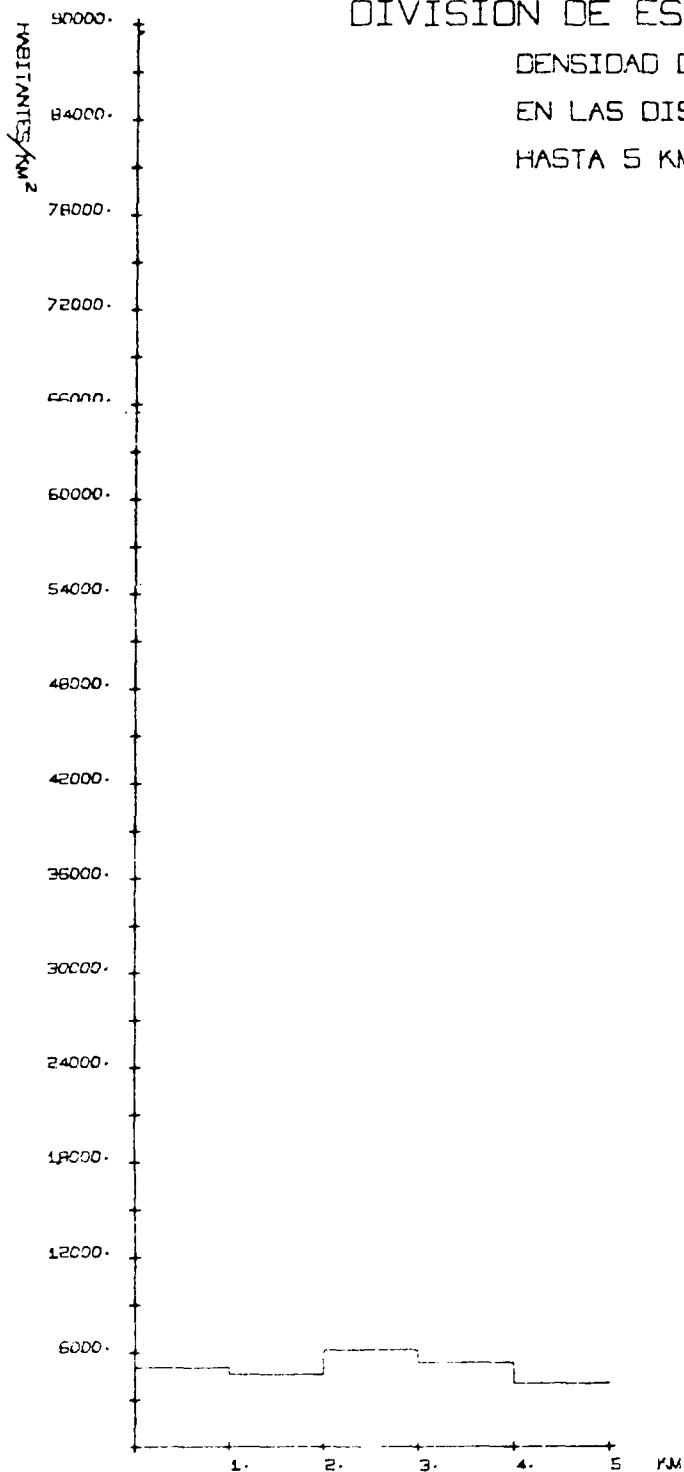
DIRECCION NE
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

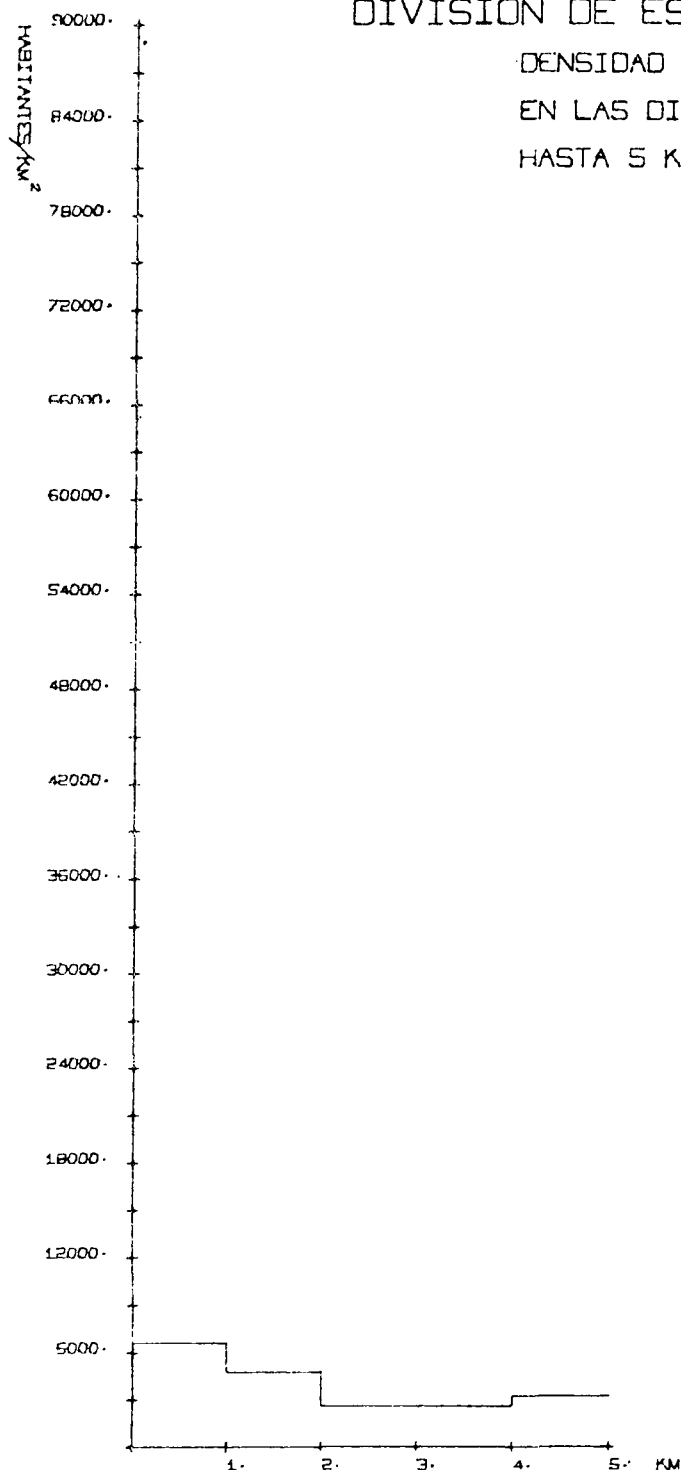
DIRECCION E
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION SE
I.P.E.N. - PERU



2.136

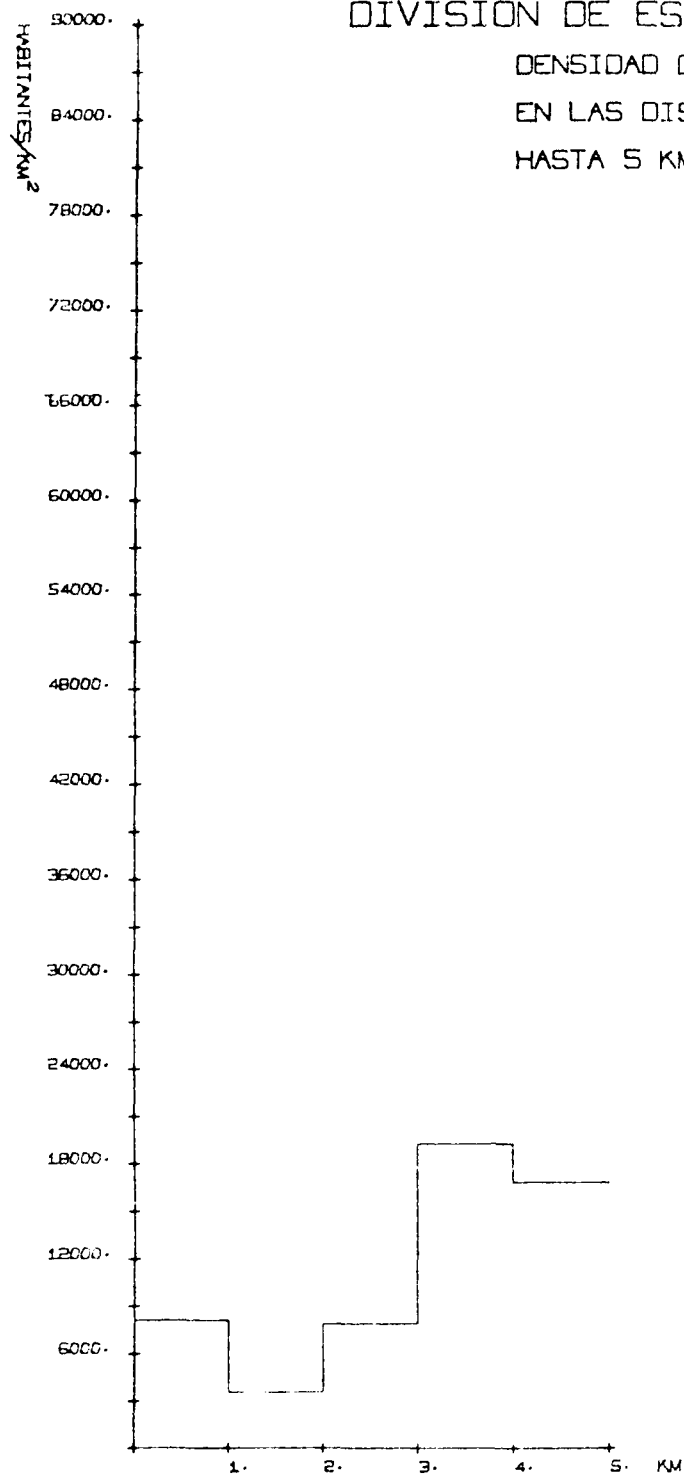
Figura: 111

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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

DIRECCION S

I.P.E.N.-PERU



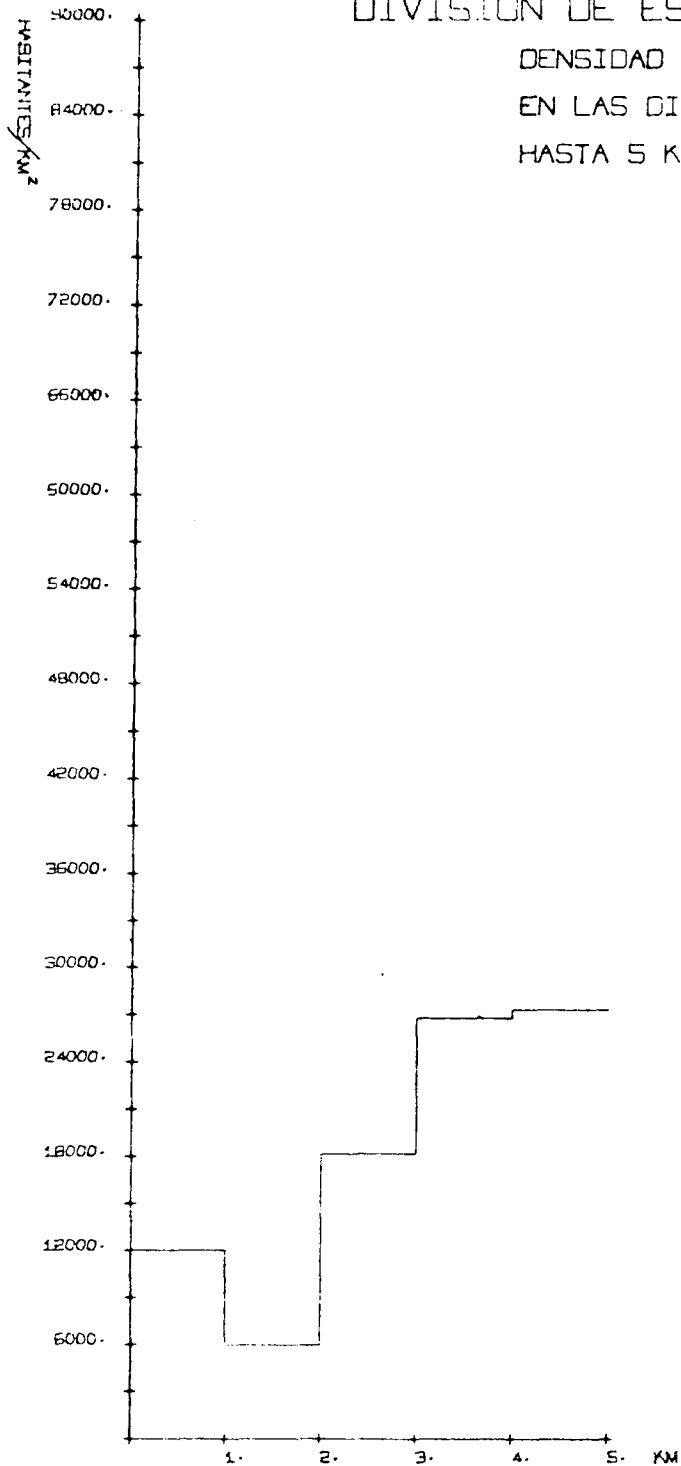
2.137

Figura: 112

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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

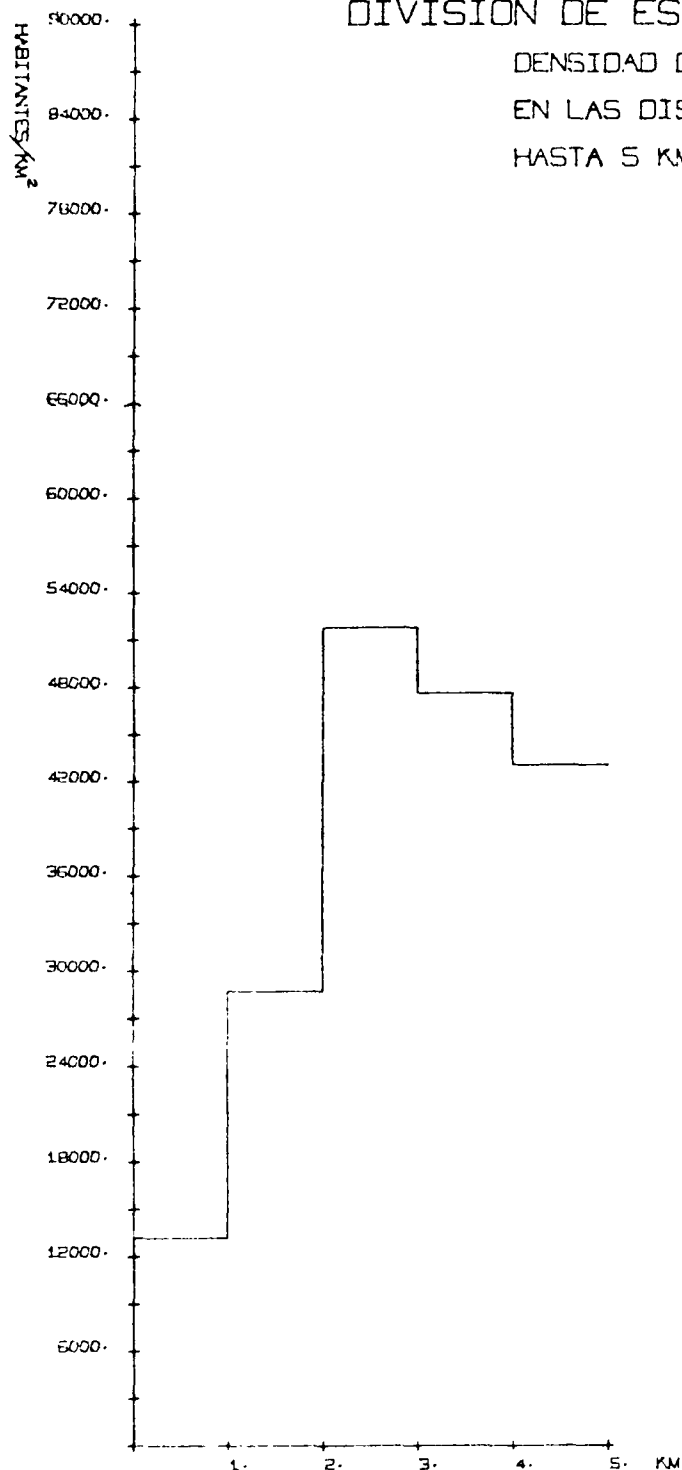
DIRECCION SO
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

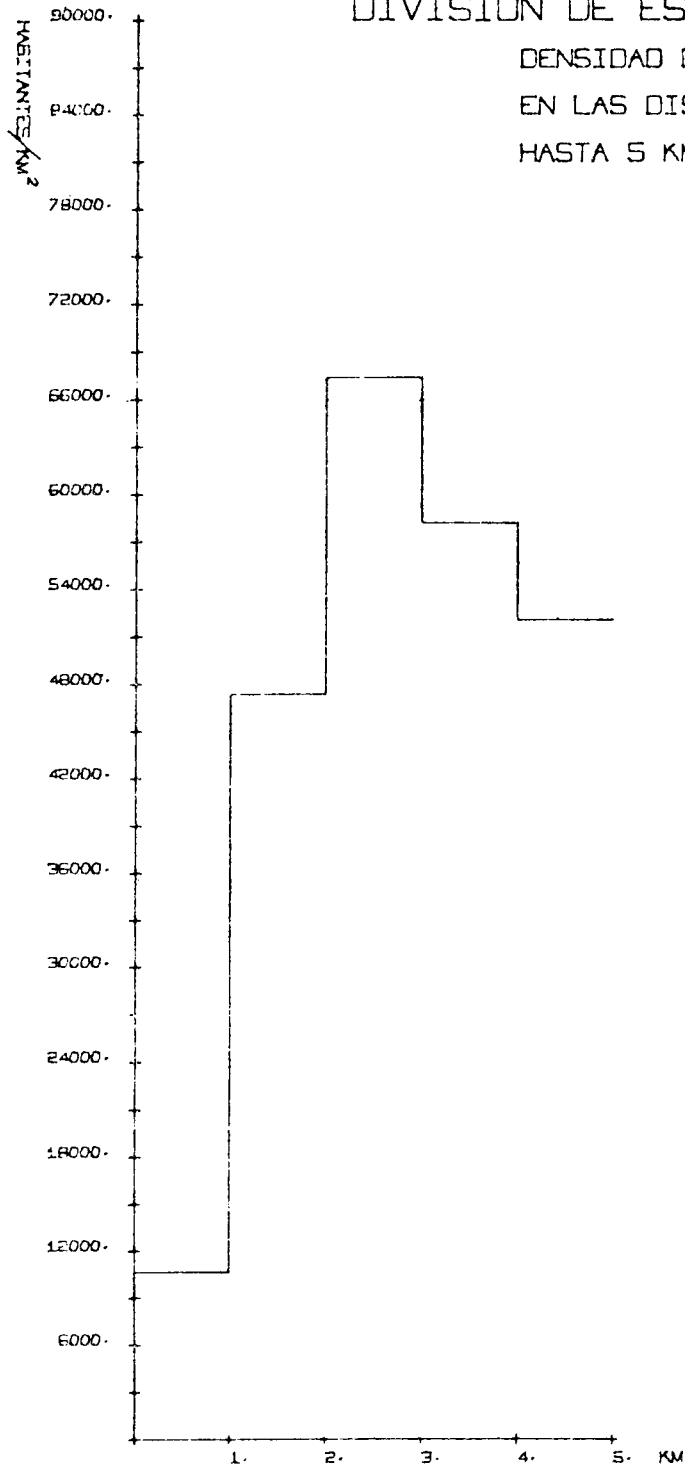
DIRECCION O
I.P.E.N.-PERU



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

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA,
EN LAS DISTINTAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

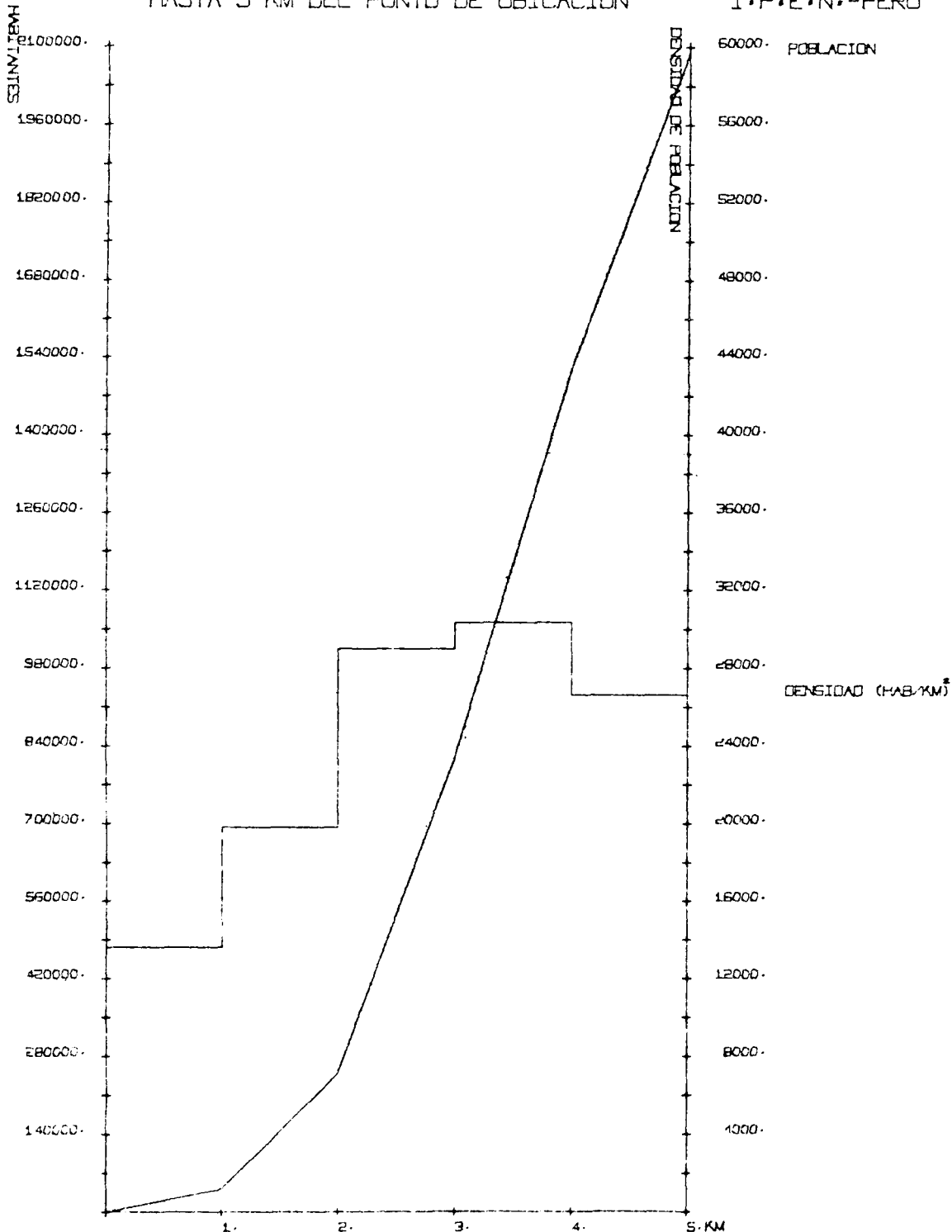
DIRECCION NO
I.P.E.N.-PERU



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

POBLACION Y DENSIDAD DE POBLACION ESTABLES ,
ACUMULADAS EN TODAS LAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION

I.P.E.N.--PERU



2.141

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

POBLACION ESTABLE ACUMULADA EN TODAS LAS DIRECCIONES

EXPECTATIVA AL AÑO 2000

HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION (+)

UBICACION=RPD I.P.E.N.-PERU

KM	CANTIDAD DE HABITANTES
1	42724.
2	248730.
3	820505.
4	1526327.
5	2086727.

(+) FUENTE= OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS LIMA - PERU
CENSO NACIONAL 1972
EXPECTATIVA AL AÑO 2000 EFECTUADA MEDIANTE INDICE OFICIAL

2.142

**** COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA ****

*** GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD ***

*** DIVISION DE ESTUDIOS AMBIENTALES ***

DENSIDAD DE POBLACION ESTABLE ACUMULADA EN TODAS LAS DIRECCIONES
HASTA 5 KM DEL PUNTO DE UBICACION (+)

EXPECTATIVA AL AÑO 2000

UBICACION=RP0 I.P.E.N.-PERU

KM	CANTIDAD DE HABITANTES POR KM CUADRADO
1	13599.
2	19793.
3	29019.
4	30365.
5	26594.

(+) FUENTE= OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS LIMA - PERU
CENSO NACIONAL 1972
EXPECTATIVA EFECTUADA MEDIANTE INDICE OFICIAL

CAPITULO 3

SISMOLOGIA

CAPITULO 3

SISMOLOGIA

3. INTRODUCCION

Para el proyecto de construcciones especiales se requiere estimar con la mayor precisión posible las acciones extraordinarias que la puedan afectar durante el período de vida útil.

Entre las construcciones que merecen especial atención están aquellas en que se manipulan elementos radiactivos en suficiente cantidad como para que una acción extraordinaria pueda originar accidentes en personas ubicadas en áreas adyacentes; mientras que entre las acciones extraordinarias ocupan un lugar prioritario los terremotos por su naturaleza súbita y destructiva.

La instalación del Reactor Nuclear de investigación R.P.0 en Lima, Perú, en una zona con importante población adyacente sobre una región con numerosos antecedentes sísmicos, requiere entonces del adecuado análisis de esta acción extraordinaria.

Para realizar este análisis en esta ubicación, una metodología adecuada es partir de la evolución histórica de la intensidad sísmica, ya que existe una información centenaria con adecuada confiabilidad, agregarle a estos conocimientos históricos una mejor interpretación a partir de la información que han provisto en las últimas décadas las cada vez más numerosas estaciones sismológicas y complementarlo con las enseñanzas dejadas por sismos que hayan ocurrido en el área en los últimos años dando especial atención al comportamiento de los terrenos y las particularidades de los espectros de respuesta obtenidos.

La ubicación del Reactor R.P.0 tiene por coordenadas geográficas 12°04'56" de latitud Sur y 77°00'24" de longitud Oeste, distante 5 km. de la Plaza de Armas (km. 0), (Capítulo I "Ubicación" del presente informe).

3.2

Las observaciones del grupo especializado de la Universidad Nacional de Ingeniería (Perú) sobre la intensidad de los daños ocurridos en el área a causa de los sismos destructivos que la afectaron en 1966 y 1974 muestran que son semejantes en el casco antiguo de Lima y en la ubicación del RP-O. Esto está avalado, además, por los resultados de los estudios sobre microtrepidaciones del suelo efectuados en la ubicación del RP-O por J. Kuroiwa y E. Deza . En consecuencia, la evolución histórica de la intensidad sísmica en la ubicación de RP-O la podemos considerar igual a la del casco antiguo de Lima, y también pueden ser aplicados en esta ubicación de RP-O las conclusiones de los análisis de los espectros de respuesta correspondientes a los registros de aceleración obtenidos en el acelerómetro ubicado en la antigua sede del Instituto Geofísico del Perú.

En los párrafos siguientes se desarrollan estos dos temas.

3.1 - EVOLUCION DE INTENSIDAD SISMICA EN LIMA

El problema inicial del proyecto sismo-resistente es estimar la intensidad de los futuros terremotos que afectarán a la construcción. En nuestros días esta estimación es de tipo probabilístico y está fundada en los antecedentes sísmicos históricos centenarios sumado al conocimiento y análisis de la información que en los últimos decenios han suministrado los instrumentos registradores, y más recientemente también los estudios de geotectónica. En función de este conjunto de información se podría definir un proceso estocástico que simule la evolución de la intensidad sísmica y en particular, la probabilidad de que en un próximo intervalo de T_R años ocurra un terremoto cuya intensidad ponga en peligro la estabilidad de las construcciones. Es decir valorar:

$$P (T_R , N , I)$$

siendo P la probabilidad de que ocurran en el intervalo T_R , N terremotos de intensidad I .

No es tarea simple definir el proceso, pero a efectos de estudios de riesgo sísmico es a veces suficiente conocer el valor medio del tiempo de recurrencia de cada intensidad sísmica, $T_m = f(I)$.

En ubicaciones con conocimientos de los antecedentes sísmicos-históricos de varias centurias como es la ciudad de Lima se puede efectuar un análisis de este tipo y en particular evaluar la variación del tiempo medio de aparición de distintas intensidades sísmicas.

La mayoría de las escalas de intensidad sísmica están acotadas superiormente; por ejemplo la de Mercalli Modificada alcanza hasta el grado XII. Esto podría ser interpretado como que las observaciones in-situ sugerirían un valor máximo para los parámetros dinámicos que definen el movimiento sísmico. El sostenido aumento de las máximas aceleraciones registradas en los últimos terremotos parecería contradecir la anterior consecuencia; sin embargo los materiales que forman la corteza terrestre poseen un límite en la capacidad de transmisión del movimiento como directa consecuencia de las capacidades

3.4

resistentes que ellos poseen. Ambrassey en la ref. 1° , - efectúa un análisis de la máxima intensidad que puede corresponder a un terremoto en función de los estados inicial y final de las tensiones y de las propiedades mecánicas de los materiales, resultando de ello que las máximas velocidades en la fractura serían del orden de 100 cm/seg. aunque , como el autor lo señala, las aceleraciones pueden ser bastante elevadas, pero de poca importancia debido a corresponder a frecuencias relativamente altas .

Esta particularidad de las aceleraciones indicaría - que una mejor correlación se encontraría entre la intensidad sísmica y la velocidad máxima del terreno durante el terremoto que con la aceleración máxima (ref. 4°) por lo que se adoptará como medida de intensidad la velocidad V .

Esteve y Rosenblueth en la ref. 2° también señala - que en las condiciones cercanas al foco se encontrarían valores máximos de aproximadamente

$$V = 1.7 e^{0.55M}$$

siendo M la magnitud del terremoto , con lo que el - valor de V cerca del foco dependería también de la cantidad de energía liberada. Esta expresión da valores muy elevados para magnitudes superiores a 8 , lo que podría ser consecuencia de que a la fecha en que fue preparada (1963) no se disponía de registros instrumentales en la zona epicentral - de terremotos de gran magnitud .

En función de esta consideración se establece como velocidad límite del terreno para los terremotos que afectan a Lima la cantidad de 100 cm/seg. , que correspondería según la correlación de la ref. 3° a una intensidad de Mercalli Modificada comprendida entre X, IX y XI.

Si a los terremotos percibidos en una misma ubicación se les efectuara un análisis estadístico, se podrían determinar las funciones de densidad de probabilidad $f(V)$ y - probabilidad acumulada $F(V)$, tomando como parámetro la velocidad máxima del terreno durante el terremoto, V . Una función que puede representar la probabilidad acumulada es :

$$F(V) = 1 - \left(\frac{V_0 - V}{f_0 V} \right)^K$$

para $V_1 \leq V \leq V_0$

siendo $V_1 = \frac{V_0}{1+f_0}$

y $K \geq 1$, a efectos de que la función distribución de probabilidad $f(V) = F'(V)$ decrezca constantemente cuando V tiende a V_0 .

Para esta función de probabilidad su densidad de ocurrencia en el entorno $\mu(V)$ resulta ser :

$$\mu(V) = \frac{f(V)}{1-F(V)} = \frac{KV_0}{V(V_0-V)}$$

la que es mínima para $V = \frac{V_0}{2}$

Este resultado indica que si se selecciona una intensidad I mayor que la intensidad correspondiente a la velocidad $V_0/2$, del conjunto de terremotos que superan la intensidad I es mayor el porcentaje de los que muy poco la superan.

Si no existiera el término (V_0-V) en la densidad de ocurrencia en el entorno $\mu(V)$, ésta disminuiría constantemente con el aumento de V , es decir, ocurriría que de los terremotos cuyas intensidades igualan o superan un cierto valor I , el porcentaje de los que ligeramente la superan sería menor en la medida que aumentara I , por lo que tendrían mayor porcentaje los terremotos con intensidad superior a I . - Esto no parece ocurrir en la realidad.

Para su aplicación en la Ingeniería Sismo-Resistente tiene que ser de varias centurias el intervalo en el cual es necesario recopilar la información para estimar f_0 y K en la función probabilidad acumulada $F(V)$. En todo este intervalo la información histórica tiene que tener parecido grado de confiabilidad para que los valores sean comparables.

En general, sólo llegan hasta nuestros días las referencias históricas sobre los terremotos de mayor intensidad que han afectado a poblaciones importantes, y el límite inferior confiable para la intensidad que trascendió depende del grado de evolución cultural de esta población en las centurias precedentes. Desde este punto de vista la capital del Perú es la más importante población de América del Sud en los últimos cuatro siglos y como tal se estima que han llegado a nuestros días la mayoría de los terremotos que la afectaron con intensidad mayor que VII de la Escala de Mercalli.

Por otra parte para la Ingeniería Sismo-Resistente interesa conocer las máximas intensidades que ocurren en periodos comparables con la vida útil de las construcciones por cuanto el terremoto máximo probable en ese periodo es el que definirá los niveles de previsiones sismo-resistentes.

En tal caso podríamos suponer que estamos realizando observaciones independientes entre sí que podrían corresponder a un intervalo de $\underline{N}$ años y la probabilidad de que en el conjunto de las N observaciones ocurran intensidades iguales o menores que las correspondientes a una velocidad V sería :

$$F^N(V) = \phi_N(V)$$

esta función $\phi_N(V)$ tiene también el significado de que es la probabilidad de que la mayor de las N intensidades observadas sea menor o igual que una dada intensidad correspondiente a la velocidad V . Para la función adoptada para $F(V)$ se obtiene :

$$\phi_N(V) = \left[1 - \left(\frac{V_0 - V}{f_0 V} \right)^K \right]^N$$

Cuando el intervalo es suficientemente grande se puede imaginar que N tiende a infinito y en tal caso $\phi_N(V)$ se transformará en la probabilidad asintótica $\phi(V)$. Por otra parte se puede definir de N observaciones un valor mayor característico que sería aquel en que el número de observaciones que lo supera es la unidad.

$$F(V_N) = 1 - \frac{1}{N}$$

Introduciendo este valor característico resulta :

$$\phi_N(V) = \left[1 - \frac{1}{N} \left(\frac{V_0 - V}{f_0 V} \right)^K \left(\frac{f_0 V_N}{V_0 - V_N} \right)^K \right]^N$$

y tomando límite resulta :

$$\phi(V) = \exp. \left[-C_N \left(\frac{V_0 - V}{f_0 V} \right)^K \right]$$

siendo C_N una constante .

A la función de probabilidad asintótica $\phi(V)$ le corresponden los tiempos medios

$$T_m(V) = \frac{1}{1 - \phi(V)}$$

para valores de N mayores que 10 años el tiempo medio se puede expresar en forma muy aproximada por :

$$T_m(V) = T_{m0} \left(\frac{V}{1 - \frac{V}{V_0}} \right)^K \quad (4)$$

A efectos de este análisis de eventos máximos, en la ciudad de Lima se pueden considerar entre 1526 y 1976 - agrupamientos de 50 años cada uno, totalizando así nueve intervalos .

Del análisis de los antecedentes históricos contenidos en las referencias 5° y 6° se obtienen para cada intervalo el evento máximo , los que resultan ser los dados en la página siguiente.

En el anexo II se detallan los principales párrafos de las referencias 5° y 6° de donde se han obtenido estos eventos máximos.

3.8

I n t e r v a l o	Terremoto Máximo
1526-1576	2-VII-1552
1576-1626	9-VII-1586
1626-1676	27-XI -1630
1676-1726	20-X - 1687
1726-1776	28-X - 1746
1776-1826	1-XII-1806
1826-1876	30-III-1828
1876-1926	4-III-1904
1926-1976	24- V -1940

Cada uno de estos terremotos puede ser comparado - con los restantes estableciendo un ordenamiento de las intensidades , ordenamiento que es independiente de cualquier escala de medida de intensidad. Este resulta de mayor a menor:

Ordenamiento por Intensidad		Tiempo Medio (Años)
1°	28-X-1746	450
2°	20-X-1687	225
3°	9-VII-1586	150
4°	24-V-1940	112,5
5°	30-III-1828	90
6°	27-XI- 1630	75
7°	2-VII-1552	64,3
8°	4-III-1904	56,2
9°	1-XII-1806	50

El aspecto dominante que define este ordenamiento es :

<u>Terremoto</u>	<u>Referencia</u> <u>Dominante</u>
28-X-1746	Destrucción total de Lima. Más de 4000 víctimas.
20-X-1687	Más de 100 muertos.
9-VII-1586	Mucha destrucción - 14 a 22 muertos.
24-V-1940	Cerca de 200 muertos.
30-III-1828	Aproximadamente 30 muertos.
27-XI-1630	Desplome de edificios.
2-VII-1552	Daños en Lima.
4-III-1904	Paredes agrietadas-Cornizas caídas.
1-XII-1806	Daños en edificios.

Para establecer las constantes T_{mo} y K de la ecuación 4 , es necesario estimar las velocidades máximas que ocurrieron en cada uno de los terremotos seleccionados . A tal efecto se utilizan la relación entre velocidad máxima horizontal V e intensidad de Mercalli Modificada, IMM , dada en la ref. 3° :

$$\log V = -0.63 + 0.25 IMM \quad (5)$$

Analizando los relatos históricos de los efectos de estos terremotos se ha efectuado una asignación de intensidades de Mercalli Modificada a cada uno de los terremotos seleccionados, de lo cual resulta la correspondiente velocidad V , aplicando la fórmula (5) .

Los coeficientes T_{mo} , K que mejor correlacionan a los valores obtenidos de tiempo medio T_m y velocidad del terreno V para cada terremoto son :

$$\begin{aligned} T_{mo} &= 4 \text{ años} \\ K &= 0.95 \end{aligned}$$

Por requerimientos de la función distribución de probabilidad mencionadas precedentemente es necesario que el exponente K no sea menor que 1. El valor obtenido está muy cerca de esta condición y la diferencia podría explicarse por una sobreasignación de intensidad al terremoto de 1746 o una menor al de 1806. Para corregir estas posibles pequeñas diferencias se adopta finalmente el valor de T_{mo} que con $k = 1.00$ la expresión de T_m contenga al baricentro de las velocidades utilizadas, resultando finalmente la estimación de la evolución de la intensidad sísmica en Lima; en tiempo medio (fig. 1)

$$T_m = 3 \cdot \left(\frac{v}{1 - \frac{v}{100}} \right)$$

Los valores calculados para T_m son valores medios de ocurrencia de intensidades sísmicas. Sin embargo, la evolución completa del proceso es prácticamente desconocida aunque es presumible suponer que difiere mucho de ser ordenada.

La más simple suposición es de que la secuencia de terremotos con tiempo medio de ocurrencia T_m se asemejan a un proceso de Poisson, por lo que la probabilidad de que ocurran N eventos en un tiempo T_R está dada por:

$$P(N, T_R) = \left(\frac{T_R}{T_m} \right)^N \frac{e^{-T_R/T_m}}{N!} \quad (7)$$

Esta ecuación (7) definiría probabilísticamente la que ocurriría en el tiempo T_R en el centro de la ciudad de Lima, de acuerdo a la evolución media de la intensidad sísmica definida por la ecuación (6).

3.2 SISMOS PARA EL PROYECTO, SUS PARAMETROS

A semejanza de otras acciones no permanentes que actúan sobre las estructuras, para considerar la acción sísmica es necesario seleccionar el riesgo de ocurrencia de las intensidades que pudieran afectar a la construcción en su tiempo de vida útil.

La evolución de la intensidad sísmica en una ubicación muestra que los movimientos sísmicos que pueden afectar a una construcción los podemos agrupar según su frecuencia de ocurrencia y los daños que generan, en tres grandes grupos :

- 1- Terremotos menores, relativamente frecuentes que no generan daños.
- 2- Terremotos medianos, de mucha menor frecuencia y que generan daños menores fácilmente reparables.
- 3- Terremotos destructivos, ocasionales, de muy escasa frecuencia, que ponen en peligro la estabilidad de la construcción y que producen daños físicos a personas.

Las previsiones sismo-resistentes que se adoptan en las construcciones deben considerar estos tres tipos de terremotos y en particular establecer la frontera entre el primero y el segundo y definir el tercero. En el primer caso, la construcción no debe ser afectada en sus condiciones de servicio ni producir ningún tipo de daño. En el otro extremo, el terremoto destructivo puede producir daños y éstos ser aceptables en la medida que no afecten permanentemente a las condiciones de servicio de la construcción y que fundamentalmente, eviten las víctimas fatales y disminuyan el número de heridos. La admisibilidad de los daños que ocasiona el terremoto destructivo estará relacionada con el destino de la construcción y serán tanto menores los daños admisibles cuanto más destacada sea la importancia de la construcción en la comunidad.

A efectos de seleccionar el nivel de intensidad que separa el primero del segundo grupo y definir el

tercero, es necesario conocer la evolución de la intensidad sísmica en la ubicación y el tiempo de vida útil de la construcción. En 3.2 se han determinado para la ciudad de Lima - los valores medios de ocurrencia de las intensidades, resultando :

$$T_m = 3 \left(\frac{V}{1 - \frac{V}{100}} \right)$$

Además, se supuso que la secuencia de ocurrencia - de los terremotos de la misma intensidad respondía a un proceso de Poisson, por lo que probabilidad de ocurrencia N - eventos en un tiempo T_R resulta :

$$P(N, T_R) = \left(\frac{T_R}{T_m} \right)^N \cdot \frac{e^{-\frac{T_R}{T_m}}}{N!}$$

Si tomamos a T_R como el tiempo de vida útil de la construcción, ésta sobrevivirá, será segura, si no ocurre en ese intervalo ningún terremoto de intensidad destructiva. Siendo el fenómeno de tipo estadístico, lo que se podrá estimar como seguridad es la probabilidad de que ocurra cero terremoto en dicho tiempo de riesgo, la que según la expresión anterior estará dada por :

$$\text{Seguridad} = P(0, T_R) = e^{-\frac{T_R}{T_m}}$$

El riesgo correspondería al concepto complementario a la seguridad para obtener la certeza :

$$\text{Riesgo} = 1 - P(0, T_R)$$

$$\text{Riesgo} = 1 - e^{-\frac{T_R}{T_m}}$$

Para valores de T_R/T_m menores de 0.2, la expresión anterior se puede aproximar por :

$$\text{Riesgo} \cong \frac{T_R}{T_m}$$

En el siguiente cuadro se detallan los valores de riesgo y los correspondientes cocientes T_R / T_m .

$\text{Riesgo} = 1 - e^{-\frac{T_R}{T_m}}$	$\frac{T_R}{T_m}$
0.05	0.051
0.10	0.105
0.15	0.163
0.20	0.223
0.50	0.693
0.80	1.609
0.865	2.000
0.90	2.302
0.95	3.000

Se aprecia que para el valor de $T_R / T_m = 2$ se obtiene un riesgo de 0.865, lo cual significa que es casi seguro que durante el tiempo de vida útil T_R de la construcción, ésta será sometida a un movimiento sísmico de una intensidad cuyo tiempo medio de ocurrencia es la mitad de su tiempo de vida útil. Esta acción sísmica de $T_m = T_R / 2$ si bien es cierto que tiene un alto riesgo de ocurrencia, su duración es de pocas decenas de segundo. Este valor de riesgo podría ser el criterio para seleccionar el límite entre los terremotos más frecuentes, de poca intensidad, y los menos frecuentes que producen daños menores. A este terremoto

lo denominaremos terremoto de operación normal y será para el cual la construcción no tiene que sufrir ni daños ni suspensiones de las operaciones o funciones que se desarrollan en ella.

En el otro extremo de la valoración del riesgo , la construcción estará sometida a terremotos destructivos cuyo tiempo medio de ocurrencia T_m serán varias veces mayor que el tiempo de vida útil T_R . Así por ejemplo, si se selecciona el riesgo del 10% de ocurrencia de la acción sísmica destructiva , habrá que determinar la intensidad correspondiente al tiempo medio de ocurrencia T_m de diez veces el tiempo de vida útil T_R . Para este terremoto destructivo la construcción no deberá cesar en forma permanente las funciones primarias para las cuales está destinada y el grado de transitoriedad de la posible cesación de funciones dependerá de cual sea la importancia de ella en la comunidad. Además deberá cumplirse que ante la ocurrencia de este terremoto destructivo el comportamiento de la construcción disminuya sensiblemente y, si es posible, evite las pérdidas de vidas y el número de heridos..

En función de lo anteriormente expuesto se seleccionan dos sismos para el proyecto. El sismo de operación normal y el sismo destructivo; para el primero se adopta un tiempo medio de ocurrencia mitad del tiempo de vida útil de la construcción o elemento y para el segundo un tiempo medio de ocurrencia de diez o quince veces el tiempo de vida útil de la construcción según se trate de construcciones y componentes comunes o esenciales del Reactor RP-0 . Si suponemos que las construcciones que albergan a RP-0 tengan un tiempo de vida útil de 50 años , los tiempos medios serán de 25 años para el terremoto de operación normal y de 500 y 750 años para los terremotos destructivos correspondiente a las construcciones y componentes comunes y esenciales respectivamente. De la Figura 1 se obtiene que a estos sismos les corresponde una velocidad del terreno de 7.5 cm/seg. para el primero y de 63 cm./seg. ó 72 cm/seg. para los destructivos.

Quedan así definidos los parámetros de los sismos que se aplicarán en el proyecto. A estos parámetros será necesario correlacionarlos con las enseñanzas de sismos recientes que hayan ocurrido en Lima y muy en particular con los resultados de los espectros de respuesta que se hayan calculado a partir de los acelerogramas obtenidos, con el objeto de definir los valores de las fuerzas equivalentes a utilizar en el proyecto de las estructuras y componentes de RP-O.

3.3 - ESPECTROS DE PROYECTO

Un modo de apreciar los contenidos de frecuencia del acelerograma es el trazado de los espectros de respuesta correspondientes a vibradores de un grado de libertad, amortiguados, con características elásticas y elasto-plásticas, los que simulan el comportamiento de las estructuras durante el movimiento sísmico.

Comparando los distintos espectros de respuesta calculados a partir de registros de aceleración obtenidos en distintas partes del mundo se aprecian diferencias y también algunas semejanzas. Para los objetivos de la Ingeniería Sismo-Resistente es útil agrupar los espectros de respuesta según sus semejanzas y luego detectar en esos agrupamientos las diferencias que aún subsisten, las que serán la consecuencia de las particularidades no tenidas en cuenta al formar el agrupamiento. Así por ejemplo, si se agrupan los espectros sólo por tipos de terreno en que se obtuvo el registro, quedarán incluidos en cada agrupamiento los espectros correspondientes a terremotos de distinta magnitud y diferentes distancias epicentrales, parámetros que pueden ocasionar diferencias importantes en la forma de los espectros. Para disminuir estas diferencias se pueden, por ejemplo, incluir en el análisis sólo los espectros de acelerogramas de terremotos que hayan ocasionado daños.

Para comparar los espectros entre sí, es necesario previamente referirlos con respecto a un parámetro de comparación; el cual puede ser, por ejemplo, la aceleración máxima o la velocidad máxima de terreno durante el terremoto.

La primera comparación de espectros fue efectuada - por Housner en 1959 (Ref. 7°) considerando los registros de los cuatro terremotos más intensos obtenidos . Como parámetro de referencia adoptó la intensidad que posteriormente se denominó de Housner, definida por :

$$IH_{20} = \int_{0,1}^{2,5} V(\eta = 0,20) dt$$

siendo $V(\eta = 0,20)$ las ordenadas del espectro de velocidad de respuesta correspondiente a la amortiguación $\eta = 20\%$ de la crítica.

Como resultado de la comparación Housner obtuvo un espectro de respuesta medio mediante el promedio de los valores espectrales, referidos a IH_{20} , de igual periodo y amortiguación.

Posteriormente, con mayor cantidad de registros obtenidos , otros investigadores han efectuado procesos similares (ref. 8°- ref. 9°) . Como parámetro de referencia han adoptado a la aceleración máxima a_0 ó a la velocidad máxima V_0 del acelerograma y además de calcular los puntos de las curvas de los espectros medios, han calculado para estos puntos las dispersiones con el objeto de obtener una medida de la variabilidad de las curvas espectrales dentro de los agrupamientos considerados. La suma de esta dispersión a las ordenadas medias permite obtener curvas espectrales envolventes que encerrarían con una probabilidad teórica del 84% los espectros que integran el conjunto analizado.

Las curvas que resultan en estos espectros medios y envolventes son mucho más regulares que las que corresponden a un espectro en particular y cada curva encierra a otra de mayor amortiguación. Además, para cada amortiguación las curvas espectrales envolventes mayoran a la de los promedios en un factor que depende del periodo (Ref. 8°)

En general , para el proyecto sismo-resistente el espectro de más utilidad es el de los coeficientes sísmicos porque de él se derivan las fuerzas resistentes que debe desarrollar la estructura durante el terremoto. Este espectro

de coeficientes sísmicos es el espectro de respuesta de la pseudo aceleración, dividido por la aceleración de la gravedad (ref. 10°) . En este espectro de respuesta elástico se aprecia que las curvas que corresponden a distintas amortiguaciones tienden hacia el valor de la aceleración máxima cuando el periodo del vibrador tiende a cero (ref. 8°) , mientras que para periodos de varias decenas de segundos , tiende a ser el desplazamiento máximo del terreno durante el terremoto dividido por la aceleración de la gravedad y el cuadrado del periodo. Entre estos extremos del periodo , el espectro de coeficientes sísmicos presenta apreciables amplificaciones para periodos del orden de un periodo T_s característico del terreno y amortiguación menor del 10% de la crítica .

Para el caso particular de la ciudad de Lima, Perú, en los acelerogramas registrados se obtienen valores de aceleraciones máximas mayores que los obtenidos en otras ubicaciones para iguales intensidades , y además , estas aceleraciones corresponden a periodos del orden de 0,1 seg. que son bastante menores que los de otros registros de aceleración . Estas dos particularidades sugieren que no es conveniente adoptar para la ciudad de Lima a la aceleración máxima como parámetro de referencia para comparar espectros de respuesta de coeficientes sísmicos.

Otro parámetro de referencia utilizado es la velocidad máxima del terreno, la que se obtiene por integración del acelerograma , y la experiencia ha demostrado que esta velocidad es sensible a la hipótesis adoptada en la corrección de la línea de cero. Por ello tampoco sería aconsejable utilizar la velocidad como parámetro de referencia para comparar espectros de coeficientes sísmicos .

Del espectro de coeficientes sísmicos o pseudo - aceleraciones el que más ha sido registrado en un vibrador real, es el que se obtiene en el sismoscopio de periodo 0,7 seg. y 10% de amortiguación. Los registros obtenidos en estos instrumentos han demostrado una aceptable correlación con la estimación de la intensidad sísmica, obteniéndose en la Ref. 11° la correlación numérica con la Escala de Mercalli.

Como en el análisis de las referencias históricas - sobre la evolución de la intensidad sísmica en Lima, detallada en el primer párrafo de este informe , se ha adoptado la Escala de Mercalli y por lo mencionado precedentemente el sismoscopio parecería ser una de las más estables medidas de la intensidad sísmica , se estima que es conveniente adoptar como parámetro de referencia para los espectros resultantes de los acelerogramas obtenidos en la ciudad de Lima , al coeficiente sísmico correspondiente al sismoscopio de periodo - 0,7 seg. y 10% de amortiguación, por ser un registro instrumental obtenido en un modelo mecánico de una construcción .

A efectos de esta comparación de espectros de coeficientes sísmicos , se han seleccionado de la Ref. 12° los que corresponden a los valores de mayor respuesta en la curva de amortiguación nula, agregándose a estos los de la Ref. 13° , por ser uno de los sismos de mayor intensidad en Lima en que se ha obtenido un acelerograma.

La lista de espectros considerados corresponde a los siguientes acelerogramas :

<u>Fecha</u>	<u>Componente</u>	<u>Coef.Sismoscopio</u>
31-1-51	N 82 W	0,025
31-1-51	N 8 E	0,009
21-4-54	N 82 W	0,008
21-4-54	N 8 E	0,010
17-10-66	N 82 W	0,190
17-10-66	N 8 E	0,170
3-10-74	N 82 W	0,180

De cada espectro de coeficiente sísmico indicado - precedentemente se ha leído los valores correspondientes a los periodos 0,10 , 0,15 , 0,20 , , 0,95, 1,00 seg. ,de

las curvas de amortiguación 0% , 2% , 5% y 20% . Cada uno de los valores de los coeficientes sísmicos se dividen por el - respectivo valor del coeficiente sísmico correspondiente al sismoscopio y con los valores resultantes para cada vibrador se calcula el promedio y el promedio más la dispersión, resultando así dos conjuntos de valores a los que interpreta - como el espectro medio y el espectro de 84% de confiabilidad, respectivamente. Los resultados obtenidos están graficados en las figuras 2 y 3 .

Estos espectros están referidos al coeficiente sísmico del sismoscopio C_s y , en consecuencia, pueden ser aplicados luego de que se defina el valor de C_s . Para ello será necesario, primero, estimar una relación entre registro - en el sismoscopio y la intensidad sísmica en la Escala Mercalli y , luego, seleccionar la intensidad que corresponde al riesgo que se estime conveniente adoptar para la obra o componente de la construcción.

La relación entre registro de sismoscopio e intensidad Mercalli dada en la Ref. 11°, agregada a la valoración de los registros obtenidos en sismoscopios ubicados en la República Argentina , permite establecer los siguientes valores medios para la relación entre la intensidad Mercalli y los registros del sismoscopio.

Intensidad Sísmica Mercalli Modificada	Coeficiente Sismoscopio C_s
VII	0,15
VIII	0,30
IX	0,60
X	1,20

Como en el primer párrafo de este Informe se utilizó una relación entre la velocidad máxima del terreno y la intensidad Mercalli , se puede obtener entonces una relación

entre la velocidad máxima del terreno y el coeficiente sísmico del sismoscopio, resultando :

$$\log V (\text{cm/seg}) - \log C_s = 2,30 - 0,05 I_{mm}$$

En consecuencia, para las velocidades seleccionadas para los sismos de proyecto les corresponde los siguientes coeficientes sísmicos del sismoscopio , C_s , a aplicarse en el proyecto de RP-0 :

Sismo de operación normal	$C_s = 0,075$
Sismo destructivo $T_m = 500$ años	$C_s = 0,95$
Sismo destructivo $T_m = 750$ años	$C_s = 1,15$

Con estos coeficientes C_s se multiplican las ordenadas del espectro de coeficientes sísmicos con 84% de confiabilidad, para obtener los coeficientes sísmicos a utilizar en el proyecto de las construcciones y componentes de RP-0 en las condición de sistemas que pueden representarse como vibradores lineales equivalentes. En estos espectros no se ha considerado ninguna influencia de la ductilidad , es decir de los aportes de disipación adicional de energía obtenidos a partir de las deformaciones no elásticas que se pueden admitir en algunas partes y componentes de la construcción.

3.4 - ESTIMACION DE LAS FUERZAS DE PROYECTO

Para valorar las previsiones sismo-resistentes a adoptar en la etapa de proyecto de la construcción es necesario estimar el conjunto de fuerzas equivalentes a la acción sísmica y los requerimientos de seguridad estructural que le corresponden. Con este conjunto de fuerzas y los procedimientos normales de dimensionamiento y verificación de secciones el proyectista prevé que la construcción tendrá condiciones resistentes que podrán cumplir con los objetivos del proyecto ya mencionados en 3.3 .

Para el sismo destructivo la estructura deberá desarrollar su máxima capacidad resistente , compatible con

las deformaciones máximas que la estructura admita de acuerdo a las funciones que desarrolla la construcción.

En general, en toda estructura la relación carga-deformación se desarrolla según distintas fases. Una primera fase elástica con relación lineal entre carga-deformación cuyas deformaciones son casi totalmente recuperables. Una segunda fase parcialmente elástica, de transición, en la que algunos elementos se comportan como idealmente plásticos y otras continúan en fase elástica ; la relación carga-deformación de la estructura continúa casi lineal aunque con menor proporción entre fuerzas aplicadas y deformaciones. A continuación de este estado parcialmente elástico la estructura - en conjunto se comporta como un sistema idealmente plástico, es decir a muy pequeños incrementos de fuerzas ocurren grandes aumentos de deformación. Esta situación se mantiene hasta una deformación máxima a partir de la cual se presenta - una condición de degradamiento estructural en la que a medida que aumentan las deformaciones disminuyen las capacidades resistentes de la construcción hasta que se produce el colapso. La longitud de la tercera y cuarta fase dependerá de las roturas de tipo frágil que se desarrollen en los elementos de la estructura , y pueden llegar a ser prácticamente - nulas apareciendo el colapso frágil. Al efecto producido - por las fuerzas con que se trata de simular la acción sísmica se agrega la influencia creciente del efecto de los desplazamientos de la acción en las cargas verticales. Este - efecto secundario de las cargas verticales acelera el colapso total de la construcción.

La mencionada secuencia sería la que correspondería a un estado de deformación creciente monotónicamente . Sin embargo la acción sísmica es no solo un estado de carga creciente y decreciente , sino también cambiante en signo y los ciclos de cargas que se suceden afectarán sensiblemente la posterioridad capacidad resistente de la estructura al producirse roturas frágiles en sus elementos.

Para el terremoto destructivo tiene una especial consideración la fase idealmente plástica y su conservación en los sucesivos ciclos, pues a través del área encerrada en

cada ciclo se está disipando parte de la energía que la estructura ha recibido de la acción sísmica. Esta disipación de energía en la fase plástica adquiere con el incremento de las deformaciones una importancia mayor que la disipación debida a las fuerzas denominadas viscosas y si el comportamiento dinámico de la estructura se la representara en cada ciclo por un vibrador lineal equivalente se notará un incremento de la cantidad de amortiguación a medida que aumentan las deformaciones plásticas para posteriormente decrecer la cantidad de amortiguación cuando comienza la fase de degradación de la estructura . (Ref. 14°) .

Como las fuerzas que la acción sísmica ocasiona sobre las estructuras son proporcionales a las masas actuantes se puede decir que estas fuerzas sísmicas son proporcionales a una aceleración estática equivalente , la que referida a aceleración de la gravedad es el bien conocido coeficiente sísmico . Esta aceleración estática equivalente coincidirá con la curva del espectro de proyecto adoptada en la 3.3 si la estructura se comporta en fase elástica durante todo el movimiento sísmico, y será una fracción de ésta si la amortiguación lineal equivalente aumenta a consecuencia de las disipaciones de energía que ocurren al alcanzar la fase plástica. Esta propiedad de desarrollar deformaciones en fase plástica ha sido definida como ductilidad y es la propiedad más importante para asegurar la supervivencia de las construcciones durante la acción sísmica. Para la asignación de las fuerzas en el proyecto sismo-resistente será necesario entonces estimar la ductilidad que podrá desarrollar la estructura sismo-resistente, para de acuerdo a ello asignar la aceleración estática equivalente de proyecto en función de la aceleración espectral mencionada en 3.3 .

De los estudios realizados por un gran número de investigadores se concluye que la ductilidad tiene muy poca o ninguna influencia en la reducción de la aceleración espectral cuando el periodo inicial de la construcción tiende a cero y en tal caso la deformación crece directamente con la ductilidad (Ref. 15°) . Para periodos del vibrador que superan un valor de periodo característico T_s , la -

aceleración estática equivalente disminuye a medida que aumenta la ductilidad en forma casi inversamente proporcional, mientras que las deformaciones máximas se mantienen muy semejantes. En el intervalo comprendido entre estas dos condiciones, la ductilidad hace decrecer la aceleración lineal equivalente en forma creciente con el incremento del periodo. Para estructuras de muy corto periodo que puedan desarrollar grandes deformaciones en fase plástica se puede utilizar la teoría de los sistemas rígido-plásticos, en cuyo caso la ductilidad también influirá en forma notable, requiriéndose ahora al sistema estructural un desplazamiento mínimo hasta el cual tiene que mantener la fuerza que alcanzó en el estado límite elástico.

Una expresión simple que tiene en cuenta estas consideraciones para reducir el coeficiente sísmico es ; para Lima :

$$\mu = 1 + (\mu_0 - 1) \left(2 - \frac{T_0}{0,15} \right) \left(\frac{T_0}{0,15} + 0,14 \right)$$

$$T_0 \leq 0,15 \text{ seg}$$

$$\mu = \mu_0 \quad \text{para } T_0 \gg 0,15 \text{ seg}$$

μ = ductilidad a aplicar

μ_0 = ductilidad básica

Siendo T_0 el periodo fundamental de vibración de la construcción. El coeficiente sísmico para proyecto resulta:

$$C_{\text{proyecto}} = \frac{C}{\mu}$$

Los valores precedentemente indicados corresponden al criterio que la estructura sobrevive luego del terremoto destructivo sin daños que afecten al cumplimiento de sus funciones esenciales para las cuales fueron proyectadas.

Los valores de ductilidad son los dados por las Normas Sismo-Resistentes Peruanas de 1977 .

3.5 - ACTIVIDAD SISMICA EN PERU

El análisis de los párrafos precedentes está reducido sólo a la ciudad de Lima. Esta circunstancia se justifica por las particularidades de ubicación de RP-0, el - que estará situado a poco más de 6 km. al Sudeste de la Plaza de Armas de Lima. En esta Plaza la historia sísmica es conocida en los últimos 450 años, a lo que se agrega que - en sus cercanías se han obtenido buenos registros de aceleración durante terremotos con intensidad Mercalli ligera - mente mayor que VII y, además, las particularidades de terreno son semejantes a la ubicación de RP-0.

La historia sísmica del Perú (Ref. 5°) muestra que las intensidades destructivas ocurridas en Lima han sido la mayoría consecuencia de sismos de magnitud superior a 7,5 en la Escala de Richter.

Con el objeto de obtener referencias entre la actividad sísmica que se desarrolla en los alrededores de Lima con la que ocurre en el resto del territorio peruano se ha efectuado un análisis de la actividad registrada por la Red Sismológica Local y Mundial entre los años 1922 y 1976. En este periodo los registros no tienen la misma precisión y cantidad en las sucesivas décadas, debido a que en los - últimos lustros ha crecido el número de las estaciones sismológicas y mejorado la sensibilidad y precisión de sus determinaciones. Estas circunstancias deben ser consideradas en cualquier análisis estadístico que se efectúe con la información sismológica del intervalo mencionado. Un modo de disminuir la influencia de la desigualdad en la cantidad y precisión de la información es efectuar un análisis estadístico de los valores máximos anuales.

De la recopilación de información sismológica de las referencias 16° y 17° y el catálogo completo suministrado por el Instituto Geofísico del Perú (Ref. 18°) se han seleccionado los eventos de mayor magnitud ocurridos en cada año cuyas profundidades de foco sean menores de 200 km. Estos eventos están reunidos en la Tabla 3.2 con fecha, coordenadas del epicentro, profundidad de foco y magnitud

y han sido ubicados en la figura 4 por medio de círculos cuyo centro coincide con el epicentro y el radio es proporcional a la magnitud. Como magnitud se ha utilizado la correspondiente a M_s , por tener sus valores en la Ingeniería Sismo-Resistente una imagen más conocida en relación al nivel de daños y a la extensión del área afectada. En caso necesario se ha aplicado la correlación con m_b para estimar M_s utilizando la expresión determinada en el Instituto de Investigaciones Antisísmicas "Ing. Aldo Bruschi" a partir de los sismos ocurridos en la vertiente occidental de América del Sur en el intervalo 1973-1976.

$$M_s = -3,19 + 1,56 m_b$$

La magnitud M_s calculada por correlación para profundidades mayores de 80 km. no tiene un sentido muy adecuado y al realizarlo en este análisis es al solo efecto de lograr una homogenización.

En la figura 4 se aprecia que la actividad sísmica queda distribuida en el territorio peruano principalmente a lo largo de dos alineamientos : uno en el litoral marítimo y otro en el interior . El primero correspondería, según la teoría de la tectónica global, al extremo del frente de colisión de la placa Sudamericana con la placa Pacífico Sur. A este alineamiento de la actividad sísmica corresponden los grandes sismos que generan en Lima las intensidades sísmicas destructivas.

Para el análisis estadístico del conjunto de valores extremos anuales de magnitud seleccionados en la Tabla 3.2 se ha considerado que el fenómeno responde a la ecuación del tipo I de Gumbel , la que puesta en términos del tiempo medio de ocurrencia T_M (Ref. 19°) , resulta :

$$\frac{T_m}{T_m - 1} = \exp \left[10^{- (A - B M_s)} \right]$$

Para aplicar esta ecuación al análisis de la actividad sísmica en el Perú en el intervalo 1922-1976 se -

han ordenado los eventos por magnitud decreciente asignándole a cada uno el tiempo medio T_M que resulta de dividir el tiempo total por el número indicativo de la posición en el ordenamiento por magnitud.

A efectos de aplicar el método de los mínimos cuadrados para determinar las constantes se linealiza la ecuación anterior por medio de :

$$y = -\log \left(\ln \frac{T_m}{T_m - 1} \right)$$

resultando así la ecuación :

$$y = A - B \cdot M_s$$

Los valores de T_M y M_s correspondientes a cada evento están representados en la figura 5 en donde también está graficada la ecuación resultante que expresa estadísticamente el desarrollo de la actividad sísmica en el Perú .

$$Y = 5.91 - 0.91 M_s$$

Esta ecuación deja de ser válida para magnitudes , cercanas a 9 , pues se estima que éste es un límite superior para la capacidad de almacenamiento de energía de deformación en la corteza terrestre.

De esta ecuación resultan los siguientes valores :

T_m (años)	M_s
5	7,2
10	7,5
20	7,9
50	8,3
100	8,7

Se aprecia que una vez cada 100 años ocurriría en Perú un terremoto de magnitud cercana a 8,7 en la Escala de Richter , lo que nos indica que el territorio de la República Peruana es un área de muy importante actividad sísmica y que en la evolución de la actividad sísmica en Lima se justifica entonces el gran terremoto que la destruyó en 1746 con el subsiguiente maremoto que arrasó el Puerto de El Callao llevando embarcaciones hasta una legua tierra adentro (Ref. 5°).

3.6 - CONCLUSIONES

El estudio del riesgo sísmico en la ubicación del Reactor Nuclear de Investigación RP-O , a 6 km. hacia el Sud Este de la Plaza de Armas de Lima, Perú , muestra que :

1. En el territorio de la República Peruana se desarrolla una importante actividad sísmica, de modo tal que un sismo de magnitud 8 ocurre en promedio cada 25 años (Fig. 5) y una parte importante de esta actividad se desarrolla a lo largo del litoral marítimo peruano.
2. La evolución histórica de la intensidad sísmica en el Centro de la ciudad de Lima, Perú , muestra que el tiempo medio de ocurrencia de una intensidad IX de Mercalli es de aproximadamente 200 años (Figura 1) .
3. Los registros de aceleración obtenidos en Lima permiten estimar con 84% de confiabilidad que la aceleración máxima para una intensidad IX es de aproximadamente 1,4 g . , con periodos del orden 0,08 a 0,1 seg. -
4. El comportamiento de la ubicación de RP-O y del Centro de Lima en los terremotos de 1966 y 1974 muestran semejanzas en cuanto a intensidad sísmica que ocurrió , deduciéndose de ello una semejanza de terreno y por consiguiente de espectros , pudiéndose entonces aplicar a la ubicación de RP-O los resultados obtenidos para el Centro de la ciudad de Lima.

5. Para el proyecto sismo-resistente de RP-0 se selecciona un sismo de operación normal y un sismo destructivo . Para estos terremotos se establecen como valores más probables del coeficiente sísmico en el sismoscopio de periodo 0,7 seg. y 10% de amortiguación los valores de $C_s = 0,075$ para el primero y el de $C_s = 0,95$ para el sismo destructivo aplicable a las construcciones y componentes no esenciales y de $C_s = 1.15$ para el sismo destructivo aplicable a las construcciones y componentes esenciales de RP-0 .
- Estos sismos generan riesgos en 50 años de 0,86 , 0,10 y 0,06 respectivamente.

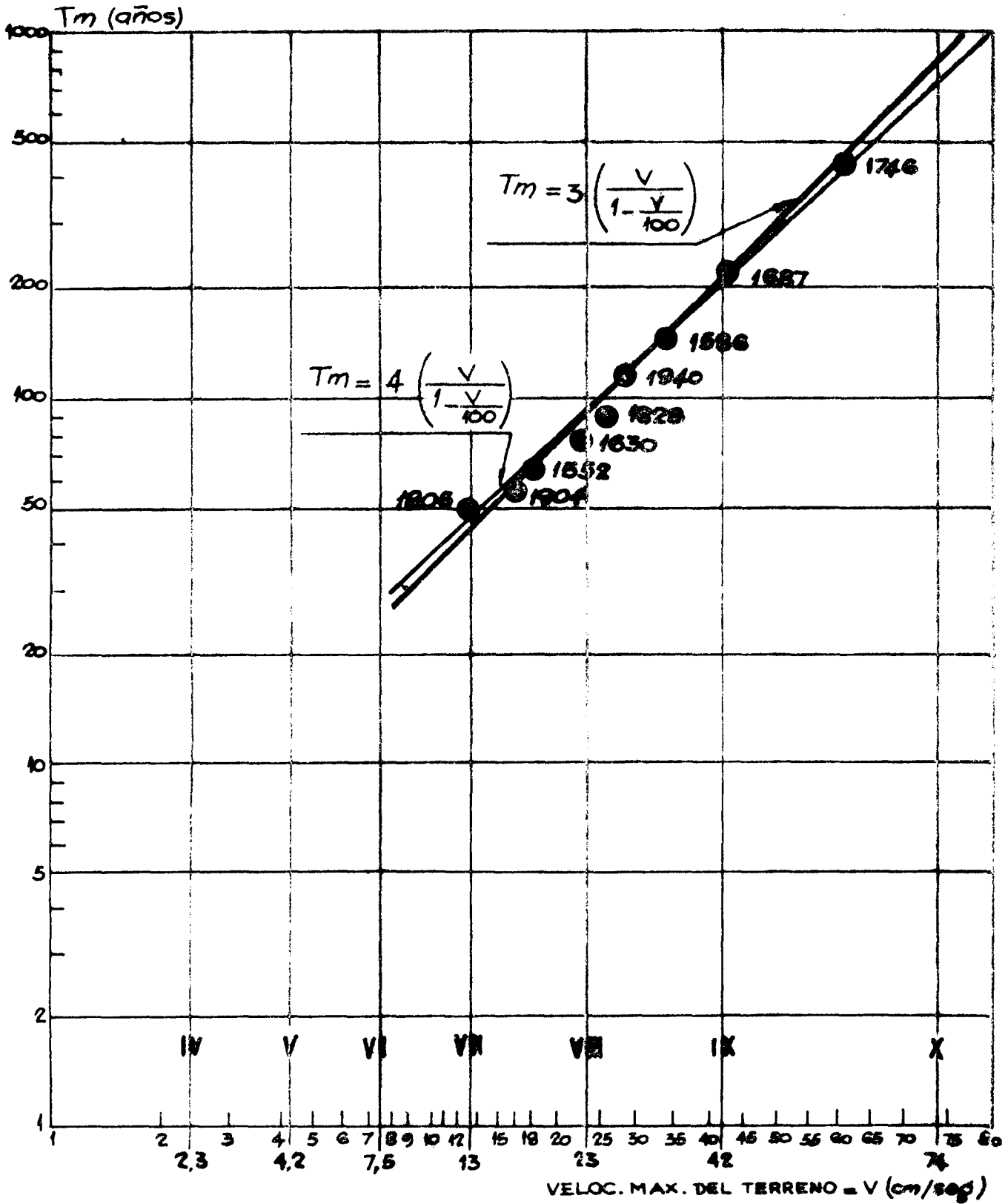
REFERENCIAS

- 1° - AMBRASSEYS, N.N. - Maximum Intensity of Ground Movements caused by faulting - Fourth World Conference on Earthquake Engineering. Santiago, Chile , enero 1969.
- 2° - ESTEVA, Luis y ROSENBLUEHT, Emilio - Espectros de temblores a distancias moderadas y grandes. Boletín de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, Méjico , marzo 1964.
- 3° - TRIFUNAC, M.D. and BRADY, A.G. - On the correlation of seismic intensity scales with the peaks of recorder strong motion . Bulletin of the Seismological Society of America - Vol. 65 -
- 4° - CARMONA, Juan S. - CASTANO, Juan C. - Seismic Risk in South America to the South of Twenty Degree. Fifth World Conference on Earthquake Engineering. Roma, Italia, Junio de 1973.
- 5° - SILGADO, F. Enrique - Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1970) Geofísica Panamericana . Vol. II - n°1 , enero de 1973 .
- 6° - BACHMANN, Carlos - Fenómenos sísmicos notables habidos en Lima en los 400 años que tiene fundada - Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima - Tomo III , 1935.
- 7° - HOUSNER, G.W. - (1941) - An investigation of the effects of earthquakes on buildings - Ph.D. Thesis , California Institute of Technology - Pasadena, June , 1941.
- 8° - RIDDEL, R. - NEWMARK, N.M. - Statistical Study of Earthquake Responsta Spectra - Segundas Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica - Santiago, Chile , 26-30 julio 1976.
- 9° - SEED, H.B. - UGAS, C. - LYSMER, J. - Site Dependent Spectra for Earthquake Resistant Design - Report n° EERC - 74-12. November , 1974 - University of -

California - Berkeley , California, USA .

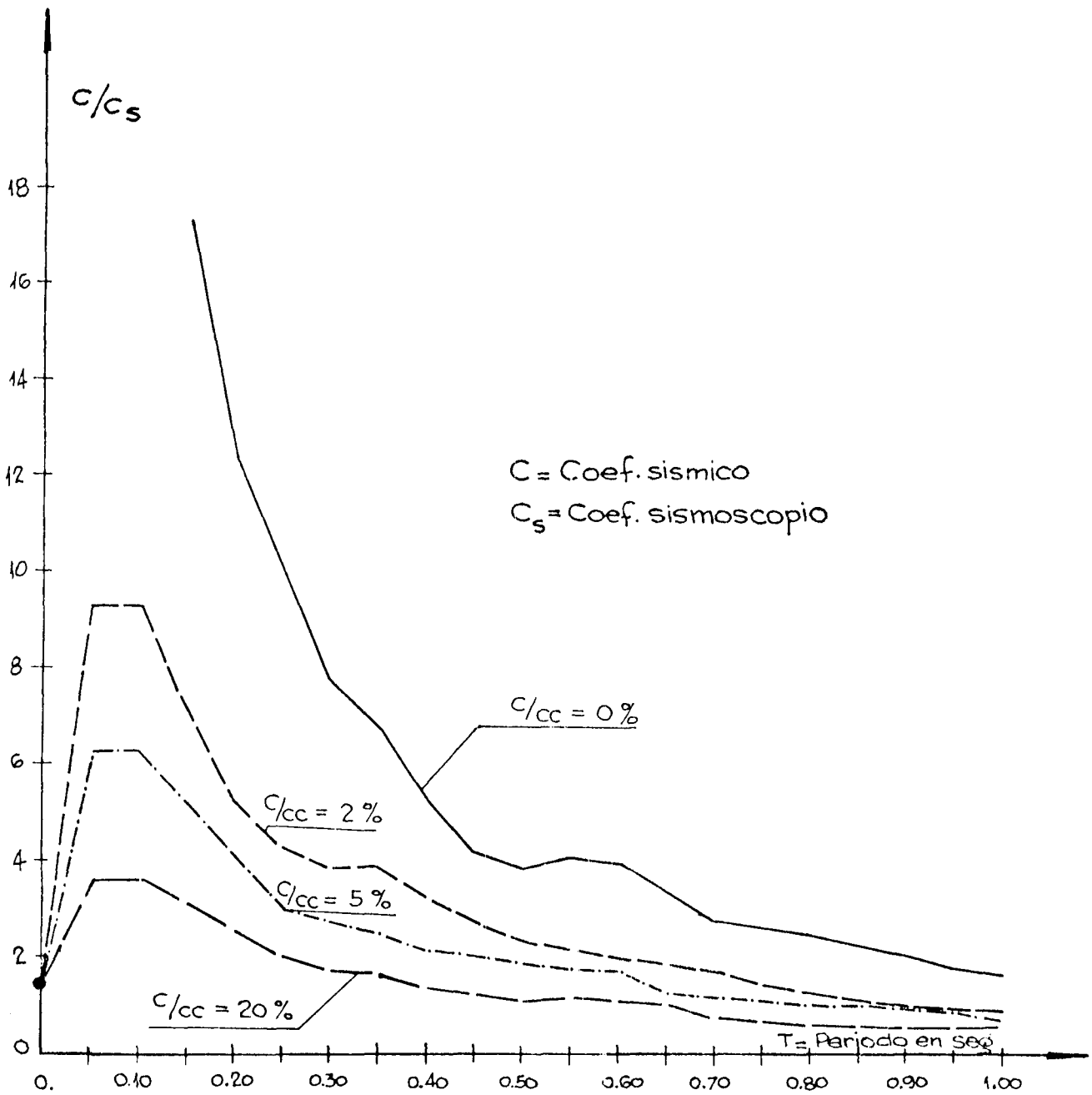
- 10° - ESTEVA, L. - ROSENBLUETH, E. - Espectro de temblores a distancias moderadas y grandes - Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica - Méjico , marzo 1964.
- 11° - TRIFUNAC, M.D. - and BRADY, A.G. - On correlation of Seismoscope Response with Earthquake Magnitude and Modified Mercalli Intensity - Bulletin of the Seismological Society of America - Vol. 65.
- 12° - HUSID, Raúl y otros - Analisis de terremotos peruanos. I Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Antisísmica - Lima, Perú , 1969.
- 13° - HERRERA CANO, José - GIULIANI, Hugo - El terremoto de Lima, Perú del 3-10-1974 - Informe CERESIS , 1975.
- 14° - HUDSON, D.E. - Equivalent viscous friction for hysteretic systems with earthquake like excitations. Proceeding of the Third World Conference on Earthquake Engineering - Nueva Zelandia, 1965.
- 15° - NEWMARK, N.N. - ROSENBLUETH, E. - Fundamentos de Ingeniería Antisísmica - 1975.
- 16° - GUTENBERG and RICHTER - Seismicity of the Earth - Princeton University Press - 1954.
- 17° - ROTHE, J.P. - The seismicity of the Earth 1953-1965. UNESCO , 1969.
- 18° - INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU - Listado de sismos - 1977.
- 19° - GUMBEL, E.J. - Statistics of Extremes - Columbia - University Press - 1967.

Figura: 1



Ciudad de Lima
Evolución de Intensidad Sísmica

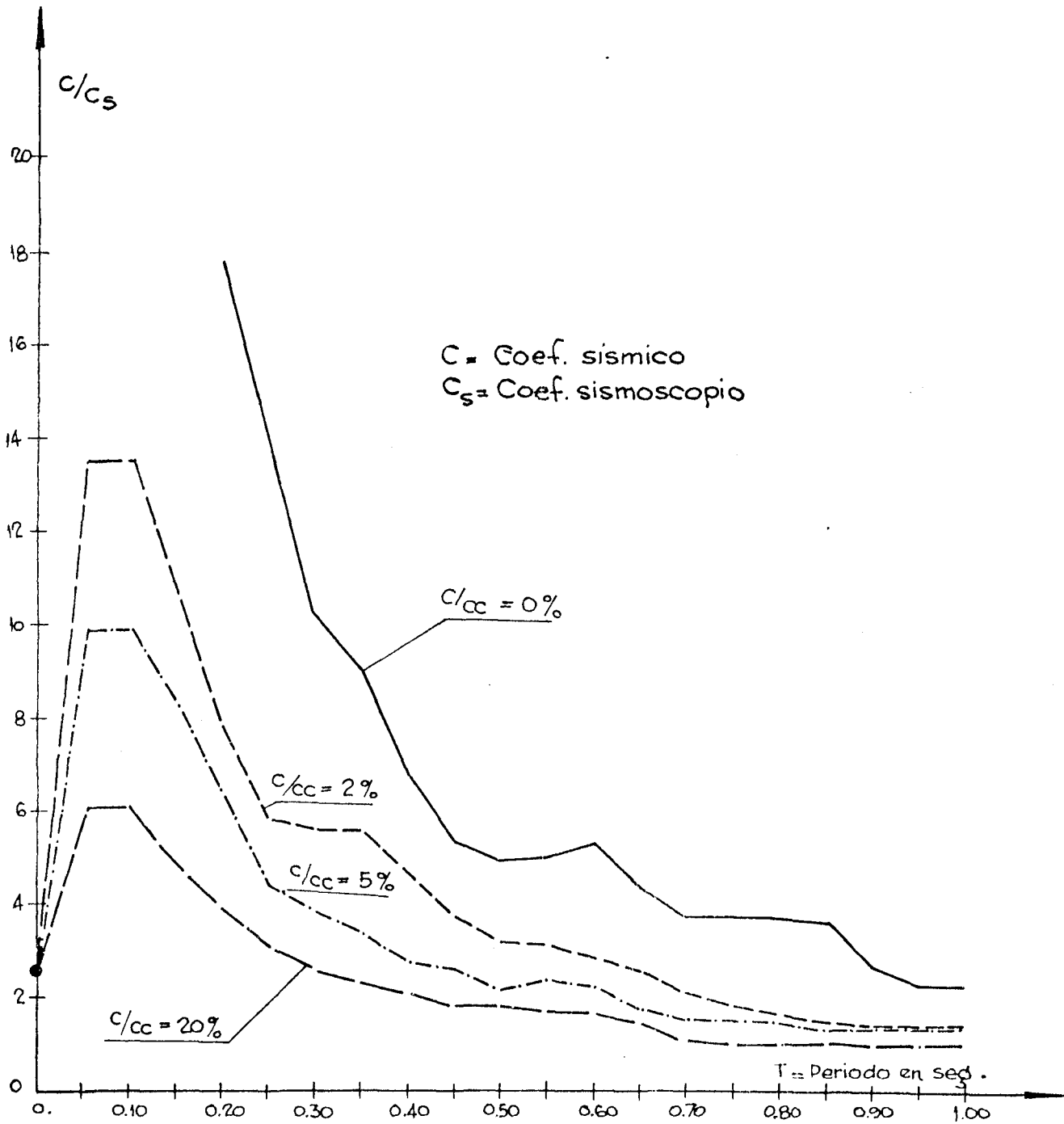
Figura: 2



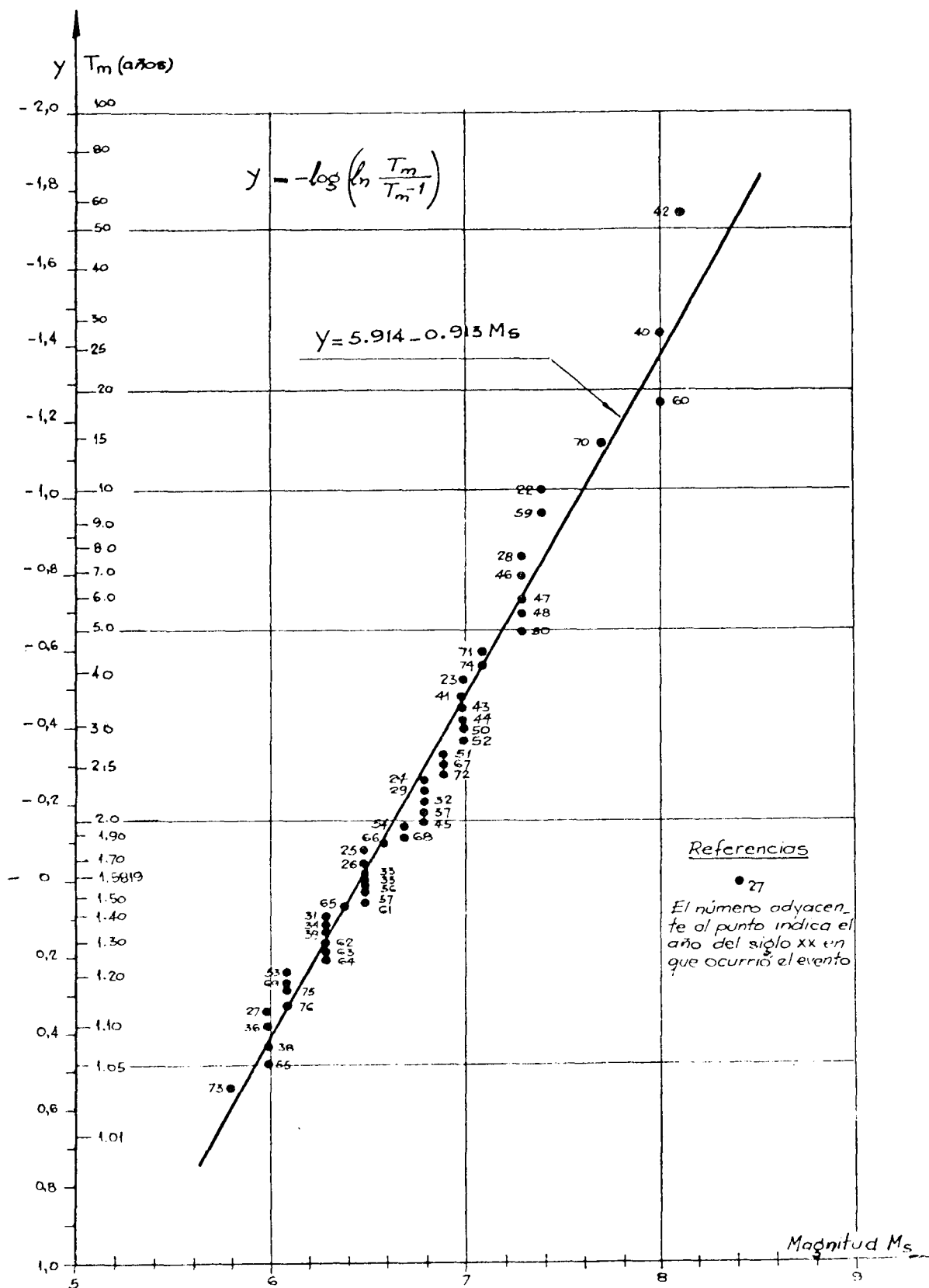
Lima - Perú - Espectros promedios de coeficientes sísmicos

3.33

Figura: 3



Lima - Perú - Espectros de coeficiente sísmico,
84% de confiabilidad -



Magnitudes máximas anuales - Intervalo 1922 - 1976 -
Análisis estadístico -

Figura: 5

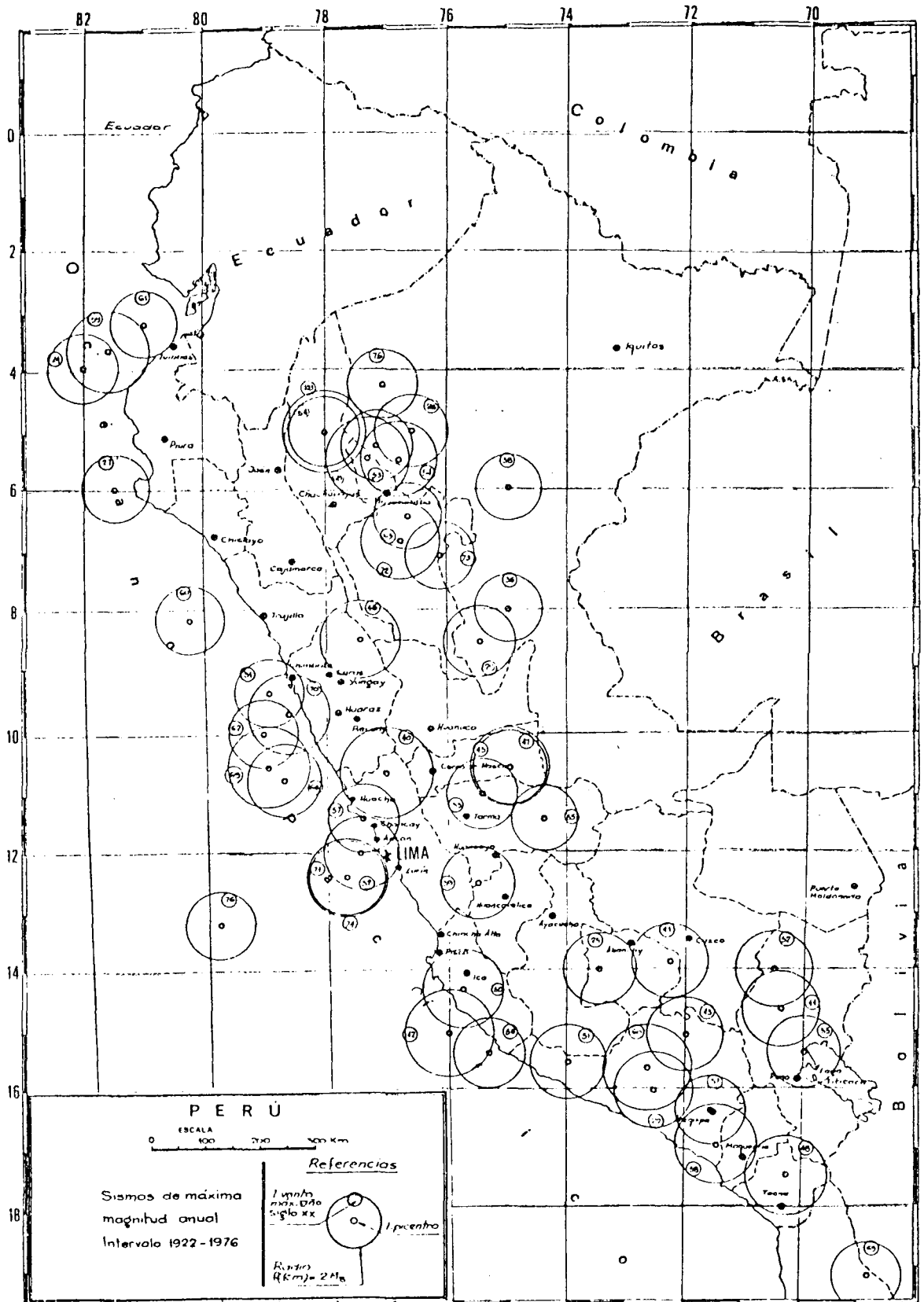


TABLA 1CIUDAD DE LIMAEVOLUCION DE INTENSIDAD SISMICAVALORES MAXIMOS EN INTERVALOS DE 50 AÑOS

<u>INTERVALO</u>	<u>TERREMOTO MAXIMO</u>
1526-1576	2-VII-1552
1576-1626	9-VII-1586
1626-1676	27-XI- 1630
1676-1726	20-X - 1687
1726-1776	28-X - 1746
1776-1826	1-XII-1806
1826-1876	30-III-1828
1876-1926	4-III-1904
1926-1976	24- V -1940

ORDENAMIENTO POR INTENSIDADTIEMPO MEDIO (Años)

1°	28-X-1746	450
2°	20-X-1687	225
3°	9-VII-1586	150
4°	24-V-1940	112,5
5°	30-III-1828	90
6°	27-XI- 1630	75
7°	2-VII-1552	64,3
8°	4-III-1904	56,2
9°	1-XII-1806	50

TABLA 2

ACTIVIDAD SISMICA EN SUDAMERICA ENTRE 2°y 19°LATITUD SUREVENTOS MAXIMA MAGNITUD ANUAL EN INTERVALO 1922-1976

FECHA	LAT.	LONG.	PROF.	M _s
11-10-1922	16.0	72.5	50.	7.4
2- 9-1923	16.0	68.5	150.	7.0
11- 3-1924	4.0	82.0	60.	6.8
5- 1-1925	14.0	73.5	200.	6.5
7- 3-1926	5.0	76.5	150.	6.5
13- 3-1927	6.0	81.5	33.	6.0
14- 5-1928	5.0	78.0	33.	7.3
25- 5-1929	8.5	75.5	150.	6.8
1930	Sin registros disponibles			
3- 4-1931	9.3	79.0	33.	6.3
20- 1-1932	12.0	77.5	100.	6.8
6- 8-1933	11.0	75.5	100.	6.5
29-10-1934	5.0	78.0	110.	6.3
19- 9-1935	15.5	70.0	250.	6.5
6- 5-1936	8.0	75.0	160.	6.0
29- 3-1937	15.5	71.0	120.	6.8
16- 1-1938	6.0	75.0	100.	6.0
25- 4-1939	12.5	75.5	150.	6.3
24- 5-1940	10.5	77.0	60.	8.0
18- 9-1941	13.8	72.3	100.	7.0
24- 8-1942	15.0	76.0	60.	8.1
16- 2-1943	15.0	72.0	190.	7.0
29- 2-1944	14.5	70.5	200.	7.0
21- 8-1945	10.5	75.0	120.	6.8
10-11-1946	8.5	77.5	33.	7.3
1-11-1947	10.5	75.0	33.	7.3
11- 5-1948	17.5	70.3	70.	7.3
1949	Sin registros disponibles			
10-12-1950	14.3	75.8	80.	7.0

continúa

TABLA 2 (cont.)

FECHA	LAT.	LONG.	PROF.	M _S
4- 3-1951	15.5	74.0	150.	6.9
26- 2-1952	14.0	70.5	260.	7.0
17- 4-1953	5.2	77.2	33.	6.1
15- 6-1954	5.4	76.7	100.	6.7
22- 5-1955	11.4	74.4	100.	6.0
12-10-1956	15.5	75.3	60.	6.5
18- 2-1957	11.4	77.5	100.	6.5
15- 1-1958	16.5	71.5	60.	7.3
7- 2-1959	3.7	81.7	33.	7.4
13- 1-1960	15.8	72.8	200.	8.0
21- 5-1961	3.1	81.0	27.	6.5
18- 4-1962	9.9	78.9	23.	6.3
13- 4-1963	6.3	76.7	125.	6.3
26- 1-1964	16.3	71.7	116.	6.3
20- 8-1965	18.9	69.0	128.	6.4
17-10-1966	10.7	78.8	24.	6.6
3- 9-1967	10.6	79.8	38.	6.9
19- 6-1968	5.6	78.2	28.	6.7
4- 2-1969	8.2	80.2	16.	6.1
31-5- 1970	9.7	78.6	55.	7.7
3-10-1971	12.3	77.8	13.	7.1
20- 3-1972	6.8	76.8	64.	6.9
18- 9-1973	7.0	76.1	133.	5.8
3-10-1974	12.3	77.8	13.	7.1
18- 3-1975	4.2	77.0	98.	6.1
5- 1-1976	13.2	79.8	95.	6.1

