

Vol. 1

INFORME FINAL

PROYECTO VICON

**" DETERMINACION Y VIGILANCIA
DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA
EN LIMA METROPOLITANA "**

LIMA-PERU



INFORME FINAL

“ DETERMINACION Y VIGILANCIA DE
LA CONTAMINACION ATMOSFERICA DE
LIMA METROPOLITANA ”

PROYECTO VICON

JEFE DEL SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

CORONEL FAP ALFONSO MAGUINA LOPEZ (1990-1991)

CORONEL FAP LUIS ACOSTA ALVAREZ (1992)

DIRECTOR TECNICO DEL SENAMHI

ING. OTTO RAMOS BUSTOS

*RELACION DE PERSONAL QUE
HA PARTICIPADO EN LA EJECUCION
DEL PROYECTO VICON*

DIRECTOR

ING° ANGEL SOSA ESPINOZA

CONSULTOR

ING° MS. CESAR MUNOZ ORTEGA

PERSONAL PROFESIONAL Y TECNICO

GEO. MS. RUBEN CUEVA HINOSTROZA

LIC. LUIS ALFARO LOZANO

ING° LUIS MANNARELLI CARBAJAL

ING° SEGUNDO ORTEGA NAVARRO

ING° FELIPE HUAMAN SOLIS

ING° MS. LUCY MONTES MARTEL

ING° JUSTINO VELASQUEZ MIRANDA

QUIM. ISAIAS CASTILLA VIDALON

CPC. NELLY BARANDIARAN ASPARRIN

TCO. WALTER CABEZAS CASTILLO

TCO. FERNANDO GUARDERAS ALVAREZ

TCO. BORIS MITAC MESTANZA

TCO. OSCAR VALDERRAMA ARTEAGA

BACH. MORAIMA SANTOS GAMARRA

BACH. MARIEL MUCHA FRANCO

BACH. SILVIA IGLESIAS LEON

TCO. IRIS ZARATE RODRIGUEZ

TCO. RUBEN MARTINEZ CABRERA

TCO. LUIS SARMIENTO ESCOBAR

TCO. ROSA SILVA GOICOCHEA

TCO. BEATRIZ SALCEDO VEGA

SRA. RAQUEL DE ALZAMORA

SRTA. MARIA GONZALES PACHECO

SR. REGINALD SALDARRIAGA SEMINARIO

I N D I C E G E N E R A L

1. PRELIMINARES
 - RECURSOS HUMANOS
2. INTRODUCCION
 - 2.1. GENERALIDADES DEL PROYECTO
 - 2.2. ANTECEDENTES
 - 2.3. FINALIDAD, OBJETIVOS Y ALCANCES
 - 2.3.1. FINALIDAD
 - 2.3.2. OBJETIVOS
 - OBJETIVO GENERAL
 - OBJETIVOS ESPECIFICOS
 - 2.3.3. ALCANCES
 - 2.4. METODOS, ETAPAS DEL ESTUDIO Y DISCIPLINAS PARTICIPANTES
 - 2.4.1. GENERALIDADES
 - 2.4.2. ETAPAS DEL ESTUDIO
 - 2.4.3. DISCIPLINAS PARTICIPANTES
 - 2.5. INFORMACION BASICA
 - 2.5.1. CARTOGRAFIA
 - 2.5.2. ESTRUCTURA URBANA
 - 2.5.3. METEOROLOGIA
 - 2.5.4. PARQUE AUTOMOTOR
 - 2.5.5. INFRAESTRUCTURA INDUSTRIAL
 - 2.5.6. POBLACION
3. CARACTERISTICAS GENERALES DEL ESTUDIO
 - 3.1. UBICACION Y EXTENSION
 - 3.2. DETERMINACION DEL MICROCLIMA DEL AREA
 - 3.3. ESTRUCTURA URBANA
 - 3.3.1. DENSIDAD, TIPO Y ALTURA MEDIA DE EDIFICACIONES
 - 3.3.2. VIAS DE CIRCULACION MAS IMPORTANTES EN LA EMISION DE CONTAMINANTES
 - 3.3.3. AREA Y DISTRIBUCION DE ZONAS VERDES DE RECREACION
 - 3.3.4. TIPO Y PROXIMIDAD DE INDUSTRIAS
 - 3.3.5. CARACTERISTICAS Y DENSIDAD DEMOGRAFICA POR DISTRITOS
 - 3.4. REGISTRO DE CONTAMINANTES
 - 3.4.1. CONTAMINANTES SOLIDOS SEDIMENTABLES (CSS)

- 3.4.2. CONTAMINANTES EN SUSPENSION
- 4. DISCUSION DE RESULTADOS
 - 4.1. CLIMA
 - 4.1.1. PRESION ATMOSFERICA
 - 4.1.2. TEMPERATURA
 - 4.1.2.1. TEMPERATURA MAXIMA MEDIA
 - 4.1.2.2. TEMPERATURA MINIMA MEDIA
 - 4.1.3. HUMEDAD RELATIVA MEDIA
 - 4.1.4. PRECIPITACION
 - 4.1.5. NUBOSIDAD
 - 4.1.6. VIENTOS
 - 4.1.7. ESTRUCTURA VERTICAL
 - 4.2. OROGRAFIA
 - 4.3. ESTRUCTURA URBANA
 - 4.3.1. RED VIAL DE TRANSPORTE PUBLICO URBANO
 - 4.3.2. ALTURA MEDIA DE EDIFICACIONES
 - 4.3.3. DEMOGRAFIA
 - 4.3.4. AREAS VERDES
 - 4.4. CENTRO DE ALTA CONTAMINACION
 - 4.5. FOCOS CONTAMINANTES
 - 4.5.1. INDUSTRIA
 - 4.5.2. PARQUE AUTOMOTOR
- 5. DIFUSION DE RESULTADOS
 - 5.1. PROMOCION Y DIFUSION
 - 5.2. EDUCACION Y PROMOCION SOCIAL
- 6. CAPACITACION
- 7. PROYECCION
- 8. EVALUACION
- 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
 - 9.1. CONCLUSIONES
 - 9.2. RECOMENDACIONES

INDICE DE MAPAS, CUADROS, GRAFICOS Y ANEXOS

MAPAS:

1. RED DE ESTACIONES DE CONTAMINANTES SOLIDOS SEDIMENTABLES
2. PLANO DE LA CIUDAD DE LIMA
3. DIFERENCIA SINCRONICA DE TEMPERATURAS MINIMAS
4. DIFERENCIA SINCRONICA DE TEMPERATURAS MAXIMAS
5. ALTURAS ABSOLUTAS DE EDIFICACIONES EN EL CENTRO DE LIMA
6. ALTURA MEDIA DE EDIFICACIONES POR DISTRITOS DE LIMA METROPOLITANA
7. PRINCIPALES AREAS VERDES DE LIMA METROPOLITANA
8. CONCENTRACION INDUSTRIAL POR EJES VIALES
9. DENSIDAD DE POBLACION URBANA POR DISTRITOS DE LIMA METROPOLITANA
10. PRESION ATMOSFERICA MEDIA REDUCIDA AL NIVEL MEDIO DEL MAR EN hPa -FEBRERO.
11. PRESION ATMOSFERICA MEDIA REDUCIDA AL NIVEL MEDIO DEL MAR EN hPa -AGOSTO.
12. TEMPERATURA MAXIMA MEDIA EN °C -FEBRERO.
13. TEMPERATURA MAXIMA MEDIA EN °C -AGOSTO.
14. TEMPERATURA MINIMA MEDIA EN °C -FEBRERO.
15. TEMPERATURA MINIMA MEDIA EN °C -AGOSTO.
16. HUMEDAD RELATIVA MEDIA EN % -FEBRERO.
17. HUMEDAD RELATIVA MEDIA EN % -AGOSTO.
18. PRECIPITACION TOTAL MEDIA EN mm -AGOSTO.
19. PRECIPITACION TOTAL MEDIA EN mm -FEBRERO.
20. COBERTURA MEDIA EN OCTAVOS Y TIPO PREVALECIENTE DE NUBOSIDAD -AGOSTO.
21. COBERTURA MEDIA EN OCTAVOS Y TIPO PREVALECIENTE DE NUBOSIDAD -FEBRERO.
22. VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO EN m/s -ANUAL.
23. VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO EN m/s -FEBRERO.
24. VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO EN m/s -AGOSTO.
25. FRECUENCIA EN % DE LA DIRECCION Y VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO EN m/s -FEBRERO 07 Hrs
26. FRECUENCIA EN % DE LA DIRECCION Y VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO EN m/s -FEBRERO 13 Hrs
27. FRECUENCIA EN % DE LA DIRECCION Y VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO EN m/s -FEBRERO 19 Hrs
28. FRECUENCIA EN % DE LA DIRECCION Y VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO EN m/s -AGOSTO 07 Hrs
29. FRECUENCIA EN % DE LA DIRECCION Y VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO EN m/s -AGOSTO 13 Hrs
30. FRECUENCIA EN % DE LA DIRECCION Y VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO EN m/s -AGOSTO 19 Hrs
31. INDICE DE DENSIDAD DE REDES POR DISTRITO
32. VIAS DE TRANSPORTE PUBLICO MASIVO
33. VIAS DE TRANSPORTE PUBLICO MASIVO CENTRAL
34. VIAS DE TRANSPORTE PUBLICO MASIVO JERARQUIZADO

CUADROS:

1. RELACION DE AREAS VERDES NECESARIA Y EXISTENTE EN LOS DISTRITOS DE LIMA METROPOLITANA SEGUN SU POBLACION
2. DISTRIBUCION TOTAL DE INDUSTRIAS SEGUN CIIU EN PRINCIPALES EJES VIALES
3. DISTRIBUCION TOTAL DE INDUSTRIAS SEGUN CIIU EN PRINCIPALES EJES VIALES POR DISTRITOS
4. RED VIAL DE TRANSPORTE PUBLICO MASIVO DE PASAJEROS DE LIMA METROPOLITANA -INDICE DE DENSIDAD DE REDES POR DISTRITO
5. SERVICIO DE TRANSPORTE PUBLICO DE PASAJEROS
6. CLASES DE SERVICIOS POR TIPOS DE VEHICULOS Y RUTAS A 1990
7. DENSIDAD POBLACIONAL TOTAL DE LIMA POR DISTRITOS PROYECTADO AL 30 DE JUNIO DE 1990
8. DISTRIBUCION ESTATICA DE VEHICULOS Y RUTAS DE TRANSPORTE PUBLICO URBANO DE PASAJEROS DE LIMA METROPOLITANA

GRAFICOS:

1. BASE DE LA INVERSION Y NIVEL DE CONVECCION
2. ALTURA DE INICIO Y FIN DE LA INVERSION TERMICA
3. MARCHA ANUAL DE LA DESVIACION STANDARD, PRESION EN SUPERFICIE Y CAPA DE MEZCLA
4. MARCHA DE LA PRESION EN SUPERFICIE
5. CONCENTRACIONES RELATIVAS EN EL SUELO
6. VALORES MEDIOS DE CONTAMINANTES SOLIDOS SEDIMENTABLES EN LIMA METROPOLITANA

ANEXOS:

1. CONTRATOS
2. RESUMEN ANUAL DE CONTAMINANTES SOLIDOS SEDIMENTABLES
3. MAPAS DE TOTAL DE CONTAMINANTES SOLIDOS SEDIMENTABLES Y PLOMO SEDIMENTADO
4. CUADRO DE CONTAMINANTES EN SUSPENSION
5. CUADROS DE AREAS VERDES POR DISTRITOS
6. CUADROS Y GRAFICOS DE CONTAMINANTES SOLIDOS POR DISTRITOS
7. RECORTES PERIODISTICOS
8. INFORME CONTABLE



I N F O R M E T E C N I C O

- PROYECTO : "Determinación y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica en Lima Metropolitana" - VICON.
- REFERENCIA : Artículo 946, Contrato N° 90/11 del 13-07-90 (Contrato CCE B7-5040/90/11 PROYECTO VICON)

1. PRELIMINARES

Con fecha 13 de Julio de 1990, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología -SENAMHI- y la Comisión de las Comunidades Europeas -CCE-, suscriben el Contrato de la referencia, para desarrollar el Proyecto "Determinación y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica en Lima Metropolitana" - VICON.

Con fecha 21 de Enero de 1991, la Comisión de las Comunidades Europeas, **autoriza la prolongación** del contrato por un mes y medio, teniendo en cuenta el retraso del pago de anticipo fijado inicialmente (telefax N° 40658).

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se da inicio a la ejecución del Proyecto en el mes de Setiembre de 1990.

Con fecha 27 de Marzo de 1991, se solicita la reprogramación del presupuesto de acuerdo a las consideraciones expuestas en esa oportunidad; la cual fue autorizada con telefax N° 006879 del 17 de Abril de 1991.

Con fecha 25 de Junio de 1991, se presentó el Primer Informe Intermedio, en concordancia con el Artículo 3 del Contrato de la referencia.

Con fecha 01 de Octubre de 1991, después de 03 meses de presentado el informe intermedio, se recepcionó la segunda remesa.

Con fecha 15 de Abril de 1992, se solicita la modificación del contrato en la cláusula "modalidades de pago"; la cual fue aprobada con el documento N° 49206 del 18 de Junio de 1992.

Recepción de Remesas:

| | |
|--------------------------|-----------------|
| 1. 23 de Octubre de 1990 | US\$ 65,601.00 |
| 2. 01 de Octubre de 1991 | " 77,452.80 |
| 3. 30 de Julio de 1992 | 32,944.80 |
| | ----- |
| TOTAL RECIBIDO | US\$ 175,998.60 |
| | ===== |

RECURSOS HUMANOS

En esta área, durante el desarrollo del Proyecto, se contó con la participación de personal profesional y técnico contratado de acuerdo al artículo 4- "Remuneraciones" del contrato de la referencia.

La participación del personal técnico contratado, en la modalidad de prestación de servicios no personales, se detalla a continuación:

| | |
|--------------------------|-------------|
| - Durante 2 meses ----- | 6 técnicos |
| - Durante 12 meses ----- | 7 técnicos |
| - Durante 2 meses ----- | 6 técnicos |
| - Durante 1 mes ----- | 5 técnicos |
| - Durante 3 meses ----- | 4 técnicos |
| - Durante 1 mes ----- | 9 técnicos |
| - Durante 2 meses ----- | 10 técnicos |

Asi mismo se adjunta los contratos firmados entre el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI - y dicho personal. (Anexo Nº 1)

2. INTRODUCCION

2.1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

Lima Metropolitana, sede de nuestro estudio, en donde está asentada más del 30 % de la población del Perú, donde se presenta el problema de la Contaminación Atmosférica con una gravedad semejante a Los Angeles y Londres, debido fundamentalmente a sus condiciones meteorológicas especiales, tales como la influencia del Centro de Alta Presión del Pacífico Sur, la Corriente Peruana y la Cordillera de Los Andes, que originan un techo de nubes de una altura media de 400 m. y una atmósfera que no permite la dispersión vertical de contaminantes.

Hay que resaltar que en Lima Metropolitana está concentrada, aproximadamente, un 70 % del total de la industria nacional la que se ha desarrollado en forma desordenada, sin ningún criterio técnico y con

gran emisión de contaminantes afectando directamente a la salud de la población y contribuyendo a los cambios climáticos a nivel global.

Por otro lado el parque automotor, compuesto por aproximadamente por 65 % del total nacional incide significativamente en la Contaminación Atmosférica, en razón de la falta de control en la emisión de gases de los escapes de los vehículos y el pésimo mantenimiento.

Además del monóxido de carbono, los vehículos motorizados expelen óxidos de nitrógeno, aldehídos e hidrocarburos policíclicos, plomo, hollín, humo, dióxido de azufre, etc.

2.2. ANTECEDENTES

Los casos de efectos de la Contaminación Atmosférica en la salud, están inmersos en la comunidad y hay que preocuparse del problema, que no sólo afecta la vida y la salud del hombre; sino también, el bienestar humano y la propiedad en general.

El problema fundamental es el incremento de la Contaminación Atmosférica, el desconocimiento de los contaminantes, de las fuentes de emisión, cantidad de contaminantes y sus interacciones con los diversos parámetros meteorológicos, su efecto negativo en la salud de los seres vivos, de su ecosistema y medio ambiente, agravado por un deficiente control de las fuentes contaminantes.

2.3. FINALIDAD, OBJETIVOS Y ALCANCES

2.3.1. FINALIDAD

Conocer el grado de contaminación de Lima Metropolitana, determinar las áreas críticas, encontrar las causas que inciden en los niveles de contaminación existentes, proponer medidas de control y crear conciencia en la necesidad de adoptar estas medidas.

2.3.2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinación de los elementos contaminantes, cantidad, fuentes de emisión y vigilancia de la atmósfera en Lima Metropolitana; a fin de evaluar el estado de degradación.



OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinación de las posibles asociaciones entre las concentraciones de los contaminantes atmosféricos y su impacto de acuerdo al clima metropolitano.

Propiciar una rectificación de acciones en los sectores que ocasionan este deterioro ambiental.

Despertar una verdadera toma de conciencia sobre el deterioro ambiental en la población en general (centros de trabajo, universidades, colegios, etc.)

Capacitación de cuadros de personal que permita reforzar las estructuras de investigación y conservación del medio ambiente en el país.

2.3.3. ALCANCES

El logro de los objetivos propuestos proporcionará conocimiento sobre los problemas previsibles de impactos negativos que se podría derivar de la Contaminación Atmosférica sobre el Medio Ambiente.

Adicionalmente, el Proyecto VICON, contará con información referente a las medidas adecuadas de control de dichos impactos, así como también, con orientaciones específicas sobre determinados estudios de investigación que deben realizarse para ciertos impactos de interés y que en el presente estudio no pudieron ser cubiertos por falta de fondos y de tiempo. Aunque, también es justo decir que determinadas investigaciones excedían los alcances de los términos de referencia acordados.

Toda esta información a ser obtenida en el estudio está orientada a un nuevo ordenamiento del medio ambiente.

Por otra parte, el estudio constituirá un aporte importante en el campo de la investigación atmosférica, sirviendo como documento referencial para otros proyectos o estudios similares que pudieran desarrollarse en el país.

En este sentido y a juzgar por la carencia de antecedentes de este tipo de estudios en el Perú, el Proyecto VICON pasa a convertirse en el primero que cuenta con un estudio de impacto atmosférico, así como también con una red de bajo costo y de fácil operación. Este Proyecto puede considerarse como piloto en materia de estudios de Contaminación Atmosférica.

2.4. METODOS, ETAPAS DEL ESTUDIO Y DISCIPLINAS PARTICIPANTES

2.4.1. GENERALIDADES

Se ha instalado una red conformada por 64 Estaciones Captadoras de Contaminantes Sólidos Sedimentables (Mapa Nº 1), distribuidos geoméricamente, con un distanciamiento entre estaciones de 3.11 Km en promedio. Las estaciones están ubicadas en los techos de viviendas o colegios, preferentemente libres de obstáculos, a una altura media de 7,2 metros.

El área de influencia media, de cada una de las estaciones, es de 4.5 Km² aproximadamente, ella se ha determinado utilizando el criterio de los polígonos de Thiessen, por lo que se asume que en cualquier punto dentro del área circunscrita por el polígono de una estación, los contaminantes sólidos sedimentables, serán idénticos a los captados en la estación.

La red permite el registro sincrónico espacial y temporal de los contaminantes sólidos sedimentables, las diferencias en peso y en cantidad de contaminantes registrados en cada una de las estaciones, difiere espacial y temporalmente por lo que se han correlacionado principalmente los factores microclimáticos, urbanísticos y fuentes emisoras de contaminantes.

La metodología para determinar los CSS se basa en exponer una superficie reticulada de 100 cm², untada con una sustancia adherente anhidra; la cual es pesada antes y después de la exposición, la diferencia de peso nos da la cantidad de CSS acumulados en ese período. El análisis de los elementos que contiene la muestra captada es sometida posteriormente a

análisis químico mediante el método de absorción atómica y así determinar los diferentes elementos contaminantes, como fierro (Fe), calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), potasio (K), zinc (Zn), manganeso (Mn), cobre (Cu), plomo (Pb), cadmio (Cd), cromo (Cr) y azufre (S).

La estación consta de:

- a. Una lámina de cristal reticulada de 100 centímetros cuadrados, que nos da el área de referencia.
- b. Un soporte de metal en el que a 0.90 metros de altura de la superficie horizontal, se instala la lámina captadora; a 10 centímetros sobre ella va un techo a doble agua para protegerla de la precipitación.
- c. Una sustancia adherente para la captación de contaminantes sobre las láminas.

La metodología empleada para la captación de contaminantes en suspensión (CES) se basa en la utilización de una bomba portátil muestreadora de aire con la que se ha monitoreado en las vías de mayor circulación y en forma periódica; cuyas mediciones obedecen a los diferentes factores que influyen en un mayor o menor grado en el nivel de contaminación alcanzado tales como la intensidad del tráfico según la hora, altura de muestreo y fundamentalmente las condiciones meteorológicas del momento; como son el viento, la nubosidad, la temperatura y la humedad relativa.

Esta bomba succiona una cantidad precisa de aire en litros por minuto, a través de una solución absorbente en un tubo burbujeante especial. La solución absorbente es tratada con reactivos químicos y el color de la reacción resultante se mide con un comparador para determinar la concentración de contaminantes en partes por millón (ppm) o en miligramos por metro cúbico (mg/m^3).

Todos los métodos de prueba, usados con este equipo, siguen los procedimientos aceptados por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos.

Las muestras de monóxido de carbono (CO) y de dióxido de azufre (SO_2), se han

recolectado en las principales avenidas de Lima Metropolitana.

Referente a los Límites Máximos Permisibles, para contaminantes sólidos sedimentables y contaminantes en suspensión se han utilizado como referencia los valores establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y de países desarrollados, debido a que en el país no existen límites permisibles para la calidad del aire.

El análisis óptico de material particulado se ha llevado a cabo mediante el uso de un microscopio, a fin de identificar las características de cada uno de los elementos constituyentes del material sedimentado, para el efecto las placas reticuladas son expuestas a observación visual en la cual se determina la cantidad porcentual de cada elemento encontrado, efectuándose posteriormente una correlación estadística entre los valores porcentuales y la base de datos de los valores obtenidos en el análisis químico.

2.4.2. ETAPAS DEL ESTUDIO

El estudio ha sido realizado en tres etapas principales, las mismas que se describen a continuación:

La primera etapa, comprendió la recopilación, clasificación y análisis temático y ordenado de la información existente del área de Lima Metropolitana. Paralelamente, se elaboró el mapa base a escala 1:25,000 a partir de la cartografía existente; posteriormente se redujeron a escalas de 1:45,000 y 1:75,000. Al mapa base general, los especialistas de las diferentes disciplinas le añadieron toda la información que fue posible obtener y que sería utilizada en el estudio.

La segunda etapa, denominada de acondicionamiento, comprendió en primer lugar un reconocimiento preliminar del área de estudio con el objeto de diseñar la red de estaciones; en base a éste se realizaron entrevistas a funcionarios de entidades públicas y privadas, así como a propietarios de inmuebles a fin de que autorizaran la instalación de las estaciones captadoras de CSS de la red diseñada. En segundo lugar se

programaron los recorridos de recolección de placas captadoras de CSS, se estableció la periodicidad de cambio en función a las cantidades mínimas de muestra a analizar establecidas por el laboratorio químico. Finalmente se efectuaron los reajustes necesarios de la red a fin de que las muestras obtenidas sean representativas del área de estudio.

Paralelamente se generó toda la información base referente a la estructura urbana, microclimático y fuentes de contaminación.

La tercera etapa, se ha realizado en gabinete y ha consistido en cruzar la información obtenida a fin de establecer las causas y factores que inciden en los niveles de contaminación. Cabe agregar que cada disciplina analizó individualmente y en conjunto los resultados obtenidos, proporcionando a su vez las medidas y recomendaciones que se deben considerar para iniciar un proceso de descontaminación.

2.4.3. DISCIPLINAS PARTICIPANTES

El presente estudio, ha contado con la participación de las siguientes disciplinas: Meteorología, Climatología, Química, Geografía, Conservación de Recursos, Planificación Urbana, Ecología, Planificación Ambiental, Comunicación Social e Informática.

2.5. INFORMACION BASICA

2.5.1. CARTOGRAFIA

La información cartográfica necesaria fué obtenida del Instituto Geográfico Nacional (IGN), la Oficina Nacional de Catastro y de las Municipalidades Distritales.

Es importante resaltar que la información cartográfica fué adaptada a las necesidades del proyecto empleado el software SURFER y ARCINFO. La información seleccionada para la realización del estudio es la siguiente :

- Planos topográficos a la escala de 1/50.000 en número de 5, Preparado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) Lima-Perú, en

colaboración con el Servicio Geodésico Interamericano de la Agencia Cartográfica de Defensa.

- Planos topográficos a la escala de 1/10.000 en número de 11, elaborados por el Instituto Geográfico Nacional en el año de 1983.
- Plano Orográfico de Lima Metropolitana y Alrededores escala 1/1.000.000 en número de 1, elaborado por Cartográfica Nacional S.A. en el año 1966.
- Planos Distritales de la Provincia de Lima y Provincia Constitucional del Callao, escala 1/20.000 en número de 40, elaborados por TUMI barpo EIRL, y publicado por Servicios Gráficos y Editoriales en el año 1984.
- Planos Distritales de Lima Metropolitana a la escala de 1/25.000 en número de 35, elaborado por Lima 2000, en base a Fotografías aéreas, tomadas por el Servicio Aerofotográfico Nacional (SAN), publicado en 1988.
- Mapa de demarcación político-administrativo distrital de la provincia de Lima a escala 1/100.000 producido por el Instituto Nacional de Estadística e Información (INEI), publicado en 1990.

2.5.2. ESTRUCTURA URBANA

El conocimiento de la estructura urbana es importante por ser uno de los factores geográficos condicionantes en la dispersión de los contaminantes, a fin de determinar la incidencia del casco urbano en la distribución espacial y temporal de los contaminantes, se procedió a efectuar:

- Mediciones horizontales y verticales de las edificaciones del centro de Lima, así mismo, de las áreas muestrales de cada distrito.
- Recopilación de información mediante encuestas sobre la función predominante horizontal y vertical de las edificaciones del Centro de Lima; así

como, a las áreas muestrales de cada distrito.

2.5.3. METEOROLOGIA

Se ha realizado el análisis climático utilizando información de 18 estaciones meteorológicas de superficie y una de altura, con un período promedio de 20 años.

Se efectuó un análisis de consistencia física y estadística de los datos, para proceder posteriormente a la elaboración de mapas, cuadros y gráficos con el fin de facilitar la interpretación espacial y temporal de los factores meteorológicos que inciden en la distribución de los contaminantes en Lima Metropolitana.

Se ha correlacionado (aplicando diferentes metodologías) los diversos elementos meteorológicos estudiados, entre si y éstos a su vez individual y en su conjunto con los factores que determinan el clima (topografía, superficies de agua, áreas verdes, edificaciones, etc).

2.5.4. PARQUE AUTOMOTOR

Uno de los factores que tienen alta incidencia en los niveles de contaminación registrados en el medio urbano es la circulación de vehículos de combustión interna, los que vierten al aire crecientes cantidades de humos, gases tóxicos y otros agentes contaminantes.

A fin de determinar la incidencia del parque automotor en los niveles de contaminación, se procedió a analizar e interpretar los registros del parque automotor de Lima a marzo de 1992, información obtenida de la Secretaria Municipal de Transporte Urbano, de la Municipalidad de Lima.

2.5.5. INFRAESTRUCTURA INDUSTRIAL

En base a la información recopilada del Ministerio de Industria, Comercio, Turismo e Integración -MICTI-, se ha localizado la distribución espacial de los establecimientos de Industrias Manufactureras a nivel de Lima

Metropolitana, a fin de asociarlos con las variables meteorológicas y contaminantes sólidos sedimentables y en suspensión, para determinar las causas, consecuencias y posterior formulación de recomendaciones, habiéndose empleado la información procedente del:

- Registro Nacional de Industrias Manufactureras al año 1990, MICTI según CIIU.

2.5.6. POBLACION

En la gestión del Proyecto se ha considerado pertinente correlacionar la densidad de la población total distrital con los niveles de contaminación encontrados en éstos, a fin de establecer el grado de interacción existente; habiéndose utilizado para el efecto la información del Censo Nacional VIII de población y III de vivienda, de julio de 1981, y los resultados definitivos, realizados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática -INEI-, y proyecciones al año 1990, efectuados por el INEI para cada distrito.

3. CARACTERISTICAS GENERALES DEL ESTUDIO

3.1. UBICACION Y EXTENSION

El área del estudio se encuentra en la Provincia de Lima, en el Departamento del mismo nombre y se le denomina Lima Metropolitana; incluye a la Provincia Constitucional del Callao. Está ubicada a los 12°04' de Latitud Sur y a los 72°22' de Longitud Oeste; en la parte centro-occidental del Perú, Sudamérica.

Emplazada en los conos deyectivos de los ríos Chillón, Rimac y Lurín, limita por el Oeste con el Océano Pacífico; por el Este con las últimas estribaciones de la Cordillera de Los Andes, con cotas que sobre pasan los 1000 m.s.n.m.; al Norte y al Sur con las cuencas de los ríos Chillón y Lurín respectivamente.

Su topografía es relativamente plana, se encuentra a una altitud promedio de 150 m.s.n.m., con una precipitación promedio anual de 23 mm y una temperatura media anual de 18 grados centígrados.
(Mapa NQ 2)

3.2. DETERMINACION DEL MICROCLIMA DEL AREA

Aplicando las metodologías empleadas por *Nuble, W. y Wolfgang, E., se ha determinado mes a mes las diferencias de temperaturas (grados Celsius) existentes, sincrónicamente, entre los diversos puntos de Lima Metropolitana, en horas de ocurrencia de la temperatura Máxima y temperatura Mínima, lo que ha permitido establecer el grado de influencia de éstas, con la cantidad de contaminantes sólidos depositados espacial y temporalmente.

Con este fin se ha utilizado la Unidad Móvil Meteorológica que está equipada con dos aspirósicrómetros de resistencia eléctrica instalados a 0.70 y 1.80 metros de altura respectivamente y un registrador de doce (12) colores, que imprime alternativamente cada dos (02) segundos las temperaturas medidas por los termómetros secos y húmedos y la Estación Meteorológica Modelo CP-MAP-Nº 617.

Para determinar la diferencia sincrónica de las temperaturas espacialmente (D.S.T.E.), se requiere, de acuerdo a la metodología empleada, de noches despejadas, vientos en calma y una velocidad máxima de recorrido del vehículo de 30 Km/h.

La hora en que se iniciaron estos recorridos difieren, según se trató de encontrar la D.S.T.E. Mínima o Máxima, para la primera, se empezó tres (03) horas antes y terminó media hora después que se presentó la temperatura mínima; la segunda, se inició cuando el Sol se encontraba en el cenit y concluía media hora después que se produjo la máxima.

El espacio recorrido por la Unidad Móvil Meteorológica, está determinado por el intervalo de tiempo disponible en ambos casos, por lo que éste se planificó en concordancia con los requerimientos del estudio.

Las condiciones meteorológicas prevalecientes en Lima han sido de cielo variable, por lo que los recorridos coincidieron con diferentes grados de nubosidad, no cumpliéndose con uno de los requisitos establecidos por la metodología empleada,

*Nübler, W. *Lokalklimatische Untersuchungen Als Beitrag Zur Okologisch Werteden Diferenzierung des Stadtgebiets Von Freiburg.* 1975.

Wolfgang, E. *Probleme der Stadt Und Gelände Klimatologie.* Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt. 1975.

considerándose por ello los resultados referenciales. Sin embargo, éstos, nos permiten visualizar la distribución espacial de las temperaturas para dichas condiciones meteorológicas. (Mapas Nº 3 y 4)

Se han instalado anemógrafos en los niveles de 1,80 y 10,00 metros respectivamente, en diferentes partes del área de estudio para encontrar el gradiente, dirección prevaleciente e intensidad del viento.

Se ha efectuado la correlación de estos datos con los registros históricos de 18 estaciones de superficie del banco de datos; así como, la información del radioviento sonda, para conocer las condiciones de la alta atmósfera.

El análisis de esta información ha permitido establecer la influencia de estos parámetros en la difusión y/o concentración de los contaminantes.

3.3. ESTRUCTURA URBANA

3.3.1. DENSIDAD, TIPO Y ALTURA MEDIA DE EDIFICACIONES

El conocimiento de la estructura urbana es muy importante por ser uno de los factores condicionantes en la difusión de los contaminantes, es conocido que donde existe mayor densidad de edificaciones, hay una menor velocidad del viento, efecto que se acentúa cuanto más altas son éstas, ello se debe a que las edificaciones incrementa la superficie de exposición del área, aumentando su coeficiente de rozamiento al paso del aire, aspecto muy importante en la difusión y dispersión de los contaminantes atmosféricos.

Para determinar el grado de correlación existente entre las características de las edificaciones con los niveles de contaminación encontrados en ciertas áreas de Lima Metropolitana, el Proyecto se vió en la necesidad de generar toda la información básica mediante trabajo de campo y encuestas, habiendo determinado :

- Altura absoluta y área de los bloques y edificaciones del centro de Lima, a nivel de manzana.

- Función predominante horizontal y vertical de las edificaciones del centro de Lima (Area histórica-antigua).
- Altura media y área de las edificaciones de los distritos de la ciudad, mediante muestreo.

En base a esta información se ha elaborado mapas que permiten apreciar la influencia de la estructura urbana en la distribución espacial y temporal de los contaminantes. (Mapas N° 5 y 6)

3.3.2. VIAS DE CIRCULACION MAS IMPORTANTES EN LA EMISION DE CONTAMINANTES

Lima Metropolitana se caracteriza, porque sus principales arcos troncales de circulación están saturados por el intenso tráfico vehicular, sobre todo en aquellas que atraviesan el centro urbano, uniendo la zona Sur con la Norte, lo que origina congestión especialmente en horas punta, situación que se agrava debido al ineficiente sistema de semaforización, ocasionando que se rebace ampliamente los límites máximos establecidos de 600 vehículos por hora.

Para el estudio de la interacción del sistema vial de transporte masivo y los niveles de contaminación, se ha efectuado, lo siguiente:

- Determinación de las principales vías utilizadas por el parque automotor de transporte público masivo.
- Rutas de recorrido a marzo de 1992.

3.3.3. AREA Y DISTRIBUCION DE ZONAS VERDES DE RECREACION

Estudios efectuados en la República Alemana, han determinado que las áreas verdes contribuyen a reducir el nivel de Contaminación Atmosférica en los asentamientos humanos, específicamente los parques, que son la compensación indispensable al crecimiento y densificación de las ciudades por su función básica de pulmón verde, los que adquieren singular importancia al permitir establecer un equilibrio entre la ciudad y el medio ambiente. Los mencionados estudios han

establecido que una hectarea sembrada con grass absorve 1000 kg de CO₂ en 12 horas y exhala 600 kg de Oxígeno molecular y que una hectárea de bosque a su vez capta 900 kg de CO₂, produce 600 kg de Oxígeno cada 12 horas y retiene sobre la superficie de exposición de su follaje en promedio más de 40 Toneladas de contaminantes sólidos sedimentables y en suspensión por mes. Así mismo, que un hombre requiere de 12 m³. de aire y 3.12 Kg de oxígeno por día. Tomando en consideración los resultados obtenidos ha sido posible establecer que el requerimiento per cápita de área verde por habitante de Lima Metropolitana es de 8 m², en los cálculos se ha considerado el aporte muy significativo de oxígeno proveniente del mar.

Con el fin de determinar el número de parques existentes y su distribución espacial, se procedió a identificarlos en los mapas cartográficos para posteriormente verificar en el terreno si las áreas asignadas para este fin, cumplían con su propósito; habiéndose constatado que muchas de ellas son áreas abandonadas sin vegetación y/o cubiertas con lozas de cemento o que cumplen otros fines. Información que se presenta en cuadros y mapas. (Mapa N^o 7) (Cuadro N^o 1)

CUADRO Nº 1
RELACION DE AREAS VERDES NECESARIA Y EXISTENTE EN
LOS DISTRITOS DE LIMA METROPOLITANA SEGUN SU POBLACION

| DISTRITOS | AREA URBANA (Ha) | POBLACION TOTAL (Hab) * | AREAS VERDES | |
|----------------------------|------------------|-------------------------|-----------------|----------------|
| | | | EXISTENTES (Ha) | NECESARIA (Ha) |
| La Molina | 1352.9 | 50,300 | 47.60 | 40.24 |
| Callao | 1698.8 | 89,420 | 35.20 | 71.54 |
| San Isidro | 811.4 | 133,182 | 105.90 | 63.97 |
| San Borja | 833.7 | 79,727 | 69.82 | 63.78 |
| Santiago de Surco | 1765.4 | 198,968 | 219.59 | 159.17 |
| Bellavista | 424.5 | 59,684 | 15.52 | 47.75 |
| La Punta | 43.1 | 6,074 | 2.80 | 4.86 |
| San Miguel | 891.0 | 130,314 | 32.93 | 104.25 |
| Carabayllo | 502.1 | 75,065 | | 60.05 |
| Miraflores | 759.2 | 114,126 | 46.75 | 91.30 |
| San Juan de Lurigancho | 2506.1 | 388,261 | 69.80 | 310.61 |
| Ate-Santa Anita | 1576.4 | 244,426 | 31.95 | 195.51 |
| Chorrillos | 1215.0 | 201,882 | 88.00 | 161.51 |
| San Luis | 420.4 | 77,396 | 39.10 | 61.92 |
| Comas | 2083.4 | 416,297 | 134.60 | 333.04 |
| Pueblo Libre | 460.2 | 94,647 | 40.50 | 75.72 |
| La Perla | 279.1 | 63,169 | 9.40 | 50.54 |
| Magdalena del Mar | 282.0 | 63,875 | 6.75 | 51.10 |
| Cercado de Lima | 1756.7 | 421,570 | 77.15 | 337.26 |
| San Juan de Miraflores | 988.8 | 253,984 | 25.90 | 203.19 |
| Jesús María | 360.3 | 93,481 | 48.65 | 74.78 |
| Barranco | 256.7 | 67,372 | 14.50 | 53.90 |
| Villa María del Triunfo | 1216.3 | 322,977 | 8.50 | 26.38 |
| Villa El Salvador | 903.9 | 267,039 | 40.80 | 213.63 |
| San Martín de P-Los Olivos | 2834.4 | 582,423 | 50.90 | 465.94 |
| Independencia | 695.8 | 229,355 | 50.55 | 183.48 |
| Surquillo | 449.0 | 156,773 | 25.20 | 125.42 |
| Carmen de la Legua R. | 168.3 | 59,684 | 1.30 | 47.75 |
| La Victoria | 875.9 | 325,319 | 37.50 | 260.26 |
| Lince | 237.8 | 83,383 | 16.70 | 70.71 |
| Rímac | 621.2 | 233,003 | 24.10 | 186.40 |
| Breña | 307.7 | 125,885 | 5.40 | 100.71 |
| El Agustino | 331.4 | 171,280 | 43.47 | 137.02 |
| TOTALES: | 29908.9 | 5,880,341 | 1466.83 | 4433.69 |

- Lima requiere de 2966.86 Ha de Areas Verdes.

3.3.4. TIPO Y PROXIMIDAD DE INDUSTRIAS

Una inadecuada planificación en la ubicación de los asentamientos industriales, en los que no se consideró los factores que inciden en la contaminación, ha originado altos niveles de polución en la ciudad; situación que en

los últimos años se ha agravado por el desarrollo urbano debido al crecimiento de la población, originando que estas industrias hayan quedado dentro del casco urbano.

A ello hay que agregar la carencia de políticas adecuadas que establezcan el ordenamiento urbano e industrial en concordancia con la preservación del Medio Ambiente.

En el estudio se ha efectuado la localización de las industrias en principales ejes viales de la ciudad, según división, agrupación y grupos de industrias determinados por las Naciones Unidas, Clasificación Internacional Industrial Unificada CIIU. y la ubicación de éstas en los principales distritos más industrializados de Lima; según división, agrupación y grupos de industrias aprobadas por las NN.UU.

Esta información ha permitido correlacionar las zonas industriales con la distribución espacial de los contaminantes registrados en Lima. (Mapa N° 8) (Cuadros N° 2 y 3).

3.3.5. CARACTERISTICAS Y DENSIDAD DEMOGRAFICA POR DISTRITOS

Un elemento fundamental en todo estudio de Contaminación Atmosférica que debe considerarse es el aspecto poblacional, ya que las diversas actividades que el hombre realiza se constituyen en causa primordial tanto de la polución atmosférica como del medio ambiente.

Las grandes metrópolis como Lima con una población mayor a los 5.800.000 de habitantes en su área urbana, con un proceso de urbanización acelerado y desordenado y con una creciente industrialización hacen que el hombre se constituya en uno de los principales protagonistas de esta problemática.

En la gestión del Proyecto se ha correlacionado la densidad de la población total distrital con los niveles de contaminación encontrados en éstos, habiéndose utilizado para el efecto la información producida por el INEI.

Habiéndose elaborado:

- El mapa de densidad de población total urbana por distritos a marzo de 1990. (Mapa N^o 9)

3.4. REGISTRO DE CONTAMINANTES

Para la determinación de los niveles de Contaminación Atmosférica en Lima Metropolitana, Se ha realizado el registro de Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS) y de Contaminantes en Suspensión (CES).

3.4.1. CONTAMINANTES SOLIDOS SEDIMENTABLES (CSS)

Para el registro de CSS se ha empleado la Red Principal de Captación, los resultados de los análisis de Laboratorio correspondiente a cada mes se presentan en cuadros resúmenes anuales, en los que se consignan datos mensuales de tipo y cantidad de elementos contaminantes, total de contaminantes sólidos sedimentables por estación, captados en el presente estudio. (Anexo N^o 2)

Para una mejor apreciación de la localización espacial y temporal de los centros de alta Contaminación Atmosférica en CSS, se presenta la información en mapas mensuales. (Anexo N^o 3)

3.4.2. CONTAMINANTES EN SUSPENSION (CES)

El registro de estos contaminantes se ha realizado en forma puntual en las principales vías de circulación vehicular de la ciudad, efectuándose los muestreos en las horas punta (08, 13 y 19 horas); la información se presenta en cuadros, donde se presenta la disposición de los contaminantes atmosféricos muestreados, como el monóxido de carbono (CO) y el dióxido de azufre (S). (Anexo N^o 4).

4. DISCUSION DE RESULTADOS

4.1. CLIMA

4.1.1. PRESION ATMOSFERICA

La forma de los campos de presión es aproximadamente constante a lo largo del año, variando en intensidad en asociación directa con el Anticiclón Semipermanente del Pacífico Sur. Es evidente que las particularidades de estos campos deben investigarse en base a los factores locales que determinan el clima de Lima Metropolitana.

Es interesante notar que si tomamos el extremo sureste dirigiéndonos hacia el noreste, aparece claramente una configuración ondulatoria con número de onda 2. Este patrón determina una alternancia de circulaciones de tipo anticiclónico y ciclónico, con sus ejes orientados del suroeste al noreste, con los mayores valores de presión en el Pacífico y decreciendo conforme se aleja de él. Un análisis de la evolución de la presión atmosférica muestra que esta presenta un mínimo en febrero y un máximo en agosto, las diferencias de presión entre ambas es de alrededor de 3 hectopascales (hPa). (Mapas N^o 10 y 11)

La configuración observada muestra una fuerte influencia de la topografía, que no sólo influye en forma directa a través de la elevación del terreno, sino por el calentamiento de las laderas a lo largo del día, aspecto que se analizará a continuación.

4.1.2. TEMPERATURA

4.1.2.1. TEMPERATURA MAXIMA MEDIA

Al observar los campos de temperatura, nuevamente notamos el patrón de onda 2 observado en el campo de presión, coincidiendo aproximadamente las lenguas cálidas con las bajas relativas de presión y las lenguas frías con relativas altas presiones. Sobre todo es notable este hecho, en cuanto a la primera cuña (contando desde el sur) y la última vaguada.

En la parte central, por efecto de isla térmica que genera la ciudad la configuración se distorsiona. Esto nos indica que los flujos estarán menos distorsionados en aquellos lugares donde hay menos desfase entre los campos de temperatura y los de presión. Esto se ha confirmado cuando se analizó los campos de viento y precipitación.

Las diferencias entre las máximas de febrero y agosto están alrededor de los 8 grados Celsius.
(Mapas N^o 12 y 13)

4.1.2.2. TEMPERATURA MINIMA MEDIA

Esta vez los patrones de esta variable, no tienen constancia en el tiempo y en particular en verano la distorsión es mayor respecto de los campos de presión y temperatura máxima media. Al parecer la influencia del mar en verano tiene mayor penetración entre Barranco y la Perla, en cambio en invierno es más uniforme.

Entre los valores de verano e invierno hay una diferencia aproximada de 5 grados Celsius.
(Mapas N^o 14 y 15)

Tanto las máximas como las mínimas, disminuyen conforme penetran en dirección noroeste debido a la elevación del terreno.

4.1.3. HUMEDAD RELATIVA MEDIA

Si bien la humedad relativa no es un buen trazador atmosférico (sólo en ciertos casos es una propiedad conservativa), puede ayudarnos, en condiciones homogéneas, en la detección del ingreso de aire marítimo y su penetración. Se observa claramente que el ingreso más importante está localizado entre Barranco y La Perla con una lengua húmeda orientada hacia el noreste (de Miraflores a Santa Anita). Otros dos máximos se encuentran al extremo norte (Ventanilla) y sur de Lima (Villa El Salvador).

El máximo secundario de humedad relativa que ingresa por Magdalena orientado hacia el distrito de Independencia, casi desaparece en verano. (Mapa N^o 16)

La configuración de la humedad relativa, muestra en agosto, concordancia con la vegetación de las Lomas observadas al noroeste y sureste del mapa de humedad relativa (Mapa N^o 17). Otra concordancia estriba en la gran densidad de nieblas, stratocúmulos y stratos en la zona central de Lima alrededor de las estribaciones de la Cordillera de los Andes.

4.1.4. PRECIPITACION

Es conocido que la precipitación en Lima, y en general en gran parte de la costa peruana, tiene su origen en los stratos y stratocúmulos generados por la mezcla turbulenta de los Alisios en combinación con la persistente inversión térmica. Lima es cubierta en la generalidad de los días, por un gran manto blanco conocido en el argot meteorológico como mar de los Alisios. Este se presenta especialmente entre el mes de abril y octubre.

Por lo expuesto la precipitación en Lima no puede ser vinculada a convección profunda, sino al engrosamiento de los stratos y stratocúmulos, o en otras palabras a la disminución de la altura del techo nuboso.

Por estas razones se observa una estrecha correlación de la precipitación con el campo de humedad relativa en los meses invernales. La presencia de obstáculos a su vez determinan los máximos de precipitación debido al enfriamiento adicional (mayor condensación) causado por el ascenso forzado.

En agosto se presentan tres máximos notables, en el distrito de Ventanilla (extremo noroeste), Villa María (sureste) y en la zona central de Lima hacia el noreste. Este último máximo está en fase con la lengua húmeda orientada de Miraflores a Santa Anita, por lo que la precipitación coincide con el campo de Yhumedad relativa de este mes. (Mapa N^o 18)

En febrero el proceso de la precipitación está prácticamente ausente, salvo algunas precipitaciones aisladas de origen diverso, tales como esporádicas lloviznas de origen marítimo, precipitaciones provocadas por perturbaciones en altura y alguna convección. Por lo tanto se hace difícil hacer una asociación del campo de precipitación de verano con los parámetros meteorológicos estudiados. Sólo se puede afirmar que este elemento meteorológico se incrementa ligeramente con la altitud. Conviene señalar que la diferencia entre los valores medios totales mensuales de verano e invierno es mayor a los 35 mm. (Mapa N° 19)

4.1.5. NUBOSIDAD

Obviamente la nubosidad tiene que estar vinculada a la precipitación en agosto y esto se ha observado en el mapa correspondiente (Mapa N° 20).

Es notable la disminución de la nubosidad en altitudes superiores a los 1000 metros lo que demuestra que su procedencia es de origen marítimo, concordando con los análisis ya efectuados.

En un estudio más detallado se puede discriminar dos campos de nubosidad en los meses de verano. La procedente de los bancos de stratos y nieblas de origen marino (de advección) y la nubosidad de tierra adentro (debido a convección poco profunda) de nivel bajo, medio o alto. Por lo tanto al igual que la precipitación, es muy difícil para dichos meses establecer con el promedio mensual un vínculo directo con las otras variables estudiadas, especialmente con la precipitación.

Al parecer en verano los bancos de niebla afectan alrededor de 10 km tierra adentro (litoral) entre Barranco y La Perla, penetrando con mayor profundidad al sureste y noroeste, es decir donde los flujos son menos perturbados. (Mapa N° 21)

4.1.6. VIENTOS

El viento es un parámetro muy sensible a la interacción de los distintos elementos y factores climáticos. Así diferencias de

temperaturas, presión, orografía, entre otros, pueden dar como resultado campos sin continuidad que permita una fácil interpretación. Por lo tanto no es recomendable efectuar extrapolaciones lineales que impliquen continuidad espacial y temporal, cuando no se tiene una base física para ello.

Lo primero que se desprende de este análisis es que donde existe menor densidad de edificios, hay mayor velocidad del viento. Este es un resultado esperado ya que como se sabe, la altura de rugosidad de las ciudades es mayor incluso que la de los obstáculos orográficos (a menos que estos últimos sean muy altos). Es decir las ciudades (contra lo que uno podría imaginar) son aerodinámicamente más rugosas que las colinas debido a que en una misma área superficial presentan mayor área de exposición.

Esta característica provoca mayor mezcla turbulenta de cantidad de movimiento y por consiguiente la disminución del perfil de velocidad. En este punto podemos prever números de Froude menores (a igualdad de estabilidad) en la parte central y hacia el noreste, que al noroeste (Ventanilla) y sureste (Villa El Salvador, Chorrillos etc).

En los mapas de viento se aprecia que las mayores velocidades se presentan en las zonas de Chorrillos, San Juan de Miraflores y Ventanilla lo cual coincide con nuestras apreciaciones teóricas. En la parte central y noroeste hay una estructura desordenada de velocidades que es fácilmente explicable por este análisis. La velocidad se incrementa cuando llegamos al sector de Santa Anita pero aquí se se hace notar el sistema de brisas de valle. (Mapas N^o 22, 23 y 24)

Físicamente el viento esta vinculado a la marcha horaria de temperatura, adquiriendo mayor velocidad a medida que hay incremento de temperatura, esto se observa tanto en verano como en invierno, aunque no es muy notoria esta disminución de velocidad del viento a las 19 horas por el efecto de la brisa marítima y de los Alisios. Es interesante observar que a las 7 horas hay más calmas en febrero que en agosto, esto es lógico ya que los Alisios son más

persistentes en invierno que en verano cuando éstos se presentan débiles.

En general los vientos se dirigen de las altas a las bajas presiones tanto en invierno como en verano, variando su dirección por el efecto de la brisa de mar lo que es detectado por el giro antihorario del viento, especialmente entre las 13 y 19 horas. Esto tiene particular importancia ya que implica la redistribución de los contaminantes sólidos sedimentables y en suspensión, en un abanico de unos 90 grados, lo que explicaría la distribución espacial y temporal de los contaminantes en los mapas correspondientes.

En agosto el viento retorna a las 19 horas alineándose a la marcha de los Alisios y a los factores asociados al gradiente local de presión, por lo que el efecto de abanico es mayor en verano. No debemos olvidar que los máximos de viento se ubican en la primera y última cuña del campo de presión ya explicado lo que confirma el análisis efectuado en la correlación con los otros parámetros meteorológicos. (Mapas N^o 25, 26, 27 y 28, 29, 30)

4.1.7 ESTRUCTURA VERTICAL

En base a los datos de la estructura media vertical de la tropósfera baja, se ha iniciado el análisis de la "Distribución Estacional de la Dispersión de los Contaminantes en Lima".

Este trabajo tiene como objetivo establecer una hipótesis que explique la forma en que los contaminantes se dispersan en Lima Metropolitana de acuerdo a las observaciones meteorológicas y de contaminantes sedimentables.

En diversos eventos y publicaciones se ha resaltado con, justa razón, el papel de la inversión térmica como verdadera tapa que impide ó limita la dispersión vertical. Es necesario en ese sentido avanzar en nuestro conocimiento de la estructura vertical de la atmósfera de Lima para explicar las clases de estabilidad atmosférica debajo de la inversión, ya que este parámetro es crucial si se desea estimar la capacidad de dispersión de contaminantes emitidos.

En la baja atmósfera, la estabilidad es primariamente dependiente, del gradiente de temperatura y la turbulencia mecánica debido al viento. Pero la dispersión de contaminantes es el resultado de un proceso muy complejo que pone en juego factores que muchas veces actúan en forma contrapuesta.

Podemos establecer cuatro mecanismos dominantes:

- a) El movimiento medio del aire que transporta el contaminante.
- b) Las flúctuaciones turbulentas de la velocidad que dispersan los contaminantes en todas las direcciones.
- c) Difusión de masa debido a los gradientes de concentración.
- d) Características de las fuentes de emisión.

En estos cuatro mecanismos, de una u otra manera, está en juego la turbulencia mecánica y térmica asociadas a la estabilidad.

El VICON ha mostrado como (a horas nocturnas), la inversión térmica es más baja en verano que en invierno; así como, que la concentración de contaminantes supera los límites permisibles en ambas estaciones astronómicas, con valores similares, pero con los máximos de concentración alejándose de la fuente de emisión, en el primer caso; y acercándose en el segundo.

Para este estudio se ha utilizado el concepto de Capa de Mezcla Máxima Media (CMMM) para estimar la altura máxima media que un contaminante podría alcanzar por dispersión vertical, los resultados son concordantes con la marcha anual de la base de la inversión; y para los efectos prácticos, su utilización nos permitirá calcular el Índice de Ventilación.

La CMMM, se define como la altura determinada por la intersección entre la curva del ambiente (sondeo vertical) y la curva de evolución (adiabática seca) que parte del valor de la Temperatura Máxima Media. La marcha anual de este parámetro tiende a tener un mínimo en otoño y un máximo en primavera, mostrando valores más altos en invierno que en verano. Es evidente por consiguiente, que

el efecto de la temperatura no es directo (marcha media anual de la misma).

Para el análisis no hemos utilizado los valores observados, sino valores filtrados, el objetivo es obtener una marcha anual "libre de ruido"; un método fácil, es usar un filtro de Fourier pasa bajo, hemos descompuesto la serie media en armónicas cuyo período fundamental es el anual, posteriormente nos hemos quedado con la onda o armónica 1 y reconstruimos la serie; estos son los resultados:

- En el Gráfico N° 1 se observa la marcha anual de la base de la inversión y el nivel de convección, que en términos medios nos da el nivel de la base de las nubes en Lima.

Es claro que existe un mínimo entre agosto y setiembre, estando en fase opuesta la base de la inversión; lo contrario ocurre en febrero. Nótese que la intensidad de la inversión guarda un desarrollo armónico con la base de la inversión. (Gráfico N° 2).

Si bien no debemos tomar los valores en forma absoluta, estos nos dan una buena idea del clima de la Costa Central. Los bajos niveles de la base de nubes explican la persistencia de la nubosidad y las lomas. En este punto no debemos olvidar que el análisis está basado en los datos de radiosonda de la 00:00 z (19:00 Horas), por lo que no estamos describiendo el comportamiento de la estructura vertical en Lima a la hora de máximo calentamiento, donde la base de la inversión, muy probablemente esté más alta o ausente.

En cuanto al verano es muy probable que, debido a que la diferencia entre la base de la inversión y la base de las nubes es menor, el tiempo sea más variable en cuanto a nubosidad, lo cual es un hecho conocido.

- En el Gráfico N° 3 las marchas anuales han sido normalizadas con la desviación standard anual, aquí el objetivo es comparar el comportamiento anual de las variables.

El Número de Froude.- Este número frecuentemente usado en Meteorología e Hidráulica compara las fuerzas inerciales con las de empuje, se ha calculado este parámetro en la capa 950 - 1000 hPa (debajo de la capa de inversión).

Por definición es:

$$Fr = \frac{U}{HN}$$

Donde: U es el viento medio del flujo
 H es la altura media de un obstáculo
 N es la frecuencia de Brunt Vaisala

Se ha observado en varios experimentos, que este número es un buen indicador de la capacidad del flujo, para remontar un obstáculo; así cuando $Fr < 1$, el flujo tiende a bloquearse y a seguir las curvas de nivel. Cuando $Fr > 1$ tiende a remontar dicho obstáculo. El número de Froude depende perfectamente del comportamiento del viento y la estabilidad.

La frecuencia de Brunt Vaisala (N), indica la clase de estratificación atmosférica, es la frecuencia de una solución ondulatoria de la ecuación que describe la resistencia que ofrece al desplazamiento vertical una atmósfera estable:

$$N = \left(\frac{g}{\theta} \frac{\delta\theta}{\delta Z} \right)^{1/2}$$

Para que haya solución ondulatoria $N > 0$ y la atmósfera será más estable, en la medida que $\frac{\delta\theta}{\delta Z}$ aumente; por lo tanto, N aumenta y Fr disminuye.

En el Gráfico N° 3 se observa que la atmósfera es más estable en otoño y menos estable en primavera, si comparamos invierno y verano, este último es más estable; este resultado es compatible con las observaciones de los sondeos donde los gradientes tienden a ser neutrales en invierno y estables en verano, debajo de la inversión. Es interesante notar que tiene una buena correlación con la marcha de la presión en

superficie (Gráfico N^o 4, con un desfase de alrededor de un mes).

La marcha anual de Fr nos está indicando que en épocas invernales y primaverales hay una tendencia a que los contaminantes se dispersen más, cerca de los obstáculos, disminuyendo relativamente las concentraciones, por ejemplo, en los asentamientos humanos de Comas, Carabayllo, etc. y por el contrario en verano las concentraciones se incrementan, ya que Fr disminuye; provocando que el flujo tienda a seguir las curvas de nivel.

Estos resultados son concordantes con estudios, sobre estabilidad, realizados en el Proyecto de Cooperación Bilateral Peruano-Alemán sobre un Estudio Meteorológico en el área de Cajamarquilla (1977).

Hemos querido resaltar en los Gráficos 3 y 4 lo bien que se acompañan dichas variables. En forma general la presión atmosférica está adelantada respecto de Fr y de la CMMM.

Esto nos puede estar indicando que el Anticiclón del Pacífico Sur no determina la altura de la base de la inversión en forma directa por subsidencia, sino que ésta es el resultado de la subsidencia intensa y la mezcla vigorosa de los alisios que generan una capa bien mezclada (perfiles tendiendo a la neutralidad en los meses invernales y primaverales). El caso de verano nos muestra que el proceso físico de formación de la inversión si bien tiene la influencia de un anticiclón debilitado, no obedece exclusivamente a dicho fenómeno atmosférico.

En el Gráfico N^o 5 se ha utilizado el modelo de difusión Gaussiana para ver cualitativamente la distribución de contaminantes en el suelo, en función de la distancia a la fuente y las clases de estabilidad según Briggs (1973).

Se observa como a mayor estabilidad, mayor alejamiento de la concentración máxima respecto de la fuente, esto nos indica según observamos en los mapas de Contaminantes Sólidos Sedimentables que las concentraciones tienden a alejarse de la fuente en verano; pero además, hay que considerar que a

diferencia del invierno, los valores no decaen tan rápidamente, es decir, hay una tendencia a una distribución más uniforme. En el caso de invierno la concentración máxima se acerca a la fuente provocando lo que conocemos como fumigación.

Otro efecto importante a considerar, es el depósito que puede ser húmedo o seco, de acuerdo a la ausencia o presencia de nubosidad y precipitación; es evidente que en presencia de estratos bajos y lloviznas, las concentraciones tienden a disminuir más rápidamente con la distancia.

Para evaluar cuantitativamente nuestra hipótesis, es imperativo establecer patrones de transporte y dispersión basados en modelos matemáticos, de la atmósfera local; el establecimiento de una climatología de las clases de estabilidad, índices de ventilación, penetración de brisas, variabilidad de la capa de inversión; son tareas indispensables a realizarse en una segunda fase del Proyecto.

Igualmente se ha correlacionado la información de viento en el nivel de 10,00 metros de altura, de estaciones temporales ubicadas en diferentes lugares del área de estudio.

4.2. OROGRAFIA

El área del estudio se encuentra emplazada en los conos deyectivos de los ríos Chillón, Rímac y Lurín, limitada por el Este con las últimas estribaciones de la Cordillera de Los Andes, circundada por elevaciones con cotas que sobrepasan los 1000 metros de altitud; su topografía es relativamente plana.

El proyecto ha establecido, que uno de los factores que adquiere gran importancia en la distribución espacial y temporal de la dispersión de los contaminantes, son los cerros que circundan la ciudad de Lima Metropolitana, al impedir la libre circulación del aire, provocando con ello la concentración de los contaminantes.

Además, hay que considerar que por el efecto abrasivo del viento sobre las laderas, los niveles de contaminantes sólidos sedimentables se

incrementan sobre los asentamientos humanos ubicados en el área de influencia de este proceso erosivo.

4.3. ESTRUCTURA URBANA

4.3.1. RED VIAL DE TRANSPORTE PUBLICO MASIVO

El área urbana metropolitana tiene una red vial de estructura radial. Las avenidas arteriales, las vías expresas y las carreteras de acceso y salida a la ciudad, en general todas sus calles de la parte media y la periferie tienen relativa buena capacidad para funcionamiento de la cantidad actual del parque automotor, con excepción de la cuadrícula central de la Metrópoli, llamada Lima Monumental, cuyo dimensionamiento inadecuado con vías estrechas y sin continuidad con las arteriales corresponde a su antigua fundación y desarrollo desordenado y sin planificación de la ciudad. Ver Mapa N° 5.

En ese contexto, las vías han sido clasificadas en Vías Arteriales, Vías Colectoras y Vías locales y puestas en concesión por el Municipio Provincial de Lima para el servicio de transporte público masivo. La longitud total de la red tanto para la ciudad como para cada distrito indica en el Cuadro N° 4, del cual se desprende que los distritos periféricos son los menos servidos por el transporte de pasajeros, mientras que los distritos centrales son los más beneficiados; pero simultáneamente en estos últimos se generan las mayores porcentajes de contaminantes.

CUADRO Nº 4

RED VIAL DE TRANSPORTE PUBLICO MASIVO DE PASAJEROS DE LIMA METROPOLITANA
INDICE DE DENSIDAD DE REDES POR DISTRITO

| DISTRITO | LONG. KM | PORCEN. LONG. | Nº NODOS | Nº ARCOS | AREA-URBA. KM2 | PORCEN. SUP. | LONG/SUP | ORDEN LONG/SUP |
|---------------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------------|-----------------|----------|-------------------|
| LOS OLIVOS | 9.836 | 1.24 | 8 | 19 | 14.187 | 5.19 | 0.693 | 1 |
| VILLA EL SALVADOR | 6.688 | 0.84 | 4 | 7 | 9.039 | 3.31 | 0.740 | 2 |
| SAN JUAN DE LURI. | 26.994 | 3.39 | 33 | 36 | 25.061 | 9.17 | 1.077 | 3 |
| VILLA MARIA DEL T. | 14.910 | 1.87 | 14 | 19 | 12.163 | 4.45 | 1.226 | 4 |
| LA MOLINA | 21.236 | 2.67 | 21 | 37 | 13.529 | 4.95 | 1.570 | 5 |
| INDEPENDENCIA | 11.409 | 1.43 | 16 | 21 | 6.968 | 2.55 | 1.637 | 6 |
| ATE | 18.951 | 2.38 | 36 | 80 | 9.706 | 3.55 | 1.953 | 7 |
| SAN MIGUEL | 17.485 | 2.20 | 20 | 38 | 8.910 | 3.26 | 1.962 | 8 |
| SAN MART. DE PORRES | 29.002 | 3.65 | 35 | 56 | 14.157 | 5.18 | 2.049 | 9 |
| LA PERLA | 5.914 | 0.74 | 11 | 11 | 2.791 | 1.02 | 2.119 | 10 |
| SANTIAGO DE SURCO | 38.196 | 4.80 | 75 | 105 | 17.654 | 6.46 | 2.164 | 11 |
| CHORRILLOS | 27.512 | 3.46 | 50 | 71 | 12.150 | 4.45 | 2.264 | 12 |
| EL AGUSTINO | 7.791 | 0.98 | 13 | 23 | 3.314 | 1.21 | 2.351 | 13 |
| CARMEN DE LA LEGUA | 4.296 | 0.54 | 6 | 14 | 1.683 | 0.62 | 2.553 | 14 |
| SAN BORJA | 21.522 | 2.71 | 32 | 55 | 8.337 | 3.05 | 2.582 | 15 |
| RIMAC | 17.457 | 2.19 | 48 | 74 | 6.212 | 2.27 | 2.810 | 16 |
| PUEBLO LIBRE | 13.665 | 1.72 | 24 | 41 | 4.602 | 1.68 | 2.969 | 17 |
| BELLAVISTA | 12.830 | 1.61 | 17 | 38 | 4.245 | 1.55 | 3.022 | 18 |
| SURQUILLO | 14.043 | 1.77 | 25 | 50 | 4.490 | 1.64 | 3.128 | 19 |
| SAN JUAN DE MIR. | 31.989 | 4.02 | 51 | 75 | 9.888 | 3.62 | 3.235 | 20 |
| CALLAO | 56.793 | 7.14 | 75 | 139 | 16.988 | 6.22 | 3.343 | 21 |
| SAN LUIS | 15.648 | 1.97 | 40 | 68 | 4.204 | 1.54 | 3.722 | 22 |
| SAN ISIDRO | 31.527 | 3.96 | 74 | 130 | 8.114 | 2.97 | 3.886 | 23 |
| SANTA ANITA | 24.671 | 3.10 | 54 | 99 | 6.058 | 2.22 | 4.072 | 24 |
| MAGDALENA DEL MAR | 14.076 | 1.77 | 22 | 43 | 2.820 | 1.03 | 4.991 | 25 |
| BARRANCO | 13.630 | 1.71 | 33 | 51 | 2.567 | 0.94 | 5.310 | 26 |
| LA PUNTA | 2.574 | 0.32 | 3 | 5 | 0.431 | 0.16 | 5.972 | 27 |
| LIMA CERCADO | 105.162 | 13.2 | 271 | 480 | 17.567 | 6.43 | 5.986 | 28 |
| BREÑA | 20.052 | 2.52 | 42 | 83 | 3.077 | 1.13 | 6.517 | 29 |
| JESUS MARIA | 23.550 | 2.96 | 70 | 130 | 3.603 | 1.32 | 6.536 | 30 |
| MIRAFLORES | 50.336 | 6.33 | 108 | 203 | 7.592 | 2.78 | 6.630 | 31 |
| LA VICTORIA | 60.069 | 7.55 | 156 | 295 | 8.759 | 3.21 | 6.858 | 32 |
| LINCE | 25.658 | 3.23 | 91 | 165 | 2.378 | 0.87 | 10.790 | 33 |
| T O T A L | 795.472 | 100.00 | 1578 | 2761 | 273.244 | 100.00 | | |

NOTA.-

NODO: vértices formado por la intersección de dos o más vías, paradero inicial, paradero final y término media vuelta.

ARCO: segmento de una vía comprendida entre dos nodos.

A esta característica se añade la localización de la mayor cantidad de intersecciones precisamente en la parte central de la ciudad, debido a la alta densidad y al patrón radial de la red; aproximadamente 380 intersecciones están controladas por semáforos muy antiguos de equipamiento variado y de distribución desintegrada. Según sus características hay del tipo electrónico y el electromecánico, muchos son totalmente de operación manual; Otras intersecciones son controladas directamente por la policía de tránsito. Por consiguiente, esta peculiaridad determina congestión vehicular especialmente en las horas punta e incremento de emisión de contaminantes.

Entonces, la alta densidad de los tramos viales de la red, la inadecuada ubicación de las señales de tráfico vehicular y la falta de plan integral de semaforización moderna determinaron, desde más de dos décadas, la crisis de circulación y de estacionamiento en el área central de la ciudad. La congestión vehicular y la decadencia económica comercial de Lima Monumental han originado los altos índices de Contaminación Atmosférica, reduciendo la calidad de aire para la población residente y la que trabaja en dicha área, o simplemente para aquellos que son de tránsito obligado a los conos norte, sur, este y oeste.

El servicio de transporte público de pasajeros en Lima Metropolitana se presta mediante concesiones autorizadas y sin concesiones. El Cuadro N° 5 muestra para el año 1990 la ciudad zonificada en 9 partes y la cantidad de servicios con concesiones y sin concesiones.

Según el Cuadro N° 6 y el Mapa N° 31 se observa que algunas vías de la red soportan una alta densidad de vehículos en forma permanente, lo cual se agrava en las horas punta, indicando con ello el desequilibrio de relación entre dimensiones de vía y número de vehículos. Este problema se ahondó en los últimos dos años cuando el Gobierno Central, mediante Decretos, estableció la libre competencia de tarifas del Servicio Público de Transporte Urbano e Interurbano de Pasajeros en todo el país, así mismo declaró

el libre acceso a las rutas autorizadas por los Municipios Provinciales. A fin de superar de uso irracional de las vías, que tiene su expresión en la congestión y contaminación, entre muchos otros, el propio Gobierno Central, a través del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en la fecha está disponiendo a los Municipios Provinciales para que formulen el Plan Regulador de Rutas de Transporte Urbano de Pasajeros.

En los primeros seis meses del presente año, el parque automotor ha sido incrementado considerablemente por las importaciones de unidades nuevas y usadas.
(Mapas N° 32, 33 y 34)

CUADRO N° 5

SERVICIO DE TRANSPORTE PUBLICO DE PASAJEROS

| | POBLACION (Proy.1990) | MICROBUS | OMNIBUS | CAMIONETA RURAL | AUTOMO- VIL | SUB- TOTAL | ENATRU | EPS | SUB- TOTAL |
|-----------------|--------------------------|----------|---------|--------------------|----------------|---------------|--------|-----|---------------|
| ZONA NORTE (1) | 1371,988 | 2,172 | 939 | 797 | 40 | 3,948 | 193 | 25 | 218 |
| ZONA CENTRO (2) | 1282,641 | 1,632 | 512 | 1477 | 115 | 3,736 | 419 | 19 | 438 |
| ZONA SUR (3) | 1170,401 | 1,109 | 531 | 1062 | 99 | 2,801 | 304 | 25 | 328 |
| ZONA ESTE (4) | 632,508 | 1,648 | 1,123 | 488 | -- | 3,259 | 32 | 41 | 73 |
| ZONA OESTE (5) | 841,128 | 1,861 | 420 | 369 | 16 | 2,666 | 92 | 108 | 200 |
| ZONA N-O (6) | 36,258 | 13 | -- | --- | --- | 13 | 20 | -- | 20 |
| ZONA N-E (7) | 388,261 | 806 | 350 | 246 | -- | 1,402 | 116 | 46 | 164 |
| ZONA S-E (8) | 492,179 | 617 | 261 | 387 | -- | 1,265 | 98 | -- | 98 |
| ZONA S-O (9) | 194,086 | 286 | 334 | 350 | -- | 670 | -- | -- | -- |
| TOTAL | | 10,131 | 4,170 | 5,176 | 270 | 19,749 | 1274 | 266 | 1540 |

- (1) : Carabaylo, Comas, Independencia, Ancón, Santa Rosa, Puente Piedra, San Martín de Porres
 (2) : Lima Cercado, Breña, Jesús María, La Victoria, Lince, Rímac
 (3) : Pta. Hermosa, Pta. Negra, San Bartolo, Sta. María del Mar, Lurín, Pachacamac, Pucusana, Villa El Salvador, Villa María del Triunfo, San Juan de Miraflores, Chorrillos, Barranco.
 (4) : Lurigancho, Chaclaclayo, Ate-Vitarte, San Luis, El Agustino.
 (5) : Pueblo Libre, Magdalena, San Miguel, Callao, Bellavista, Carmen de la Legua, La Perla, La Punta
 (6) : Ventanilla
 (7) : San Juan de Lurigancho
 (8) : Cieneguilla, La Molina, San Borja, Surco, Surquillo,
 (9) : Miraflores, San Isidro

CUADRO Nº 6

CLASES DE SERVICIOS POR TIPOS DE VEHICULOS Y RUTAS A 1990

| DISTRITOS | MICROBUS | OMNIBUS | CAMIONETA RURAL | AUTO-MOVIL | ENATRU PERU | E.P.S. | RUTAS ALIM. | TOTAL RUTAS |
|-------------|----------|---------|-----------------|------------|-------------|--------|-------------|-------------|
| ZONA NORTE | 43 | 23 | 24 | 1 | 14 | 1 | 9 | 115 |
| ZONA CENTRO | 38 | 13 | 39 | 3 | 33 | -- | -- | 127 |
| ZONA SUR | 27 | 10 | 28 | 2 | 22 | 1 | 11 | 102 |
| ZONA ESTE | 32 | 19 | 12 | -- | 5 | 2 | -- | 71 |
| ZONA OESTE | 32 | 7 | 5 | 1 | -- | 5 | -- | 50 |
| ZONA N-O | 1 | -- | -- | -- | 2 | -- | -- | 3 |
| ZONA N-E | 15 | 9 | 5 | -- | 5 | 2 | -- | 36 |
| ZONA S-E | 14 | 6 | 8 | -- | 6 | -- | 1 | 35 |
| ZONA S-O | 5 | 1 | 6 | -- | -- | -- | -- | 12 |
| TOTAL | 333 | 88 | 127 | 7 | 87 | 11 | 21 | 551 |

Las principales vías de circulación, sobretodo en el centro de la ciudad que es el punto obligado de llegada o de pasada de las zonas circundantes, no soportan el flujo del parque automotor (tanto de servicio público, como particular) originado por el intenso tráfico vehicular; lo que ocasiona gran congestión especialmente en las horas punta, situación que se agrava debido a la racionalización de energía eléctrica que no permite el funcionamiento del sistema de semaforización en forma continua.

Igual problema de congestión se suscita, tanto en los puntos de salida del centro de la ciudad hacia los conos Norte, Sur y Este; como en distritos aledaños al centro de la ciudad que han logrado un desarrollo comercial acorde a las necesidades de su población.

Esta falta de capacidad de las vías de circulación, ya sea por que son estrechas o porque hay una mala planificación del tránsito vehicular, han originado los altos índices de Contaminantes Atmosféricos gaseosos que reducen la calidad de aire en Lima. Ver Mapa N° 31.

4.3.2. ALTURA MEDIA DE EDIFICACIONES

La ciudad de Lima puede definirse como un mosaico constituido de tramos pseudo-ortogonales y de configuración desordenada, como consecuencia de su desarrollo físico y funcional horizontal y vertical más espontáneo que planificado, donde las parcelas (manzanas) de diversos tamaños y formas, fueron adoptando funciones comerciales, industriales, de servicios básicos y residenciales de manera acelerada, superando los controles de la planificación urbana, así como los reglamentos y ordenanzas del Gobierno Local y del Ministerio de Vivienda y Construcción, en lo que se refiere a las edificaciones; por consiguiente se observa alturas y volúmenes muy diversos en las edificaciones; los que se resumen en las siguientes tendencias.

En el centro de la Metrópoli la totalidad las parcelas están cubiertas, el coeficiente de edificación es alto y las alturas absolutas de las edificaciones a nivel de lotes se

muestra en el Mapa N^o 5. Aquí las edificaciones modernas son de mayor altura y volúmen, están destinadas a usos más intensivos por las funciones comerciales, de administración pública y privada, y fueron construidas con ladrillo, cemento, vidrio y otros materiales sintéticos. Las edificaciones más antiguas son de menor altura y volúmen, destinadas a usos de menor intensidad como residenciales, cuentan con áreas libres. Este contraste evidente de los parámetros altura y volúmen, se amplía si tomamos en cuenta la antigüedad y material de construcción, ya que los últimos son de adobe y quincha, y datan de la colonia y principios de la república. Por consiguiente en el área central de la ciudad los aproximadamente 2021 bloques construidos sobre 208.406 Ha conforma una topografía urbana con muchos desniveles, agrupados en rangos para la localización de las estaciones de captura de muestras de contaminantes sólidos, así como para correlacionar con los parámetros meteorológicos que localizan la contaminación, como se puede observar en el siguiente cuadro.

DISTRIBUCION DE EDIFICACIONES SEGUN
ALTURAS ABSOLUTAS EN EL CENTRO DE LIMA

| RANGO DE ALTURA (m) | N ^o DE BLOQUES | SUPERFICIE (m ²) |
|------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| DE 0 A 2,15 | 113 | 111330,47 |
| DE 2,16 A 6,00 | 427 | 425466,00 |
| DE 6,01 A 15,00 | 1144 | 1113505,88 |
| DE 15,01 A 20,00 | 135 | 184338,72 |
| DE 20,01 A 30,00 | 42 | 56337,38 |
| DE 30,01 A MAS | 22 | 42697,20 |
| PLAYA DE ESTAC. | 138 | 150388,05 |

A nivel del resto de la ciudad se ha obtenido la altura media por distritos, mediante muestreo estratificado, como se observa en el Mapa N^o 6, donde las mayores alturas tienden a correlacionarse positivamente con el mayor grado de desarrollo urbano, ocupando la parte sur media de la ciudad y tiene desarrollo siguiendo los ejes viales de articulación distrital, para el uso intensivo de carácter terciario; mientras que las alturas medias

más bajas se encuentran en los distritos periféricos de la ciudad, en los cuales los ejes viales principales determinan el mayor desarrollo horizontal y la localización de las actividades comerciales y no el desarrollo vertical. En los distritos de desarrollo socioeconómico bajo, como son los de la periferie urbana del norte, sur y este de la ciudad cuentan con edificaciones en promedio de dos pisos, con excepción de la parte sur-este donde los distritos son de clase socioeconómica alta y básicamente residencial por consiguiente la altura media es similar a las de bajos ingresos, pero con la diferencia que los bloques se elevan sobre menor área y disponen de menor espacio sin construir para patio y jardín.

ALTURA MEDIA DE EDIFICACIONES POR DISTRITOS DE LIMA METROPOLITANA
(en metros)

| DISTRITO | RANGO |
|---|---------------|
| - Carmen de la Legua-R. - La Molina | 02,30 - 03,90 |
| - Comas - Los Olivos - Independencia - San Martín de Porras - Callao - Bellavista - La Punta - La Perla - San Miguel - Lima Cercado - Rimac - San Juan de Lurigancho - Santa Anita - San Luis - La Victoria - San Borja - Barranco - San Juan de Miraflores - Villa El Salvador | 04,00 - 05,90 |
| - Breña - Magdalena del Mar - El Agustino - Santiago de Surco - Chorrillos | 06,00 - 06,90 |
| - Pueblo Libre - Jesús María - Surquillo | 07,00 - 07,90 |
| - Lince - San Isidro - Miraflores | 08,00 A MAS. |

El desarrollo urbanístico desmesurado de Lima Metropolitana, con una gran conglomeración de edificios y calles, sin que se haya tenido debidamente en cuenta, que factores como la altura de las edificaciones, las playas de parqueo, áreas verdes, amplitud de vías, topografía, cercanía al litoral, etc, ejercen una influencia muy acusada en el viento, la temperatura y humedad determinando características microclimáticas que han ocasionado en muchos casos condiciones favorables para altos niveles de contaminación.

Distritos como Miraflores, San Isidro, Lince y parte del Cercado de Lima se caracterizan por la mayor altura de sus edificaciones las cuales oscilan ente 8,0 a 10,30 metros de altura; estas están constituidas por rígidos bloques de cemento con grandes fachadas revestidas casi exclusivamente de vidrios, convirtiendo a las edificaciones en enormes trampas de calor, en las horas de fuerte insolación.

Si a ello agregamos que el pavimento de las vías de circulación, relativamente estrechas, absorben una gran cantidad de radiación durante el día (que es irradiado lentamente hacia el ocaso y más aún por la noche) entonces el efecto "isla de calor" es incrementado, generando un comportamiento térmico favorable a la turbulencia. Este proceso turbulento asociado a las edificaciones ocasionan, en algunos lugares y en ciertas circunstancias, altas concentraciones de contaminantes y en otras la dilución de éstos.

En los días cubiertos, con bajas temperaturas y con viento débil y frío (pesado), se produce la concentración de los contaminantes en las zonas protegidas por las edificaciones.

Los altos índices encontrados de monóxido de carbono y de dióxido de azufre, procedente del tránsito vehicular, en los distritos mencionados, están relacionados a la influencia de la altura y densidad de edificaciones. Lo mismo no se puede aseverar, respecto de los contaminantes sólidos sedimentables, debido a la metodología aplicada; aspecto que, será superado con el

desarrollo del análisis óptico actualmente en comprobación.

Sin embargo hay que resaltar que los niveles de contaminación por sólidos sedimentables son menores que en otros distritos de Lima, debido al mejor mantenimiento del casco urbano y áreas verdes.

4.3.3. DEMOGRAFIA

Lima Metropolitana en el contexto nacional, es una región urbana, que concentra alrededor de 30 % de la población. Su crecimiento poblacional ha sido elevado. Lima es una ciudad extensa y de relativa baja densidad poblacional, como la de 19.498 hab/km² para el año 1990. La densidad bruta por distritos se muestra en el Cuadro N^o 7; que nos permite sacar algunas conclusiones. La densidad bruta, superficie total versus población total, guarda una relación estrecha con los índices de socioeconómicos de sus pobladores, con el crecimiento vegetativo y la inmigración acelerada. El poblamiento de la ciudad no ha sido homogénea por consiguiente el mapa de la densidad urbana en Lima es heterogénea, es decir existe contrastes poblacionales entre sus distritos como se indica en el Mapa N^o 9.

CUADRO N° 7
DENSIDAD POBLACIONAL TOTAL DE LIMA POR DISTRITOS
PROYECTADA AL 30 DE JUNIO DE 1990

| DISTRITOS | POBLACION TOTAL (Hab) * | AREA URBANA (Ha) | DENSIDAD POBLACIONAL (Hab/Ha) |
|----------------------------|----------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| La Molina | 50,300 | 1352.9 | 37.18 |
| Callao | 89,420 | 1698.8 | 52.64 |
| San Isidro | 133,182 | 811.4 | 164.14 |
| San Borja | 79,727 | 833.7 | 95.63 |
| Santiago de Surco | 198,968 | 1765.4 | 112.70 |
| Bellavista | 59,684 | 424.5 | 140.60 |
| La Punta | 6,074 | 43.1 | 140.92 |
| San Miguel | 130,314 | 891.0 | 146.26 |
| Carabayllo | 75,065 | 502.1 | 149.50 |
| Miraflores | 114,126 | 759.2 | 150.32 |
| San Juan de Lurigancho | 388,261 | 2506.1 | 154.93 |
| Ate-Santa Anita | 244,426 | 1576.4 | 155.05 |
| Chorrillos | 201,882 | 1215.0 | 166.16 |
| San Luis | 77,396 | 420.4 | 184.10 |
| Comas | 416,297 | 2083.4 | 199.82 |
| Pueblo Libre | 94,647 | 460.2 | 205.66 |
| La Perla | 63,169 | 279.1 | 226.33 |
| Magdalena del Mar | 63,875 | 282.0 | 226.51 |
| Cercado de Lima | 421,570 | 1756.7 | 239.98 |
| San Juan de Miraflores | 253,984 | 988.8 | 256.86 |
| Jesús María | 93,481 | 360.3 | 259.45 |
| Barranco | 67,372 | 256.7 | 262.45 |
| Villa María del Triunfo | 322,977 | 1216.3 | 265.54 |
| Villa El Salvador | 267,039 | 903.9 | 295.43 |
| San Martín de P-Los Olivos | 582,423 | 2834.4 | 205.48 |
| Independencia | 229,355 | 695.8 | 329.63 |
| Surquillo | 156,773 | 449.0 | 349.16 |
| Carmen de la Legua R. | 59,684 | 168.3 | 354.63 |
| La Victoria | 325,319 | 875.9 | 371.41 |
| Lince | 83,383 | 237.8 | 350.64 |
| Rímac | 233,003 | 621.2 | 375.09 |
| Breña | 125,885 | 307.7 | 409.12 |
| El Agustino | 171,280 | 331.4 | 516.84 |
| TOTALES: | 5,880,341 | 29908.90 | 196.61 |

* AREA URBANA

El análisis comparativo de distancias nos muestra semejanzas y diferencias en las características socioeconómicas de la población. La estratificación va desde

porcentajes elevados de población de origen rural hasta barrios residenciales, pasando por conglomerados de pueblos jóvenes y zonas tugurizadas. En estos últimos grupos, que representa alrededor del 50 % de la población, la calidad de vida es baja por la falta de servicios básicos y por que el desarrollo físico es incipiente o deteriorado.

El crecimiento poblacional de Lima en los últimos años se a orientado de manera diferente en los distritos del área urbana. Lo más resaltante es el mayor crecimiento de los distritos que concentran la mayor proporción de pueblos jóvenes y muestran los menores ingresos donde destacan Comas, San Juan de Lurigancho, San Martín de Porres, El Agustino, Villa María del Triunfo, localizados en la periferie de la ciudad. La otra dirección del crecimiento de Lima ha sido en las áreas residenciales, cuya expansión parece evidenciar en las altas tasas de crecimiento anual de los distritos, como La Molina, Surco, pero tienen baja capacidad de absorción de la población que se incrementa, éstos se hallan en la parte sur medio y sureste de la ciudad. El tercer grupo de distritos se encuentran los localizados en la parte central de la Metrópoli, son los de población medio populares y medio residenciales como Rímac, Lima-Cercado, La Victoria, Breña, Jesús María, Pueblo Libre. Finalmente ha sido muy bajo el crecimiento de los distritos periféricos de Lima como Cieneguilla, La Molina, y otros más alejados que no son considerados como área de estudio del Proyecto, por su bajo índice de Urbanización.

Lima entre una de sus características más saltantes presenta la particularidad de una distribución espacial muy heterogenea de su población distrital, cuyas densidades reales (población/área urbana) oscilan desde aproximadamente 52.000 hab/km² en El Agustino hasta alrededor de 956 hab/km² en San Borja, presentándose entre esos dos límites una gran gama de valores. Ver Mapa N^o 9.

Del análisis del mapa de densidad de población urbana por distritos de Lima metropolitana, en asociación a los niveles de contaminación se observa que no existe

correlación entre las mayores densidades poblacionales urbana y los máximos de contaminación de sólidos sedimentables registrados; lo que indicaría que la distribución de los contaminantes no es función exclusiva de la mayor o menor actividad humana, sino de los parámetros meteorológicos y de los factores orográficos.

4.3.4. AREAS VERDES

Tomando en consideración que las áreas verdes son un factor importante para mitigar la contaminación, se procedió a cuantificar en el terreno que parte de cada una de las áreas asignadas con este fin, estaban realmente cubiertas con vegetación y que cantidad de ellas se encontraban sin ella (áreas potenciales), así mismo se procedió a medir las áreas que se encontraban con lozas de cemento para fines recreativos y las que cumplían otros usos. Ver Mapa N° 7.

En base a esta información generada en el terreno, se procedió a determinar la superficie de áreas verdes que requeriría Lima en función a su población urbana, habiéndose encontrado que Lima Urbana con una población de 5.880.341 requiere de 4433,69 ha de áreas verdes, y tiene asignadas considerando las áreas reales + potenciales + cementadas y de otros usos total de 1466.83 ha, presentando un déficit de 2966.86 ha.

La información expuesta, se presenta con un mayor grado de desagregación para cada uno de los Distritos de la Provincia de Lima en los Anexo N° 5, en los que se especifica la ubicación del parque, superficie con área: verde, potencial, cemento y otros usos.

Esta información ha sido proporcionada por el Proyecto a la Dirección de Ecología de la Municipalidad de Lima Metropolitana, la que en base a ella, ha iniciado una campaña para reverdecer las áreas potenciales y darles mayor atención a las que se encuentran verdes. Lo que indudablemente redundará a atenuar en cierta medida los niveles de contaminación atmosférica de Lima.

4.4. CENTROS DE ALTA CONTAMINACION

Los niveles de mayor concentración de CSS están localizados en la parte Norte, Noreste y Este de la ciudad de Lima, con algunas fluctuaciones que dependen de la época del año (escala estacional) y de las variaciones diarias (escala sinóptica, mesoescala y microescala), como las brisas marinas, brisas de tierra, de valle, etc.

El comportamiento de los niveles de contaminación de CSS, se describe a continuación:

- Durante el año 1991, la cantidad de contaminantes sólidos sedimentables, en promedio, fue de 8,8 toneladas/Km²/30 días superando en 76 % el límite máximo permisible de 5,0 toneladas/Km²/30 días establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS).
- Durante los primeros meses del año 1992, la contaminación de CSS, continúa en alza hasta el mes de febrero, para posteriormente descender en sus niveles. Pero, pese a este descenso, todavía se mantienen sobre los niveles de los mismos meses de 1991, excepto en el mes de Agosto, que en comparación a agosto-91 tiene 0.11 T/Km²/30 días menos; pero está en un 69.4 % sobre el límite máximo permisible. Gráfico N° 6.
- Puntualmente se han determinado áreas en las que los contaminantes sólidos sedimentables, alcanzan o sobrepasan valores superiores a las 22 toneladas/Km²/30 días, según el mes.
- Se aprecia que la cantidad de contaminantes sólidos sedimentables determinados en los análisis, varía de un mes a otro y que la suma de todos estos mantienen una cierta proporción con la cantidad total mensual sedimentada en el transcurso del tiempo, la misma que difiere mensualmente entre estaciones. Aspectos que se relacionan con la estructura urbana de Lima Metropolitana, fuentes contaminantes y condiciones meteorológicas prevaleciente en cada mes.
- Se ha determinado que los centros de alta concentración de contaminantes sólidos sedimentables están localizados en áreas alejadas de las zonas industriales más importantes y emisoras de contaminantes.
- Se ha establecido que la contaminación existente de sólidos sedimentables son "importados" de las

zonas industriales por acción de las variables meteorológicas.

- También se ha determinado centros de alta concentración de Plomo (Pb) y de Azufre (S) depositado.
- Este análisis se realizó hasta el nivel de Distrito, que es el espacio geográfico político más pequeño en Lima Metropolitana. (Anexo Nº 6)
- A fin de determinar la distribución espacial y temporal de los contaminantes en suspensión, se efectuó en las principales vías de circulación vial de Lima, mediciones de tipo puntual y periódico, habiéndose obtenido los siguientes resultados:
 - Las mediciones efectuadas de monóxido de carbono (CO) en las principales avenidas de la ciudad, dan resultados que superan las 35 partes por millón (ppm) durante una hora, y en horas de mayor tránsito vehicular (08, 13 y 19 Hrs) se registraron incluso valores sobre las 50 ppm en una hora; sobrepasando el límite máximo permisible de 30 ppm establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS).
 - Los muestreos de dióxido de azufre (SO₂) en las áreas de mayor contaminación de sólidos sedimentables, arrojan resultados entre 0,07 y 0,18 ppm durante una hora, que sobrepasan el límite máximo permisible de 0,10 ppm de algunos países desarrollados, como Japón.

4.5. FOCOS CONTAMINANTES

4.5.1. INDUSTRIA

En el mapa de distribución de industrias por ejes viales, se aprecia que el 89 % de las industrias están localizadas en un eje orientado de Oeste a Este, constituyéndose en una fuente perpendicular al recorrido de los vientos, lo que incide en la distribución espacial de los contaminantes. Ver Mapa Nº 8. Se observa que los distritos donde se ubican las mayores emisiones de contaminantes no son precisamente los que presentan las mayores concentraciones de polución, sino aquellos ubicados al Norte y Noreste de las fuentes lo que confirma lo expresado anteriormente,

referente a la influencia de los elementos meteorológicos y orográficos.

En estas áreas se encuentran toda la gama de industrias consideradas en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme -CIIU- de las NN.UU. (Ver Cuadro Nº 2); algunas de ellas, por sus características deberían estar localizadas en áreas expreasamente determinadas, por que sus vertidos crean riesgos a la población circundante, dentro de ellas podemos mencionar a la industria química, pesticidas, etc.

En el Cuadro Nº 3 se presentan los distritos de mayor densidad total de industrias, de acuerdo a la CIIU.

4.5.2. PARQUE AUTOMOTOR

La oferta del parque automotor urbano para el servicio de transporte público masivo de pasajeros, tanto formal como informal, tiende a adaptarse a las características físicas de la ciudad, a la distribución del empleo la residencias y los servicios sociales, mediante el poder tradicional de las empresas prestatarias, que han influido significativamente en la asignación de las rutas y determinado las peculiaridades de la flota, como cantidad, capacidad, frecuencia, uso de combustible.

La calidad del transporte público es baja debido a que el parámetro mecánicas y de funcionamiento como velocidad promedio entre el origen y el destino final de los pobladores más alejados está por debajo de los 14 k.p.h., y en hora punta puede bajar a 10 k.p.h., las condiciones de seguridad están las más bajas de las que se registra para transporte público, siendo una flota altamente propensa a los accidentes. En cuanto a la calidad mecánica y de combustible, las condiciones están por debajo de cualquier nivel, debido a que el 82 % de las unidades sobrepasan la década de antigüedad, con pésimo mantenimiento. Debe agregarse como factor negativo la gasolina de 84 y 95 octanos utilizada en el Perú contiene 1,2 cc y 1,84 cc de tetraetilo de plomo por galón, respectivamente. Asimismo el diesel empleado en el país contiene alto porcentaje

de azufre, convirtiéndose en una de las principales fuentes de contaminación atmosférica, razón por la cual la información de organismos oficiales sirvieron para que el Proyecto generara una serie de trabajos de correlación con otros factores que inciden en la contaminación.

Los prestatarios del servicio de pasajeros están agrupados en 268 rutas conformando una flota de 9210 unidades a marzo de 1992, entre ómnibus, microbus, camioneta rural y automóvil, en las cantidades siguientes:

- Omnibus 1,530 unidades 16.61 %
- Microbus 4,742 unidades 51.49 %
- Camioneta Rural 2,794 unidades 30.34 %
- Automovil 144 unidades 1.56 %
- Total 9,210 unidades 100.00 %

La capacidad de estos vehículos fluctúa de la siguiente manera: Camioneta Rural de 8 a 14 pasajeros, Microbuses de 15 a 40 pasajeros y Omnibuses de 40 a 80 pasajeros y más de 80 pasajeros.

La distribución estática de vehículos y rutas se muestra en el Cuadro Nº 8 en el cual se observa que cerca del 50 % vehículos circulan en las vías del centro de la ciudad, entre ellas sobresalen, Av. Grau, Av. Abancay, Av. Arequipa Plaza Unión, Av. Alfonso Ugarte, Plaza Dos de Mayo, Plaza Bolognesi, Paseo Colón, Plaza Grau, Av. Tacna, etc., constituyendo dichas arterias segmentos donde se registran en forma permanente la emisión de contaminantes.

Las vías arteriales de mayor uso, que unen el centro de la ciudad con los distritos del norte, sur y este de menores ingresos y más alejados, como Av. Túpac Amaru, Av. Zarumilla, Carretera Panamericana Norte; Av. Tomás Marsano-Pachacútec, Av 9 de Diciembre, Av. Procesores de la Independencia y Carretera Central, constituyen ejes de emisión permanente de contaminantes derivados del los combustibles utilizados por la flota vehicular.

Las 551 rutas de transporte público masivo de 1990 ha disminuido de manera significativa a marzo de 1992, en 45.5 %, alcanzando a la cantidad de 251 rutas.

CUADRO Nº 8

DISTRIBUCION ESTADICA DE VEHICULOS Y RUTAS DE TRANSPORTE PUBLICO URBANO
DE PASAJEROS DE LIMA METROPOLITANA
(MARZO DE 1992)

| Nº ORD | NOMBRE DE LA VIA | Nº RUTAS MAXIMA | Nº RUTAS MINIMA | Nº RUTAS PROMEDIO | TOTAL MAX VEHICULOS | TOTAL MIN VEHICULOS | TOTAL PROM VEHICULOS |
|-----------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 01 | AV GRAU | 58 | 1 | 43 | 4235 | 1 | 2919 |
| 02 | AV ABANCAI | 56 | 1 | 32 | 4119 | 1 | 2289 |
| 03 | AV AREQUIPA | 57 | 1 | 7 | 3995 | 1 | 735 |
| 04 | AV MANCO CAPAC | 59 | 19 | 36 | 3897 | 19 | 2488 |
| 05 | AV ALFONSO UGARTE | 60 | 48 | 56 | 3659 | 48 | 3370 |
| 06 | PLAZA UNION | 64 | 6 | 39 | 3659 | 6 | 2058 |
| 07 | PLAZA BOLOGNESI | 56 | 17 | 39 | 3509 | 17 | 2505 |
| 08 | PLAZA DOS DE MAYO | 68 | 1 | 38 | 3387 | 1 | 1941 |
| 09 | AV PACHACUTEC | 57 | 1 | 24 | 3064 | 1 | 1253 |
| 10 | PLAZA GRAU | 49 | 10 | 35 | 2996 | 10 | 2088 |
| 11 | PASEO COLON | 42 | 36 | 38 | 2410 | 36 | 2354 |
| 12 | AV TUPAC AMARU | 33 | 1 | 25 | 2166 | 1 | 1577 |
| 13 | AV ZARUMILLA | 30 | 1 | 16 | 2012 | 1 | 988 |
| 14 | AV NICOLAS AYLLON | 23 | 2 | 12 | 1995 | 2 | 858 |
| 15 | AV TACNA | 20 | 16 | 18 | 1972 | 16 | 1729 |
| 16 | AV TOMAS MARSANO | 29 | 2 | 18 | 1861 | 2 | 1089 |
| 17 | AV 9 DE OCTUBRE | 19 | 19 | 19 | 1622 | 19 | 1622 |
| 18 | AV PROCERES DE LA INDEPENDENCIA | 19 | 1 | 12 | 1604 | 1 | 997 |
| 19 | AV WILSON | 23 | 12 | 20 | 1591 | 12 | 1452 |
| 20 | AV BRASIL | 18 | 1 | 12 | 1392 | 1 | 867 |
| 21 | JR VIRU | 23 | 1 | 10 | 1271 | 1 | 468 |
| 22 | CARRETERA CENTRAL | 18 | 2 | 9 | 1268 | 2 | 638 |
| 23 | AV AVIACION | 19 | 1 | 9 | 1243 | 1 | 482 |
| 24 | AV ANGANOS | 19 | 1 | 6 | 1229 | 1 | 392 |
| 25 | CARRETERA PANAMERICANA NORTE | 17 | 1 | 9 | 1224 | 1 | 583 |
| 26 | AV DE LA MARINA | 13 | 3 | 7 | 1160 | 3 | 648 |
| 27 | AV OSCAR BENAVIDES | 10 | 1 | 8 | 1099 | 1 | 830 |
| 28 | AV CAQUETA | 19 | 5 | 11 | 1098 | 5 | 616 |
| 29 | AV HUAYLAS | 15 | 1 | 10 | 1088 | 1 | 639 |
| 30 | AV CIRCUNVALACION | 10 | 1 | 7 | 1040 | 1 | 722 |
| 31 | AV CANADA | 17 | 2 | 9 | 981 | 2 | 560 |
| 32 | AV JAVIER PRADO ESTE | 12 | 2 | 7 | 977 | 2 | 555 |
| 33 | AV PEDRO DE NIOTA | 9 | 1 | 5 | 924 | 1 | 495 |
| 34 | PANAMERICANA SUR | 12 | 1 | 5 | 905 | 1 | 391 |
| 35 | JAVIER PRADO DESTE | 11 | 1 | 7 | 903 | 1 | 571 |
| 36 | AV VENEZUELA | 14 | 1 | 9 | 837 | 1 | 505 |
| 37 | AV FAUCETT | 11 | 1 | 7 | 824 | 1 | 354 |
| 38 | AV NICOLAS ARRIOLA | 13 | 1 | 7 | 824 | 1 | 390 |
| 39 | AV UNIVERSITARIA | 7 | 1 | 5 | 814 | 1 | 595 |
| 40 | AV CANEVARO | 13 | 6 | 8 | 811 | 6 | 480 |
| 41 | AV PERU | 11 | 1 | 6 | 782 | 1 | 430 |
| 42 | AV TOMAS VALLE | 10 | 1 | 4 | 698 | 1 | 284 |
| 43 | AV BOLOGNESI | 10 | 1 | 4 | 677 | 1 | 243 |
| 44 | MALECON MIGUEL CHECA CHINU | 8 | 1 | 5 | 633 | 1 | 335 |
| 45 | AV PASEO DE LA REPUBLICA DERECHA | 17 | 1 | 7 | 613 | 1 | 279 |

DISTRIBUCION ESTADICA DE VEHICULOS Y RUTAS DE TRANSPORTE PUBLICO URBANO
DE PASAJEROS DE LIMA METROPOLITANA
(MARZO DE 1992)

| N° ORD | NOMBRE DE LA VIA | N° RUTAS MAXIMA | N° RUTAS MINIMA | N° RUTAS PROMEDIO | TOTAL MAX VEHICULOS | TOTAL MIN VEHICULOS | TOTAL PROM VEHICULOS |
|--------|------------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| 46 | AV SAENZ PENA | 7 | 2 | 5 | 610 | 2 | 414 |
| 47 | AV AUGUSTO PEREZ ARANIBAR | 9 | 2 | 4 | 591 | 2 | 191 |
| 48 | AV CHORRILOS JOSE OLAYA | 15 | 15 | 15 | 591 | 15 | 591 |
| 49 | AV PASEO PEDRO DE OSMA | 15 | 15 | 15 | 591 | 15 | 591 |
| 50 | JR DIEGO CORDOVA | 12 | 1 | 9 | 581 | 1 | 425 |
| 51 | AV REPUBLICA DE PANAMA | 10 | 1 | 6 | 556 | 1 | 305 |
| 52 | AV PASEO DE LA REPUBLICA IZQUIERDA | 16 | 1 | 8 | 555 | 1 | 278 |
| 53 | JR FRANCISCO PIZARRO | 13 | 13 | 13 | 551 | 13 | 551 |
| 54 | AV TINGO MARIA | 8 | 1 | 5 | 538 | 1 | 306 |
| 55 | AV JOSE DE LA RIVA AGUERO | 6 | 6 | 6 | 520 | 6 | 520 |
| 56 | AV ARICA | 13 | 1 | 8 | 513 | 1 | 371 |
| 57 | VIA EXPRESA | 5 | 5 | 5 | 506 | 5 | 506 |
| 58 | AV ALFREDO BENAVIDES | 8 | 1 | 4 | 492 | 1 | 181 |
| 59 | AV GUARDIA CIVIL | 7 | 5 | 6 | 470 | 5 | 395 |
| 60 | AV REDUCTO | 7 | 2 | 4 | 428 | 2 | 225 |
| 61 | AV ARGENTINA | 8 | 1 | 5 | 423 | 1 | 274 |
| 62 | AV SAN MARTIN LIBERTADOR | 10 | 10 | 10 | 422 | 10 | 422 |
| 63 | AV REPUBLICA DE PANAMA | 7 | 1 | 3 | 415 | 1 | 200 |
| 64 | VIA DE EVITAMIENTO | 5 | 3 | 3 | 400 | 3 | 282 |
| 65 | AV JOSE CARLOS MARIATEGUI | 5 | 5 | 5 | 384 | 5 | 384 |
| 66 | AV ALEJANDRO IGLESIAS | 12 | 12 | 12 | 350 | 12 | 350 |
| 67 | AV LAS FLORES DE PRIMAVERA | 5 | 4 | 5 | 348 | 4 | 269 |
| 68 | AV CONSTITUCION DOS DE MAYO | 6 | 2 | 4 | 322 | 2 | 219 |
| 69 | AV UNION | 7 | 1 | 3 | 302 | 1 | 130 |
| 70 | AV 1RO DE MAYO | 7 | 7 | 7 | 302 | 7 | 302 |
| 71 | AV JOSE MARIA EGUREN | 6 | 1 | 4 | 274 | 1 | 201 |
| 72 | AV ANGELICA GAMARRA | 6 | 6 | 6 | 266 | 6 | 266 |
| 73 | AV LIMA | 4 | 4 | 4 | 262 | 4 | 262 |
| 74 | AV ALIPIO PONCE | 3 | 3 | 3 | 262 | 3 | 262 |
| 75 | AV JOSE LARCO | 4 | 3 | 4 | 258 | 3 | 223 |
| 76 | AV BUENOS AIRES | 3 | 1 | 2 | 239 | 1 | 161 |
| 77 | AV VILLA MARIA | 6 | 6 | 6 | 221 | 6 | 221 |
| 78 | PROLONGACION ZARUMILLA | 5 | 1 | 3 | 219 | 1 | 132 |
| 79 | AV JOSE PARDO | 4 | 1 | 2 | 176 | 1 | 102 |
| 80 | AV BOLOGNESI GRAU | 2 | 2 | 2 | 170 | 2 | 102 |
| 81 | AV No 3 | 3 | 3 | 3 | 148 | 3 | 148 |
| 82 | JOSE PARDO | 3 | 1 | 2 | 114 | 1 | 58 |
| 83 | AV 26 DE NOVIEMBRE | 3 | 3 | 3 | 108 | 3 | 72 |
| 84 | AV DE LA PAZ | 1 | 1 | 1 | 44 | 1 | 44 |

NOTA.-

Ruta: Vías de recorrido pre-determinado y concedida para las líneas de transporte por la Municipalidad Provincial Metropolitana.

La información del Cuadro Nº 4 nos permite zonificar la densidad de vías por distrito y comparar los patrones de distribución de los índices. La ciudad presenta tres zonas bien definidas de densidad.

Una zona de alta densidad, que va de 5.310 a 10.790 de índice, ubicada en la parte central de la ciudad y conformada por 45.974 Km² que comprende el área de ocho distritos: Lince, La Victoria, Miraflores, Jesus María, Breña, Lima Cercado. A esta clase, corresponden también los distritos de La Punta y Barranco, la primera ubicada en la parte Oeste en el la ciudad hacia el litoral, con un índice de 5.972 y una superficie de 0.431 Km², y la segunda ubicada en la parte Suroeste de la ciudad con un índice de 5.310 y una superficie de 2.567 Km². Esta alta densidad se explica como coherente debido a la mayor cantidad de kilometraje de vías asignadas al transporte público masivo y al número relativamente elevado de intersecciones o nodos. Por consiguiente, de lo anterior se desprende que en el área de estos distritos hay mayor cantidad de vehículos por unidad de longitud, que no tienen buena circulación por la elevada cantidad de intersecciones deficientemente controladas, determinando una alta congestión y determinando que en esta zona se registre intensa emisión de contaminantes.

Una zona de media densidad, que va de 2.049 a 4.991 de índice, ubicada en la parte inmediata y circundante a la zona de alta densidad central, conformando una especie de zona anular, cuya extensión alcanza a 115.973 Km², correspondiente al área de 15 distritos, como San Isidro, San Luis, Callao, San Juan de Miraflores, Surquillo, Bellavista, Pueblo Libre, Rimac, San Borja, Carmen de la Legua Reynoso, El Agustino, Chorrillos, Santiago de Surco, La Perla y San Martín de Porres. Esta media densidad se explica debido a la cantidad de kilometraje de vías asignadas al transporte público masivo que disminuye cuando nos alejamos del centro hacia la periferie, lo mismo sucede con el número de intersecciones y nodos, pero incrementándose la longitud de los arcos. Por consiguiente, de lo anterior se desprende que en el área de estos distritos hay mediana cantidad de vehículos por unidad de longitud, los cuales

tienen una relativa eficiencia de circulación por la baja cantidad de intersecciones, disminuyendo la congestión y la emisión de contaminantes.

Una zona de baja densidad, que va de 0,693 a 1,96 de índice, ubicada en la parte periférica de la ciudad y con una superficie de 111.297 Km², abarcando las áreas de ocho distritos de menor desarrollo relativo, con excepción de La Molina, estos son Los Olivos, Villa El Salvador, San Juan de Lurigancho, Villa María del Triunfo, Independencia, Ate y San Miguel. Esta baja densidad es debido a la menor cantidad de kilometraje de vías asignadas al transporte público masivo y a la mayor superficie de los distritos, donde se registra un relativo bajo numero de intersecciones; por consiguiente, se aprecia que en el área de estos distritos se registra menor cantidad de vehículos por unidad de longitud en comparación a las zonas de alta y media densidad, pero la circulación es más eficiente en razón a la menor cantidad de intersecciones y arcos de mayor longitud, decreciendo la congestión de vehículos y emisión de contaminantes. (Ver Mapa N^o 31).

El parque automotor de la Provincia de Lima, se caracteriza porque las unidades que lo integran en un 82 % aproximadamente sobrepasan la década de años de uso, con un pésimo mantenimiento en su generalidad, y una desordenada circulación debido a disposiciones de liberalismo en cuanto a los recorridos. Cabe agregar que la gasolina de 84 y 95 Octanos que se utilizan en el Perú contiene 1,2 cc y 1,84 cc de tetraetilo de plomo por galón respectivamente. Asimismo, el combustible diesel empleado en el País contiene un alto contenido de azufre. Convirtiéndose en una de las principales fuentes de Contaminación Atmosférica, razón por la que en base a la información obtenida del Organismo competente y la generada en el Proyecto ha permitido elaborar una serie de trabajos, con el fin de cruzar esta información con los otros factores que inciden en la contaminación.

5. DIFUSION DE RESULTADOS

5.1. PROMOCION Y DIFUSION

La difusión del Proyecto a través de la serie de spots de televisión por los diferentes canales a nivel Nacional como Internacional y a través de las emisoras de radio y prensa escrita (Anexo N° 7) lo ha promocionado en forma positiva, despertando gran interés de entidades privadas y estatales quienes requieren mayores alcances y contribución del Proyecto en estudios de impacto ambiental.

Se ha ampliado el contacto con las Universidades del País, se continúa recibiendo visitas de instituciones, profesionales y de estudiantes Universitarios de provincias que están interesados en los resultados encontrados y la posibilidad de aplicar dicha metodología en sus ciudades; así mismo este contacto, en Lima, es más estrecho con las universidades.

Igualmente, se tiene contacto con los Alcaldes de algunas Municipalidades distritales, que como organismos de control en cuanto a contaminación ambiental, tienen interés en los resultados encontrados en sus respectivos distritos.

5.2. EDUCACION Y PROMOCION SOCIAL

En el área de EDUCACION ha realizado actividades, como:

- a. Charlas en colegios, universidades e instituciones afines, difundiendo los resultados encontrados por el Proyecto.
- b. Se ha realizado dos Seminarios, "La Contaminación de la Biósfera" y "La Contaminación del Medio Ambiente" teniendo como marco un amplio e interesante programa sobre contaminación ambiental que fue dictado por expositores de reconocida trayectoria en el ámbito científico nacional así como la participación de diferentes instituciones relacionadas con estos problemas del Medio Ambiente.

El primer evento que se realizó en el auditorio del Colegio de Ingenieros del Perú -CIP-, quedando a cargo del Señor Embajador Sábado Della Mónica, Jefe de la Delegación de la Comisión de las Comunidades Europeas para Perú y Bolivia la Ceremonia de Clausura.

Para el segundo evento se invitó a participar, como coorganizadores, a cuatro instituciones de renombrado prestigio, como son la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales -ONERN-, la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería -FIA UNI- y a la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud -DIGESA -; logrando una gran convocatoria.

En el área de COMUNICACION SOCIAL, la serie de spots de TV ha tenido eco en la comunidad nacional e internacional, comprometiendo a la colectividad en el peligro de la contaminación del Medio Ambiente y en la necesidad de participar en su conservación.

Se ha elaborado tres números del Boletín VICON con interesantes artículos que ha tenido acogida en los medios especializados e igualmente en la Prensa hablada y escrita.

6. CAPACITACION DE PERSONAL

La capacitación de estudiantes Universitarios, en calidad de Practicantes, requiere de un programa permanente, respecto a operación de instrumentos meteorológicos, de estaciones de captación de contaminantes, bomba muestreadora de contaminantes, análisis e interpretación de sus registros, criterios y toma de decisiones, etc.; que redundan en beneficio del Proyecto y de los cuadros técnicos que el País necesita en el área de Contaminación Ambiental.

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI-, mantiene el compromiso, de seguir capacitando a los cuadros de profesionales y técnicos provenientes de las diferentes instituciones interesadas, en las técnicas empleadas en el desarrollo del presente Proyecto .

La importante información generada que permite el conocimiento real del estado de degradación de la atmósfera, se ha puesto a disposición de los organismos especializados y de todo aquella persona interesada en la preservación del medio ambiente, con el fin de promover la educación ambiental.

7. PROYECCION

Estamos identificados con los problemas, de la comunidad nacional y mundial, derivados de la contaminación ambiental y esto nos compromete a seguir en el trabajo de la investigación y de la vigilancia atmosférica con la finalidad de contribuir a la preservación del medio ambiente.

El Perú, a través del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, tiene como proyección, mantener una vigilancia permanente de la Contaminación Atmosférica en Lima Metropolitana; tratando de aplicar la metodología desarrollada en el presente Proyecto en otras localidades del País.

8. EVALUACION

El Proyecto VICON ha estado sometido a una permanente evaluación de parte de la Inspectoría General del SENAMHI, Tanto en el aspecto contable, como en el cumplimiento de los cronogramas de actividades; además periódicamente la Contraloría General de la República, a través de su Dirección de Control del Medio Ambiente, ha efectuado el control de la gestión del Proyecto.

Desde el punto de vista técnico, la Dirección Técnica del SENAMHI, ha efectuado un seguimiento permanente del cumplimiento de las metas y objetivos de Proyecto

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. CONCLUSIONES

De la interacción de los diferentes aspectos estudiados en la gestión del proyecto se desprende:

- El viento y la inversión térmica del Anticiclón del Pacífico Sur, influyen en la distribución espacial y temporal de los contaminantes.
- La dispersión horizontal de los contaminantes atmosféricos es limitada por las estribaciones de la cordillera que prácticamente la rodea y cuyas altitudes sobrepasan los mil metros.
- El parque automotor es uno de los principales factores que contribuyen a la Contaminación Atmosférica de Lima Metropolitana, debido a que el 82 % de los vehículos que lo constituyen tienen una antigüedad mayor de los 12 años y/o mal regulados.
- La distribución espacial de los contaminantes atmosféricos no es función exclusiva de la mayor o menor actividad humana, sino de los parámetros meteorológico y de los factores orográficos.
- La cantidad de contaminantes sólidos sedimentables, determinados mediante análisis químico, varían de un mes a otro y la suma de

todos estos mantienen una cierta proporción con la cantidad total mensual sedimentada en el transcurso del tiempo, la misma que difiere mensualmente entre una estación y otra. Aspectos que se relacionan con la estructura urbana de Lima Metropolitana, fuentes contaminantes y condiciones meteorológicas prevalecientes en cada mes.

- Se ha determinado que los centros de alta concentración de contaminantes sólidos sedimentables, con valores que alcanzan o sobrepasan las 22 toneladas/km²/30 días, según el mes, están localizados en áreas alejadas de las zonas industriales más importantes y emisoras de contaminantes.
- Los vientos en invierno y verano, varían su dirección por efecto de la brisa de mar en sentido antihorario, redistribuyendo los contaminantes sólidos sedimentables y en suspensión, en un abanico de unos 90 grados, especialmente entre las 13 y 19 horas siendo éste mayor en verano, lo que explicaría la distribución espacial y temporal de los contaminantes en los mapas correspondientes.
- La inversión térmica es más baja en verano que invierno lo que determina que la dispersión de los contaminantes sólidos sedimentables sea de tipo horizontal; superando los límites permisibles tanto en verano como en invierno, con valores similares, pero con la diferencia que en verano los máximos se alejan de la fuente de emisión y en invierno y primavera se acercan. Disminuyendo relativamente las concentraciones en los asentamientos humanos de Comas, Carabayllo, El Agustino etc. y por el contrario en verano las concentraciones se incrementan en los distritos señalados.
- La presencia de material particulado genera núcleos de condensación de vapor de agua con formación de nieblas, favorables a reacciones químicas, al ponerse en contacto con los iones metálicos, produciendo consecuentemente deposiciones ácidas.
- Las partículas de polvo tanto en suspensión como las sedimentables causan deterioro por impacto y acción mecánica sobre las superficies.
- Los resultados preliminares obtenidos con el análisis óptico sustentados en base de información generada con el análisis químico, se vislumbran

como factible; lo que permitirá en el futuro con una mayor base de datos, producto de esa interacción de los valores ópticos y del análisis químico, obtener resultados rápidos de los niveles de contaminación localizados. La aplicación de este método permitirá evaluar los niveles de contaminación, generadas por las industrias en su área de influencia

- La distribución espacial de los contaminantes sólidos sedimentables no es función exclusiva de la mayor o menor actividad humana, sino de los parámetros meteorológicos y de los factores orográficos.


9.2. RECOMENDACIONES

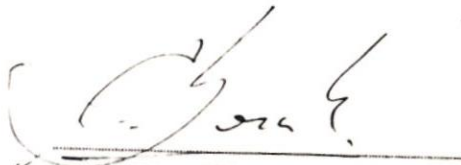
- Se deben de tomar en consideración los factores meteorológicos y orográficos en la planificación de los futuros parques industriales en el país.
- Se debe evitar en Lima Metropolitana la instalación de industrias o de cualquier otra fuente de contaminación del aire, en zonas climáticas inapropiadas.
- Se debe localizar las futuras áreas para el desarrollo industrial de Lima Metropolitana en lugares en las que las condiciones meteorológicas y orográficas coadyuven a disminuir los niveles de Contaminación Atmosférica. Así mismo, se deben dar incentivos a los industriales a fin de que trasladen sus industrias a estas áreas.
- Se deben de reimplantar la revisión técnica a los vehículos, dando especialmente atención al afinamiento.
- Se debe estimular el uso de la gasolina ecológica, mediante la subvención a costa de las gasolinas de 95 y 84 octanos.
- Se debe estimular el empleo de filtros en las instalaciones industriales, compensando los mayores costos marginales que acarrear su uso.
- Debe incrementarse las áreas verdes, a fin generar brisas refrescantes que ventilen las calles y eliminen en horas de calma las concentraciones de contaminantes. Además por la noche reducen el enfriamiento radiativo del aire.
- El emplazamiento de las zonas urbanas en función de las condiciones climáticas del lugar, a fin de

evitar los efectos de la inversión de las temperaturas en la dispersión de los contaminantes.

- Se debe implantar un sistema de irrigación con aguas servidas tratadas mediante la utilización de lagunas de oxidación para los principales parques.
- La Municipalidad de Lima mediante una ordenanza debe reglamentar los límites máximos permisibles para los diferentes contaminantes atmosféricos.
- El proyecto VICON debe continuar promoviendo la participación conjunta de las entidades nacionales dedicadas a la protección del medio ambiente en la gestión de estudios integrales sobre zonas geográficas determinadas, a fin de aprovechar la capacidad técnica e infraestructura de cada una de ellas.
- Se debe continuar con la realización periódica de seminarios para intercambiar información para asegurar la máxima difusión de los avances, concientizar a la opinión pública y organismos con capacidad de decisión.

Lima, Setiembre de 1992

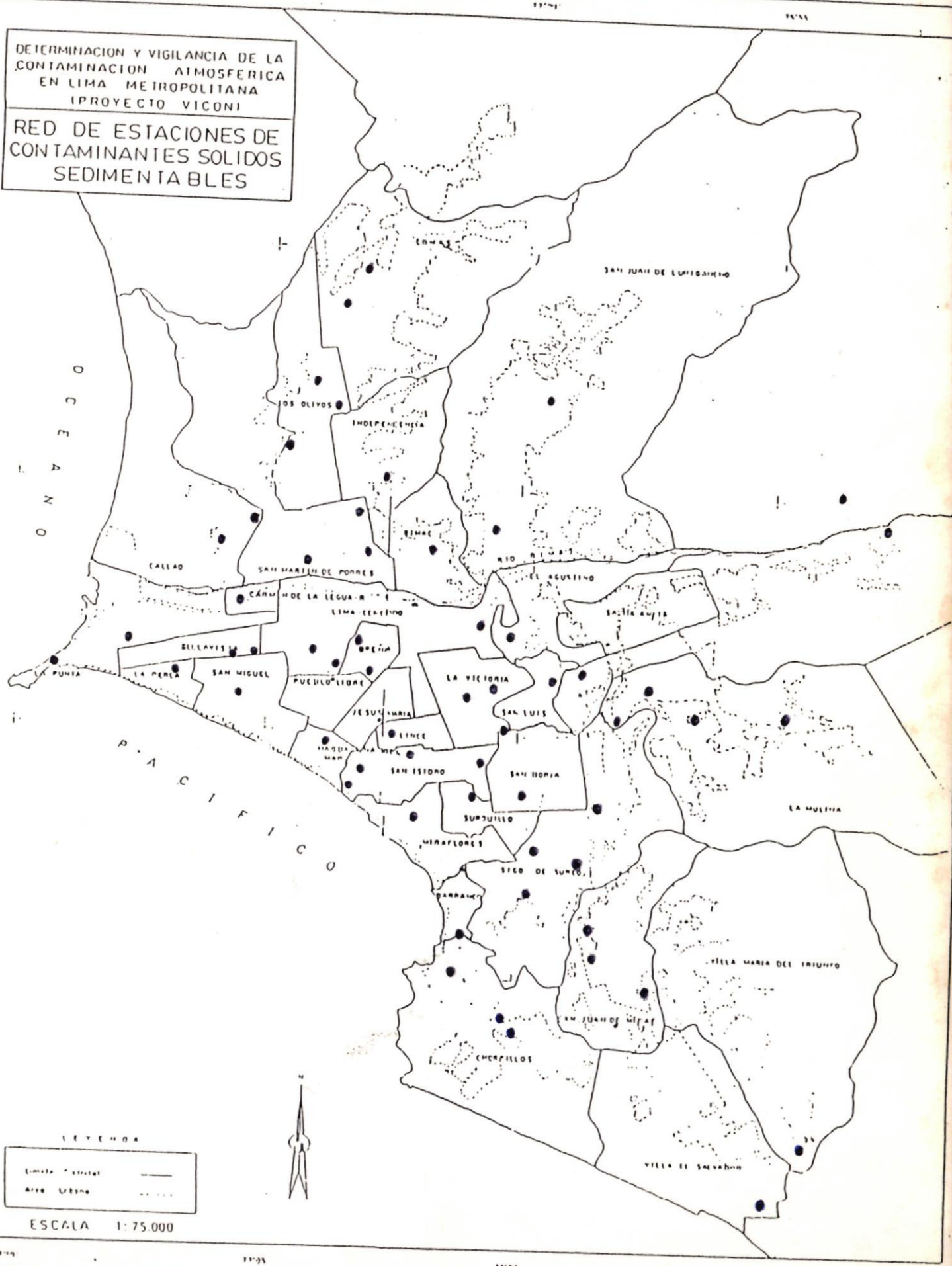

CESAR MUÑOZ ORTEGA
CONSULTOR
PROYECTO VICON


ANGEL SOSA ESPINOZA
DIRECTOR
PROYECTO VICON

MAPAS

DETERMINACION Y VIGILANCIA DE LA
CONTAMINACION ATMOSFERICA
EN LIMA METROPOLITANA
(PROYECTO VICONI)

RED DE ESTACIONES DE
CONTAMINANTES SOLIDOS
SEDIMENTABLES

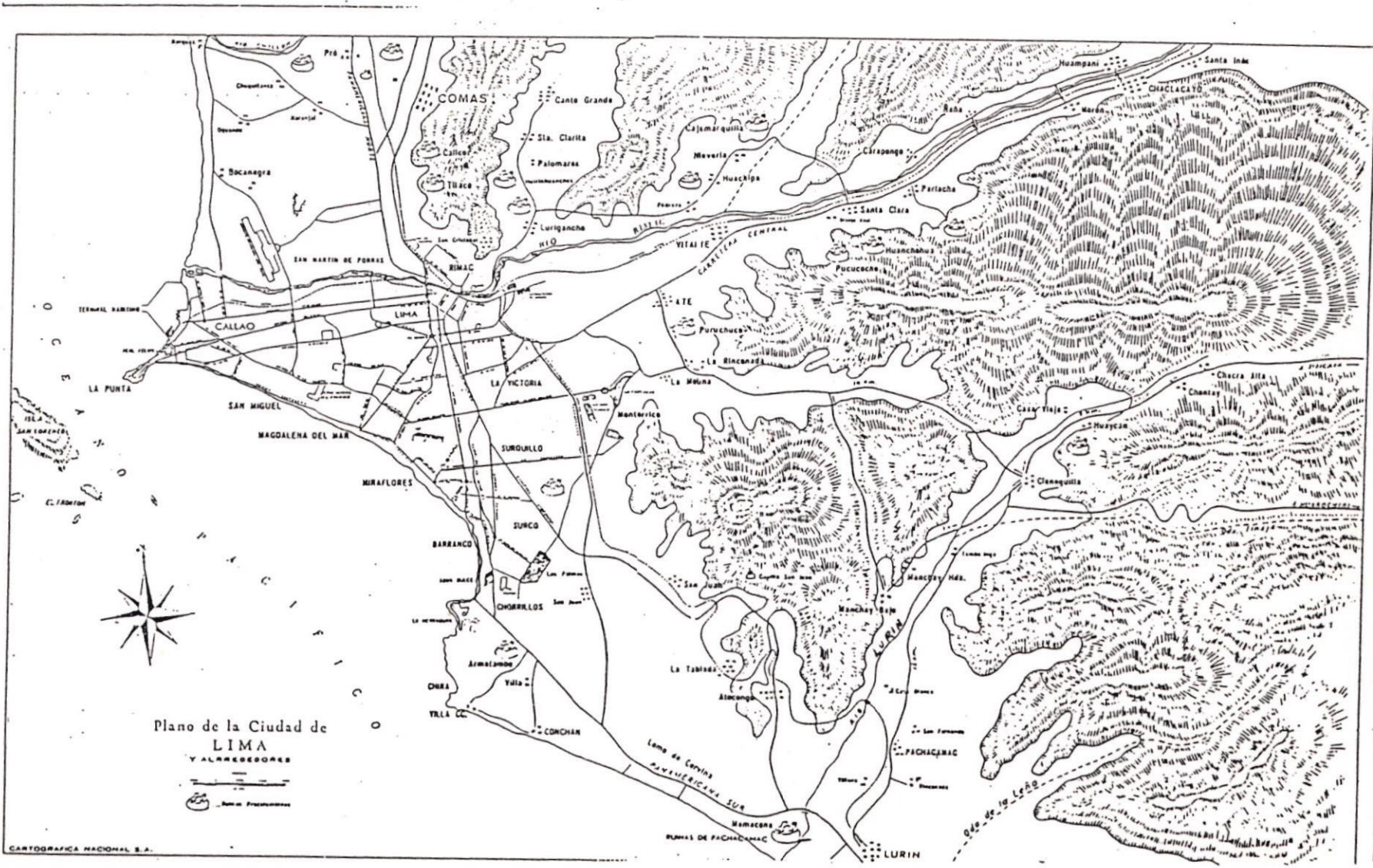


LEYENDA

Límite Distrital ————
Área Urbana - - - - -

ESCALA 1:75.000





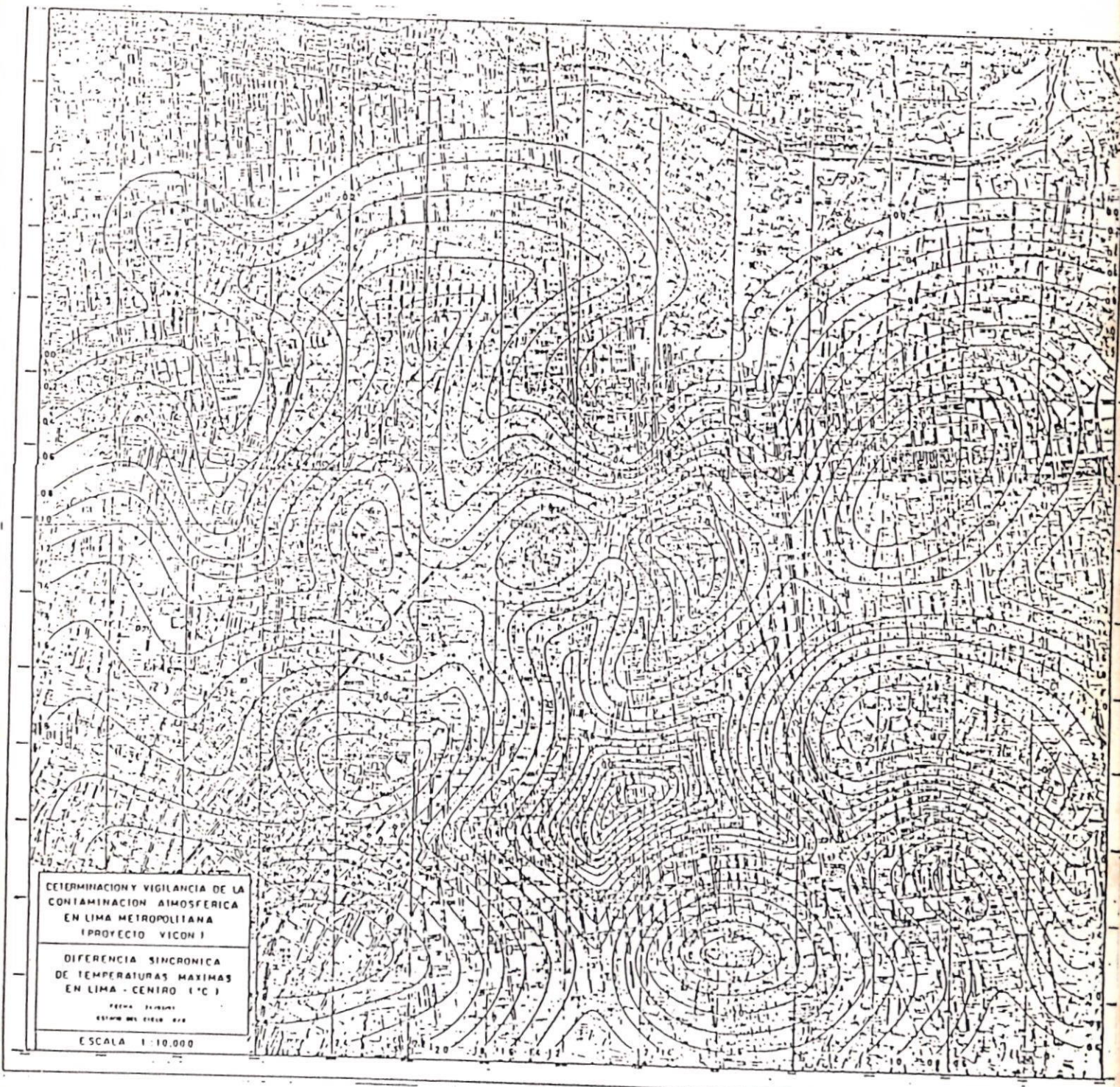


DETERMINACION Y VIGILANCIA DE LA
 CONTAMINACION ATMOSFERICA
 EN LIMA METROPOLITANA
 (PROYECTO VICCHI)

DIFERENCIA SINCRONICA
 DE TEMPERATURAS MINIMAS
 EN LIMA-CENIRO 1°C

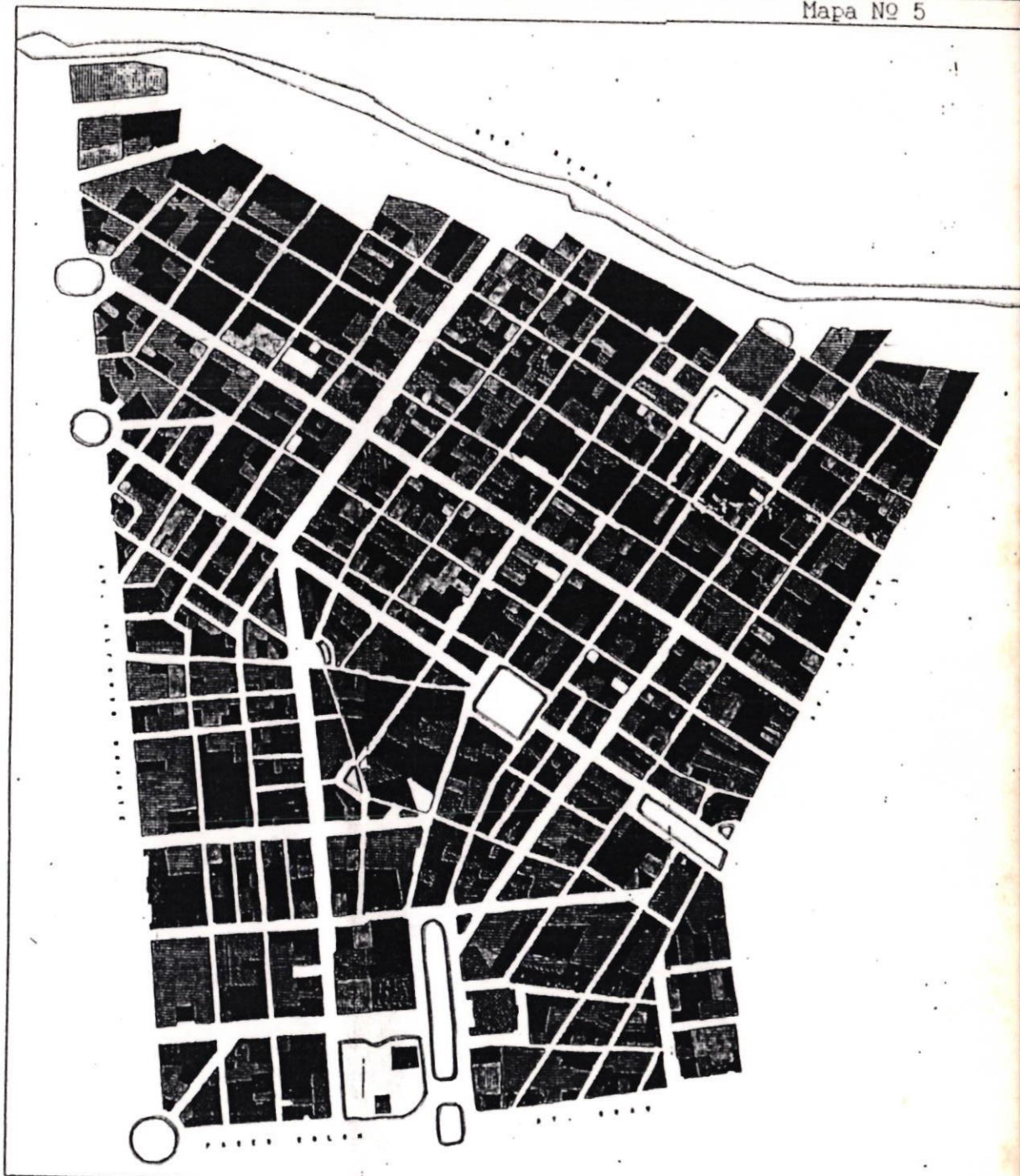
PERU - 1978
 ESTADIO DEL CIELO - 1/1

ESCALA 1:10000



REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE
LA CARTOGRAFÍA GEOGRÁFICA
DE LOS ESTADOS UNIDOS
(PROTECCIÓN LEGAL)

ALTURAS ABSOLUTAS DE
EDIFICACIONES EN EL
CENTRO DE LIMA
1991



LEYENDA

RANCO (METROS)

-  DE 0 A 2.15
-  DE 2.16 A 8.00
-  DE 8.01 A 15.00
-  DE 15.01 A 20.00
-  DE 20.01 A 30.00
-  DE 30.01 A MAS
-  PLATAS DE ESTAC.

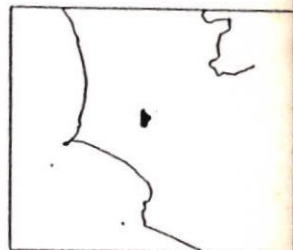
ESCALA 1:5,000



Centro de Ingeniería y Geodesia
Agraria del Desierto

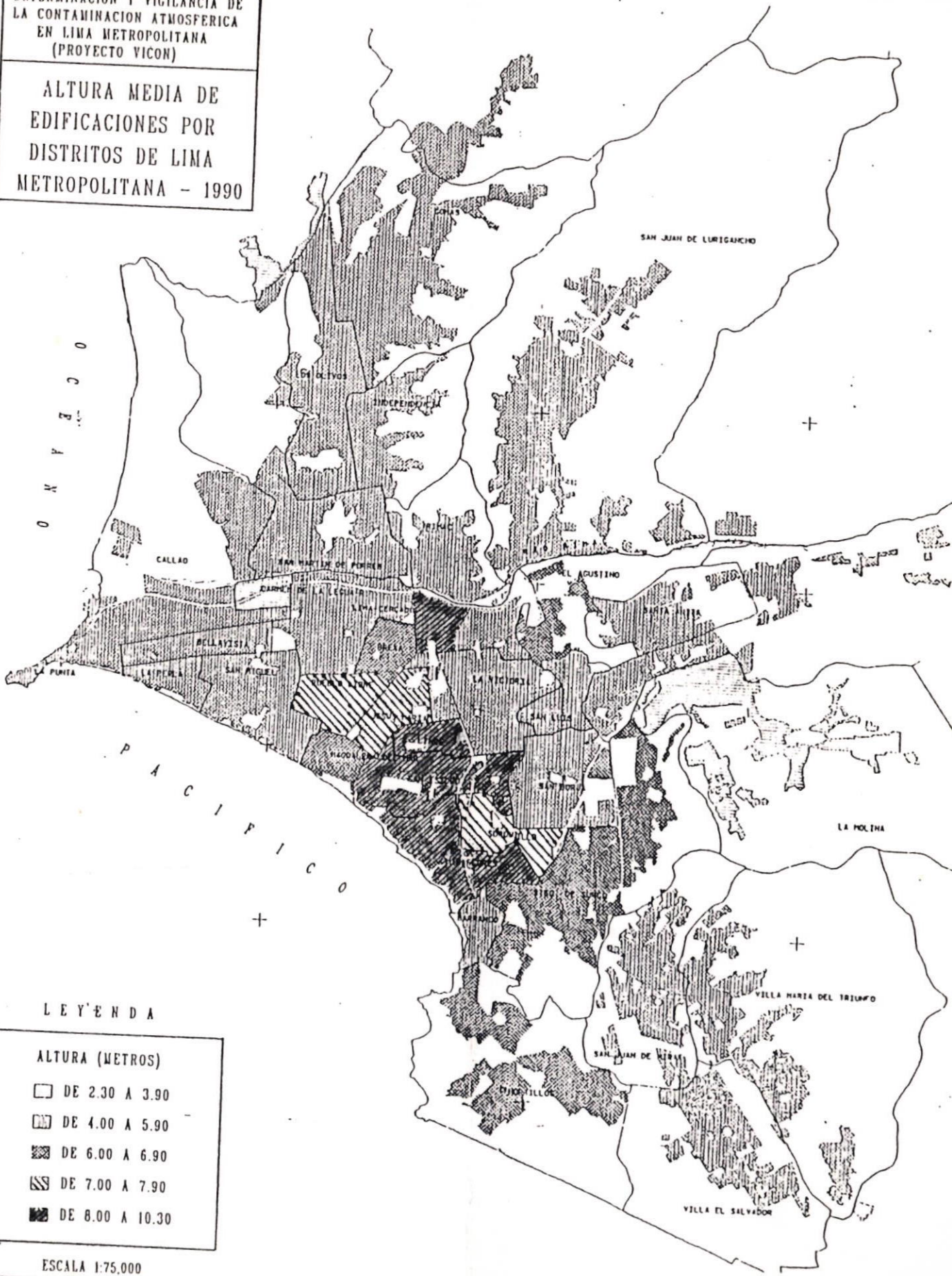


Unidad Técnica de Cartografía
516



DETERMINACION Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN LIMA METROPOLITANA (PROYECTO VICON)

ALTURA MEDIA DE EDIFICACIONES POR DISTRITOS DE LIMA METROPOLITANA - 1990



LEYENDA

ALTURA (METROS)

- DE 2.30 A 3.90
- ▤ DE 4.00 A 5.90
- ▥ DE 6.00 A 6.90
- ▧ DE 7.00 A 7.90
- ▨ DE 8.00 A 10.30

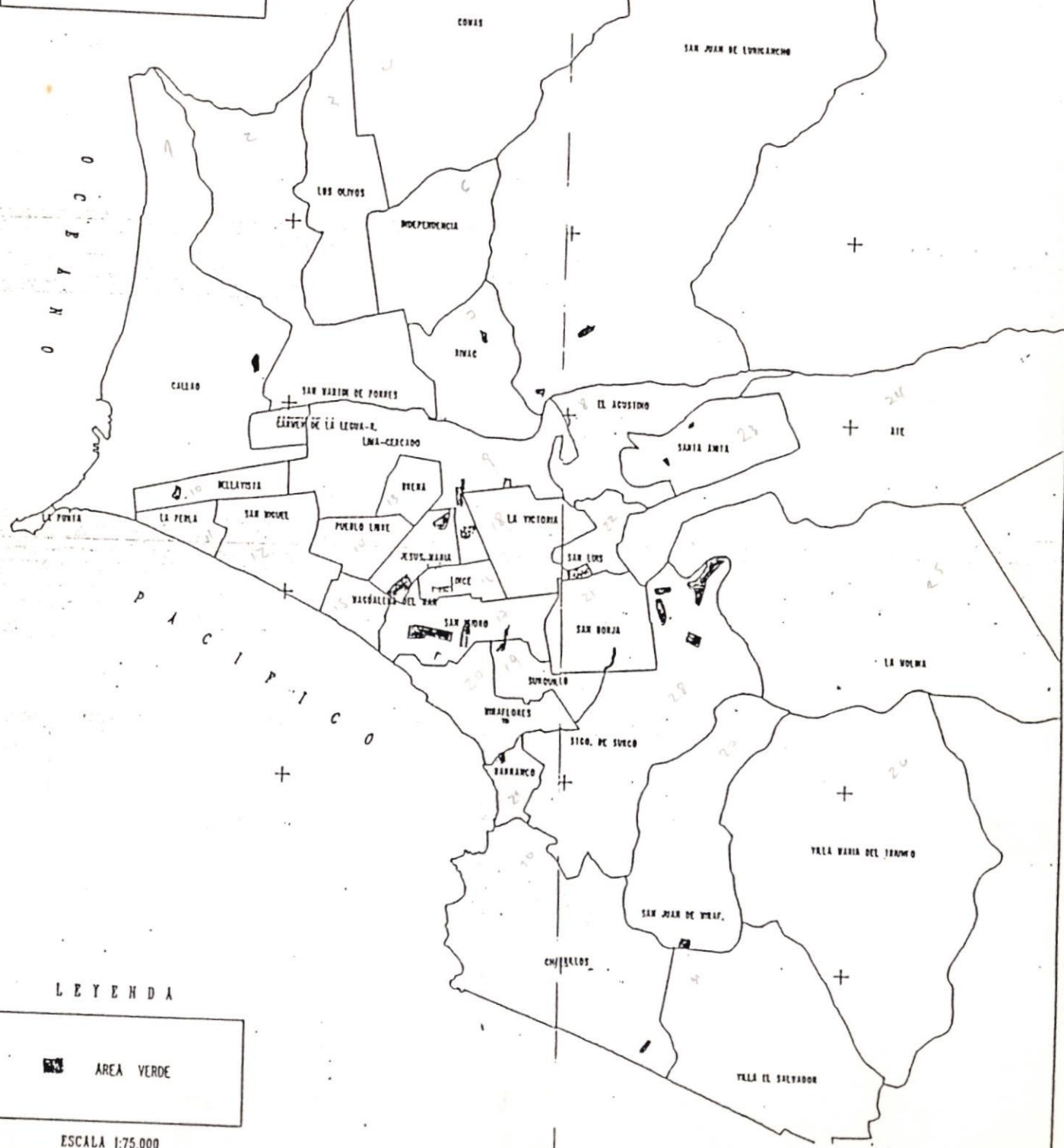
ESCALA 1:75.000

273,000

291,000

DETERMINACION Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN LIMA METROPOLITANA (PROYECTO YICON)

PRINCIPALES AREAS VERDES DE LIMA METROPOLITANA 1990



LEYENDA

AREA VERDE

ESCALA 1:75,000

273,000

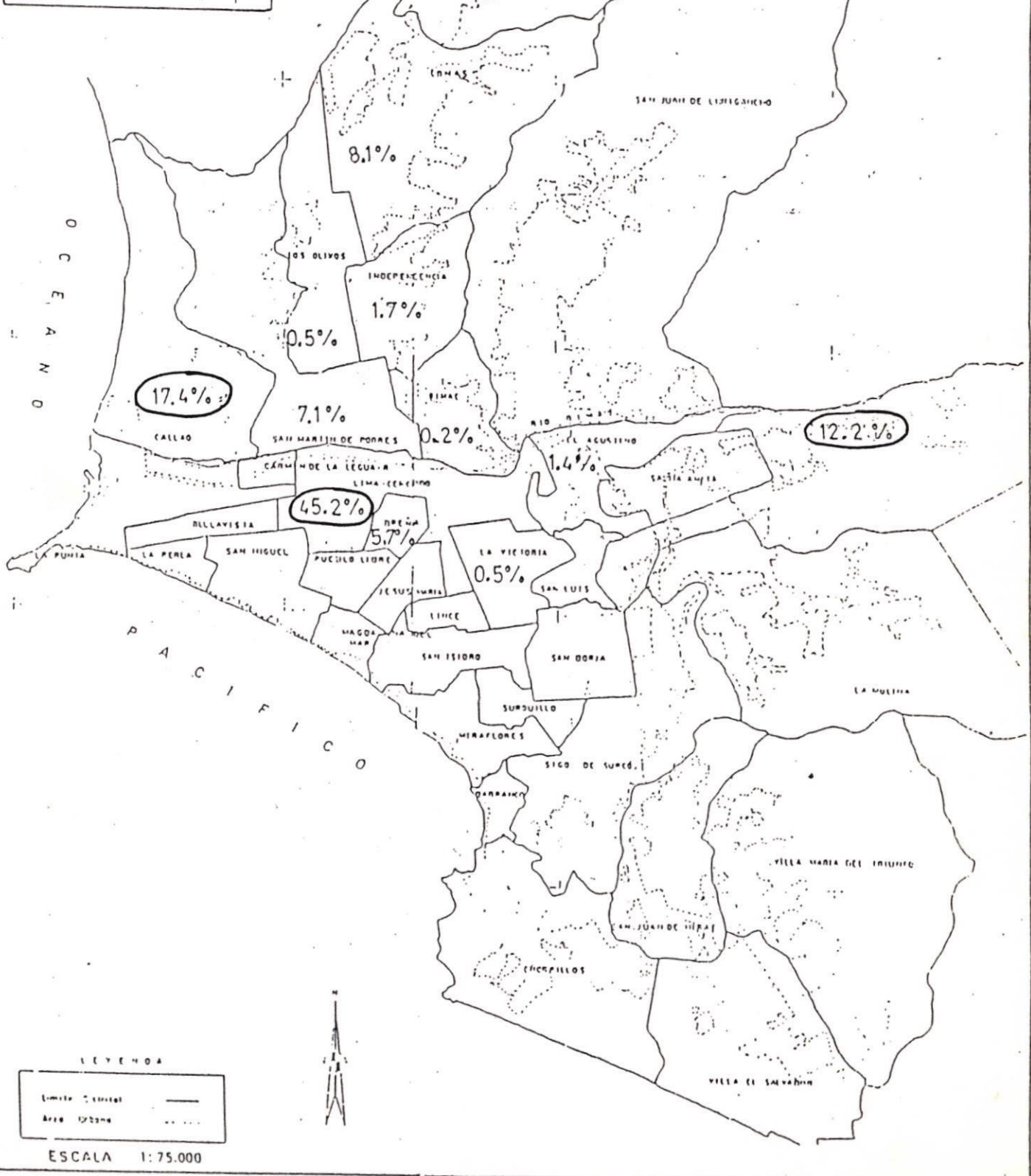
201,000

8 675,000

8 645,000

DETERMINACION Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN LIMA METROPOLITANA (PROYECTO VICONI)

Concentración Industrial por Ejes Viales



LEYENDA

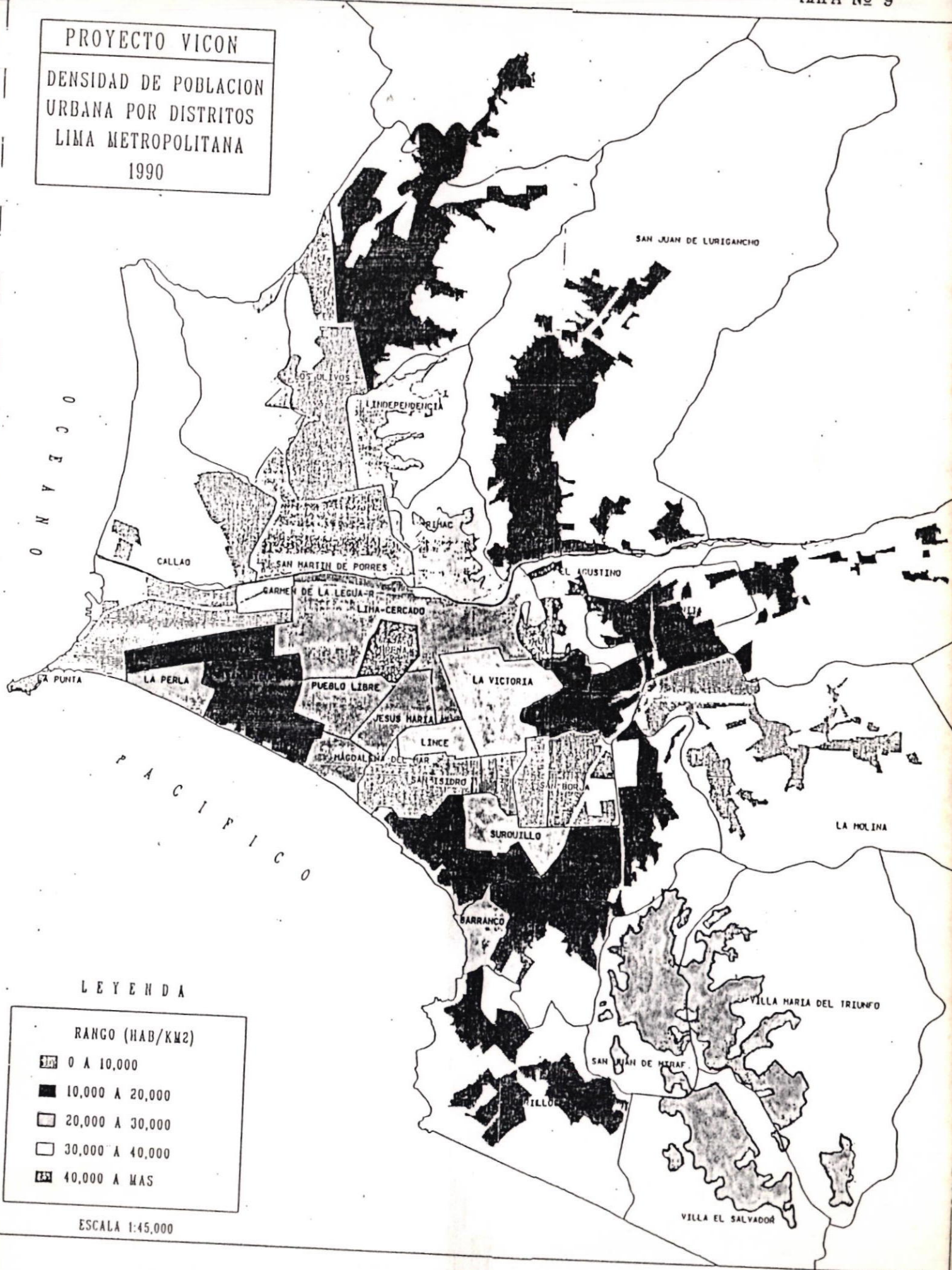
| | |
|------------------|-------|
| Limite Distrital | — |
| Area Urbana | |

ESCALA 1:75.000



PROYECTO VICON

DENSIDAD DE POBLACION
URBANA POR DISTRITOS
LIMA METROPOLITANA
1990



LEYENDA

RANGO (HAB/KM²)

- 0 A 10,000
- 10,000 A 20,000
- 20,000 A 30,000
- 30,000 A 40,000
- 40,000 A MAS

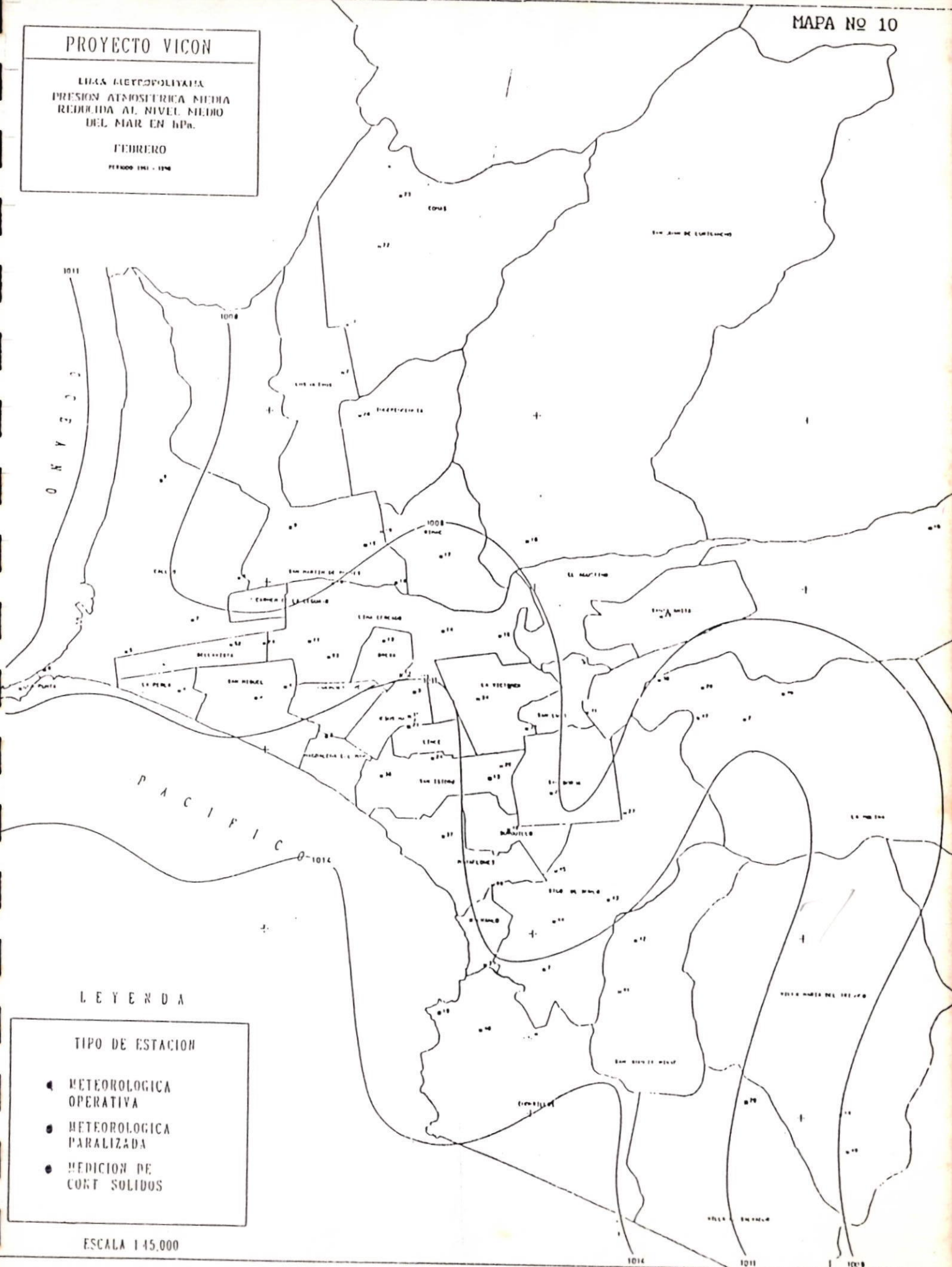
ESCALA 1:45,000

PROYECTO VICON

DATA METEOROLOGICA
PRESION ATMOSFERICA MEDIA
REDUCIDA AL NIVEL MEDIO
DEL MAR EN hPa.

FEBRERO

PERIODO 1961 - 1966



LEYENDA

TIPO DE ESTACION

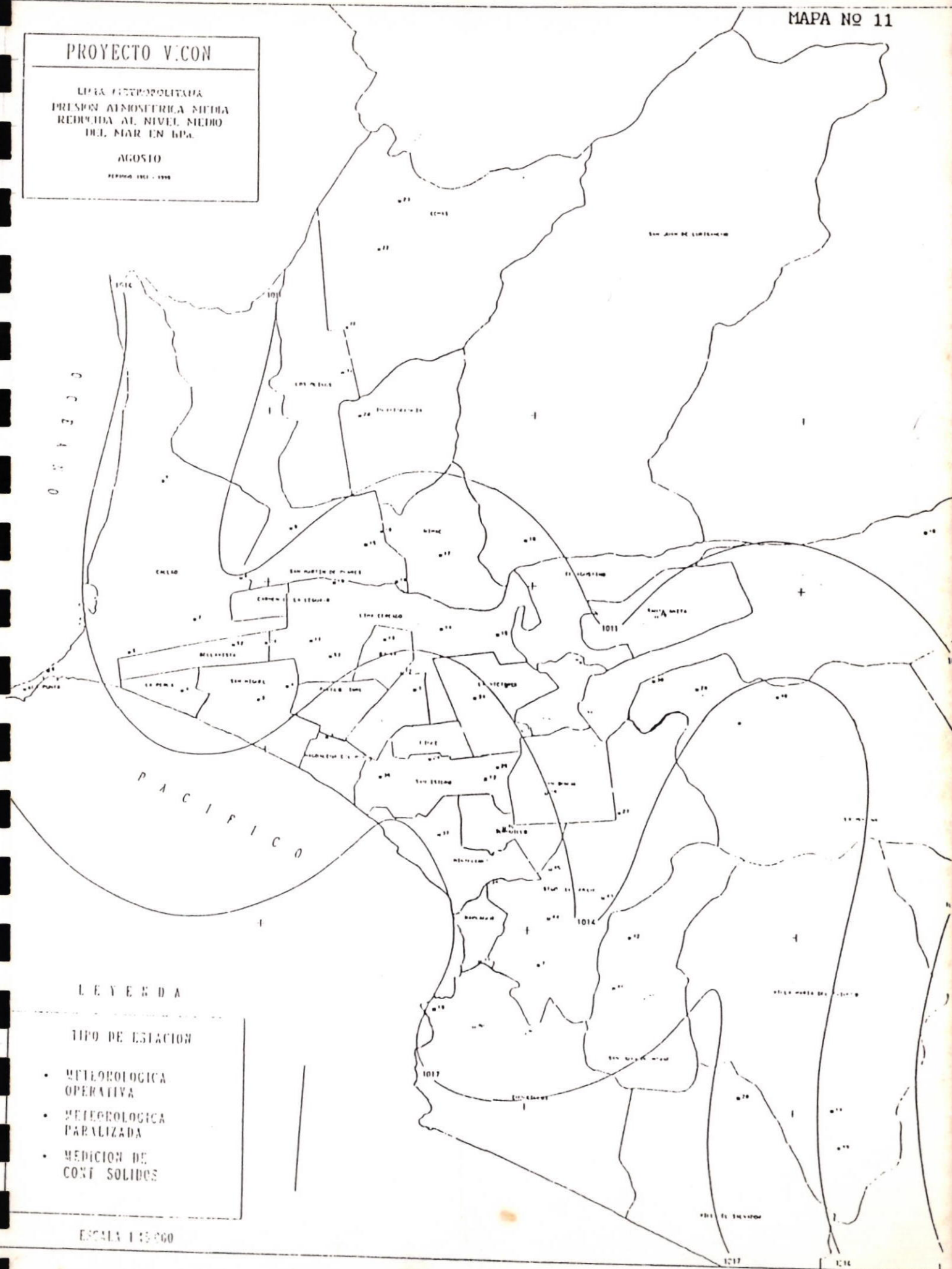
- METEOROLOGICA OPERATIVA
- METEOROLOGICA PARALIZADA
- MEDICION DE CORT SOLIDOS

ESCALA 1:45.000

PROYECTO VICON

LÍNEA METEOROLÓGICA
PRESIÓN ATMOSFERICA MEDIA
REDUCIDA AL NIVEL MEDIO
DEL MAR EN hPa.

AGOSTO
PERIODO 1951 - 1958



LEYENDA

TIPO DE ESTACION

- METEOROLOGICA OPERATIVA
- METEOROLOGICA PARALIZADA
- MEDICION DE COST SOLIDOS

ESCALA 1:50.000

PROYECTO VICON

URBA METROPOLITANA
TEMPERATURA MAXIMA MEDIA
en °C

ELBIRICO

PERUO 1961-1962

0 5 10 15 20 25 30

PACIFICO

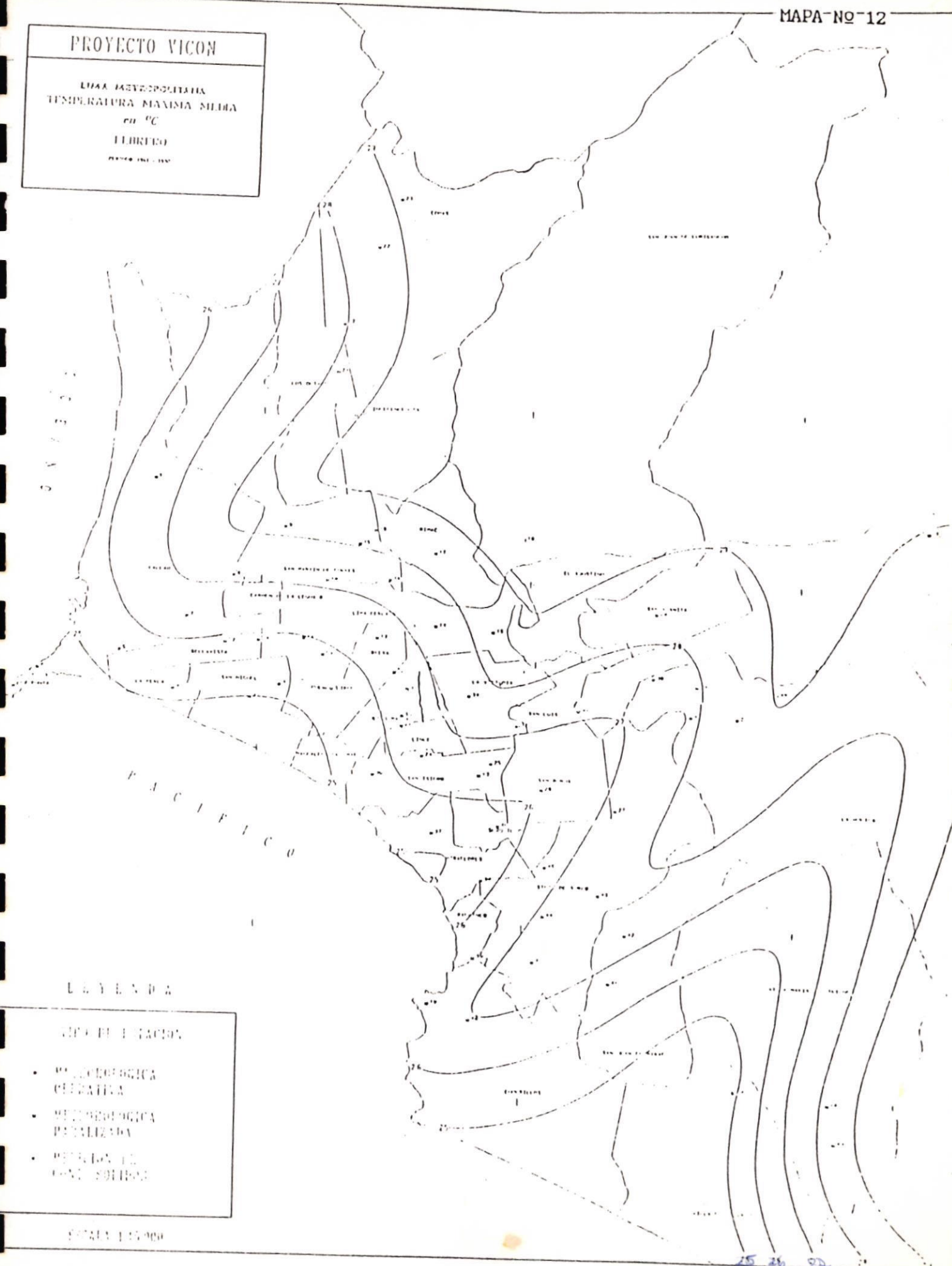
LEYENDA

TIPO DE UBICACION

- METROPOLITANA GENERAL
- METROPOLITANA ESPECIALIZADA
- PERIFERIA DE GRAN SOLIDOS

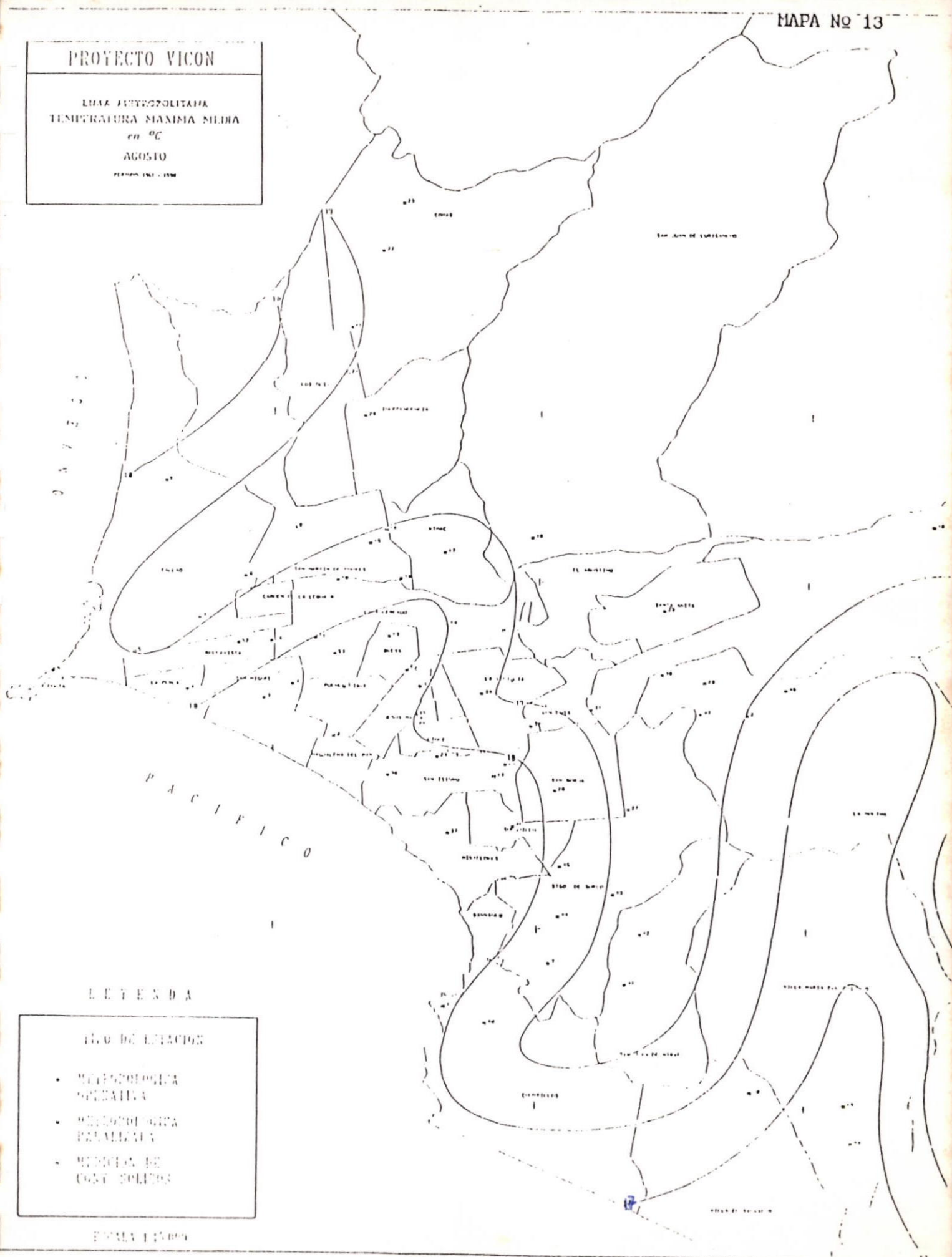
ESCALA 1:50,000

25 26 27



PROYECTO VICON

LINEA METEOROLOGICA
TEMPERATURA MAXIMA MEDIA
en °C
AGOSTO
PERIODO 1961-1966



LEYENDA

TIPO DE LINEAS

- METEOROLOGICA
- METEOROLOGICA
- METEOROLOGICA

PROYECTO VICON

LÍNEA ISOTERMICA
TEMPERATURA MINIMA MEDIA
en °C
FEBRERO
PERU 1950 - 1952

CAYAJA

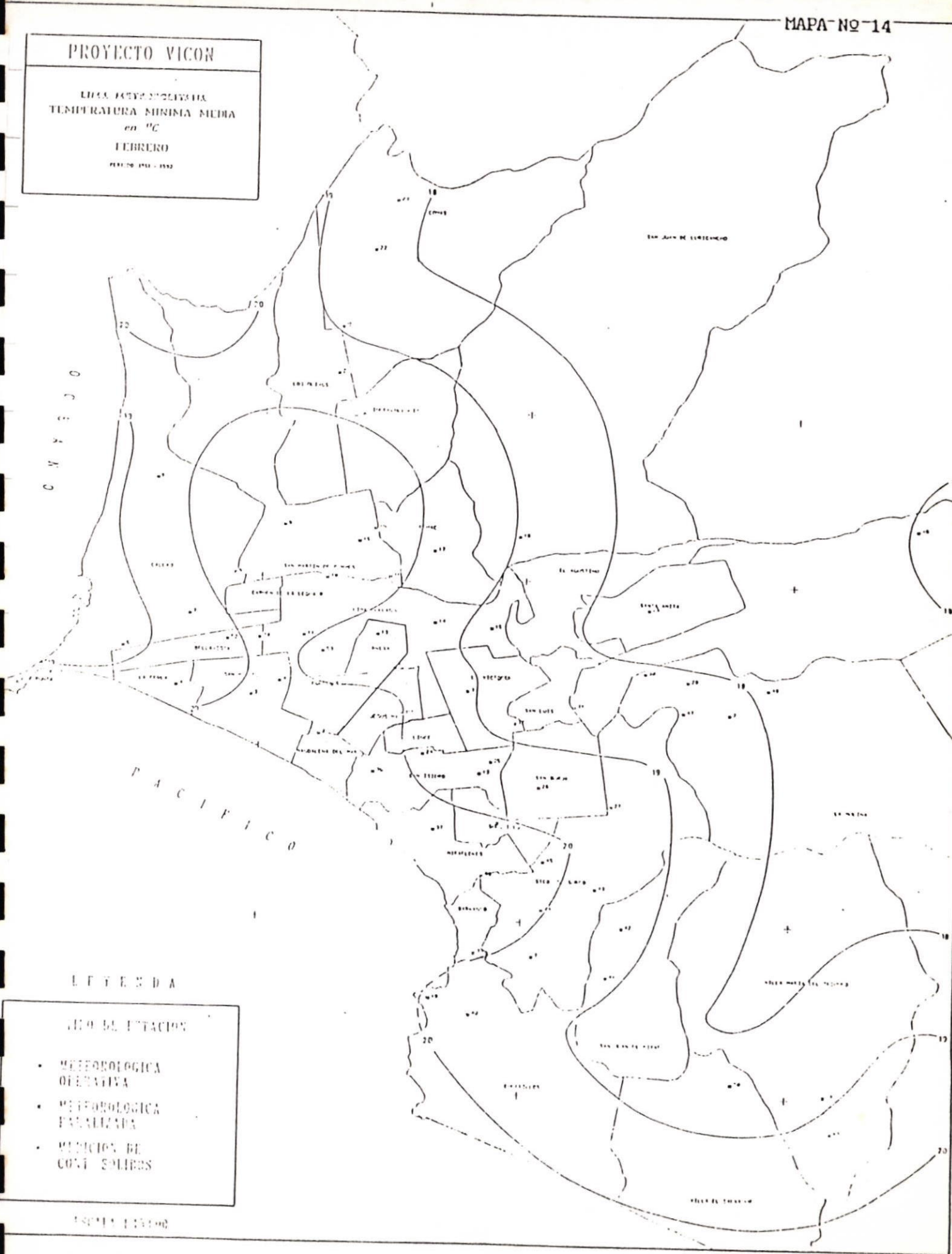
PACIFICO

LEYENDA

TIPO DE ESTACION

- METEOROLOGICA OPERATIVA
- METEOROLOGICA PASADIZA
- MEDICION DE CONT. SOLARES

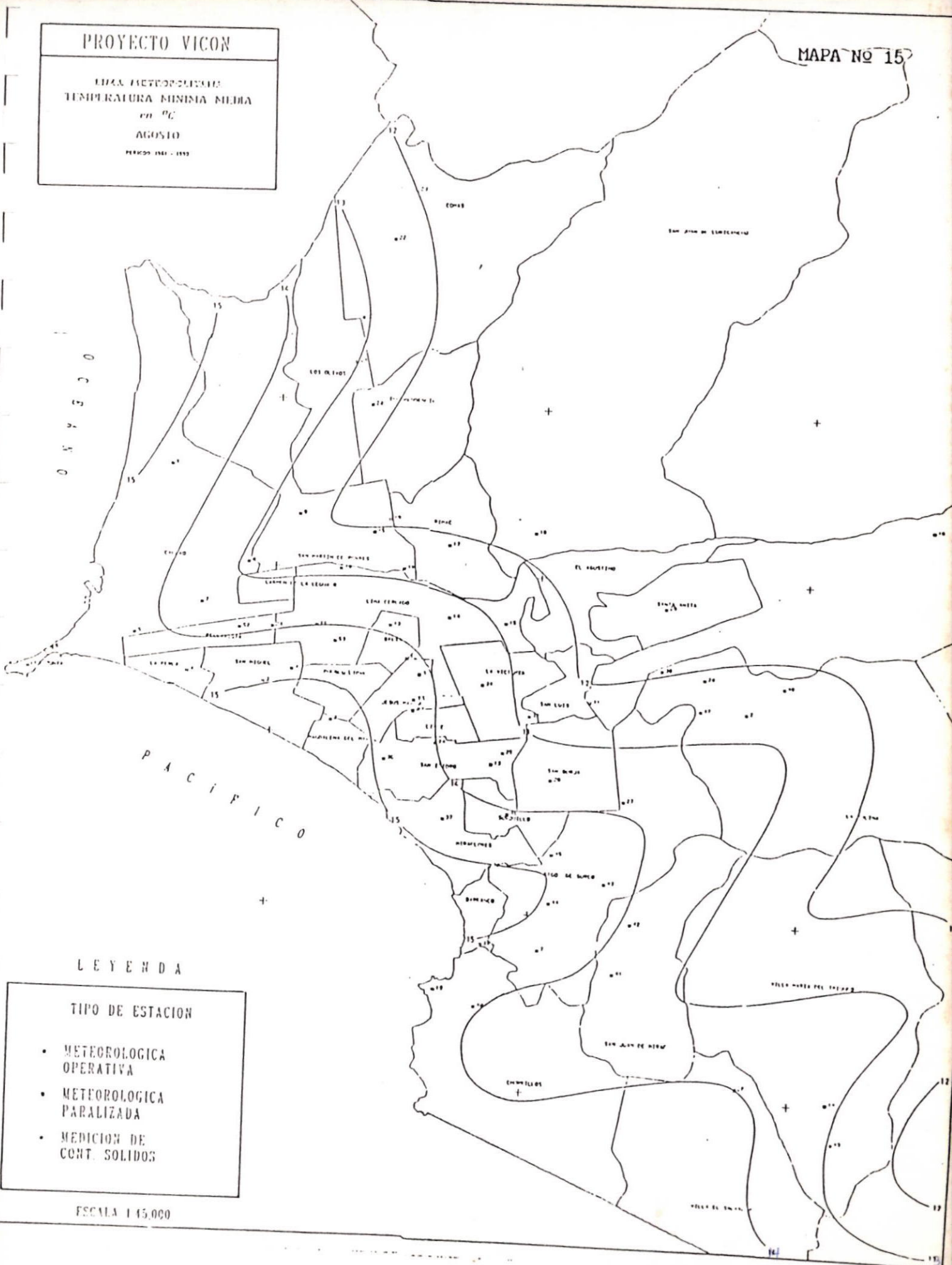
ESCALA 1:100000



PROYECTO VICON

ETAPA METEOROLOGICA
 TEMPERATURA MINIMA MEDIA
 en °C
 AGOSTO
 PERIODO 1961 - 1970

MAPA NO 15



LEYENDA

TIPO DE ESTACION

- METEOROLOGICA OPERATIVA
- METEOROLOGICA PARALIZADA
- MEDICION DE CONT. SOLIDOS

ESCALA 1:45,000

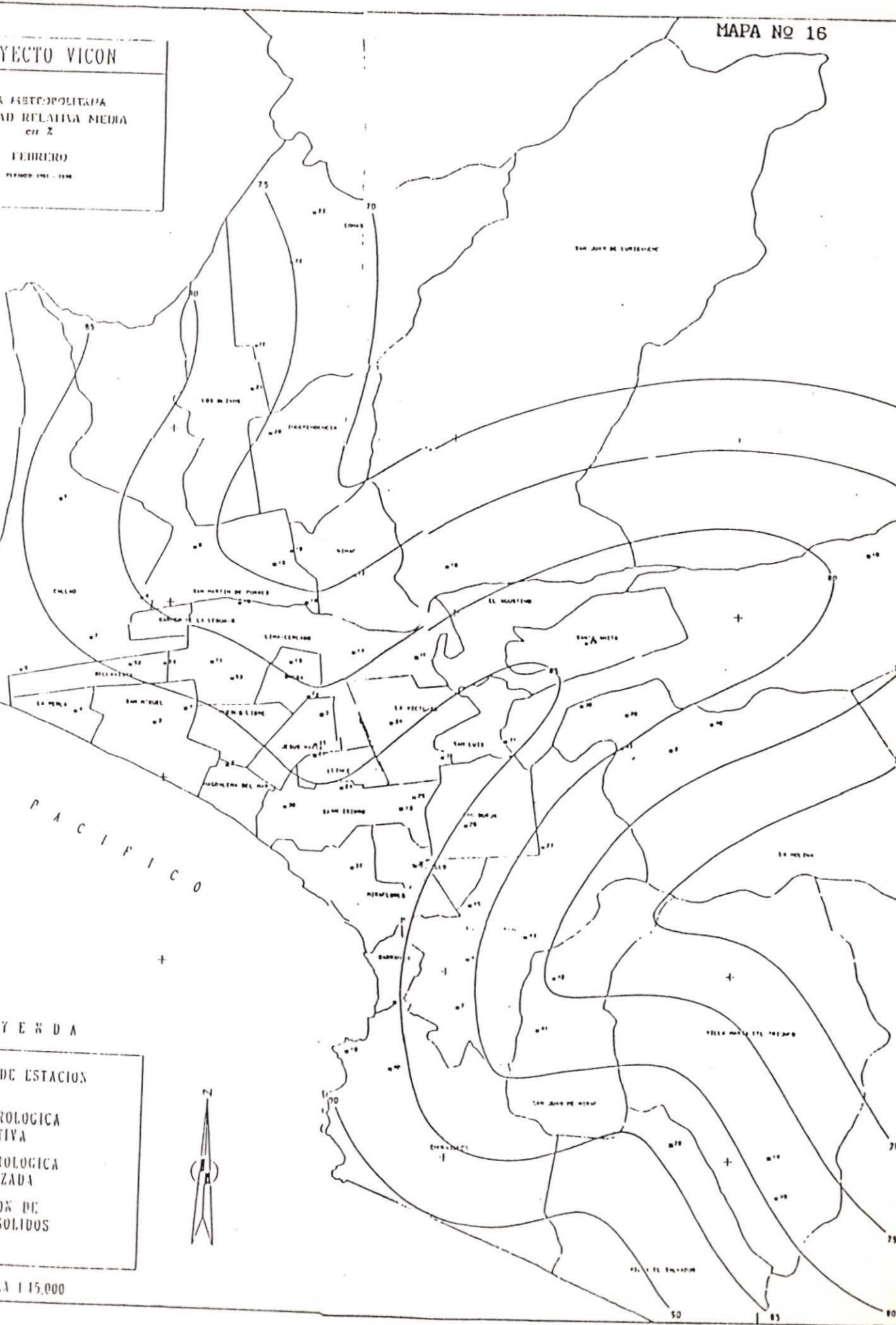
PROYECTO VICON

LÍNEA METEOROLÓGICA
HUMEDAD RELATIVA MEDIA
EN 2

FEBRERO
PERIODO 1961 - 1966

O
N
S
E
C
O

P
A
C
I
F
I
C
O



LEYENDA

TIPO DE ESTACIOS

- METEOROLOGICA OPERATIVA
- METEOROLOGICA PARALIZADA
- MEDICION DE CONT SOLIDOS



ESCALA 1:15,000

PROYECTO VICON

REGIA ETNOLOGICA
HUMEDAD RELATIVA MEDIA
en 2

AGOSTO

1958

0 1 2 3 4 5

PACIFICO

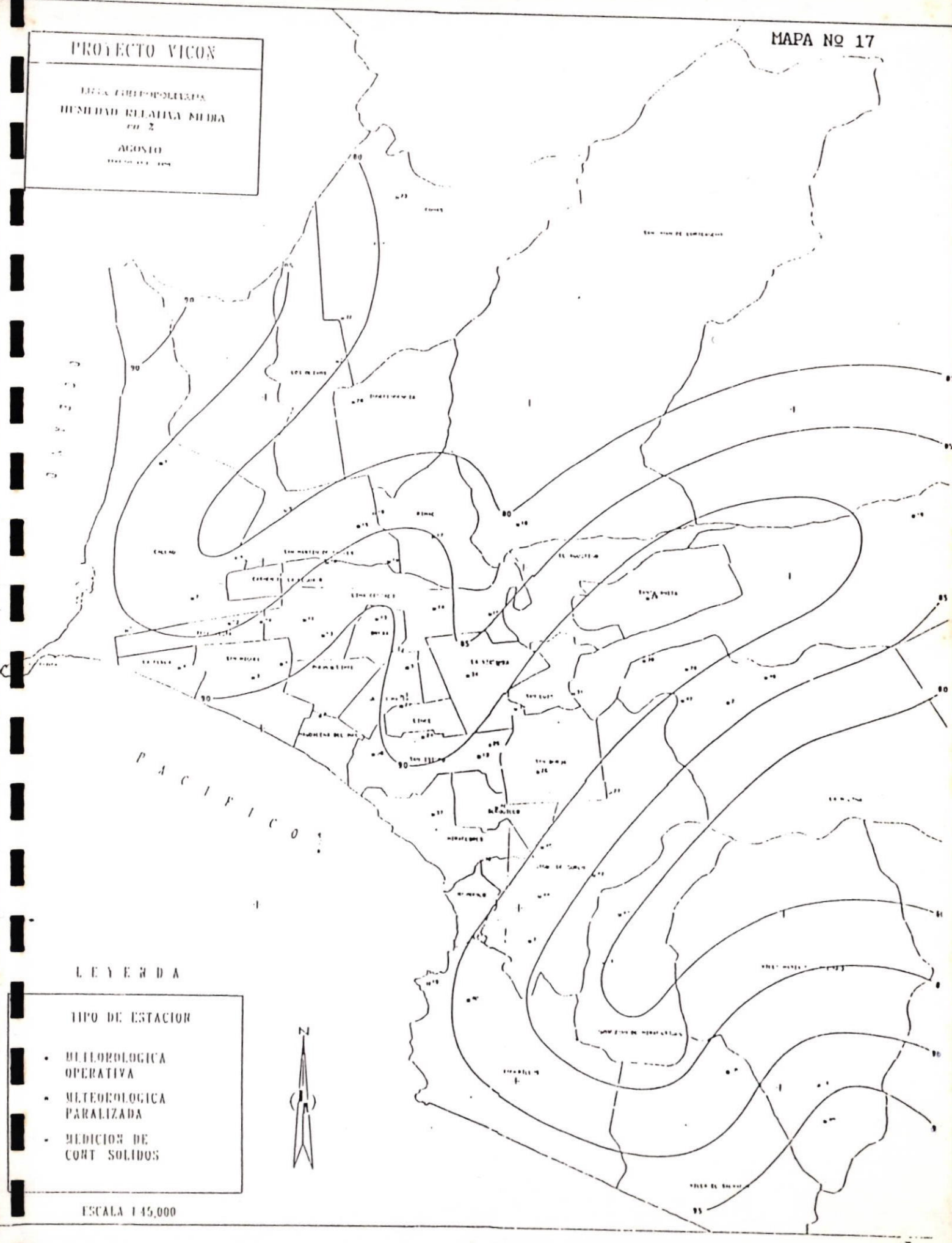
LEYENDA

TIPO DE ESTACION

- METEOROLOGICA OPERATIVA
- METEOROLOGICA PARALIZADA
- MEDICION DE CONT SOLIDOS



ESCALA 1:45,000

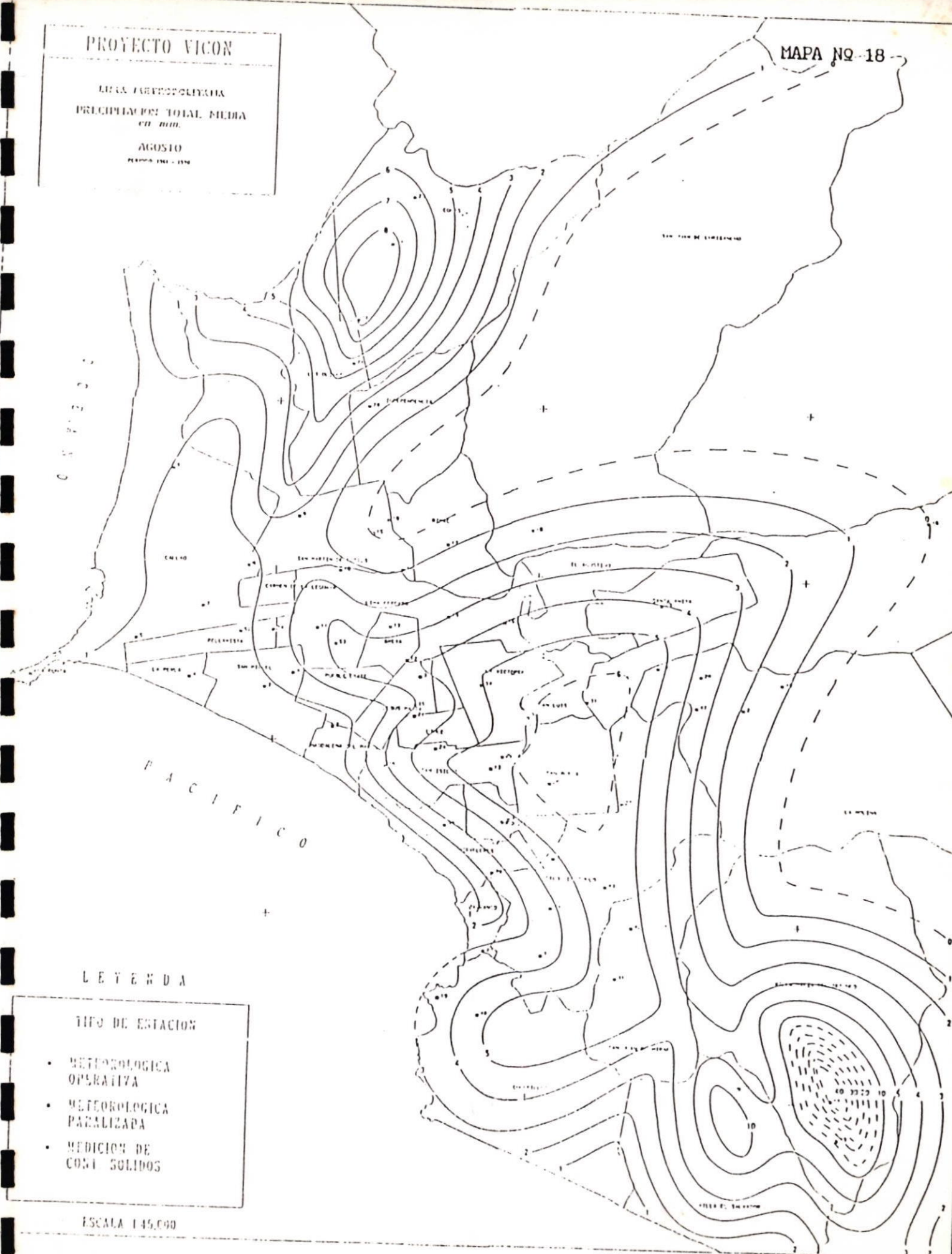


PROYECTO VICON

LINEA ISOPRECIPITACION
PRECIPITACION TOTAL MEDIA
en mil.

AGOSTO
PERUO 1961 - 1970

MAPA Nº 18



LEYENDA

TIPO DE ESTACION

- METEOROLOGICA OPERATIVA
- METEOROLOGICA PARALIZADA
- MEDICION DE COSA SOLIDOS

ESCALA 1:45,000

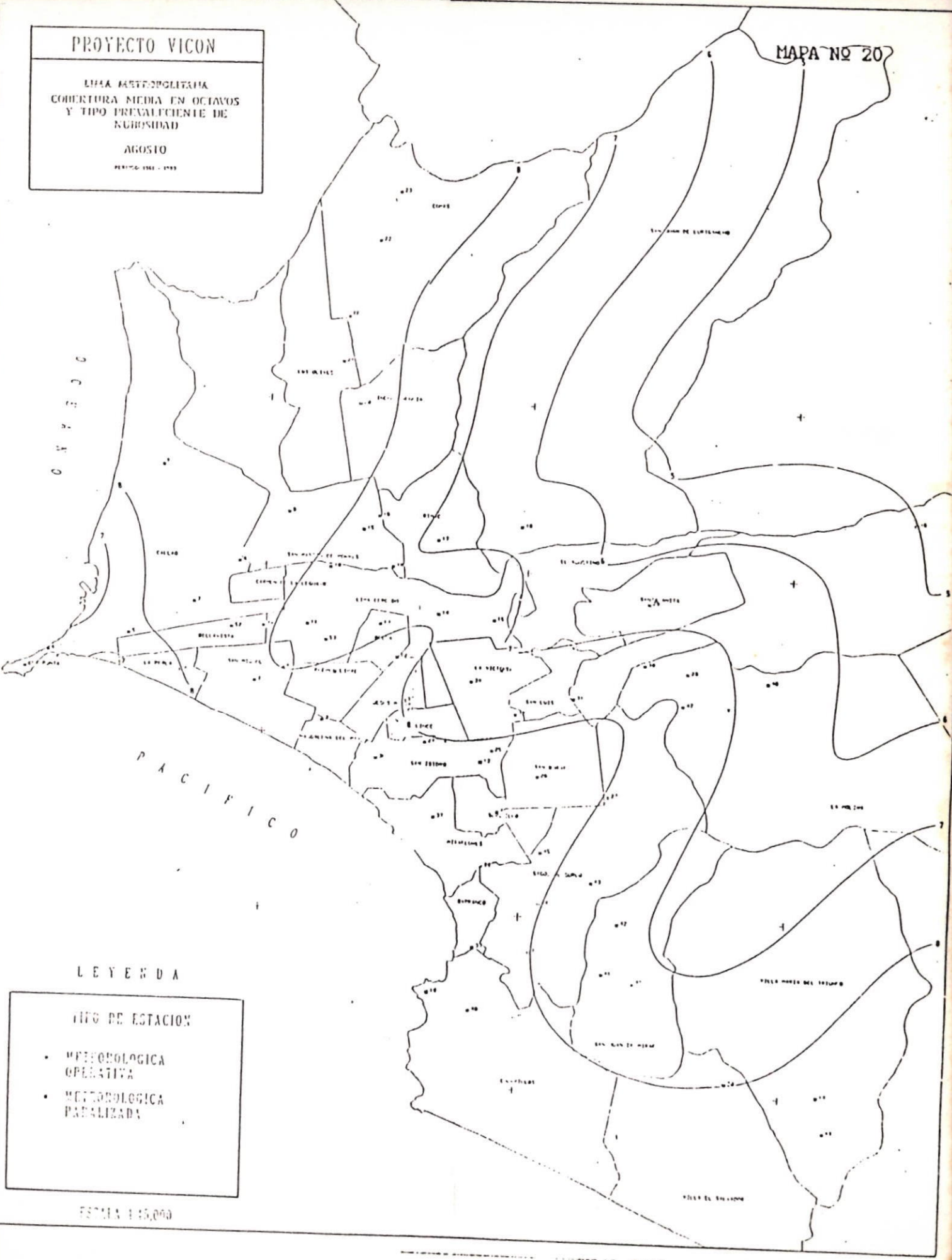
PROYECTO VICON

UMA METEOROLÓGICA
 COBERTURA MEDIA EN OCTAVOS
 Y TIPO PREVALENTE DE
 NUBOSIDAD

AGOSTO

PERIODO 1961 - 1962

MAPA Nº 20



LEYENDA

TIPO DE ESTACION

- METEOROLOGICA OPERATIVA
- METEOROLOGICA PARALIZADA

ESCALA 1:15,000

PROYECTO VICON

LÍNEA METROPOLITANA
VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO
en m/s.

ANUAL

PERIODO: 1961 - 1990

O C E A N O

P A C I F I C O

LEYENDA

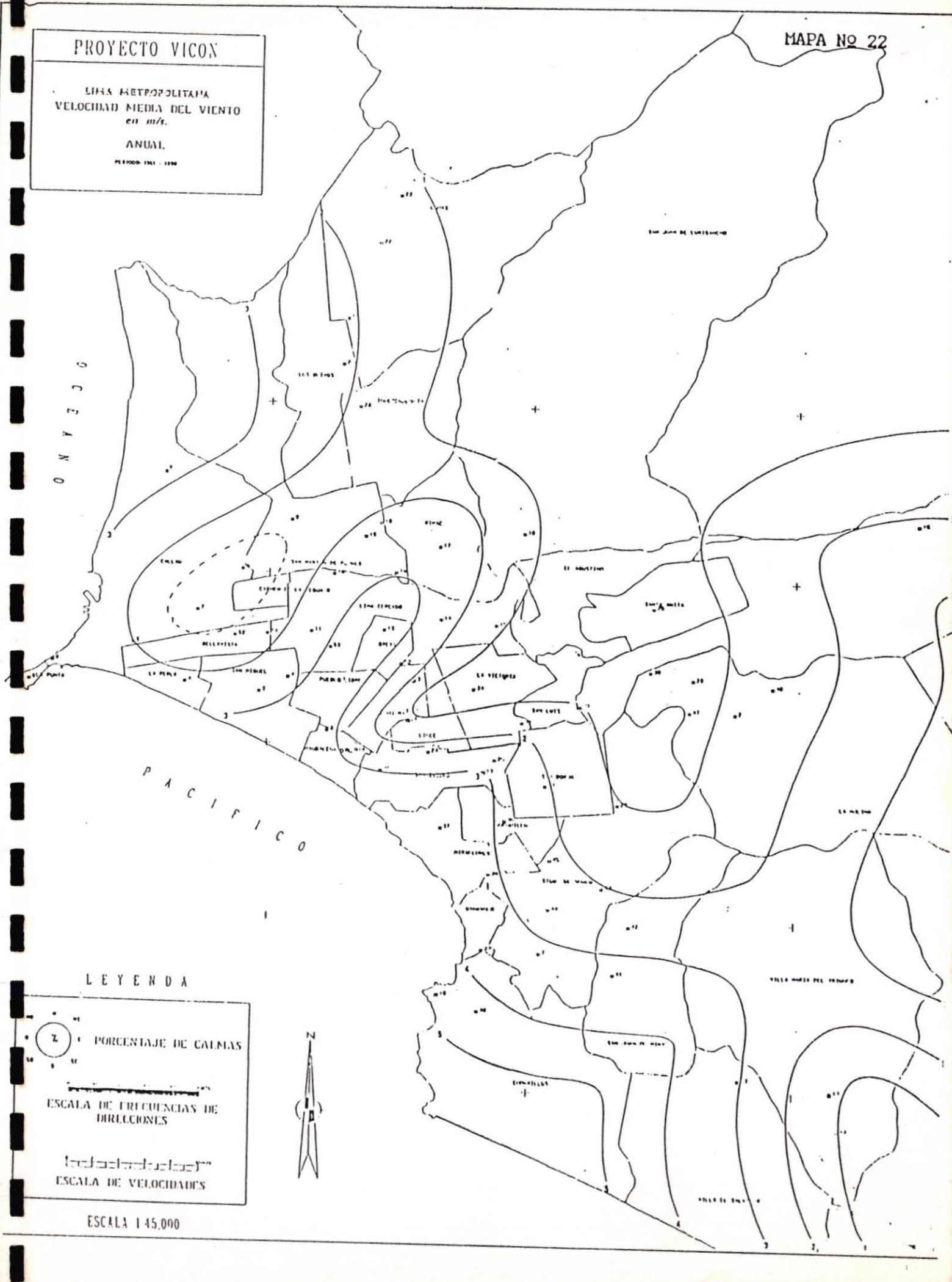
7
● PERCENTAJE DE CALMAS

ESCALA DE FRECUENCIAS DE DIRECCIONES

ESCALA DE VELOCIDADES



ESCALA 1:45,000



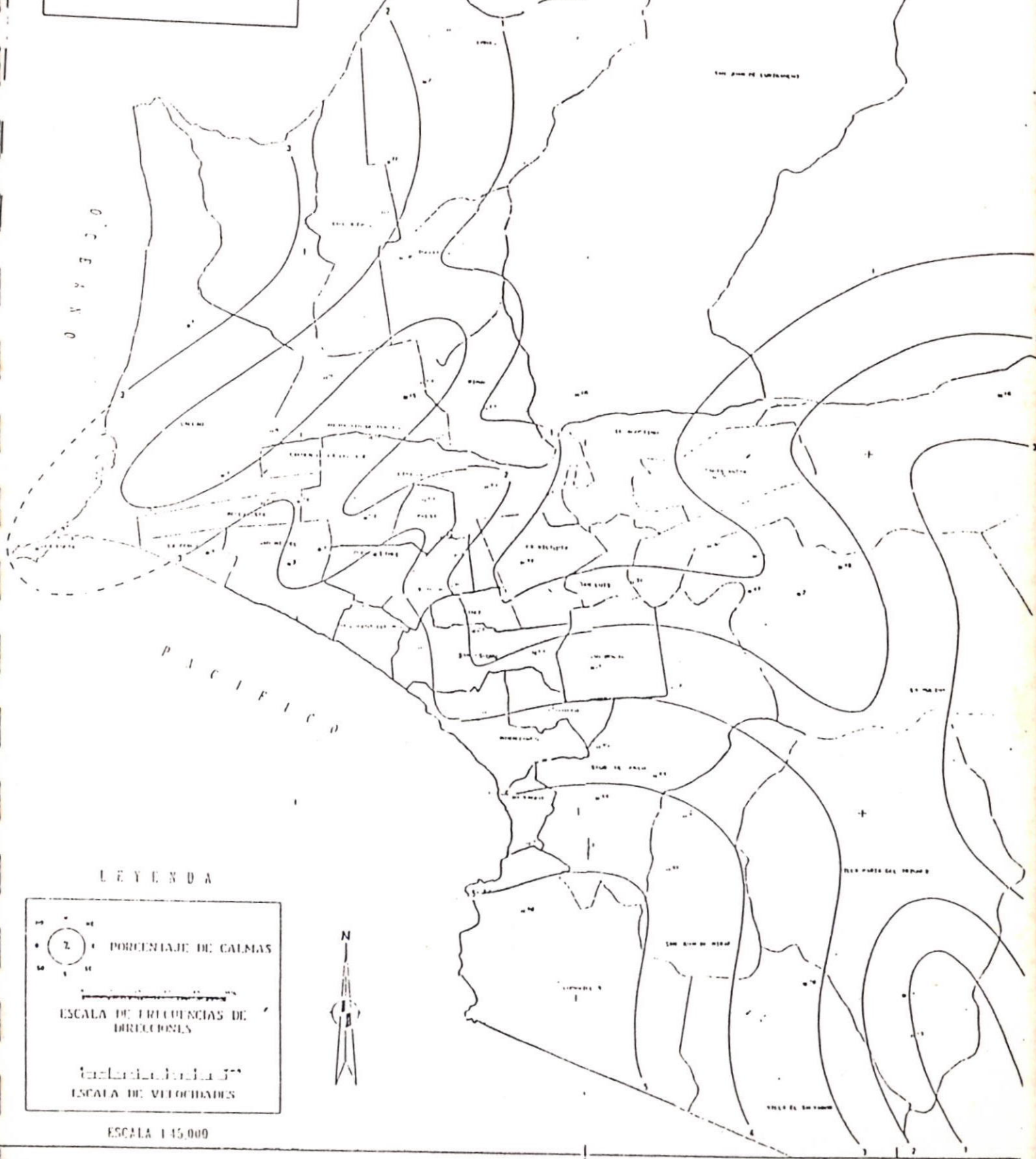
PROYECTO VICON

MAPA N° 23

AREA FUENTE DE VIENTO
VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO
en m/s.

FEBRERO

PERIODO 1941 - 1942



LEYENDA

LEYENDA

● 2 ● PORCENTAJE DE CALMAS

ESCALA DE FRECUENCIAS DE DIRECCIONES

ESCALA DE VELOCIDADES

ESCALA 1:45,000

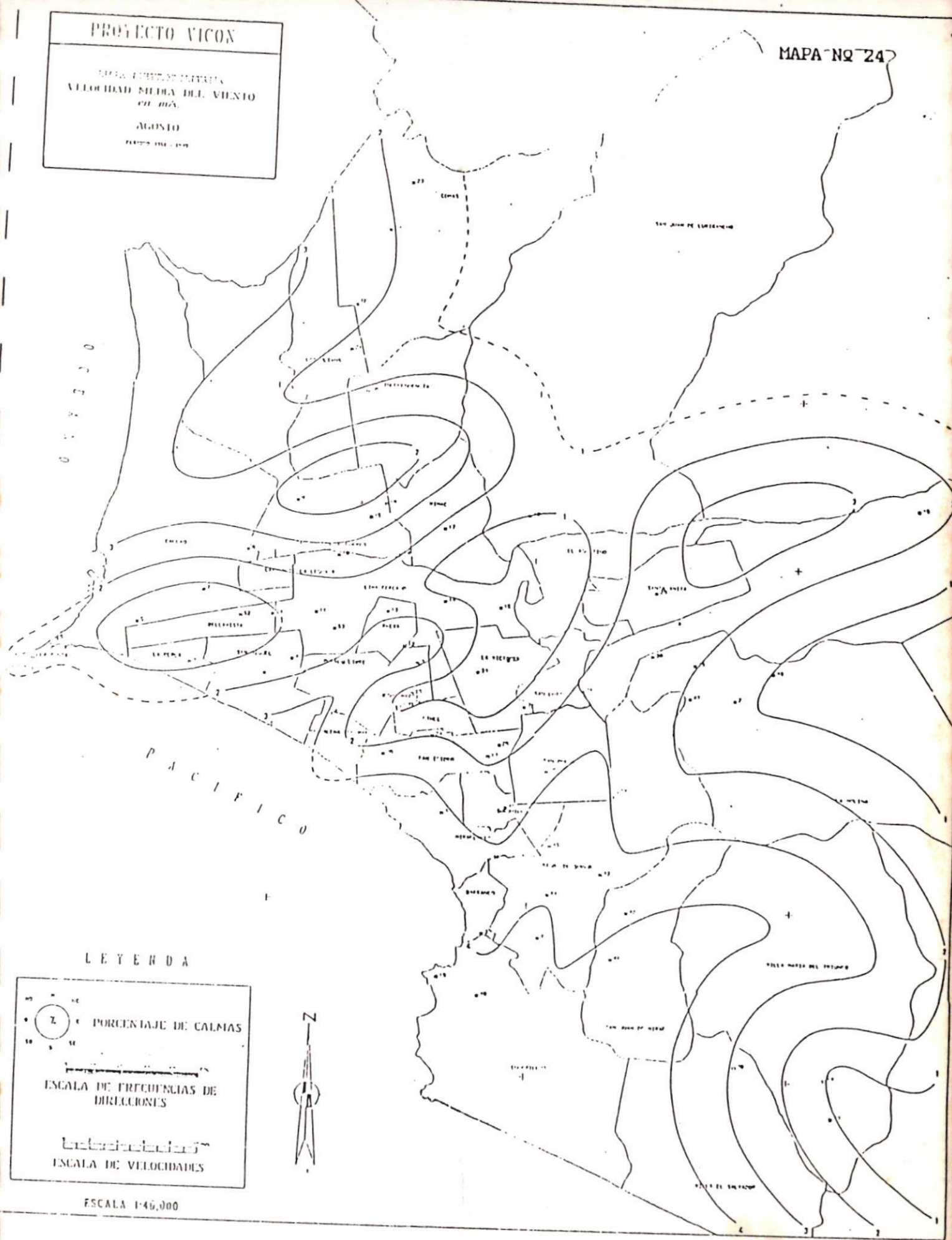
PROYECTO VICON

VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO
en m/s.

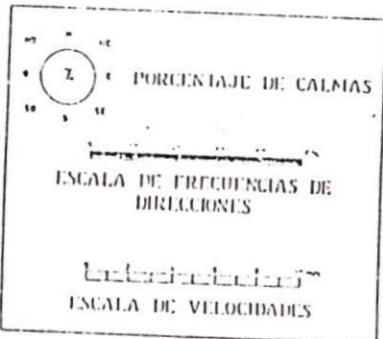
AGOSTO

1957-1958

MAPA N° 24



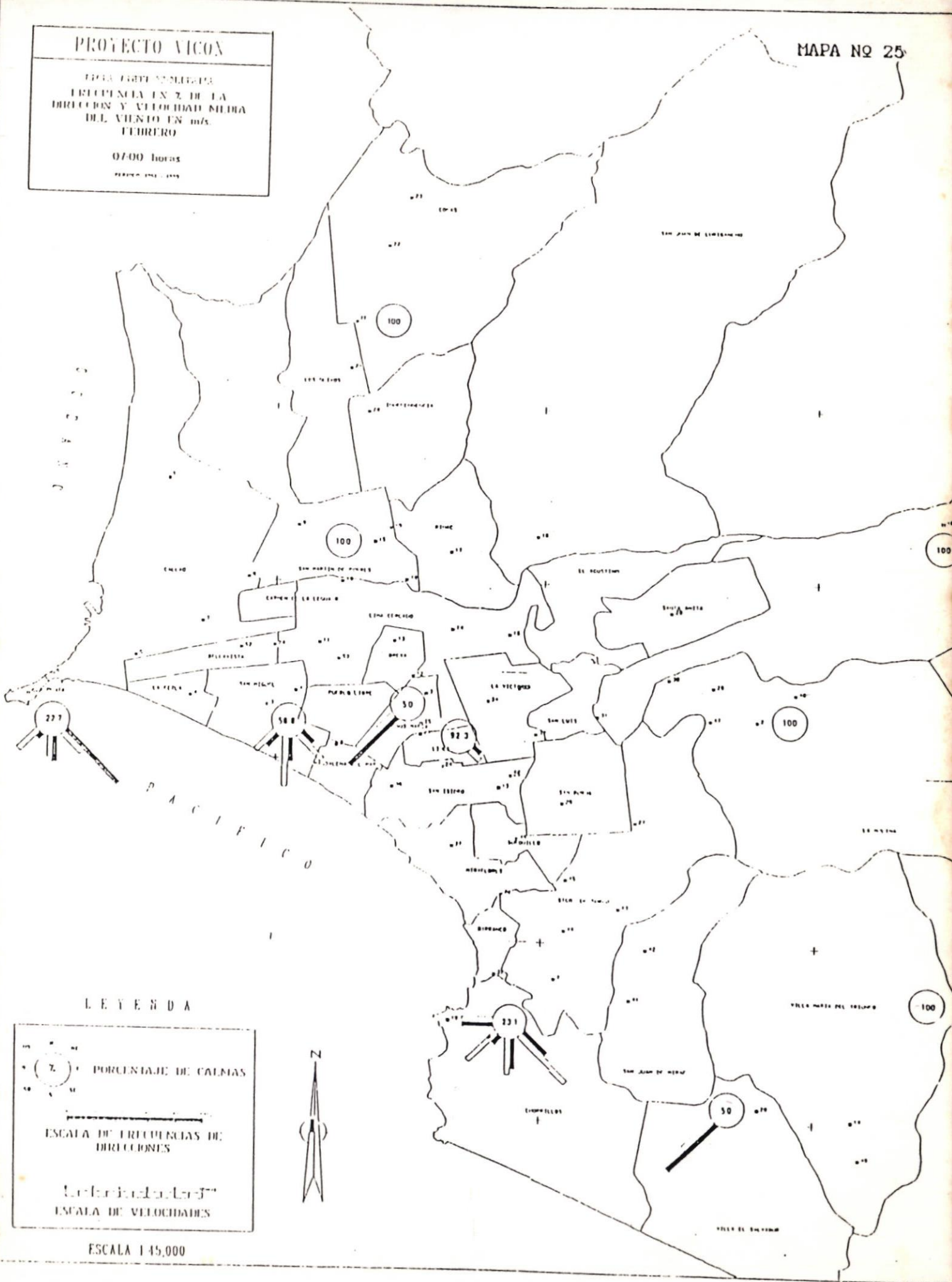
LEYENDA



PROYECTO VICON

ESTADÍSTICA DE LAS
FRECUENCIAS EN 7 DE LA
DIRECCION Y VELOCIDAD MEDIA
DEL VIENTO EN m/s.

FEBRERO
0700 horas



LEYENDA

PORCENTAJE DE CALMAS
ESCALA DE FRECUENCIAS DE DIRECCIONES
ESCALA DE VELOCIDADES

ESCALA 1:45,000

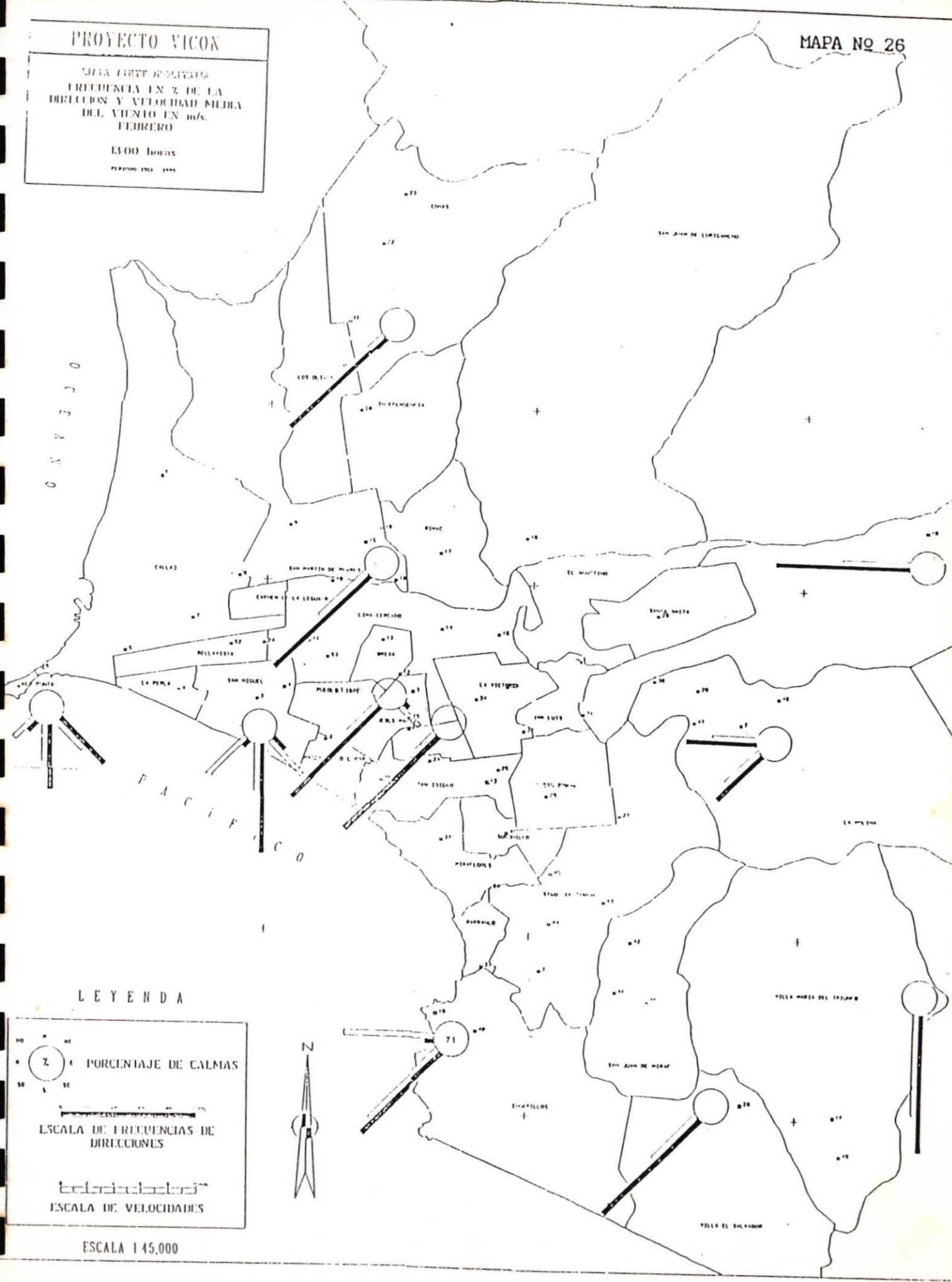


PROYECTO VICON

SEMA TRIPULADA
FRECUENCIA EN % DE LA
DIRECCION Y VELOCIDAD MEDIA
DEL VIENTO EN HRS.
FEBRERO

1300 horas
PERIODO: 1961-1962

MAPA NO 26



LEYENDA

71 PORCENTAJE DE CALMAS

ESCALA DE FRECUENCIAS DE DIRECCIONES

ESCALA DE VELOCIDADES

ESCALA 1:45,000

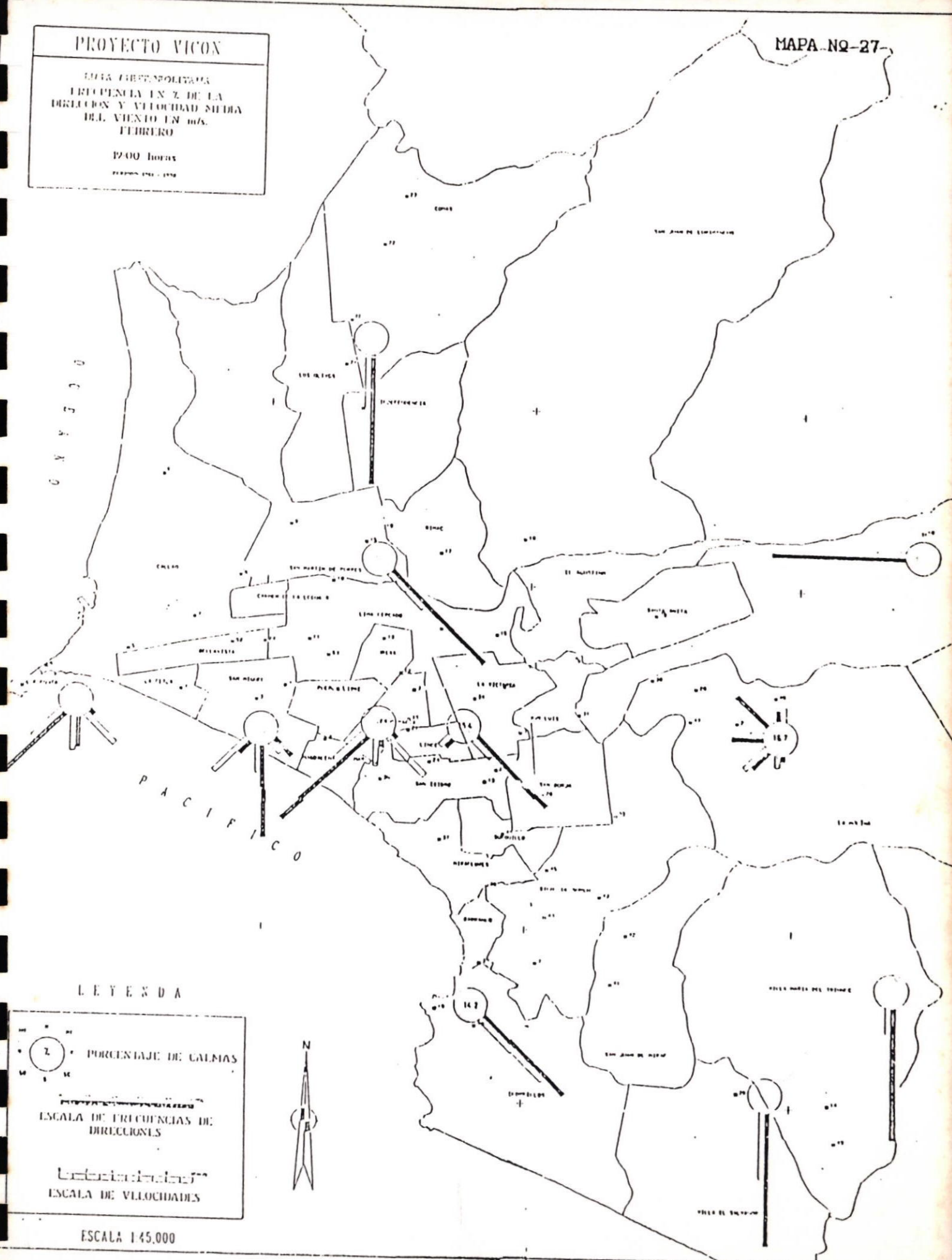
PROYECTO VICON

DATA ESTADÍSTICA
FRECUENCIA EN % DE LA
DIRECCION Y VELOCIDAD MEDIA
DEL VIENTO EN HRS.
FEBRERO

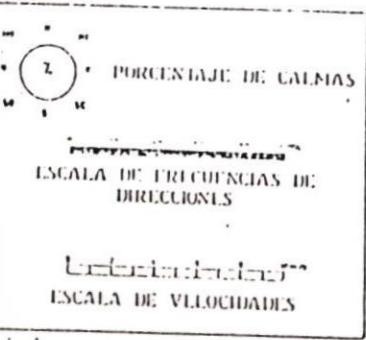
1900 horas

ESTACION 1901-1902

MAPA NQ-27



LEYENDA



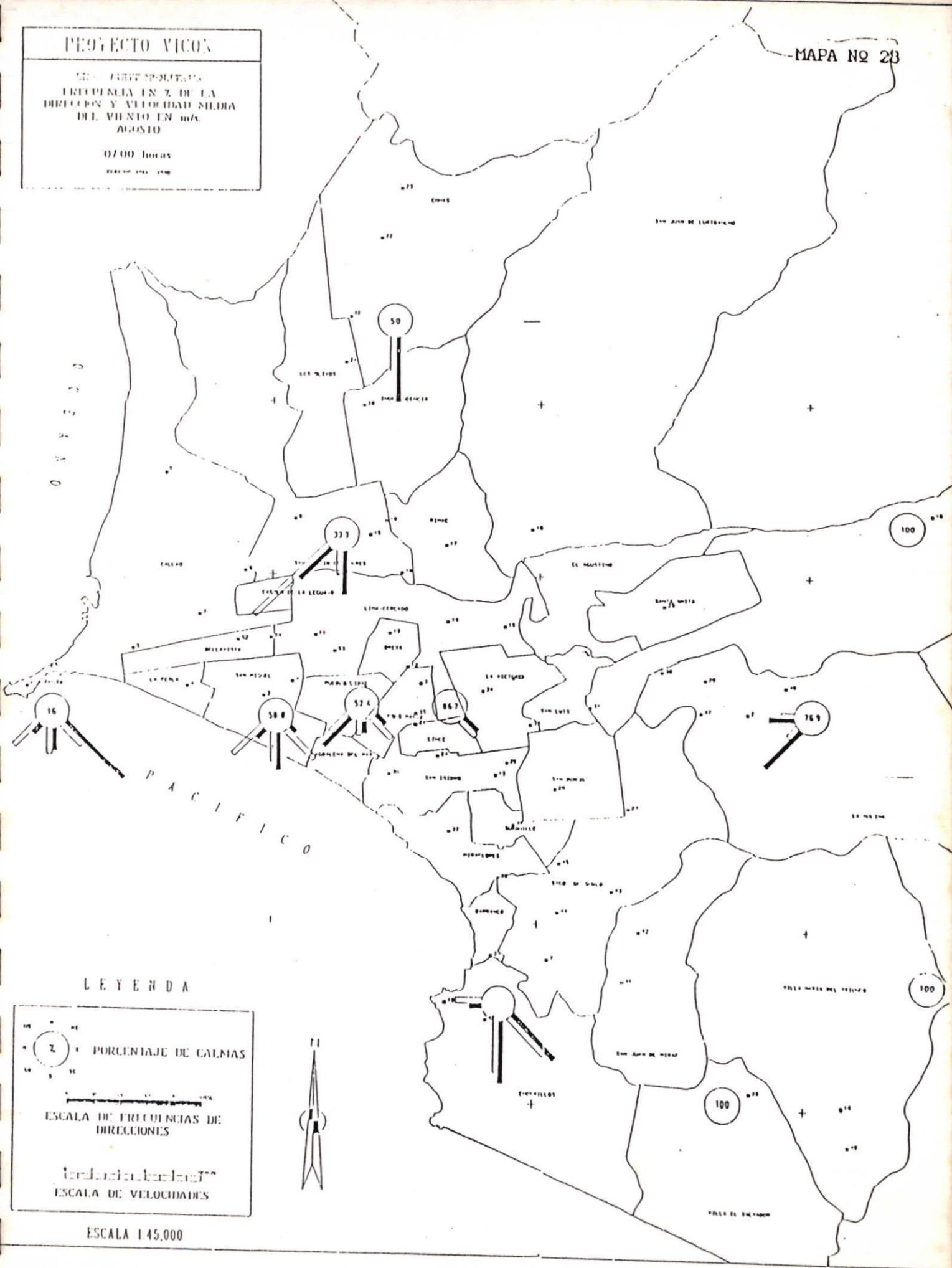
ESCALA 145.000

PROYECTO VICON

SECT. AGRI. PRODUCTIVA
FRECUENCIA EN % DE LA
DIRECCION Y VELOCIDAD MEDIA
DEL VIENTO EN m/s.
AGOSTO

0700 horas
PERU 1961 1960

MAPA Nº 28



LEYENDA

● PORCENTAJE DE CALMIAS

ESCALA DE FRECUENCIAS DE DIRECCIONES

ESCALA DE VELOCIDADES

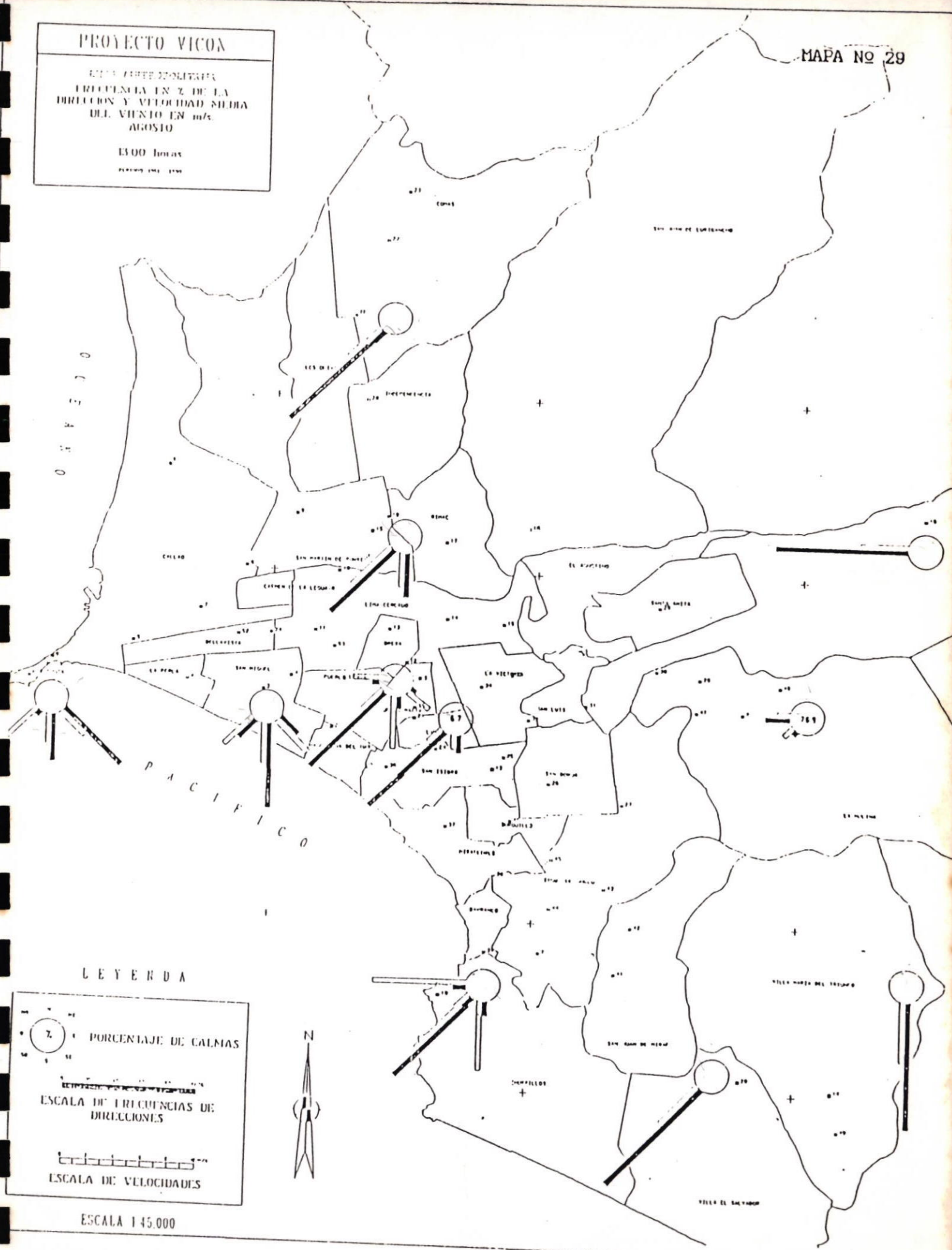
ESCALA 1:45,000

PROYECTO VICO

ESTUDIO DE LA FRECUENCIA EN %, DE LA DIRECCION Y VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO EN m/s. AGOSTO

EVOD Inca
1960

MAPA NO 29



LEYENDA

7
PORCENTAJE DE CALMAS

ESCALA DE FRECUENCIAS DE DIRECCIONES

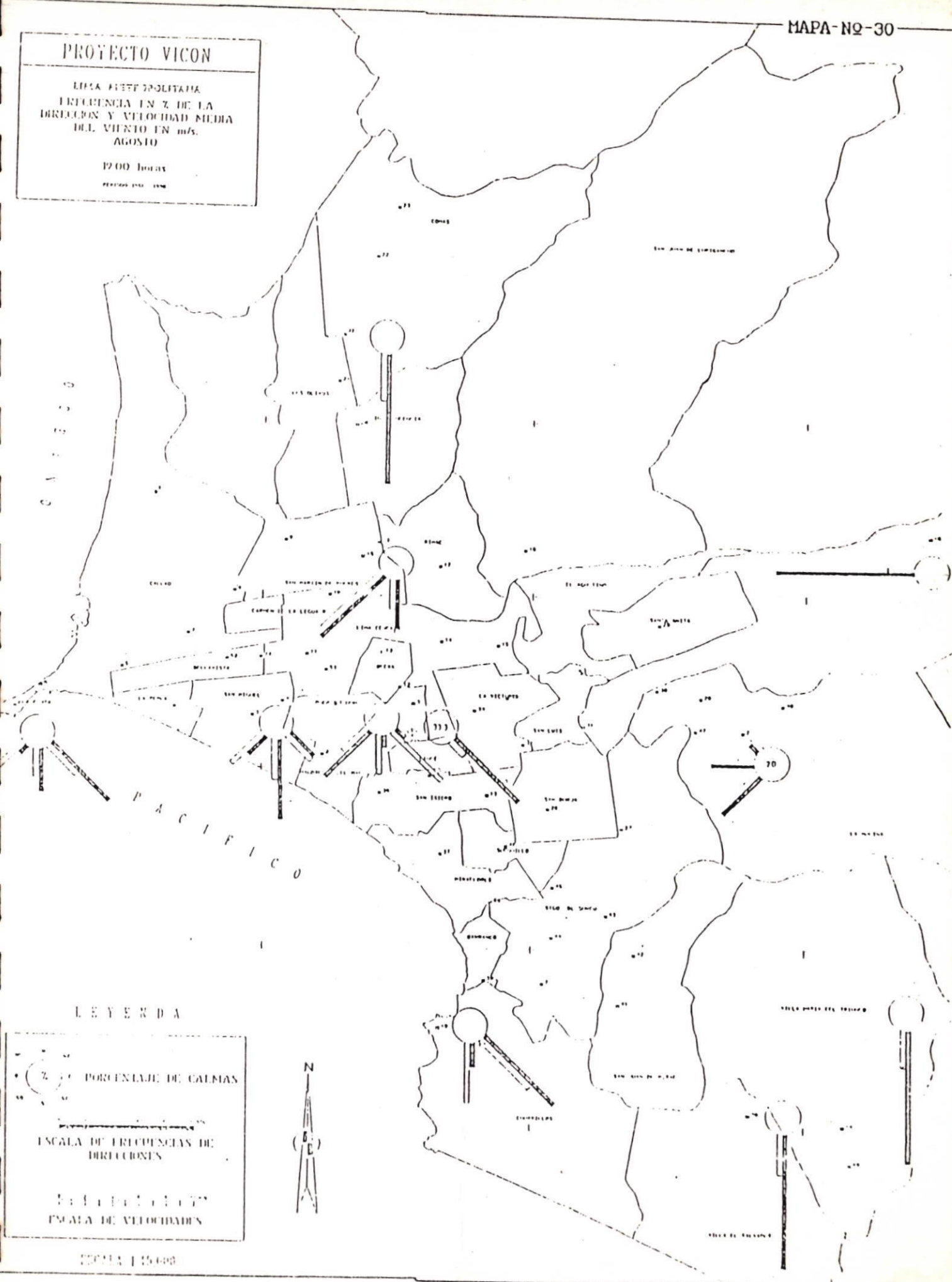
ESCALA DE VELOCIDADES

ESCALA 1:45.000


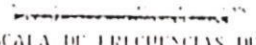
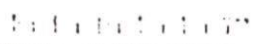
PROYECTO VICON

EMPA METEOROLÓGICA
FRECUENCIA EN % DE LA
DIRECCION Y VELOCIDAD MEDIA
DEL VIENTO EN m/s.
AGOSTO

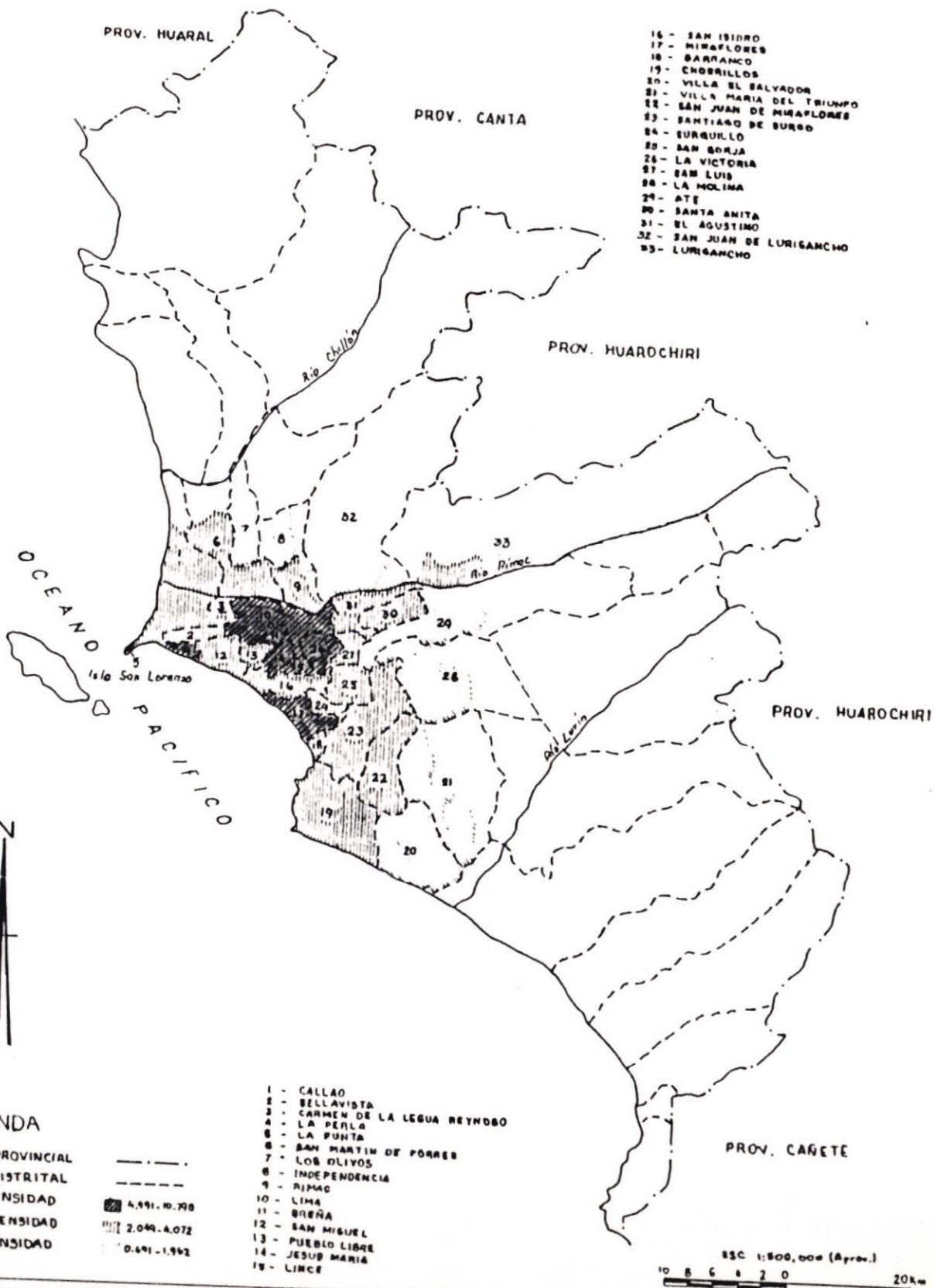
1200 Horas
PERIODO 1951 - 1958



LEYENDA


 PORCENTAJE DE CALMIAS

 ESCALA DE FRECUENCIAS DE DIRECCIONES

 ESCALA DE VELOCIDADES

INDICE DE DENSIDAD DE REDES POR DISTRITO



- 16 - SAN ISIDRO
- 17 - MIRAFLORES
- 18 - BARRANCO
- 19 - CHORRILLOS
- 20 - VILLA EL SALVADOR
- 21 - VILLA MARIA DEL TRIUNFO
- 22 - SAN JUAN DE MIRAFLORES
- 23 - SANTIAGO DE SURCO
- 24 - SURQUILLO
- 25 - SAN BORJA
- 26 - LA VICTORIA
- 27 - SAN LUIS
- 28 - LA MOLINA
- 29 - ATE
- 30 - SANTA ANITA
- 31 - EL AGUSTINO
- 32 - SAN JUAN DE LURIGANCHO
- 33 - LURIGANCHO

- 1 - CALLAO
- 2 - BELLAVISTA
- 3 - CARMEN DE LA LEGUA REYNOSO
- 4 - LA PERLA
- 5 - LA PUNTA
- 6 - SAN MARTIN DE PORRES
- 7 - LOS OLIVOS
- 8 - INDEPENDENCIA
- 9 - RIMAC
- 10 - LIMA
- 11 - BREÑA
- 12 - SAN MIGUEL
- 13 - PUEBLO LIBRE
- 14 - JESUS MARIA
- 15 - LINCE

LEYENDA

- LIMITE PROVINCIAL ————
- LIMITE DISTRITAL - - - - -
- ALTA DENSIDAD 4.591-10.798
- MEDIA DENSIDAD 2.049-4.072
- BAJA DENSIDAD 0.641-1.942

ESC 1:500,000 (Aprox.)
 20km

77° 10' 77° 05' 77° 00' 76° 55'



11° 55'
12° 00'
12° 05'
12° 10'

DETERMINACION Y VIGILANCIA DE LA
CONTAMINACION ATMOSFERICA
EN LIMA METROPOLITANA
(PROYECTO VICON)

VIAS DE TRANSPORTE
PUBLICO MASIVO

ESCALA 1:500,000



LEYENDA
—— Vias
—— Limite distrital

Km E 60 77 85 90

DETERMINACION Y VIGILANCIA DE LA
CONTAMINACION ATMOSFERICA
EN LIMA METROPOLITANA

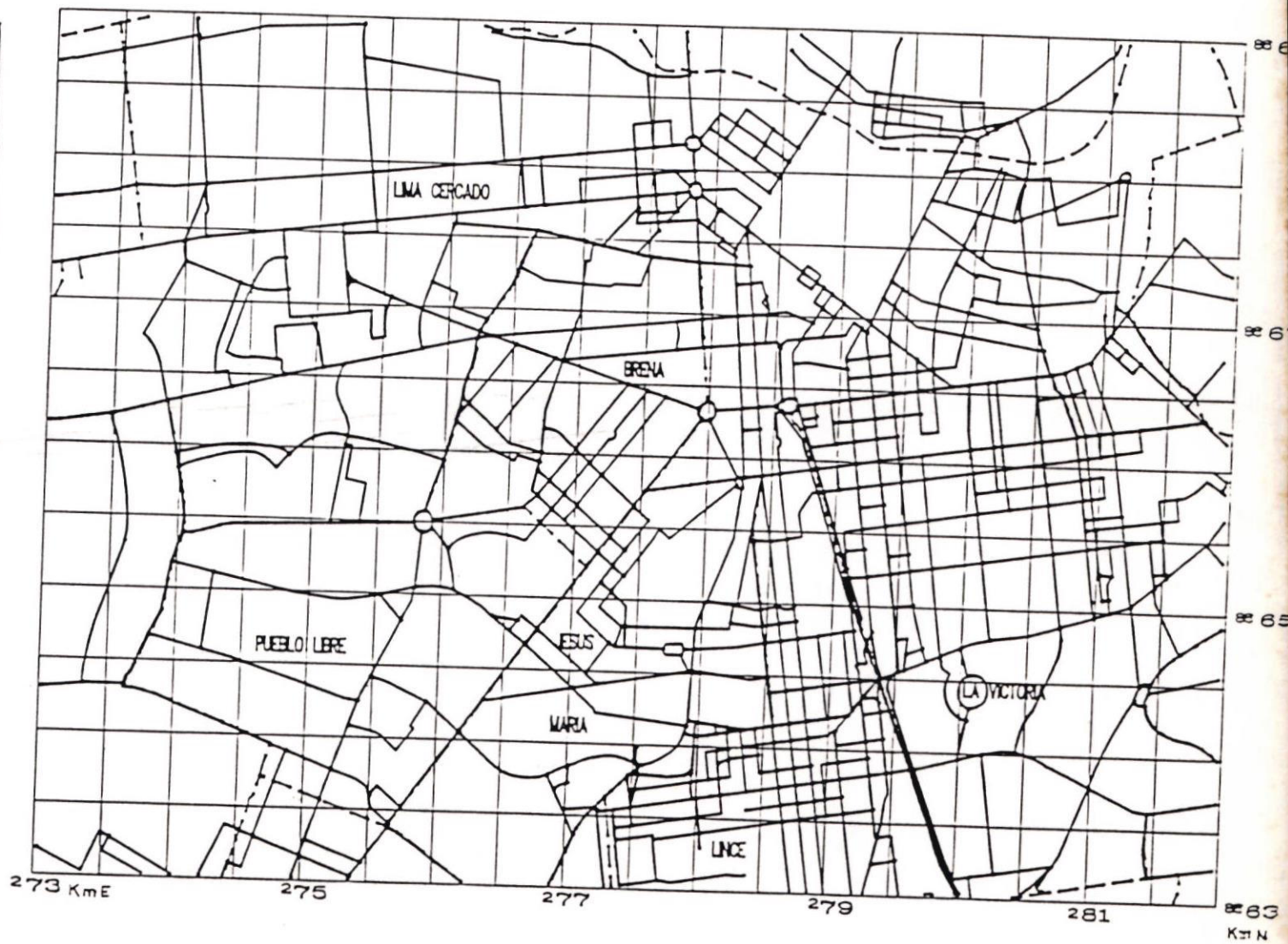
VIAS DE TRANSPORTE
PUBLICO MASIVO

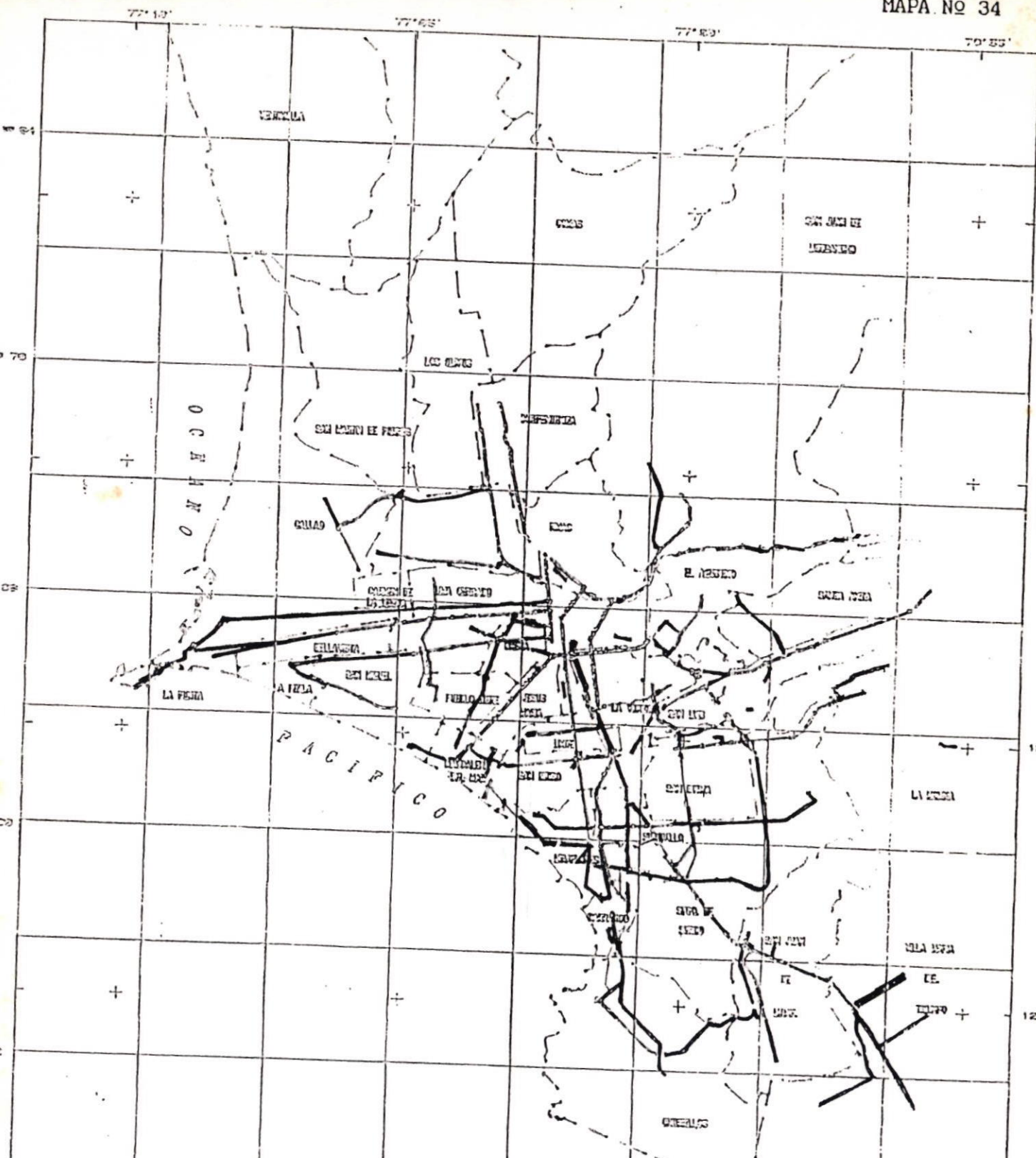
ENC. I - 88.000

LEYENDA

— Vias

- - - Limite
Distrital









DETERMINACION Y VIGILANCIA DE LA
CONTAMINACION ATMOSFERICA
EN LIMA METROPOLITANA
(PROYECTO VICON)



VIAS DE TRANSPORTE
PUBLICO MASIVO
JERARQUIZADO

-  Clase 1
-  Clase 2
-  Clase 3
-  Limite D.

144
Km N
01 Km E

CUADROS

CUADRO No.2
DISTRIBUCION TOTAL DE INDUSTRIAS SEGUN CIIU EN PRINCIPALES EJES VIALES, POR
DISTRITOS DE LIMA METROPOLITANA
(EN PORCENTAJE)

| DISTRITO CLASIFIC. | COMAS | LOS OLIVOS | SAN MARTIN DE PORRES | ATE-VITARTE | EL AGUSTINO | INDEPENDENCIA | LIMA(CERCADO) | BREÑA | LA VICTORIA | RIMAC | CALLAO |
|-----------------------|-------|------------|-------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|-------|-------------|-------|--------|
| CIIU | 8.1 | 0.5 | 7.1 | 12.2 | 1.4 | 1.7 | 45.2 | 5.7 | 0.5 | 0.2 | 17.4 |

CIIU = Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas de las Naciones Unidas.

Gran división 3: Industrias Manufactureras.

División 31: Fabricación de Productos Alimenticios, excepto bebidas.

División 32: Textiles, prendas de vestir e industrias de cuero.

División 33: Industrias de la madera y productos de madera, incluidos muebles.

División 34: Fabricación de papel y productos de papel, imprentas y editoriales.

División 35: Fabricación de sustancias químicas y de productos químicos derivados del petróleo y del carbón, de caucho y plástico.

División 36: Fabricación de productos minerales no metálicos exceptuando los derivados del petróleo y el carbón.

División 37: Industrias metálicas básicas.

División 38: Fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo.

División 39: Otras industrias manufactureras.

CUADRO No. 3
DISTRIBUCION DE INDUSTRIAS SEGUN CIUU EN PRINCIPALES EJES VIALES, POR
DISTRITOS DE LIMA METROPOLITANA
(EN PORCENTAJE)

| DISTRITO CIUU | COMAS | LOS OLIVOS | SAN MARTIN DE PORRES | AIE-UITARTE | EL AGUSTINO | INDEPENDENCIA | LIMA (CERCADO) | BREÑA | LA VICTORIA | RIMAC | CALLAO |
|------------------|-------|------------|-------------------------|-------------|-------------|---------------|----------------|-------|-------------|-------|--------|
| 31 | 18.3 | - | 7.4 | 28.6 | 4.4 | - | 33.8 | 8.8 | 1.5 | - | 13.2 |
| 32 | 18.6 | 8.5 | 3.9 | 9.2 | 1.4 | 1.4 | 51.7 | 8.2 | 1.8 | - | 12.1 |
| 33 | 13.9 | - | 19.4 | 7.5 | - | 6.4 | 35.5 | 2.2 | 2.2 | - | 12.9 |
| 34 | 7.8 | 2.4 | 4.8 | 11.9 | 2.4 | 2.4 | 54.8 | 11.9 | - | - | 2.4 |
| 35 | 4.9 | - | 2.4 | 19.7 | 1.6 | 8.9 | 42.6 | 3.3 | - | - | 24.6 |
| 36 | - | - | 2.2 | 43.5 | - | - | 45.6 | 2.2 | - | - | 6.5 |
| 37 | - | - | 6.7 | 28.8 | - | - | 13.3 | 6.7 | - | - | 53.3 |
| 38 | 7.8 | 8.9 | 8.1 | 6.2 | 8.9 | 1.6 | 48.1 | 3.1 | - | 8.3 | 23.8 |
| 39 | 2.7 | - | 18.3 | 18.3 | 2.7 | - | 37.8 | 21.7 | - | 2.7 | 18.3 |

GRAFICOS

1er Armónico Marcha Anual

VALORES SIN NORMALIZAR

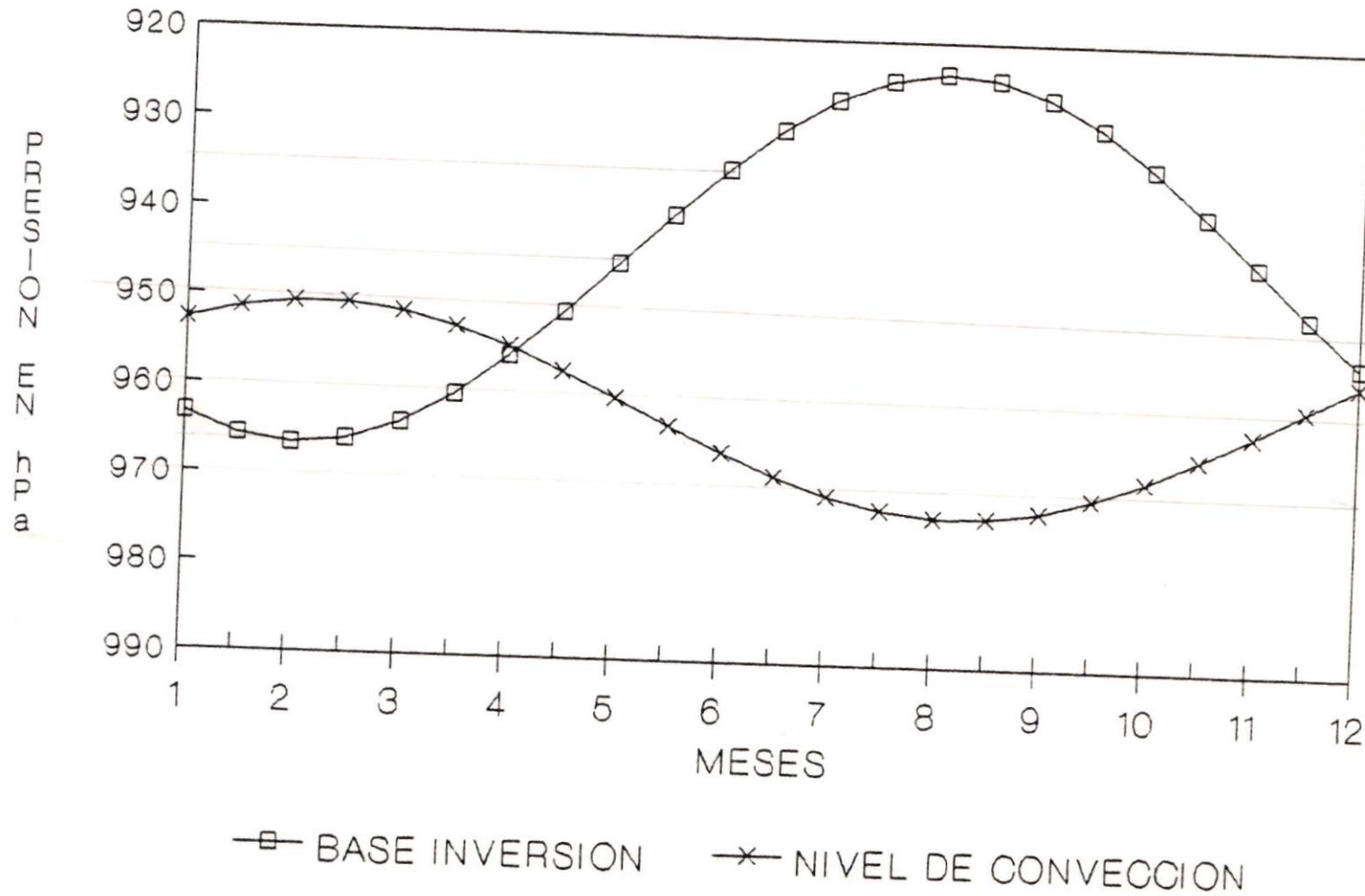


Gráfico 1

ALTURA DE INICIO Y FIN DE LA INVERSION EN mb.

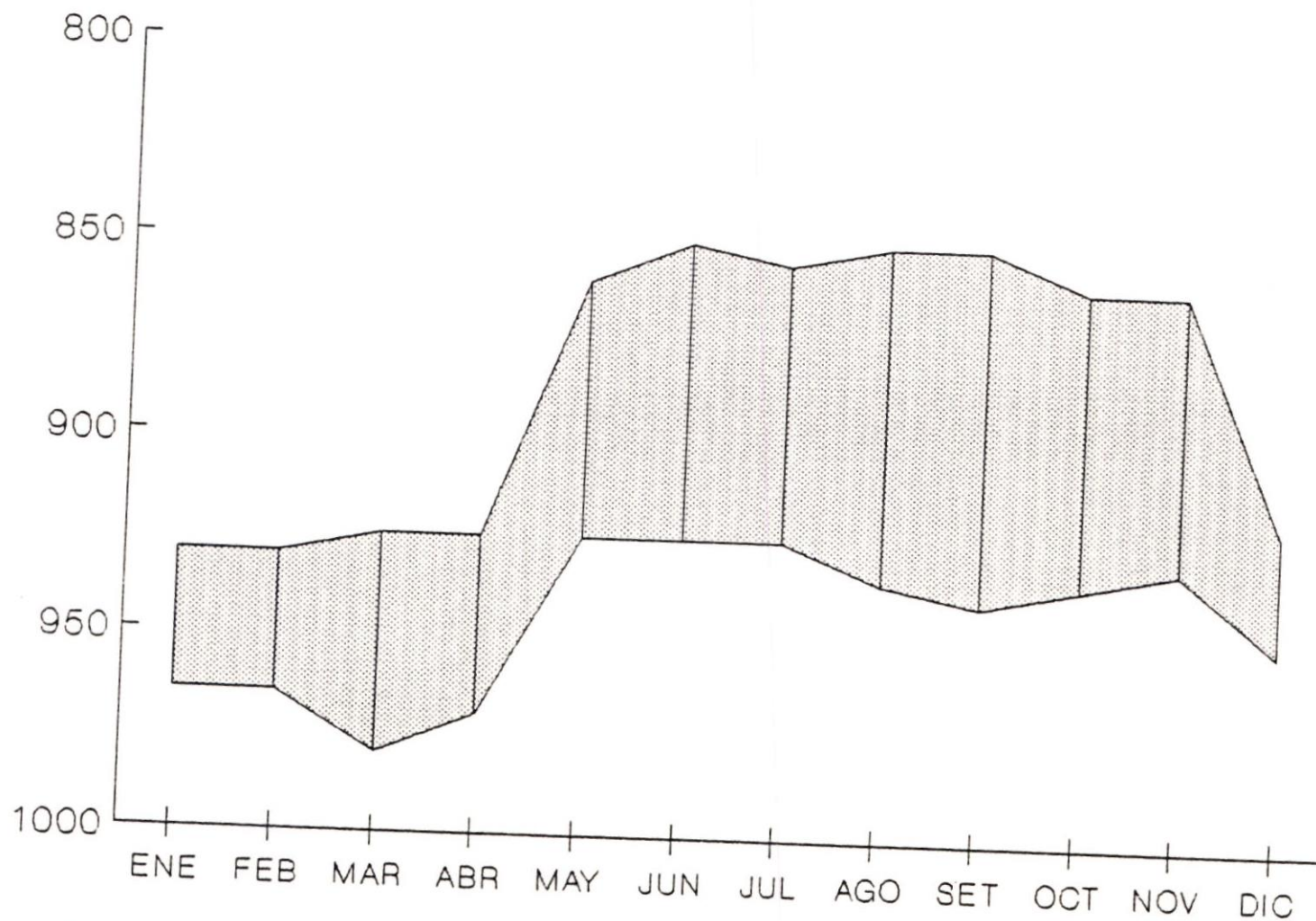


Gráfico.2

1er Armónico Marcha Anual

Valores Normalizados con la SD

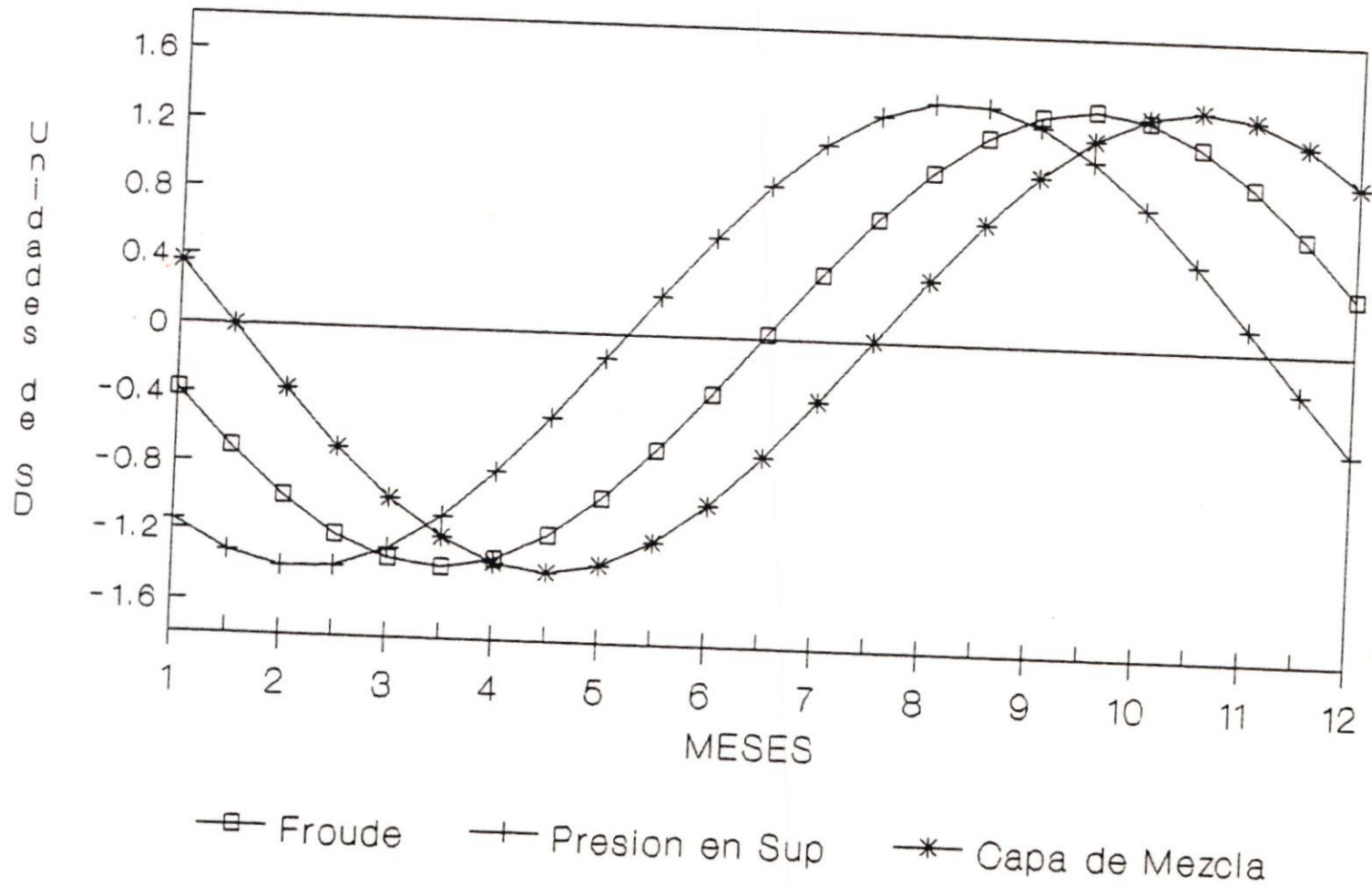


Gráfico 3

1er Armónico Marcha Anual

Valores Absolutos de la Presión

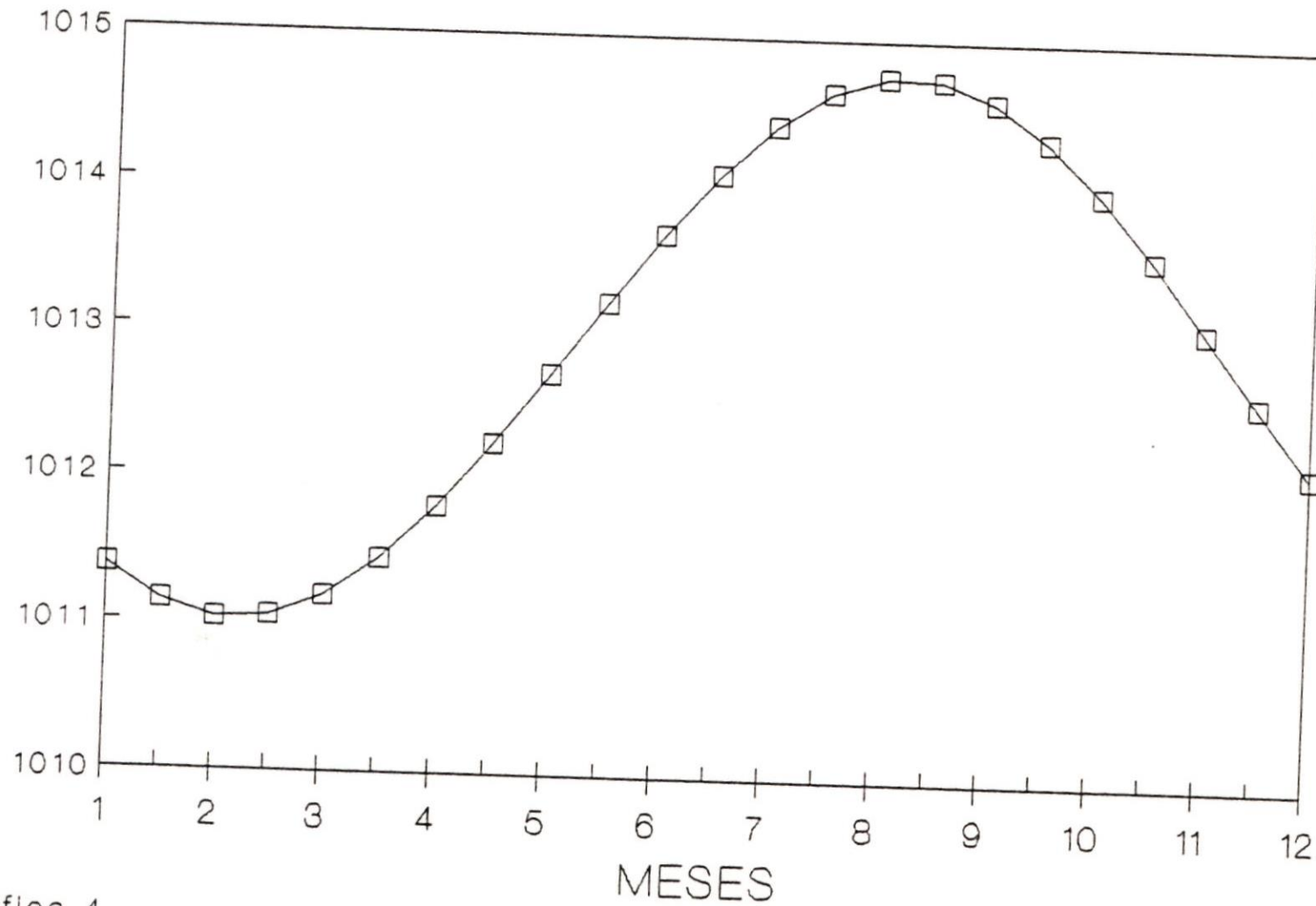
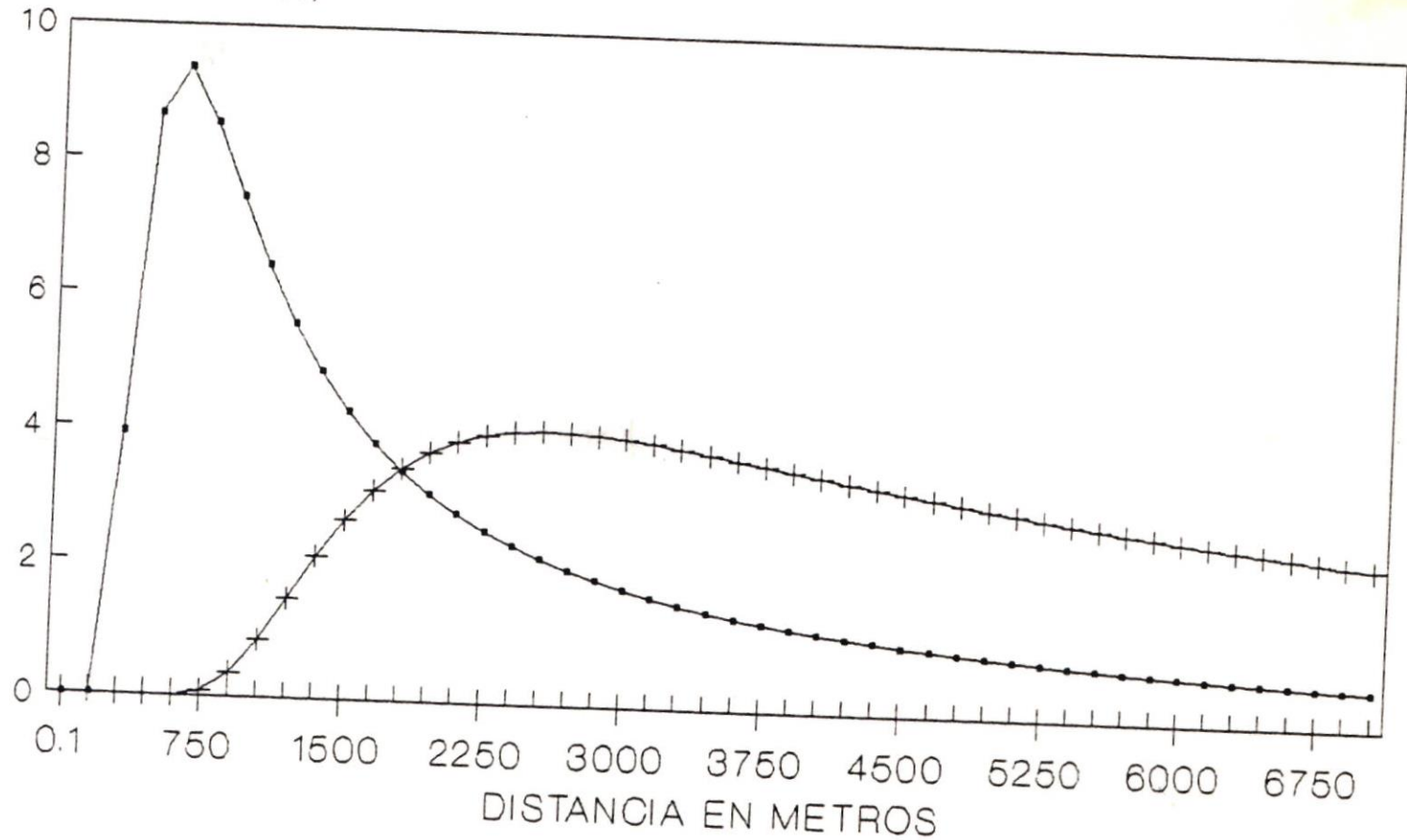


Gráfico 4

CONCENTRACIONES RELATIVAS EN EL SUELO

DIFUSION GAUSSIANA SEGUN ESTABILIDAD

(Valores elevados a $1E-06$)



—●— Neutral —+— Estable

Gráfico 5

VALORES MEDIOS DE CONTAMINANTES SOLIDOS SEDIMENTABLES EN LIMA METROPOLITANA

T/Km²/30 días

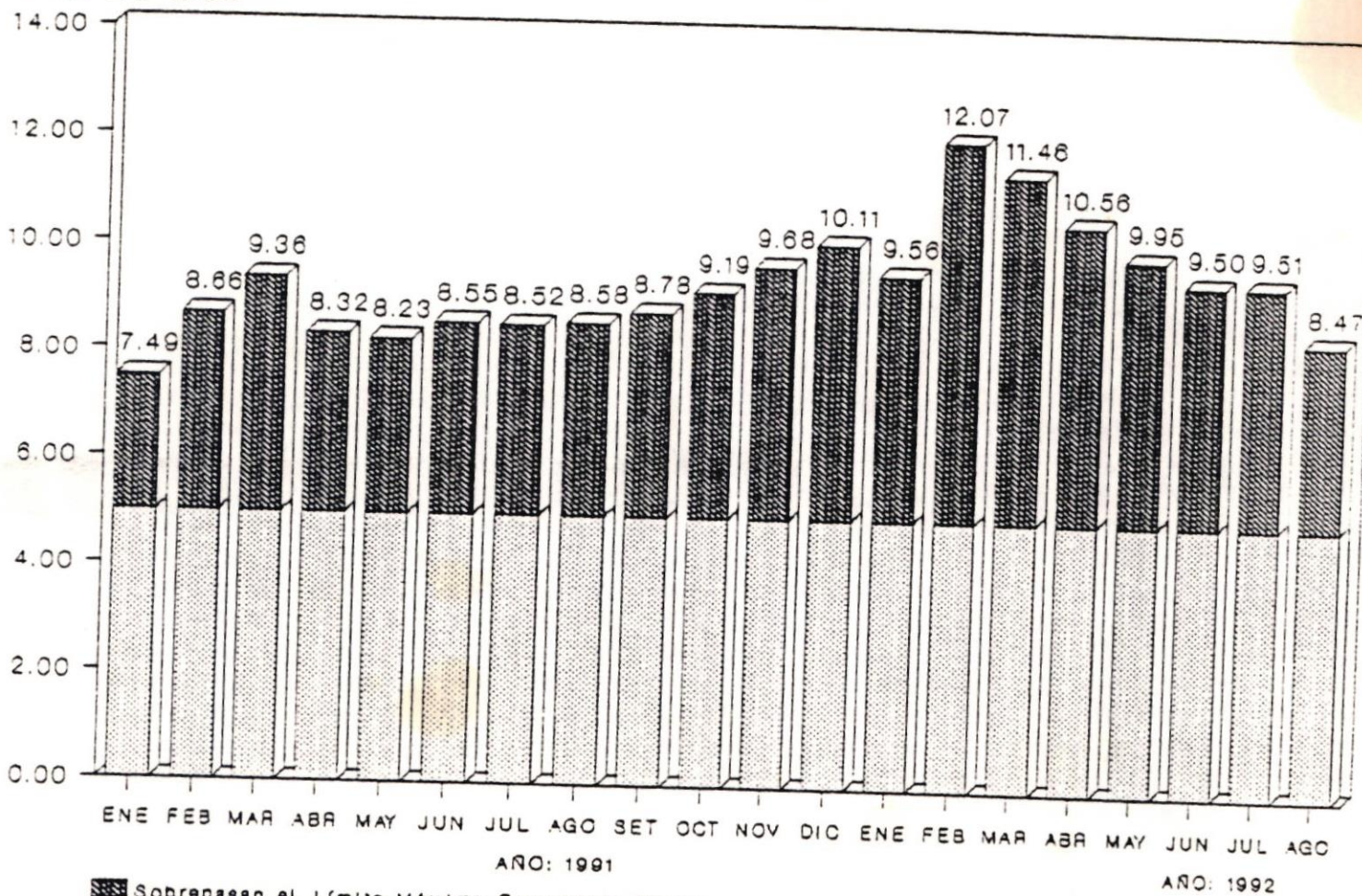


Gráfico N° 6

PROYECTO VICON