

THE REPORT OF COLONEL

THE STUDY ON AIR POLLUTION CONTROL PLAN
IN SANTAFE DE BOGOTA CITY AREA

AND

SPREADING MODEL

BY

DR. ALVARO GARCIA GONZALEZ

35
352
2017

THE REPUBLIC OF COLOMBIA

**THE STUDY ON AIR POLLUTION CONTROL PLAN
IN SANTAFE DE BOGOTA CITY AREA**

FINAL REPORT

**VOL.3
SUPPORTING REPORT**

JICA LIBRARY



1096911 (1)

23504

FEBRUARY 1992

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

国際協力事業団

23504

CONTENTS

	Page
Part 1 METEOROLOGY	
1.1 Outline of Monitoring Stations	1
1.2 Observation Method and Equipment	1
1.3 Observation Result of Upper Layer Meteorology	2
1.4 Analysis of Existing Meteorological Data	13
 Part 2 AMBIENT AIR QUALITY	
2.1 Method and Instrument for Measurement	17
2.2 Application of Colombia Ambient Air Quality Standard	17
2.3 Correlation of Pollutant between Stations	19
2.4 P-C Curve (Percentile Concentration Curve)	20
2.5 High-concentration Analysis	23
2.5.1 Sampling of High-concentration Days	23
2.5.2 Monthly Appearance of High-concentration Days	23
2.5.3 Meteorological Conditions of High-concentration Days	23
2.5.4 Ambient Air Quality Concentration in High-concentration Days	23
2.5.5 Analysis of O ₃ High-concentration	24
2.6 Ambient Air Quality by Simplified Measurement	40
2.6.1 Regional Distribution of SO _x and NO _x Concentration	40
2.6.2 NO _x and CO Concentration Distribution around Road	40
 Part 3 AIR POLLUTANT SOURCES	
3.1 Factory Questionnaire Survey	59
3.1.1 Factory Questionnaire	60
3.1.2 Facility Questionnaire	81
3.1.3 Factory List	91
3.1.4 Outline of the Facilities	94
3.1.5 Outline of the Stacks	100
3.1.6 Correspondence between the Facilities and Stacks	105
3.1.7 List of the Pollutant Emission Rate from the Stacks	107
3.1.8 Air Pollutant Emissions by Factory	112
3.1.9 Factory Plan on Business Expansion and Air Pollution Control	113

	Page
3.2 Factory Flue Gas Measurement	114
3.3 Fuel Analysis	116
3.4 Traffic Volume Survey	117
3.4.1 Resume of Traffic Volume Survey	117
3.4.2 Hourly Traffic Volume Data	135
3.4.3 Traffic Volume in Alleys	156
3.4.4 Registration Survey	162
3.4.5 Driving Speed Survey	164
3.5 Motor Vehicle Exhaust Gas Measurement	166
3.6 Setting of Emission Factors for Motor Vehicles	177
3.6.1 Setting Method of Emission Factors for Motor Vehicles	177
3.6.2 Emission Factors for Motor Vehicles	186
3.7 Present Distribution of Air Pollutant Emission by Source	195
3.8 Future Distribution of Air Pollutant Emission by Source	204
3.9 Future Distribution of Air Pollutant Emission with Control Measures	213
 Part 4 AIR QUALITY SIMULATION	
4.1 Air Quality Simulation Dispersion Model	222
4.1.1 Dispersion Equation	222
4.1.2 Calculation Method for Correlation Coefficient and Coefficient of Variation	226
4.1.3 Setting of Background Concentration	227
4.1.4 Contribution Concentration by Air Pollutant Sources	228
4.2 Chemical Mass Balance Method for Analysis of SPM sources	243
 Part 5 CONTROL MEASURES AGAINST POLLUTANT SOURCES	
5.1 Control Measures against Factories	244
5.1.1 Emission Standard in Future	244
5.1.2 Control Technology	245
5.1.3 Outline of Coal Adjusting Facility	256
5.1.4 Price List for Calculation of Control Costs	257
5.1.5 Emission Standards	265

	Page
5.2 Control Measures against Automobiles	280
5.2.1 Automobiles and Pollutants	280
5.2.2 History of Vehicle Exhaust Emission	286
5.2.3 Standards in Various Countries Emission Countermeasures on Gasoline automobiles	298
Part 6 LIST OF EXISTING DATA COLLECTED	309

PART 1 METEOROLOGY

1. Meteorology

1.1 Outline of Monitoring Stations

Table 1.1.1 Outline of Monitoring Station

Station Name	Address	H ₁ *(m)	H ₂ ** (m)	Remarks
A : Servicio de Salud	AV. Caracas #53-80	22	11.6	Roadside (20m distant from road edge)
B : Laboratorio	Carrera 19A #23A-41	22	3.7	
C : Puente Aranda	Carrera 59 #14-64	15	4.0	
D : El Tunal	Calle 48C Sur, Transversal 22	15	7.6	
E : San Juan de Dios	Carrera 10, Calle 1	15	5.1	Roadside (10m distant from road edge)

Note *H₁ : Measuring Height of Wind

**H₂ : Measuring Height of Air Quality

1.2 Observation Method and Equipment

Table 1.2.1 Instrument Used for Surface Meteorology Observation

Measurement Item	Instrument	
Wind Direction Wind Speed	WIND VANE AND ANEMOMETER	OGASAWARA C-W113
Solar Radiation	NEO PYRANOMETER	EKO MS-42
Net Radiation	NET PYRRADIOMETER	EKO CN-11

Table 1.2.2 Instrument & Method Used for Upper Layer Meteorology Observation

Observation Items	Measurement Items	Instruments	Period	Remarks
Upper Layer	Wind Direction	Tethered Sonde MBISEI CBS-T-14	Eight times a day, a week	Observation time, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18
	Wind Speed			
	Temperature			
	Temperature	Radio Sonde MBISEI JWA-76T	Once a day, a week	Observation time, 10~12
Surface	Wind Direction	Wind Vane and Anemometer OGASAWARA C-W113	The same period as the period of the upper layer observation	
	Wind Speed			

1.3 Observation Result of Upper Layer Meteorology

The observation situation of four times is shown in Tables 1.3.1 - 4. For each observation, the result of observation with tethered sonde is shown in Figs. 1.3.1 - 4 while the result with radio sonde in Figs. 1.3.5 - 8.

As for the figure of tethered sonde, one day (8 times) is selected as a typical data for each observation.

Table 1.3.1 Observevation Situation of Upper Layer Meteorology (1)

Item	Date Time	Nov. 2	Nov. 3	Nov. 4	Nov. 5	Nov. 6	Nov. 7	Nov. 8
Tethered Sonde	7	400 (Rain)	500	400 (Rain)	500	500	500	500
	8	500	500	500	450 (Strong wind)	500	500	500
	9	90	500	500	500	500	500	400 (Rain)
	10	500	0 (Rain)	500	500	0 (Strong wind)	300 (Strong wind)	0 (Rain)
	12	350 (Rain)	400 (Rain)	500	300 (Rain)	500	250 (Rain)	250 (Rain)
	14	200 (Rain)	0 (Rain)	0 (Rain)	0 (Rain)	500	300 (Rain)	0 (Rain)
	16	0 (Rain)	0 (Rain)	400 (Rain)	0 (Rain)	0 (Rain)	0 (Rain)	500
	18	0 (Rain)	500	500	0 (Rain)	500	100 (Strong wind)	350 (Rain)
Radio Sonde	11	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Weather Condition	A. M.	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy
	P. M.	Rainy	Rainy	Cloudy	Rainy	Cloudy	Cloudy	Cloudy

* The electric current is shut off.

Table 1.3.2 Observevation Situation of Upper Layer Meteorology (2)

Item	Date Time	Nov. 29	Nov. 30	Dec. 1	Dec. 2	Dec. 3	Dec. 4	Dec. 5
Tethered Sonde	7	500	500	500	500	500	500	500
	8	500	500	500	500	350 (Strong wind)	500	450 (in Cloud at 350m)
	9	500	500	500	500	500	500	0 (Rain)
	10	500	500	500	0 (Rain)	500	500	0 (Rain)
	12	500	500	500	500	0 (Rain)	500	0 (Rain)
	14	500	0 (Rain)	500	150 (Wind & Rain)	500	0 (Rain)	0 (Rain)
	16	0 (Rain & Thunder)	450 (in Cloud at 450m)	500	0 (Rain)	100 (Strong wind)	0 (Rain)	0 (Rain)
	18	0 (Rain & Hail)	400 (in Cloud at 300m)	500	0 (Rain)	0 (Strong wind)	0 (Rain)	0 (Rain)
Radio Sonde	11	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Weather Condition	A. M.	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy
	P. M.	Rainy	Cloudy	Cloudy	Rainy	Rainy	Rainy	Rainy

* Note: Figures in parentheses denote the causes of canceling observation

Table 1.3.3 Observations Situation of Upper Layer Meteorology (3)

Item	Date Time	Feb. 22	Feb. 23	Feb. 24	Feb. 25	Feb. 26	Feb. 27	Feb. 28
Tethered Sonde	7	500	500	500	250 (Strong Wind)	500	500	500
	8	* 400	400 (Strong Wind)	0 (Rain)	500	* 350	* 450	500
	9	* 300	300 (Strong Wind)	0 (Rain)	250 (Strong Wind)	800 (Strong Wind)	500	150 (Strong Wind)
	10	500	250 (Strong Wind)	0 (Rain)	300 (Strong Wind)	450 (Strong Wind)	500	0 (Strong Wind)
	12	500	250 (Strong Wind)	50 (Rain)	100 (Strong Wind)	200 (Strong Wind)	300 (Strong Wind)	0 (Rain)
	14	* 0	450 (Strong Wind)	0 (Rain)	0 (Strong Wind)	350 (Rain)	500	0 (Rain)
	16	200 (Strong Wind)	250 (Strong Wind)	500	500	350 (Strong Wind)	500	150 (Strong Wind)
	18	50 (Strong Wind)	500	500	500	500	500	0 (Strong Wind)
Radio Sonde	11	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Weather Condition	A.M.	Fine	Cloudy	Rainy	Fine	Fine	Fine	Fine
	P.M.	cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy

* The electric current is shut off.

Table 1.3.4 Observations Situation of Upper Layer Meteorology(4)

Item	Date Time	May 28	May 29	May 30	May 31	June 1	June 2	June 3
Tethered Sonde	7	500	200 (Rain)	500	0 (Rain)	500	350 (Strong Wind)	500
	8	500	500	500	0 (Rain)	500	100 (Strong Wind)	500
	9	500	500	500	450 (Rain)	500	500	500
	10	500	500	100	250 (Rain)	500	400 (Rain)	500
	12	0 (Rain)	500	500	0 (Rain)	500	500	500
	14	100 (Rain)	500	500	0 (Rain)	0 (Rain)	150 (Strong Wind)	500
	16	250 (Rain)	500	500	500	500	100	500
	18	350 (Strong Wind)	500	500	500	500	100 (Strong Wind)	500
Radio Sonde	11	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Weather Condition	A.M.	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Rainy	Cloudy	Cloudy	Cloudy
	P.M.	Rainy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy

* The electric current is shut off.

Fig. 1.3.1 Meteorology of U. L.

Observed Point : Simon Bolivar (U.L.) Observed Date : 1990-11-4

↑: UP
↓: DOWN

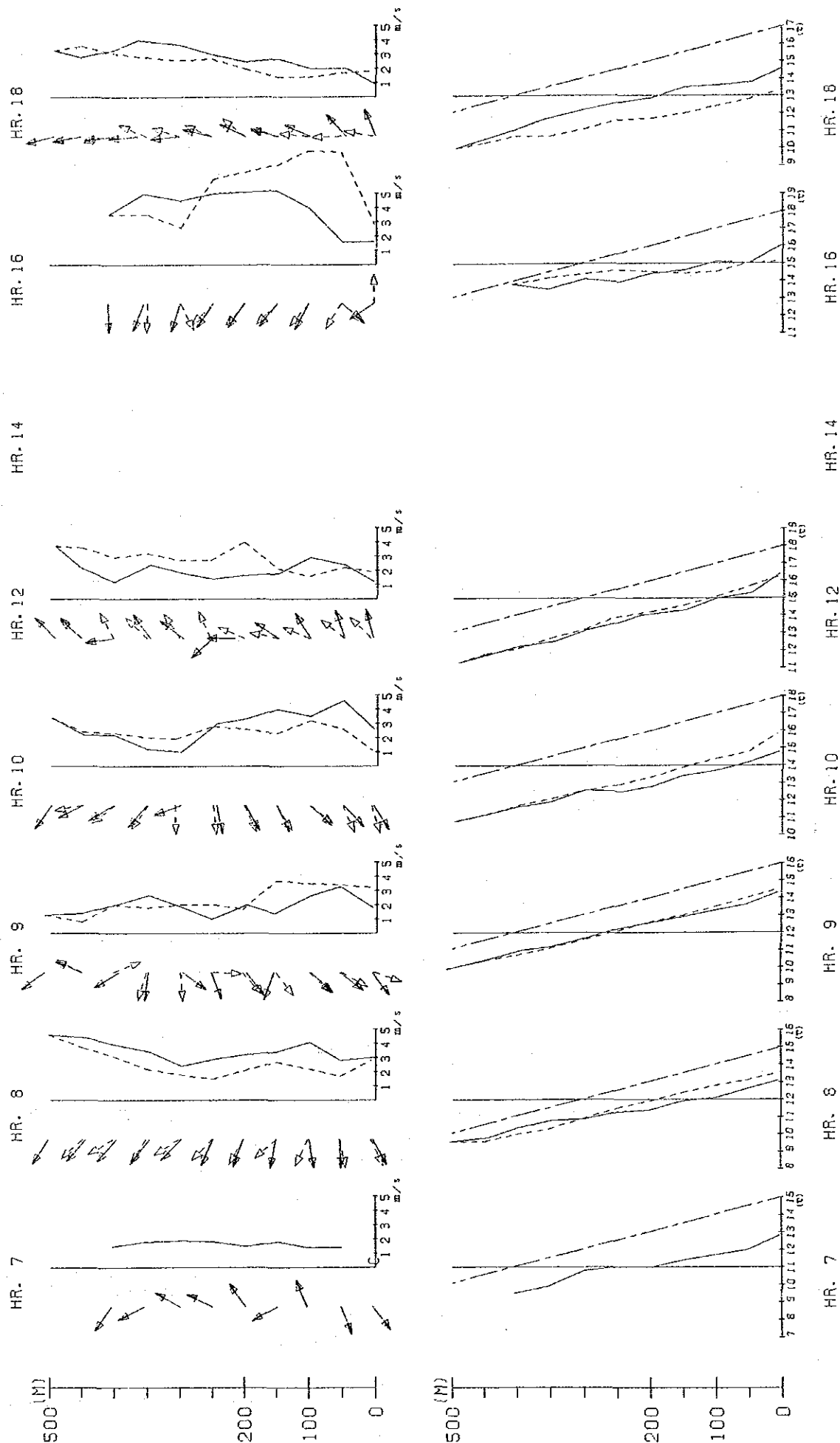


Fig. 1.3.2 Meteorology of U. L.

Observed Point : Simon Bolivar (U. L.) Observed Date : 1990-12-1

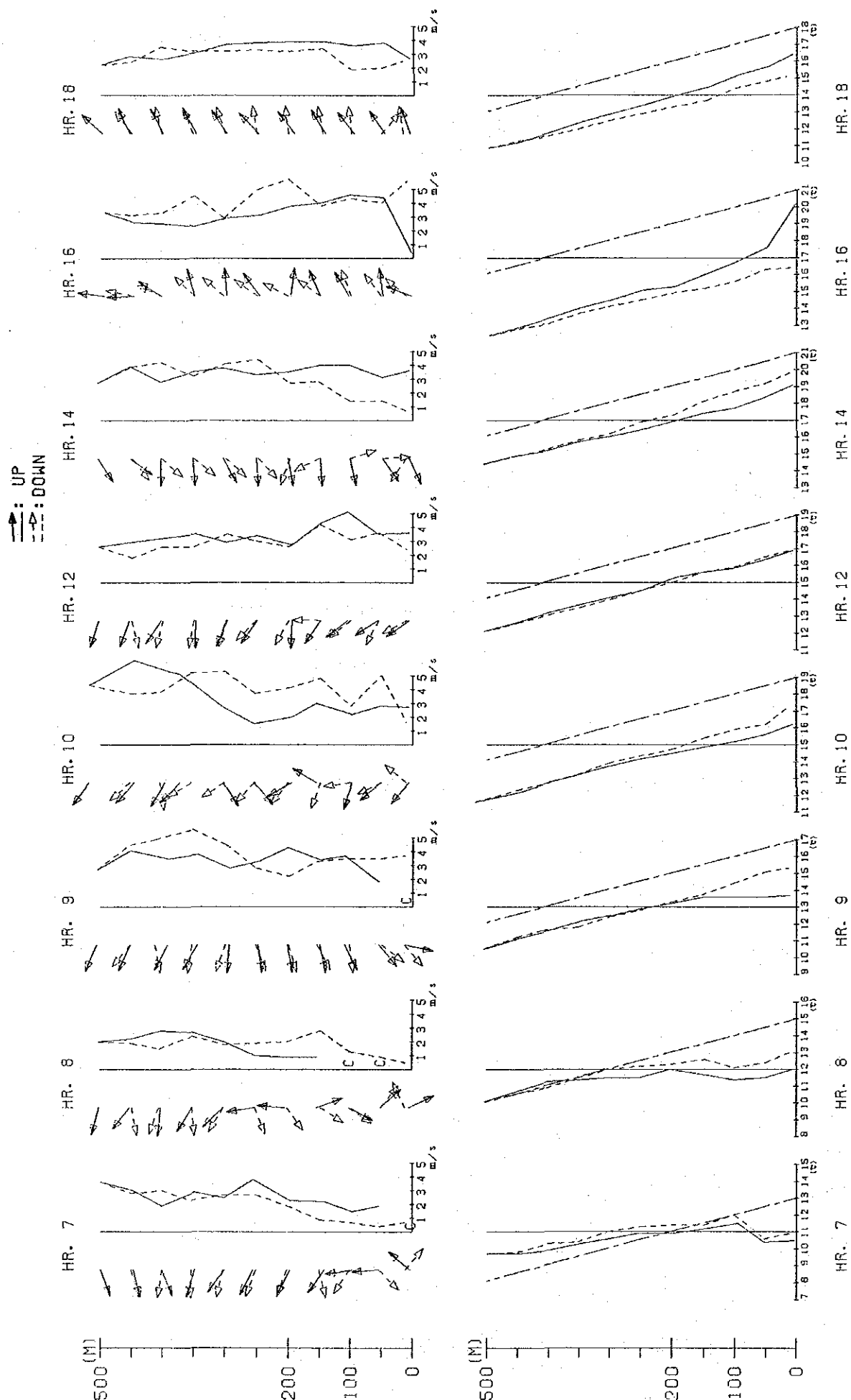


Fig. 1.3.3 Meteorology of U. L.

Observed Point : Simon Bolivar (U.L.) Observed Date : 1991- 2-26

↑: UP
↓: DOWN

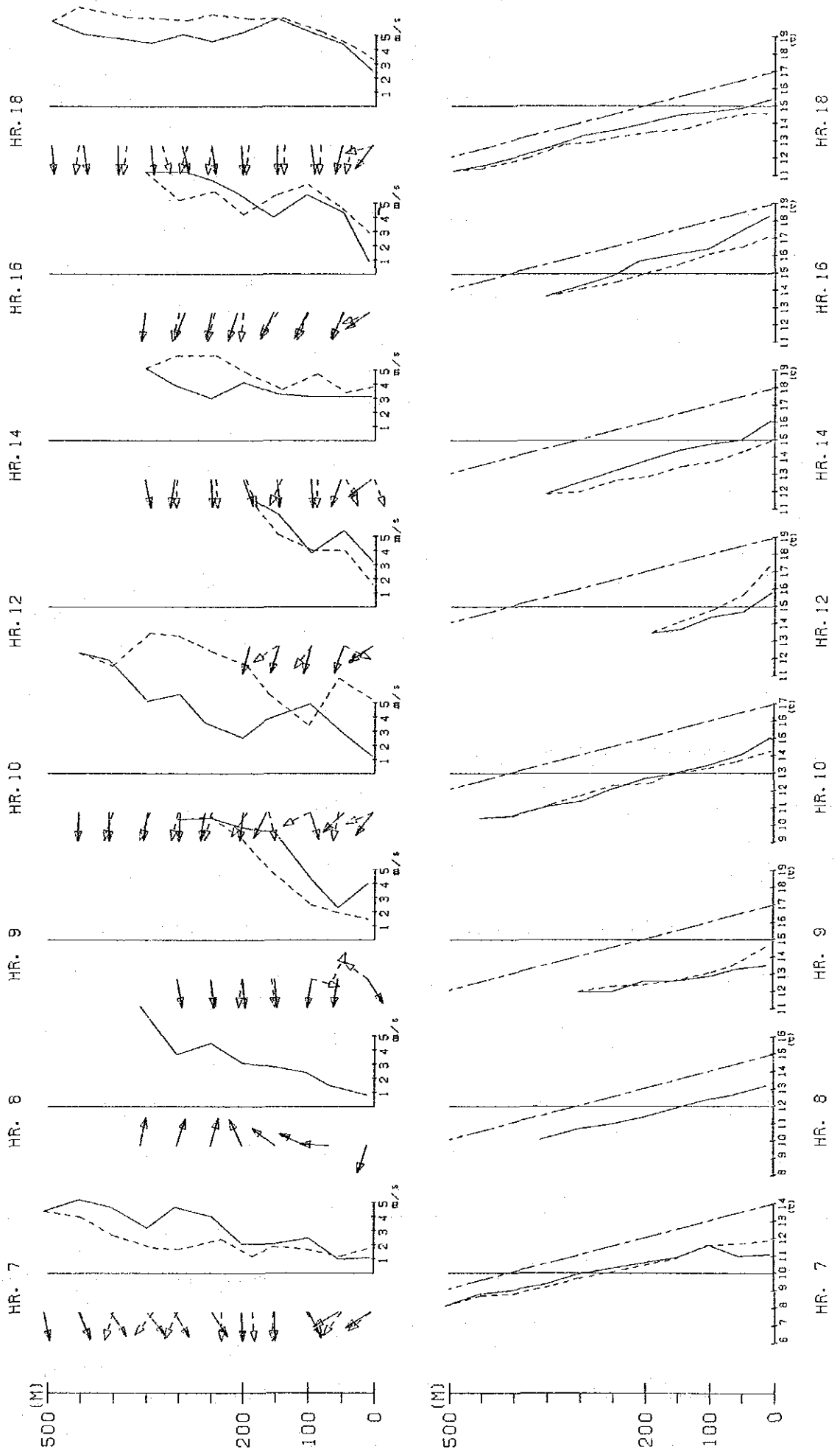


Fig. 1.3.4 Meteorology of U. L.

Observed Point : Simon Bolivar (U. L.) Observed Date : 1991- 5-30

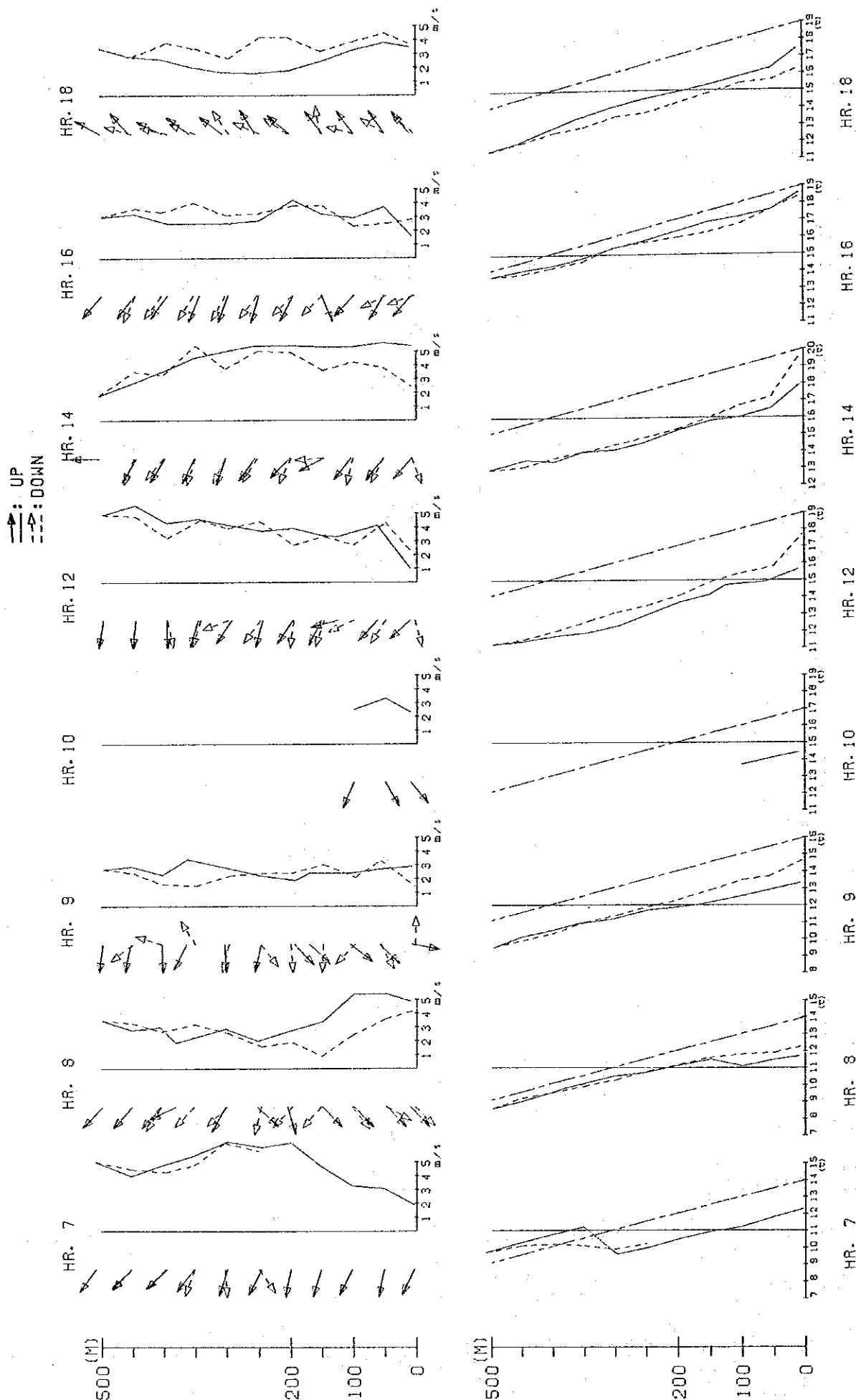


Fig. 1.3.5 Temperature Profile

Observed Point : Simon Bolivar (U. L.)
 Observed Date : 1990-11- 2 ~ 1990-11- 8

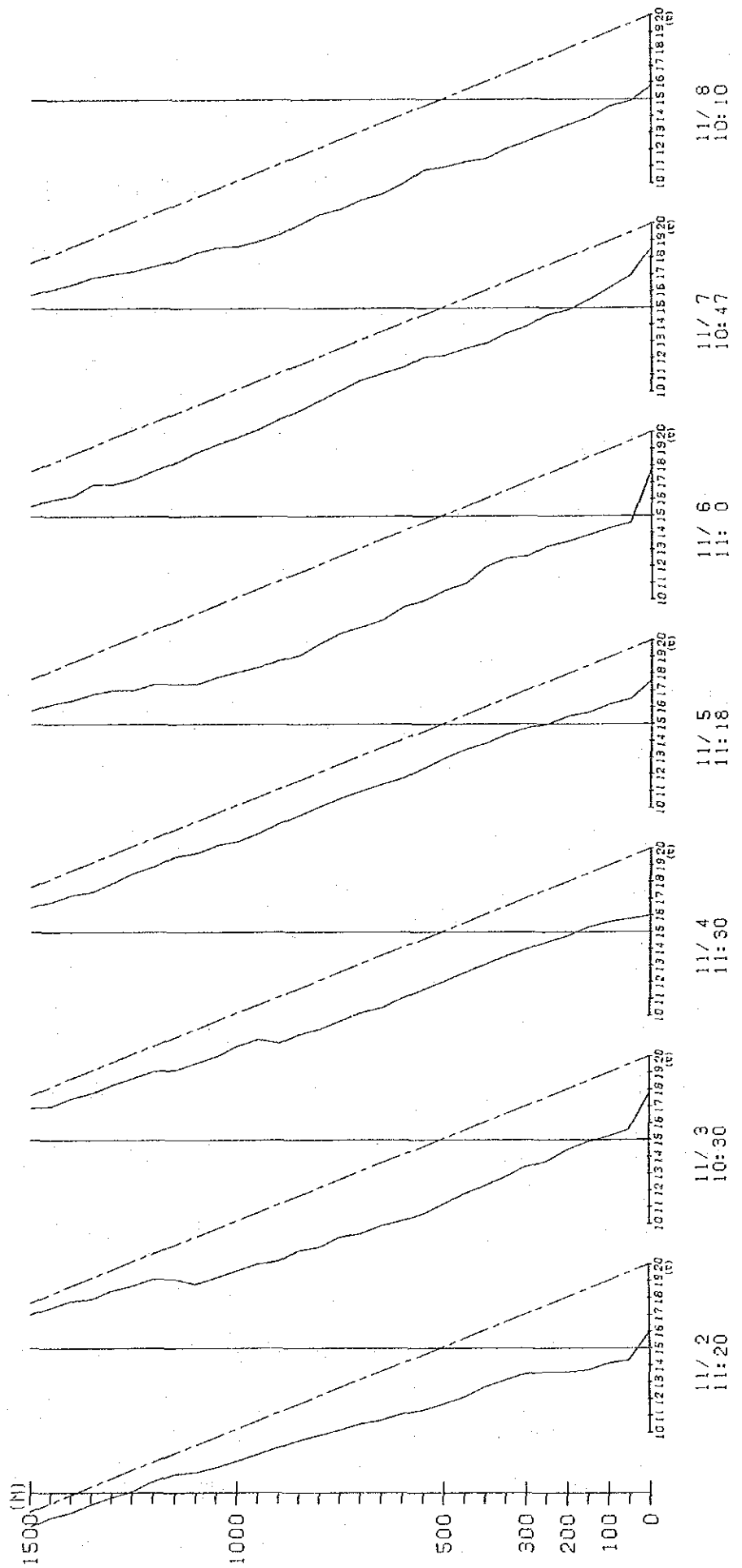


Fig. 1.3.6 Temperature Profile

Observed Point : Simon Bolivar (U. L.)

Observed Date : 1990-11-29 ~ 1990-12-5

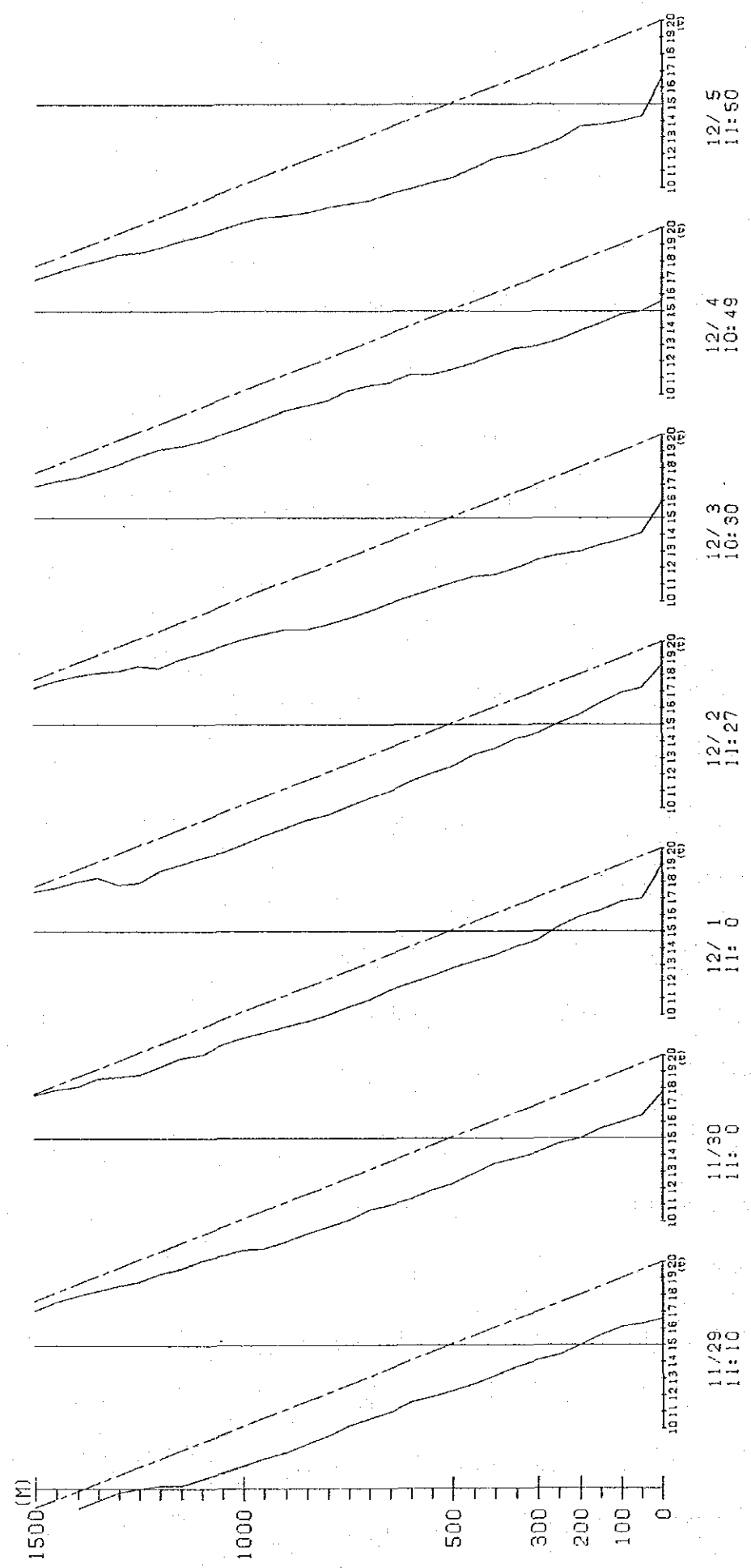


Fig 1.3.7 Temperature Profile

Observed Point : Simon Bolivar (U.L.)

Observed Date : 1991- 2-22 ~1991- 2-28

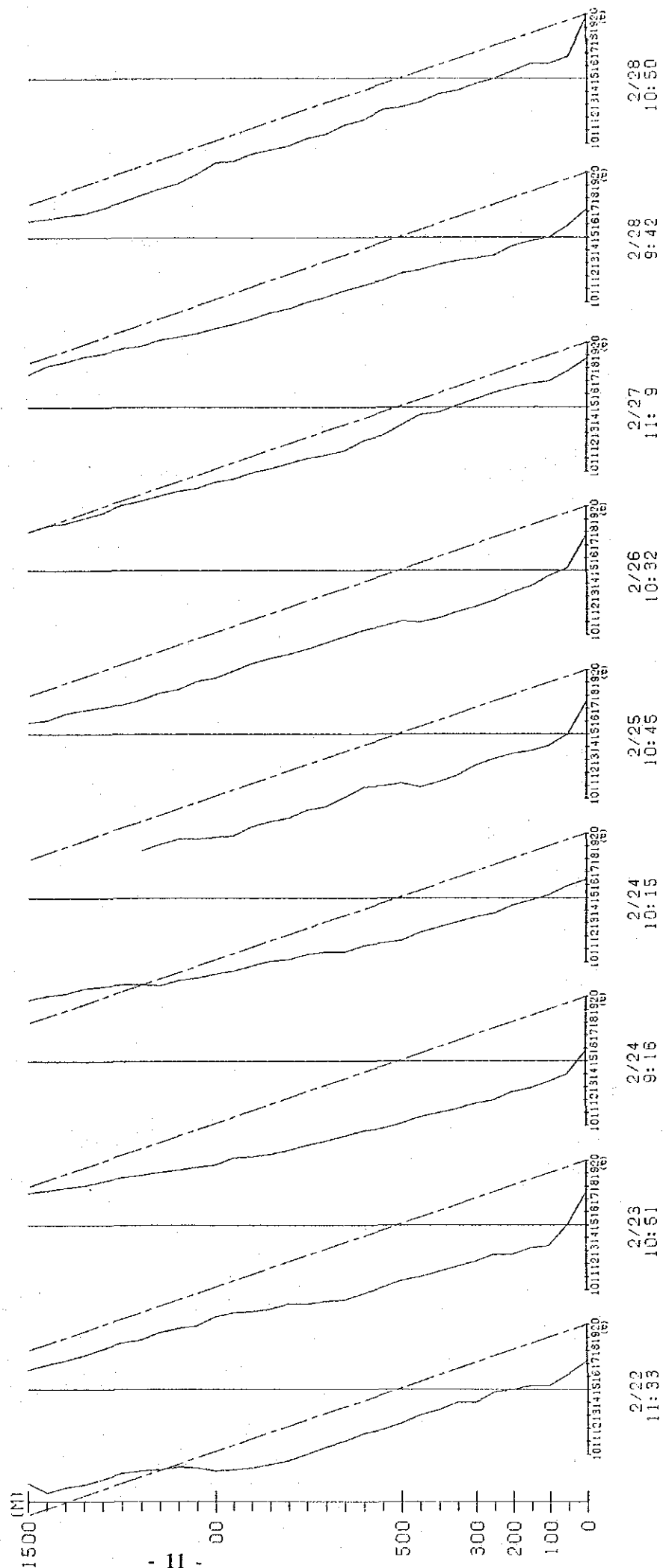
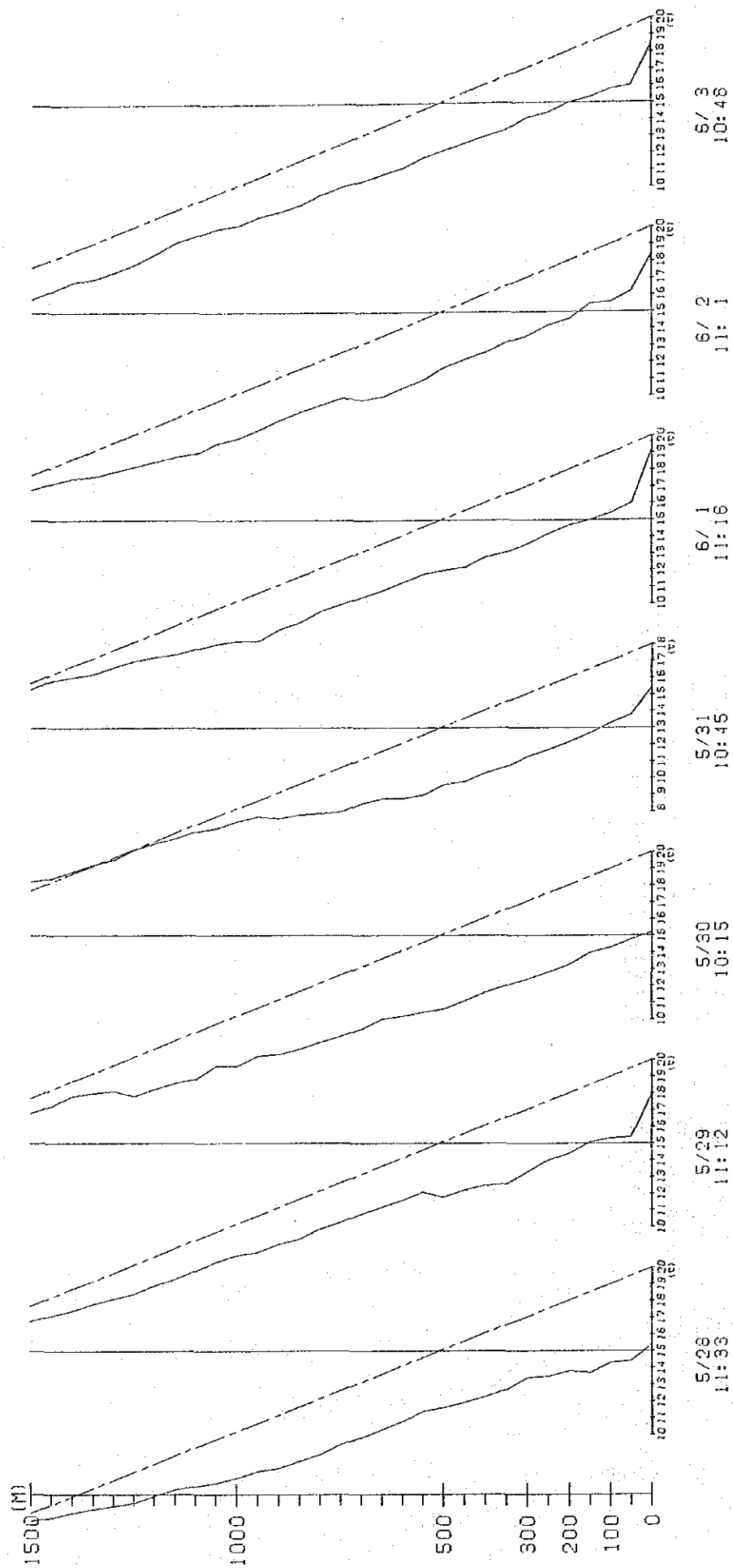


Fig. 1.3.8 Temperature Profile

Observed Point : Simon Bolivar (U. L.)

Observed Date : 1991- 5-28 ~1991- 6- 3









1.4 Analysis of Existing Meteorological Data

Fig. 1.4.1 shows the wind rose of Apto el Dorado observed by HIMAT in 1986 and 1987. And the corresponding hourly appearance frequency of wind direction is shown in Fig. 1.4.2 and 1.4.3.

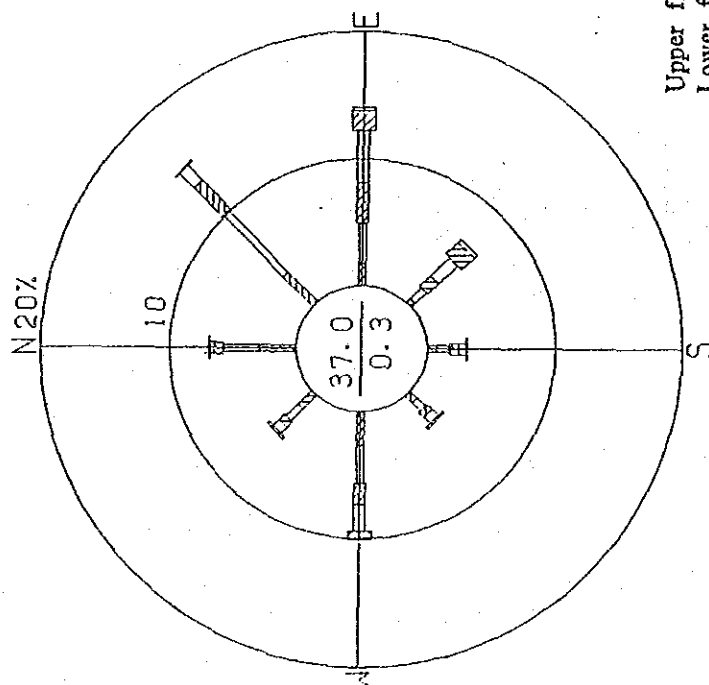
In common with the recent observation results, wind is mostly weak and calm ($0 - 0.9$ m/s) appears very often during night. The prevailing wind direction is SE and E, but westerly wind is also observed in the afternoon. However, since the wind data is expressed by 8 directions, and appearance frequency of calm is nearly 40%, there is some difficulty to apply this data to preparing dispersion model.

Fig. 1.4.1 Wind Rose by Wind Speed Rank

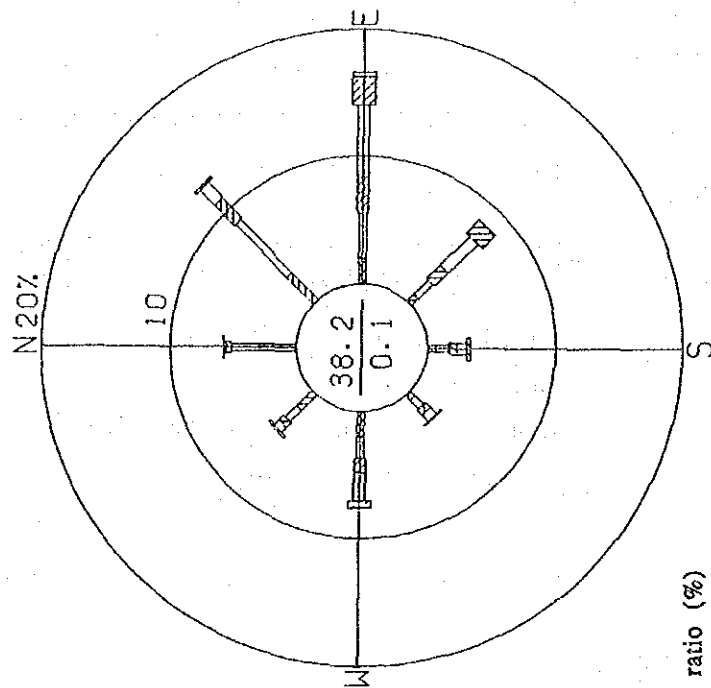
Observation point: Apto el Dorado

Wind speed rank (m/s)	
	8.0 ~
	6.0 ~ 7.9
	4.0 ~ 5.9
	3.0 ~ 3.9
	2.0 ~ 2.9
	1.0 ~ 1.9

from Jan. to Dec., 1986



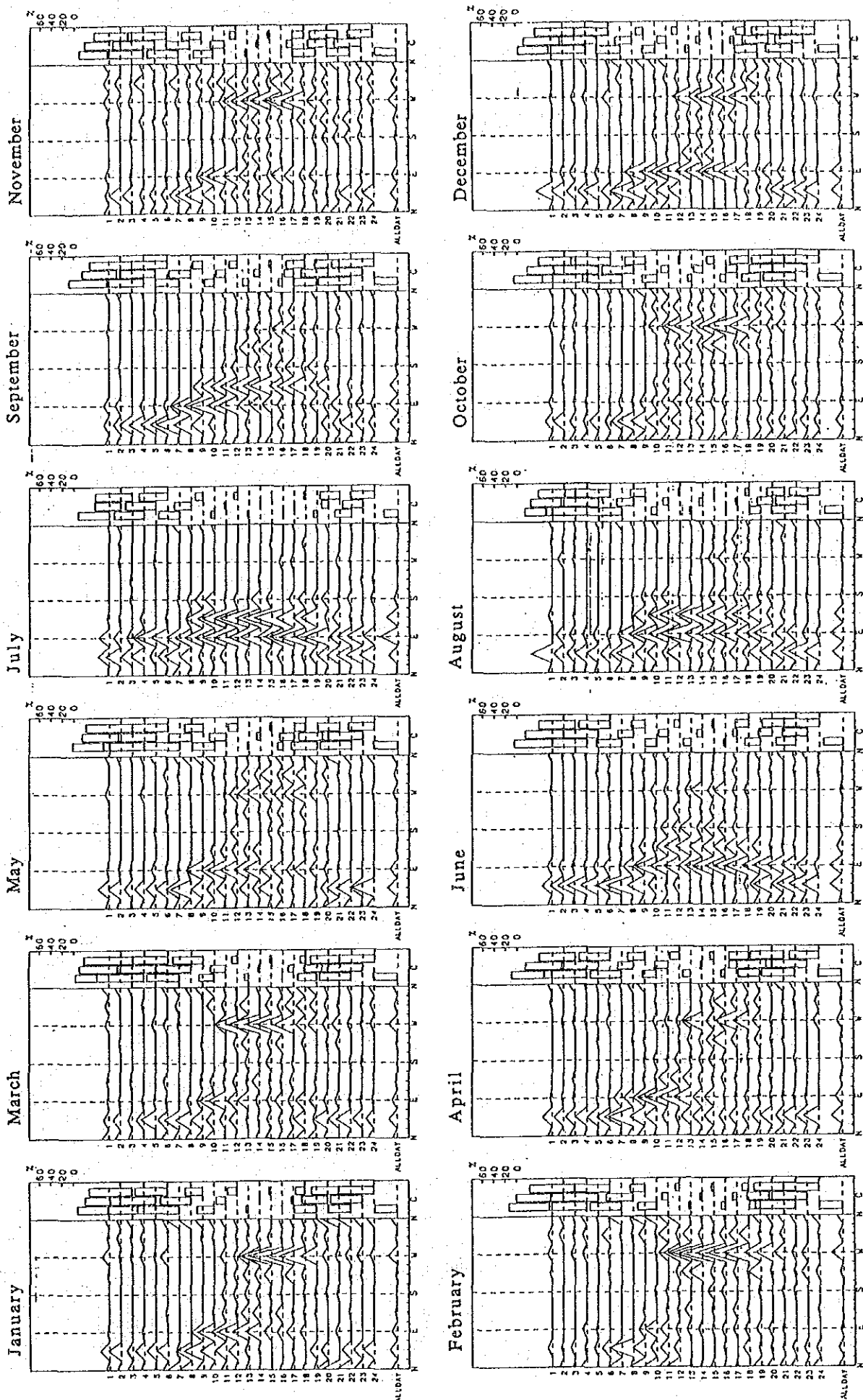
from Jan. to Dec., 1987



Upper figures in circle : calm ratio (%)
 Lower figures in circle : data deficiency ratio (%)
 calm: 0 - 0.9 m/s

Fig 1.4.2 Hourly Appearance Frequency of Wind Direction

Observation period : from Jan. to Dec., 1986
 Observation point : Apto el Dorado

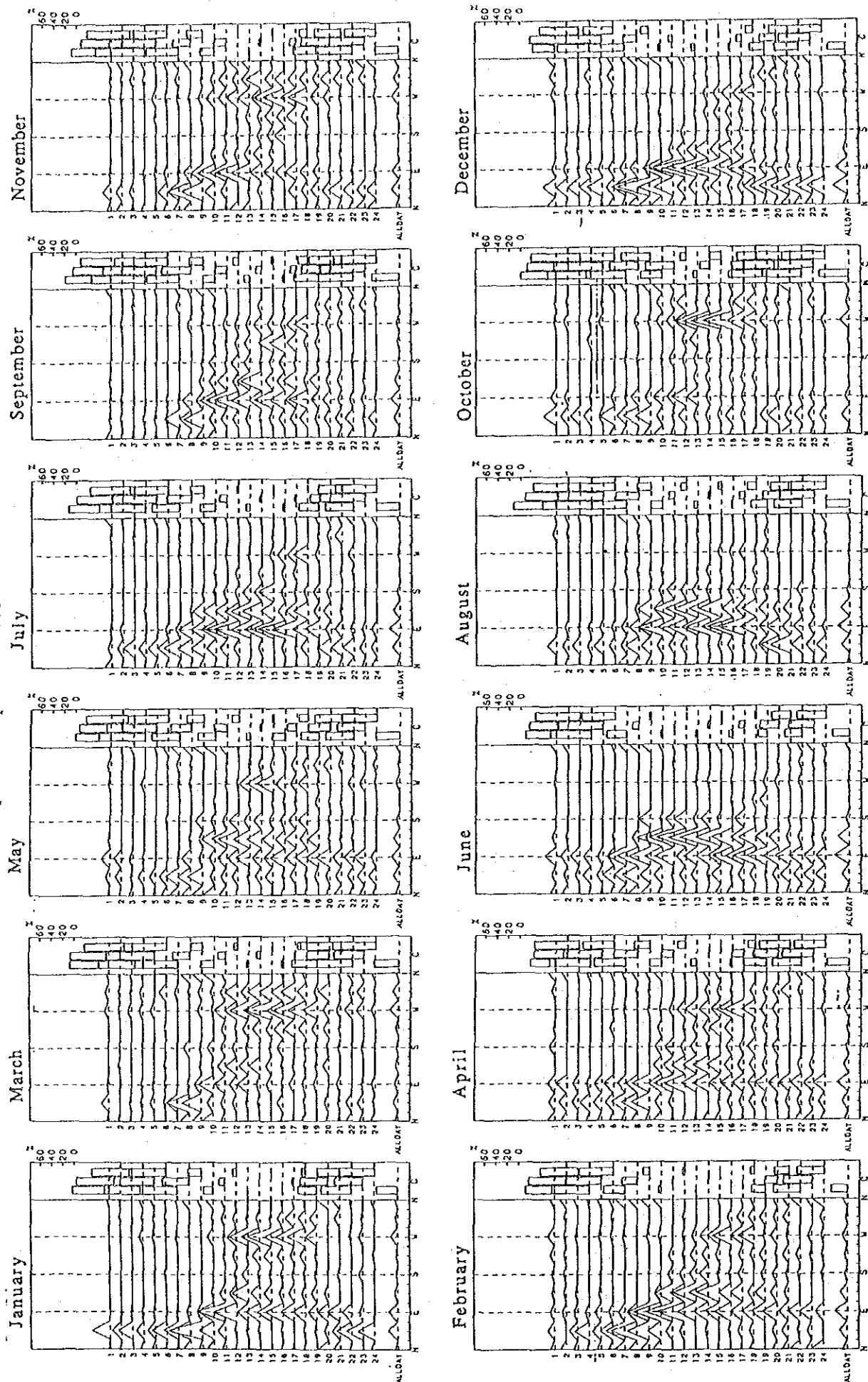


Note X-axis : Wind direction
 Y-axis : Hour

Fig. 1.4.3 Hourly Appearance Frequency of Wind Direction

Observation period : from Jan. to Dec., 1987

Observation point : Apio el Dorado



Note X-axis : Wind direction
Y-axis : Hour

PART 2 AMBIENT AIR QUALITY

2. Ambient Air Quality

2.1 Method and Instrument for Measurement

Table 2.1.1 Measuring Instruments Used

Measuring Item	Methods of Measurement	Measuring Instrument
• S O ₂	Ultraviolet fluorescence	HORIBA APSA-350E
• N O _x (NO ₂ , NO, NO _x)	Chemiluminescence	HORIBA APNA-350E
• C O	Non-dispersive infra red absorption	HORIBA APMA-350E
• S P M	β-ray attenuation	HORIBA APDA-350E
• H C (NMHC, CH ₄ , THC)	Flame ionization detection	HORIBA APHA-350E
• O ₃	Ultraviolet absorption	HORIBA APOA-350E

2.2 Application of Colombia Ambient Air Quality Standard

According to Decreto No.2 (1982) and No.2206 (1983), the standard under basic conditions (760 mmHg, 25°C) is applied to the area concerned after the correction as following.

$$\text{Standard of the Ambient air quality standard} \times \frac{\text{Pressure of area concerned}}{760} \times \frac{298}{273+t}$$

area concerned = under basic conditions

Since the atmospheric pressure is 562 mmHg and the temperature (t) is 14°C in Bogota, the ambient air quality standard for Bogota is that under basic conditions $\times 0.768$.

Because the measurement values of monitoring stations are all (except SPM) expressed as the ratio by volume, the standard values need to be converted to the ratio by volume. The method is shown below.

Assuming the molecular weight as "M" and the standard value as "X" ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for a certain pollutant (gas), the volume "Y" at 0°C and 760 mmHg is represented as follows:

$$Y (\text{m}^3) = \frac{(X \times 10^{-6})}{M} \times 22.4 \times 10^{-3}$$

The volume 1 m³ of the denominator is also converted as follows for 0°C and 760 mmHg:

$$\frac{273}{298} (m^3)$$

Accordingly, the standard value is represented as follows by means of "ppb (10^{-9})":

$$Z \text{ (ppb)} = Y + \frac{273}{298} \times 109 = \frac{X}{M} \times 22.4 \times \frac{298}{273}$$

Note that SPM (suspended particulate matter) which is measured at the monitoring stations in this study is different from SP (suspended particle) though they appear similar. SPM is defined as suspended particles that have a size of $10 \mu m$ or less. But, when comparing SPM to the standard, the value of SP is used. And the standard under basic conditions ($100, 400 \mu g/m^3$) is used because the value of SPM was converted to that under the basic conditions ($760 \text{ mmHg } 25^\circ C$).

The results as described above are summarized in the Table 2.2.1.

Table 2.2.1 Ambient Air Quality Standards

Item	National Standard Value		Standard Value Applied to Bogota City	Standard Value Used for this study
S P	Annual Mean Value	$100 \mu g/m^3$	$76.8 \mu g/m^3$	$100 \mu g/m^3$
	Daily Mean Value	400	307.2	400
S O ₂	Annual Mean Value	$100 \mu g/m^3$	$76.8 \mu g/m^3$	38.2ppb
	Daily Mean Value	400	307.2	152.8
	3-hour Value	1500	1152.0	573.1
C O	8-hour Value	$15 mg/m^3$	$11.5 mg/m^3$	13.1ppm
	1-hour Value	50	38.4	43.7
O ₃	1-hour Value	$170 \mu g/m^3$	$130.6 \mu g/m^3$	86.6ppb
N O ₂	Annual Mean Value	$100 \mu g/m^3$	$76.8 \mu g/m^3$	53.2ppb

2.3 Correlation of Pollutant between Stations

Tables 2.3.1 - 6 show correlation between stations of SO₂ - SPM while Table 2.3.7 correlation of HC and O₃.

Table 2.3.1 Correlation between Stations (SO₂)

	A	B	C	D	E
A : Servicio de Salud		5005	5254	4933	5278
B : Laboratorio	0.682		5902	5505	5997
C : Puente Aranda	0.357	0.436		5664	6158
D : El Tunal	0.433	0.441	0.336		5869
E : San Juan de Dios	0.344	0.343	0.266	0.284	

Table 2.3.2 Correlation between Stations (CO)

	A	B	C	D	E
A : Servicio de Salud		4531	4653	3929	4823
B : Laboratorio	0.800		4899	4232	5040
C : Puente Aranda	0.686	0.759		4733	5422
D : El Tunal	0.499	0.540	0.442		5312
E : San Juan de Dios	0.663	0.579	0.489	0.475	

Table 2.3.3 Correlation between Stations (NO_x)

	A	B	C	D	E
A : Servicio de Salud		5930	6216	6012	5834
B : Laboratorio	0.763		5961	5609	5565
C : Puente Aranda	0.631	0.715		5881	5833
D : El Tunal	0.661	0.661	0.573		5535
E : San Juan de Dios	0.679	0.610	0.499	0.568	

Table 2.3.4 Correlation between Stations (NO)

	A	B	C	D	E
A : Servicio de Salud		5930	6216	6012	5834
B : Laboratorio	0.671		5961	5609	5565
C : Puente Aranda	0.604	0.667		5881	5833
D : El Tunal	0.647	0.597	0.570		5535
E : San Juan de Dios	0.633	0.509	0.458	0.531	

Table 2.3.5 Correlation between Stations (NO₂)

	A	B	C	D	E
A : Servicio de Salud		5930	6216	6012	5834
B : Laboratorio	0.808		5961	5609	5565
C : Puente Aranda	0.733	0.804		5881	5833
D : El Tunal	0.641	0.731	0.614		5535
E : San Juan de Dios	0.804	0.671	0.587	0.629	

Table 2.3.6 Correlation between Stations (SPM)

	A	B	C	D	E
A : Servicio de Salud		5362	5187	6407	5589
B : Laboratorio	0.807		4707	5524	5244
C : Puente Aranda	0.692	0.728		5326	4882
D : El Tunal	0.573	0.635	0.605		5754
E : San Juan de Dios	0.685	0.765	0.621	0.653	

Table 2.3.7 Correlation between Stations (between C - E)

Item	THC	CH ₄	n-CH ₄	O ₃
Corr.	0.334	0.421	0.350	0.687
Samp.	3454	3454	3454	3313

2.4 P-C Curve (Percentile Concentration Curve)

Fig. 2.4.1 - 5 show percentile concentration curves, which display appearance situation of each pollutant.

Fig. 2.4.1 P-C SO₂ (ppb) Nov. 90 ~

x: Daily Avg.
Δ: 1 Hour Val.

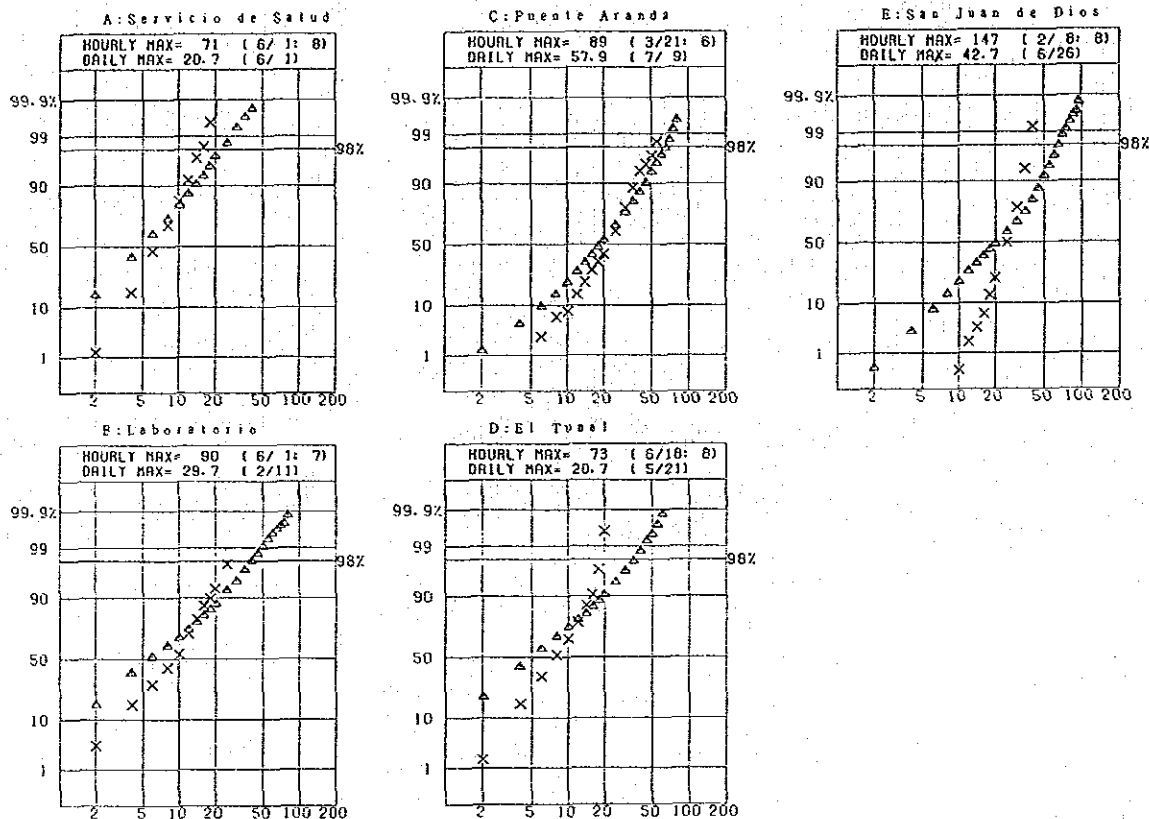


Fig. 2.4.2 P-C CO (0.1ppm) Nov. 90' ~

x: Daily Ave.
Δ: 1 Hour Val.

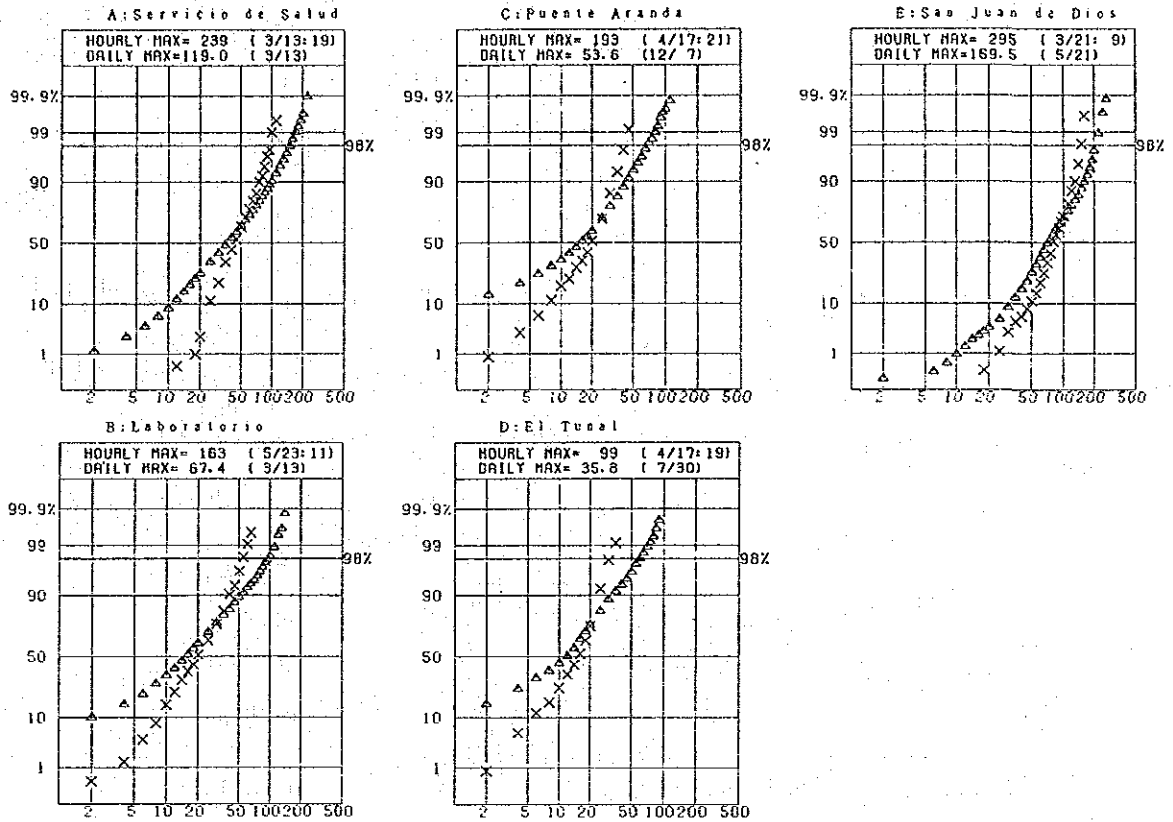


Fig. 2.4.3 P-C NO2 (ppb) Nov. 90' ~

x: Daily Ave.
Δ: 1 Hour Val.

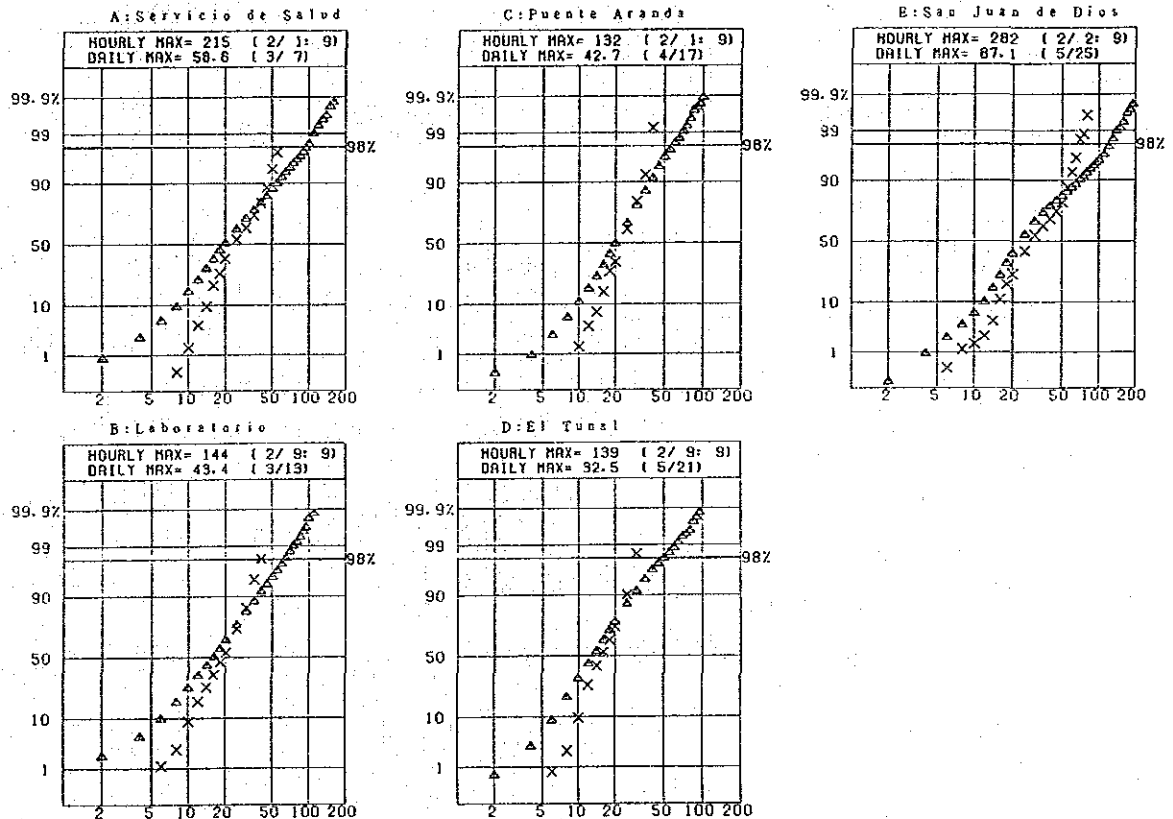


Fig. 2.4.4 P-C NO_x (ppb) Nov. 90' ~

x: Daily Ave.
Δ: 1 Hour Val.

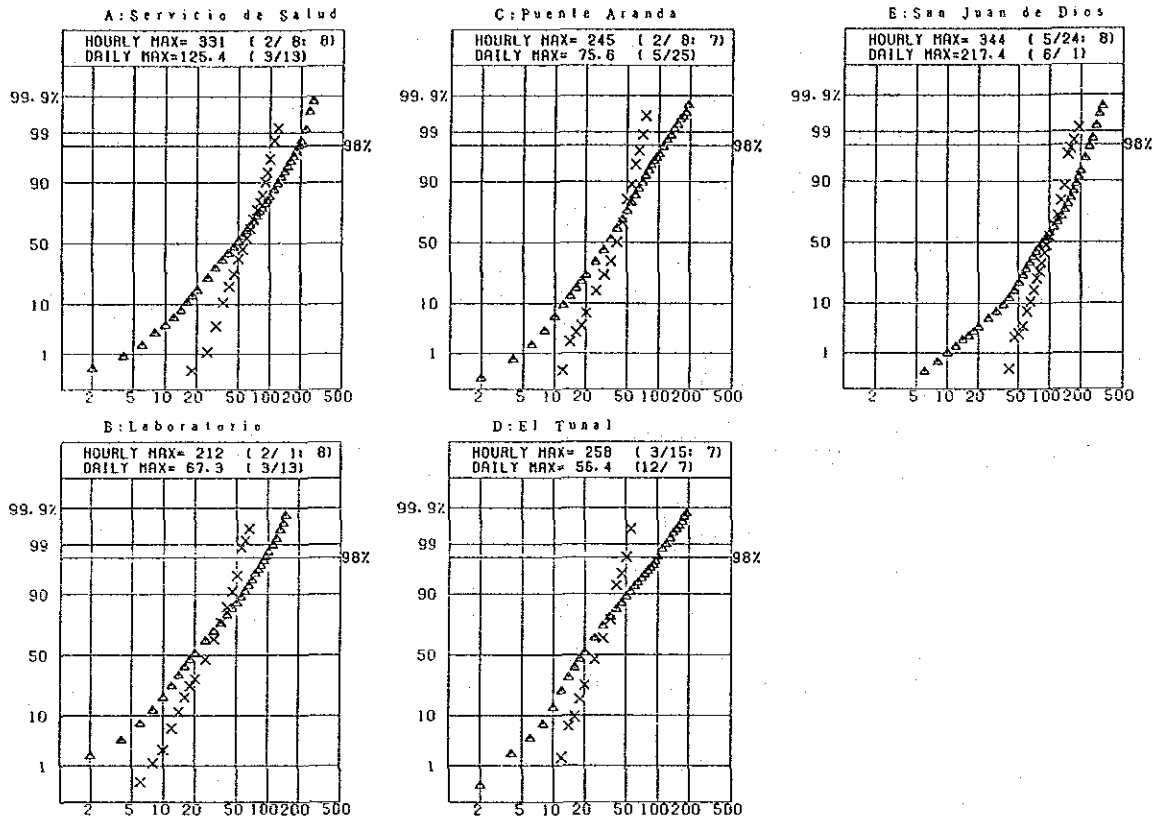
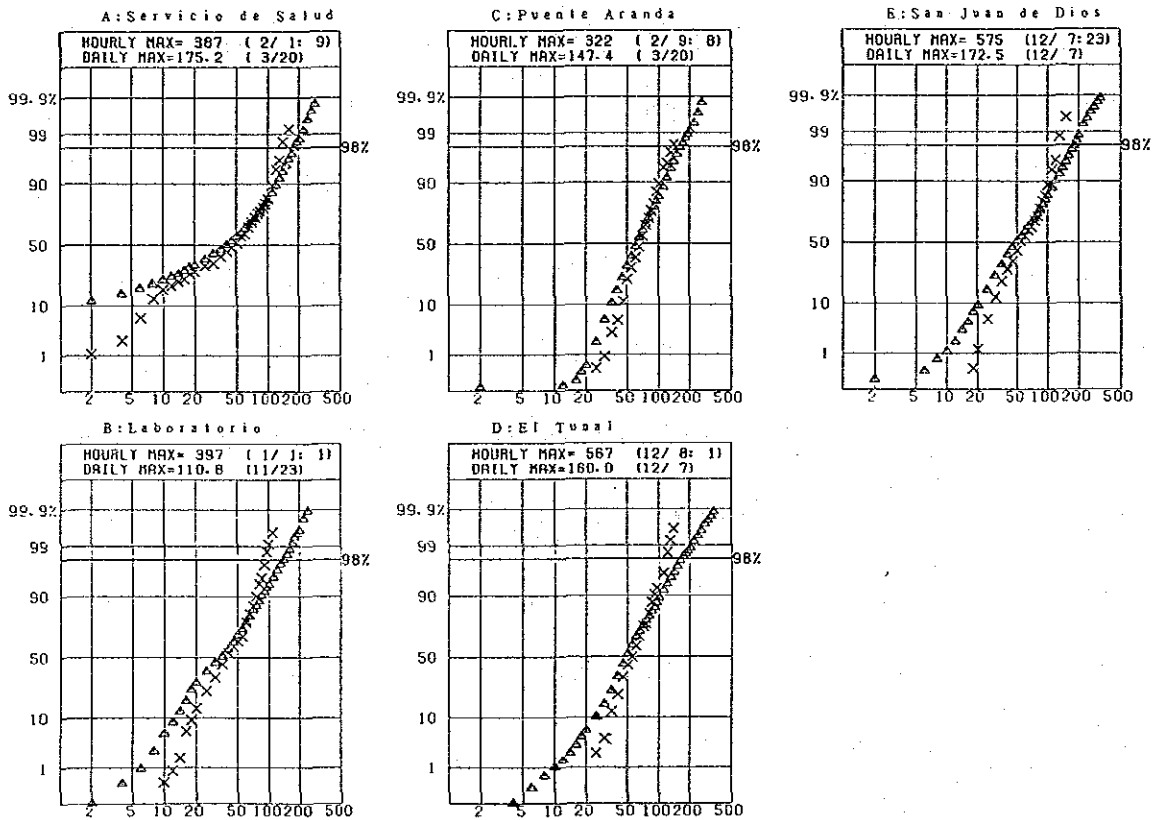


Fig. 2.4.5 P-C SPM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Nov. 90' ~

x: Daily Ave.
Δ: 1 Hour Val.



2.5 High-concentration Analysis

2.5.1 Sampling of High-concentration Days

The method normally used in Japan consists of;

- ① Sampling high-concentration days as top 30 days of regional average,
- ② Extracting the time or meteorological conditions for appearance of high concentration,
- ③ Grasping factors for appearance of high concentration of pollutants in the area concerned.

The number of days to be sampled for high-concentration days may be a subject to discussion because ambient air quality and meteorological data were accumulated for nine months or so at present. In any case, 20 days were chosen experimentally.

The average of all stations was used as index for sampling high-concentration days.

2.5.2 Monthly Appearance of High-concentration Days

Fig. 2.5.1 shows the monthly appearance of high-concentration days. As for SO₂, they appear most frequently in February while for other pollutants in March. No comparison is made for November when the measuring days were few.

2.5.3 Meteorological Conditions of High-concentration Days

The wind rose in high-concentration days is shown by pollutant in Fig. 2.5.2.

As regards SO₂, the average wind speed isn't much different from that of the whole period (Fig. 3.1.2 of the main report) and rather higher at station D. As for other pollutants, the wind speed is lower by 10 - 20% as a whole, and has a tendency as follows; SPM > NO₂ > NO_x > CO.

2.5.4 Ambient Air Quality Concentration in High-concentration Days

Fig. 2.5.3 shows hourly change of the concentration in high-concentration days by pollutant.

As compared with that of the whole period (Fig. 4.1.1 of the main report), this change has a higher peak in the morning as a whole: about 20 - 30 ppb higher for SO₂, 1.5 times for NO_x and NO₂, and about 80 µg/m³ higher for SPM. To CO peak value is higher by about 5 ppm at stations A and E, but other stations has no particular difference.

2.5.5 Analysis of O₃ High-concentration

Another approach was taken for O₃. Selection of days that have a maximum value exceeding 86 ppb leads to 17 days for station C and six days for station E. And 17 days of station C are treated as high-concentration days of O₃, because the concentration level of O₃ there is higher than the other. Fig. 2.5.4 shows hourly change of pollutants and meteorological factors in these 17 days and the other days.

(1) O₃

In both stations of C and E, the peak value in the morning differs by more than twice between the days concerned and other days.

(2) Meteorology

The solar radiation is higher for the days concerned as expected. The wind speed is lower in the morning and rises in the afternoon for the days concerned.

(3) NHMC

Difference in the concentration is small at station C. But there is a remarkable tendency that the concentration is higher from 1:00 to 4:00 there.

(4) SPM

The concentration of the days concerned is higher as a whole. The peak value in the morning is higher by 1.5 to 2 times. And the peak time seems to delay a little.

(5) CO

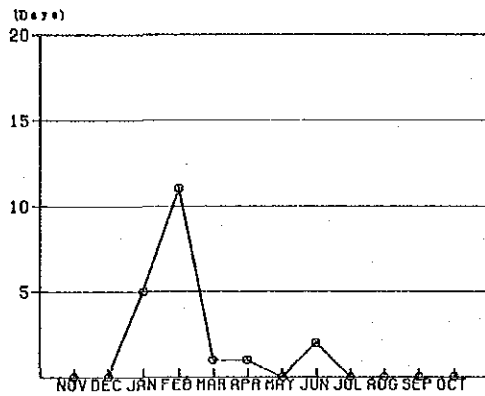
The concentration during daytime is higher by about 10 to 20%. But, at station A and E, the concentration is lower before dawn for the days concerned.

(6) NO - NO_x

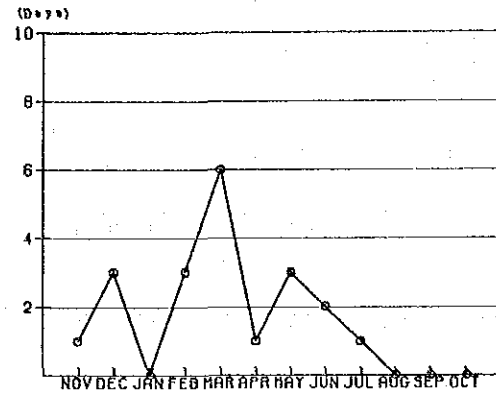
As for NO, the morning peak is higher more or less, but the concentration level is similar to the other days in the afternoon. Especially, at stations A and E, the concentration is rather lower for the days concerned. As regards NO₂, the difference is large mainly in daytime, but a slight difference before dawn appears suggestive.

Fig. 2.5.1 Monthly Appearance of H. C. D.

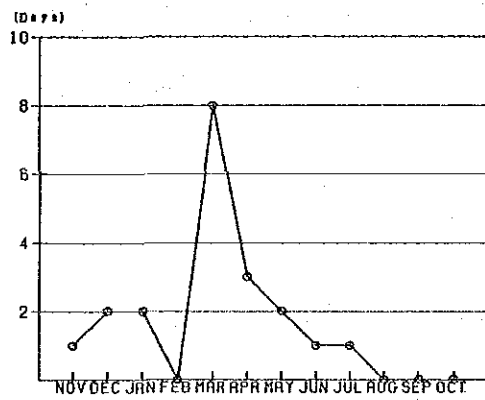
○; SO₂



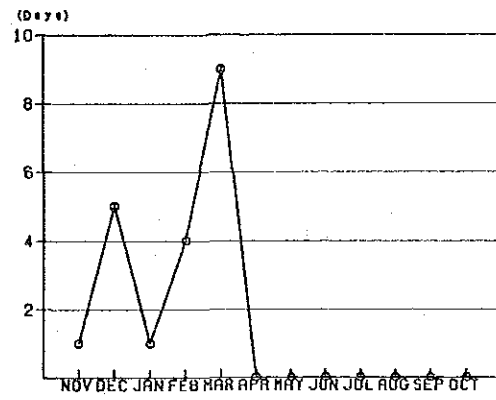
○; NO_x



○; CO



○; SPM



○; NO₂

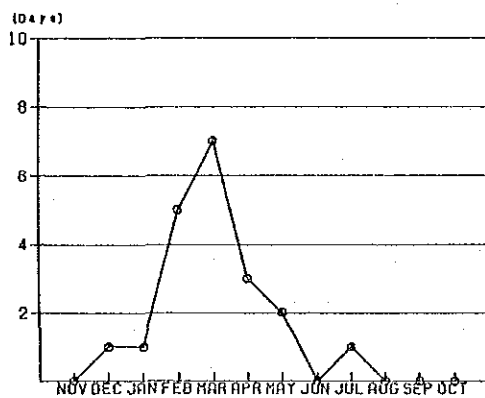
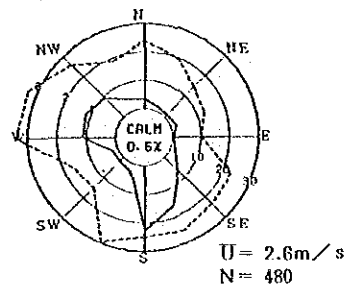
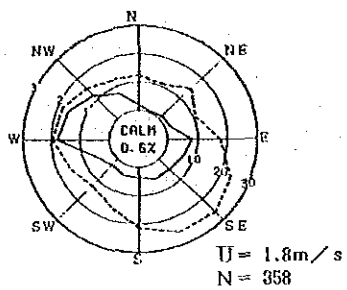


Fig. 2.5.2① Wind Rose in H. C. D. (SO₂) — Ratio of Wind Direction (%)
 - - - Average of Wind Speed (m/s)

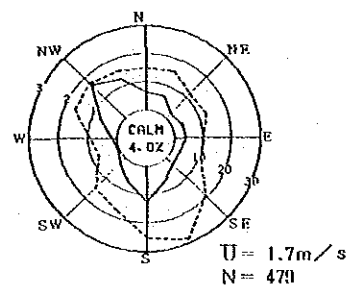
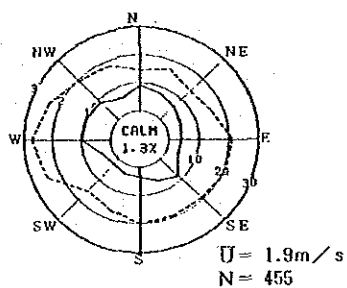
A: Servicio de Salud

D: El Tunal



B: Laboratorio

E: San Juan de Dios



C: Puente Aranda

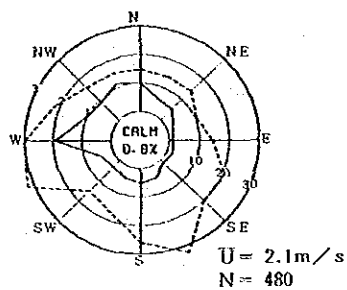
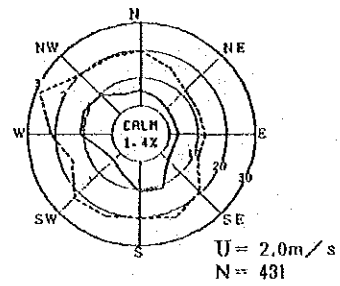
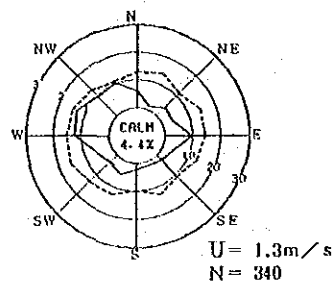


Fig. 2.5.2② Wind Rose in H. C. D. (CO) — Ratio of Wind Direction (%)
 - - - Average of Wind Speed (m/s)

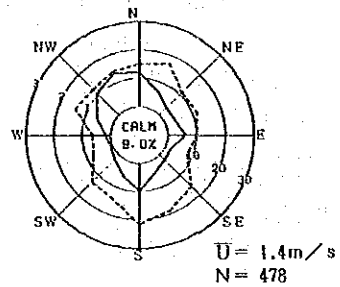
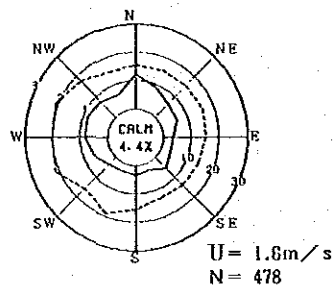
A: Servicio de Salud

D: El Tunal



B: Laboratorio

E: San Juan de Dios



C: Puente Aranda

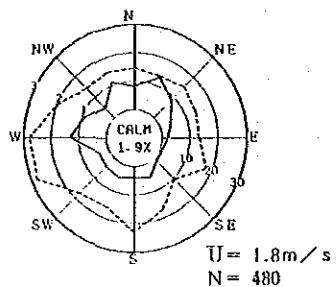
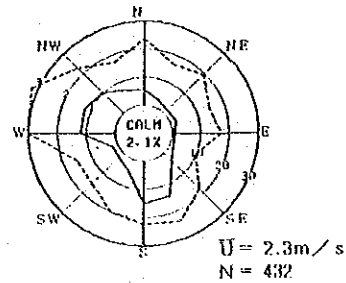
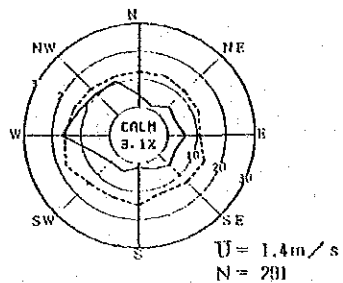


Fig. 2.5.2③ Wind Rose in H. C. D. (NO₂) — Ratio of Wind Direction (%)
 ----- Average of Wind Speed (m/s)

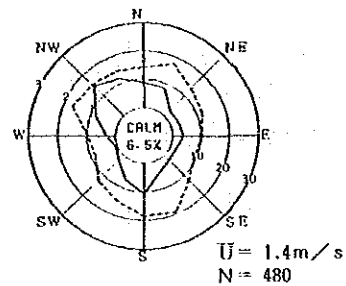
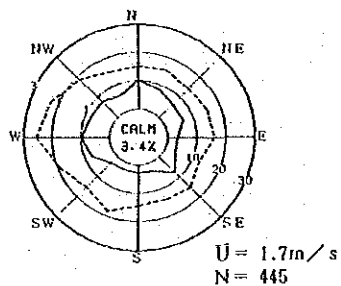
A: Servicio de Salud

D: El Tunal



B: Laboratorio

E: San Juan de Dios



C: Puente Aranda

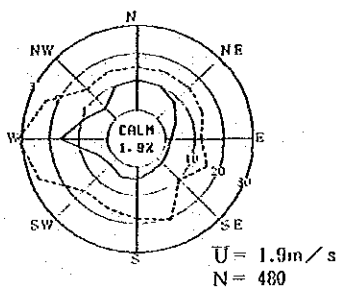
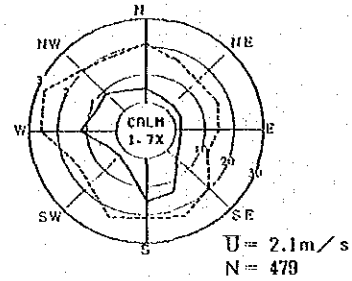
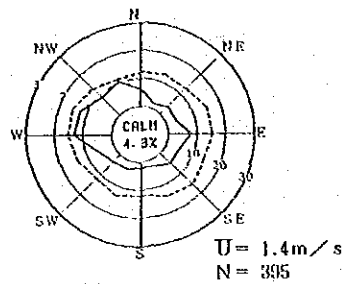


Fig. 2.5.2④ Wind Rose in H. C. D. (NOx) — Ratio of Wind Direction (%)
 ----- Average of Wind Speed (m/s)

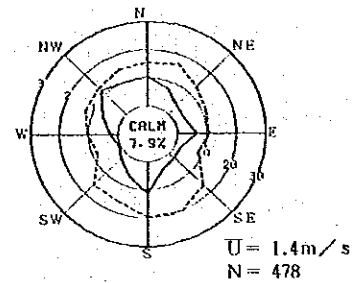
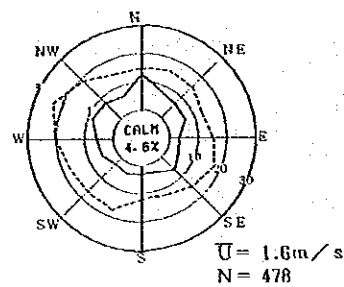
A: Servicio de Salud

D: El Tunal



B: Laboratorio

E: San Juan de Dios



C: Puente Aranda

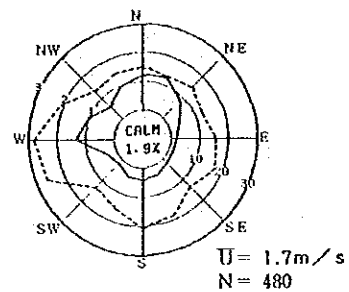
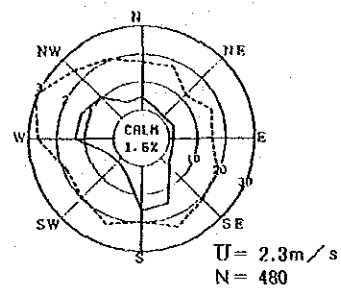
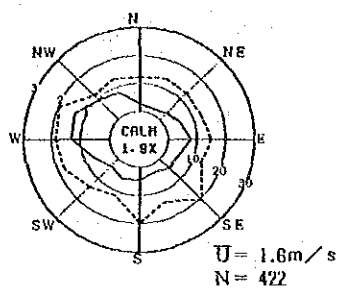


Fig. 2.5.2⑤ Wind Rose in H. C. D. (SPM) — Ratio of Wind Direction (%)
 ----- Average of Wind Speed (m/s)

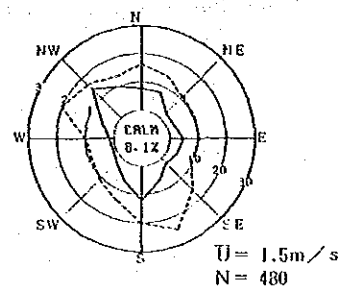
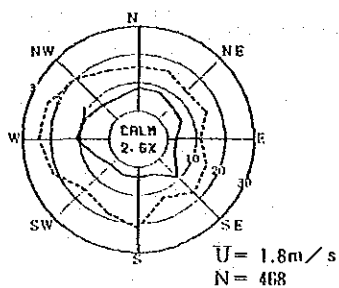
A: Servicio de Salud

D: El Tunal



B: Laboratorio

E: San Juan de Dios



C: Puente Aranda

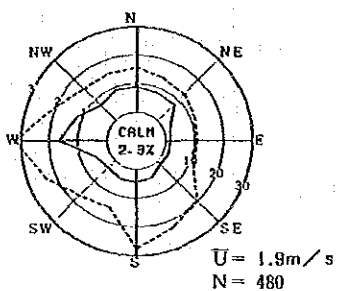


Fig. 2.5.3① Hourly Change in H. C. D. (SO_2)

○—○ SO_2 (ppb)

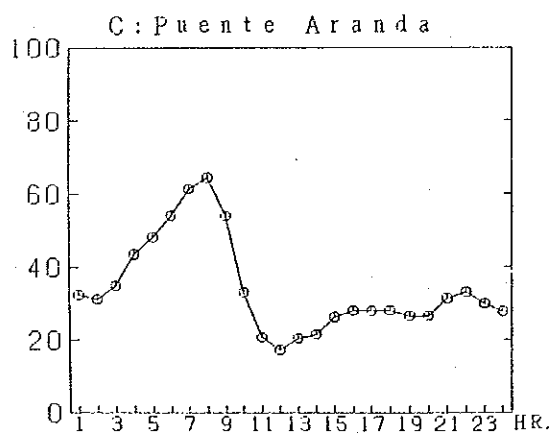
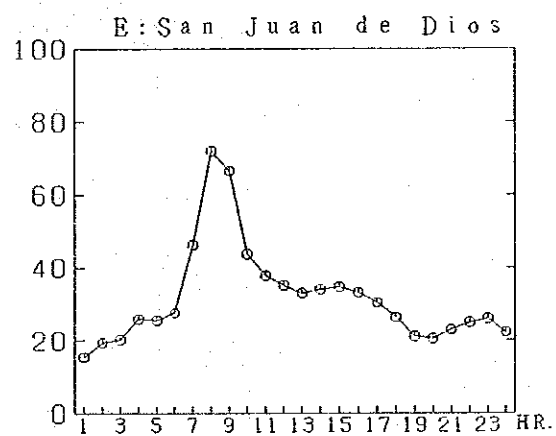
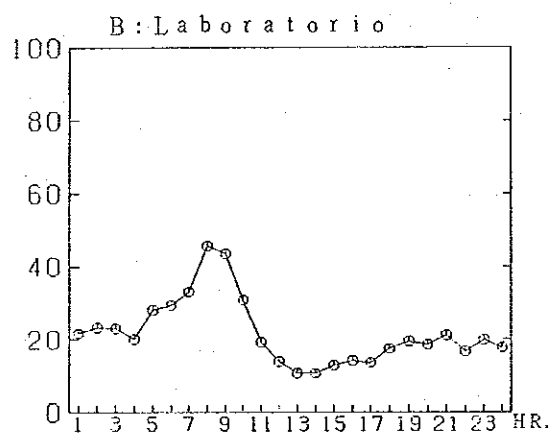
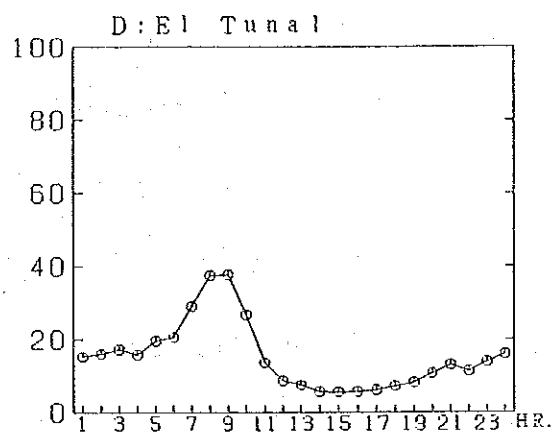
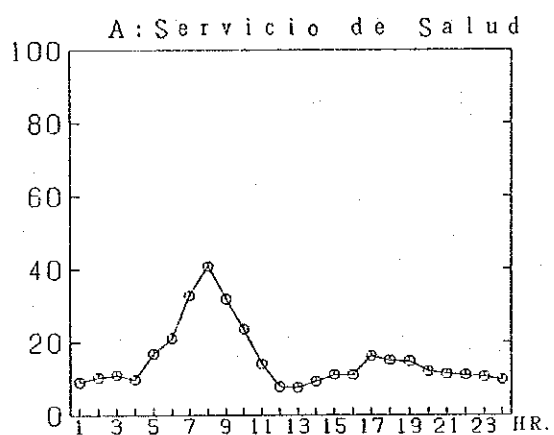


Fig. 2.5.3② Hourly Change in H. C. D. (CO)

○—○ CO (ppm)

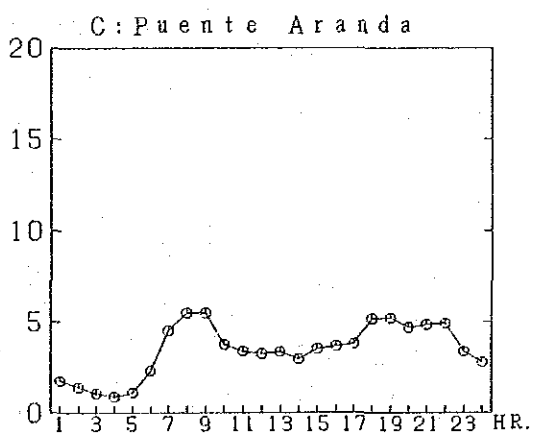
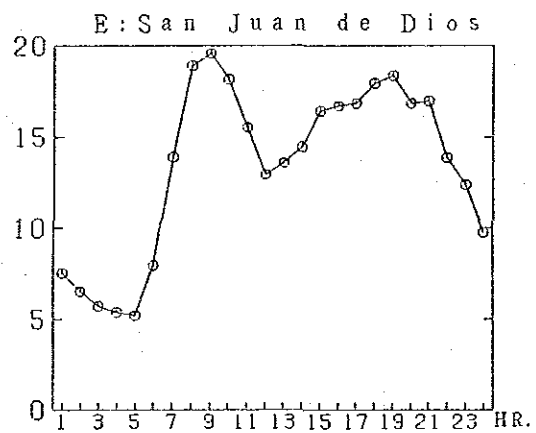
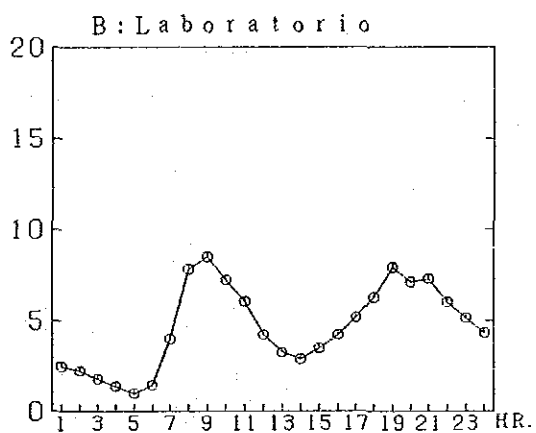
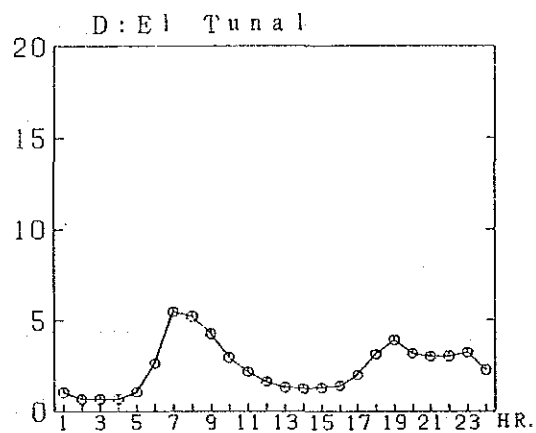
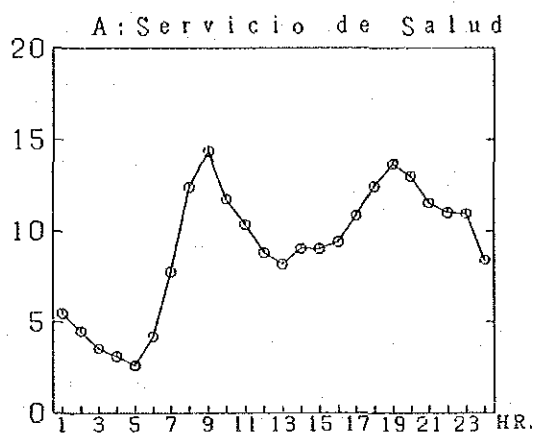


Fig. 2.5.3③ Hourly Change in H. C. D. (NO_2)

○—○ NO_2 (ppb)

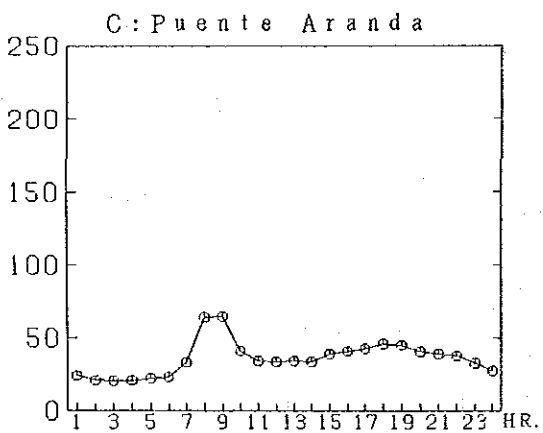
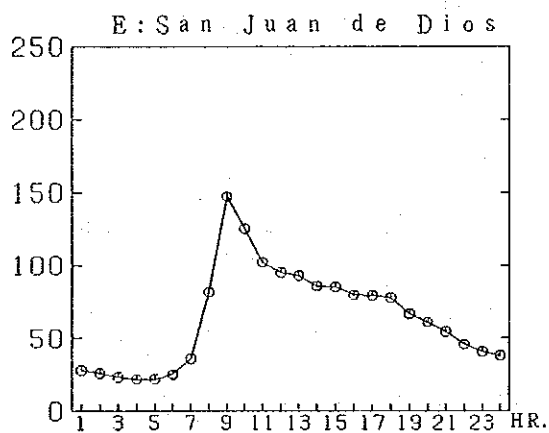
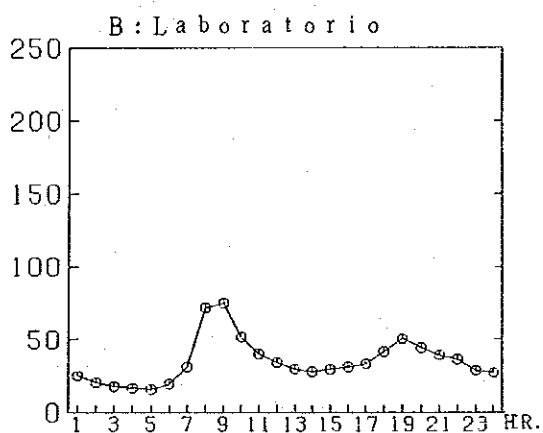
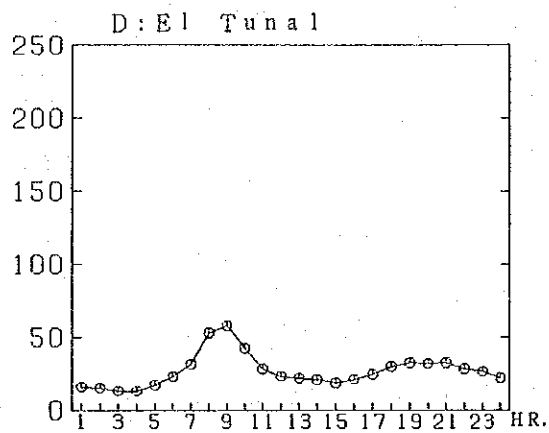
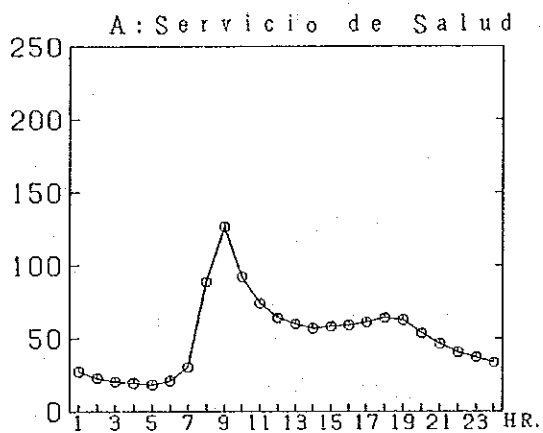


Fig. 2.5.3④ Hourly Change in H. C. D. (NOx)

○—○ NOx (ppb)

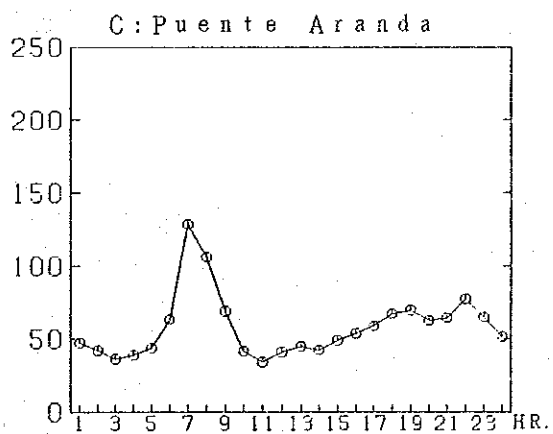
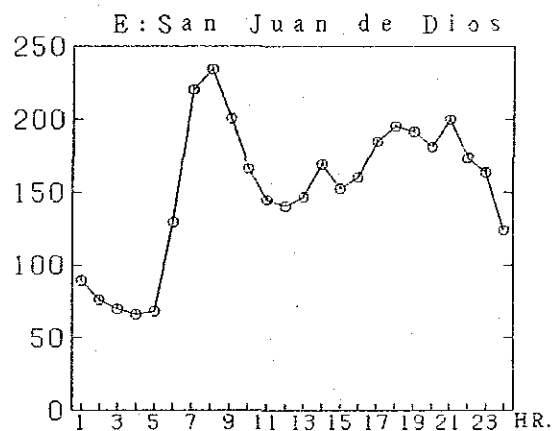
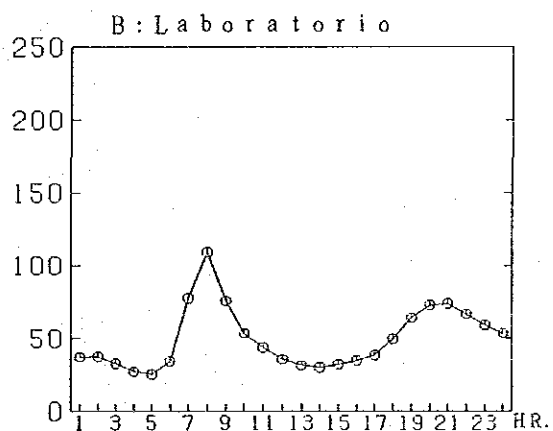
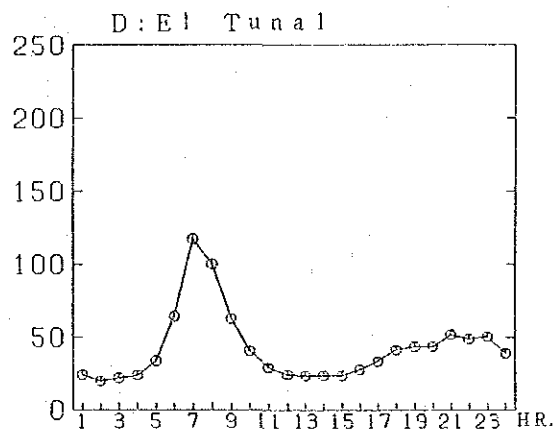
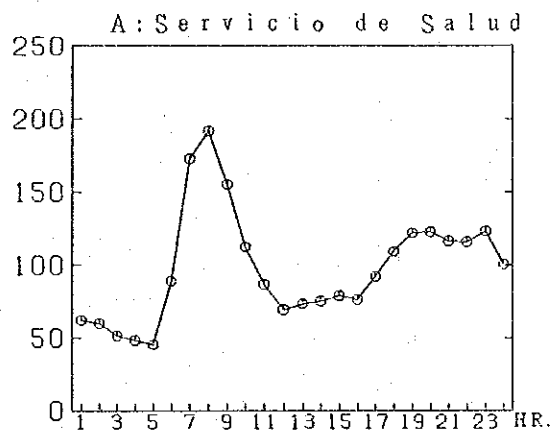


Fig. 2.5.3⑥ Hourly Change in H. C. D. (SPM)

○—○ SPM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

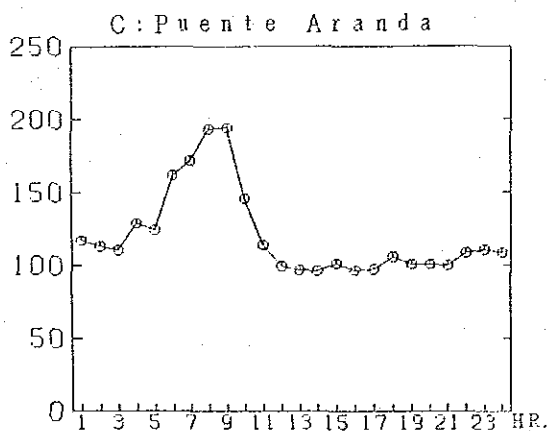
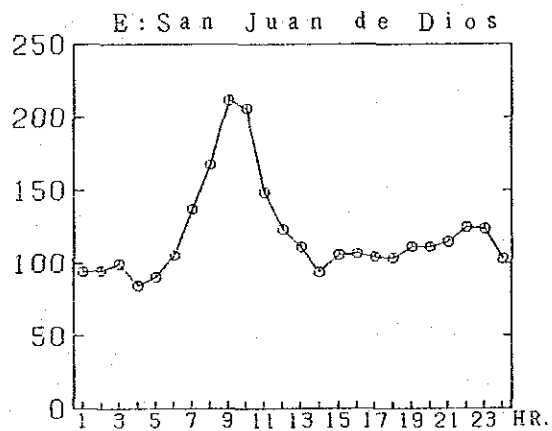
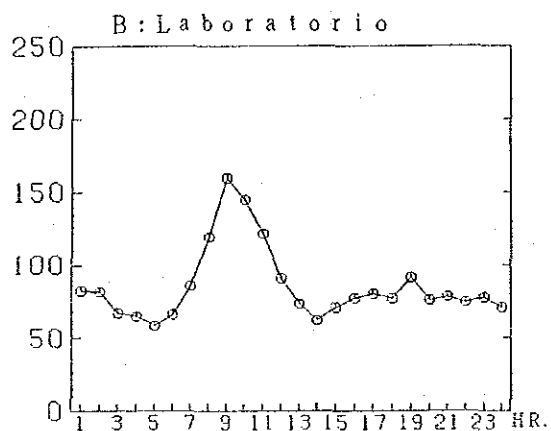
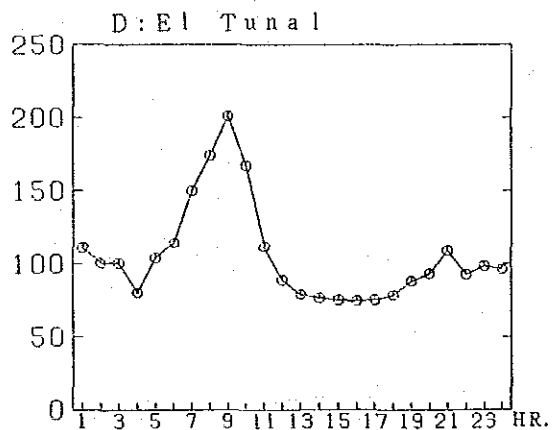
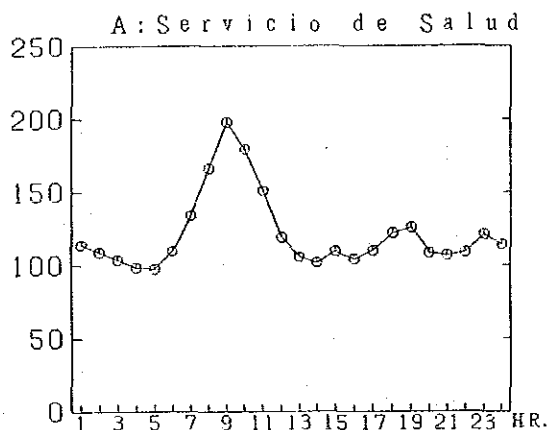


Fig. 2.5.4① Hourly Change by O₃ C. Level (P-C)

YEAR ; 1990

○; Selected Day
△; Other Day

O₃

S. Rad

W. S.

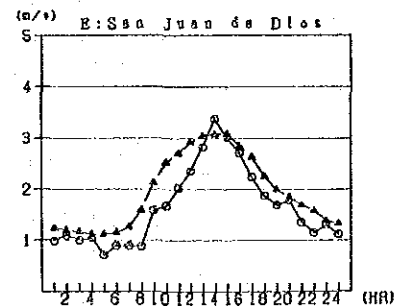
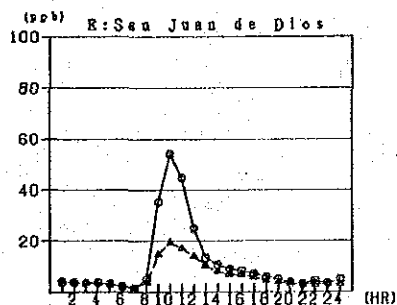
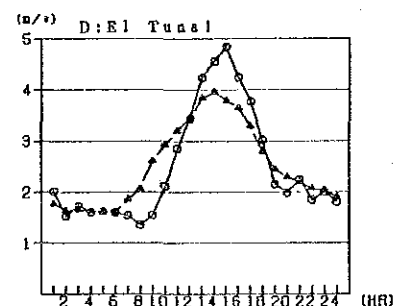
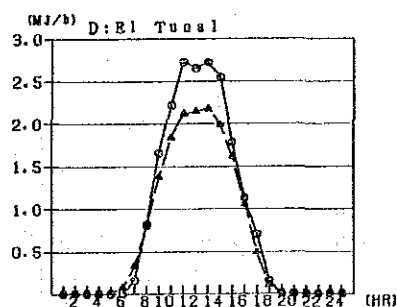
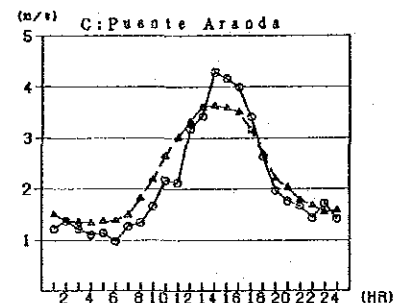
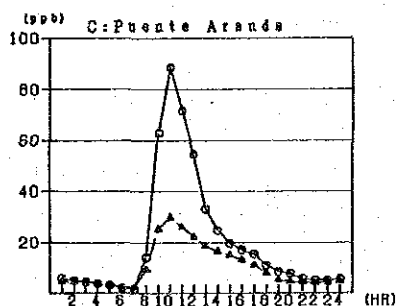
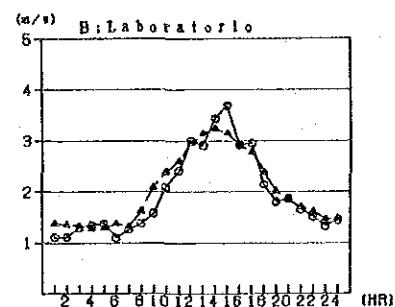
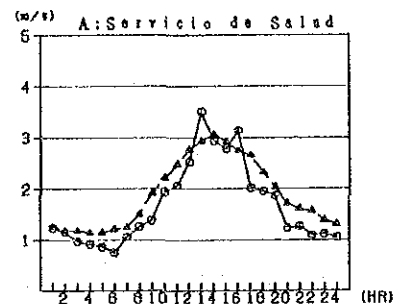


Fig. 2.5.4② Hourly Change by O3 C. Level (P-C)

YEAR : 1990

○; Selected Day
△; Other Day

NMHC

CO

SPM

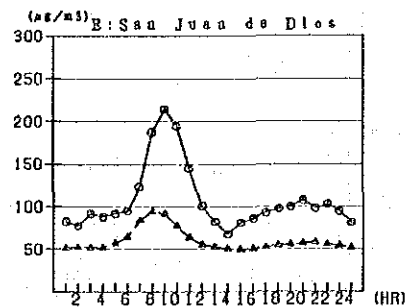
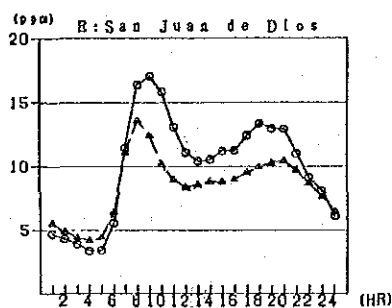
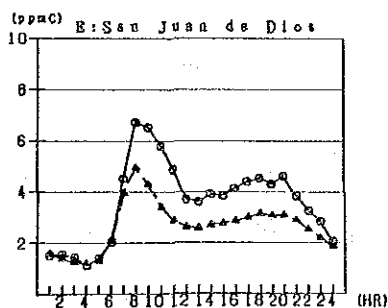
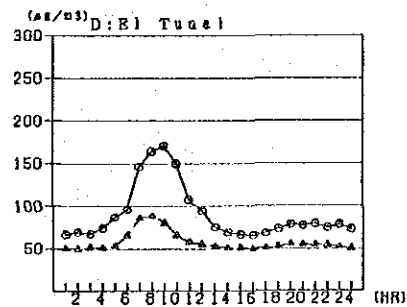
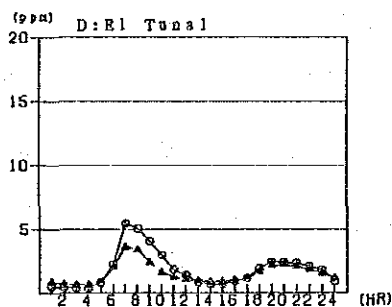
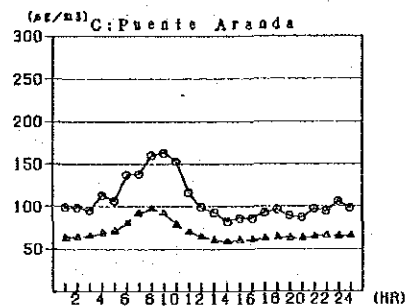
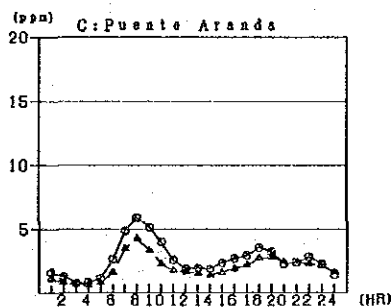
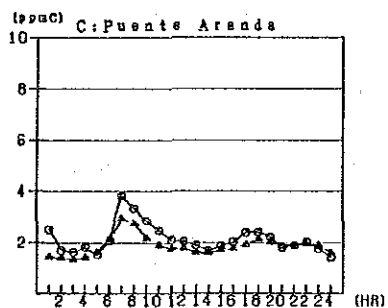
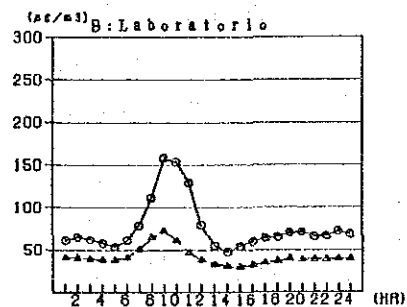
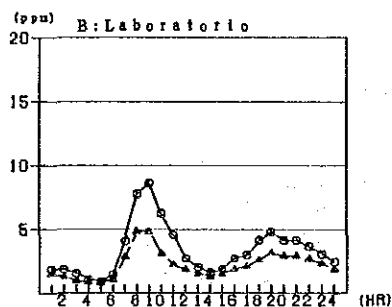
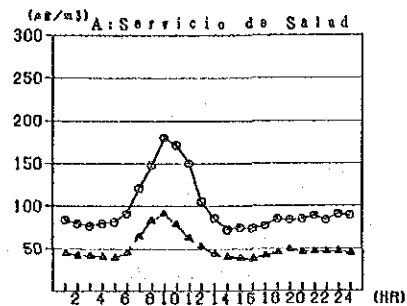
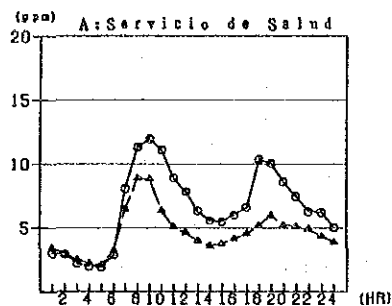
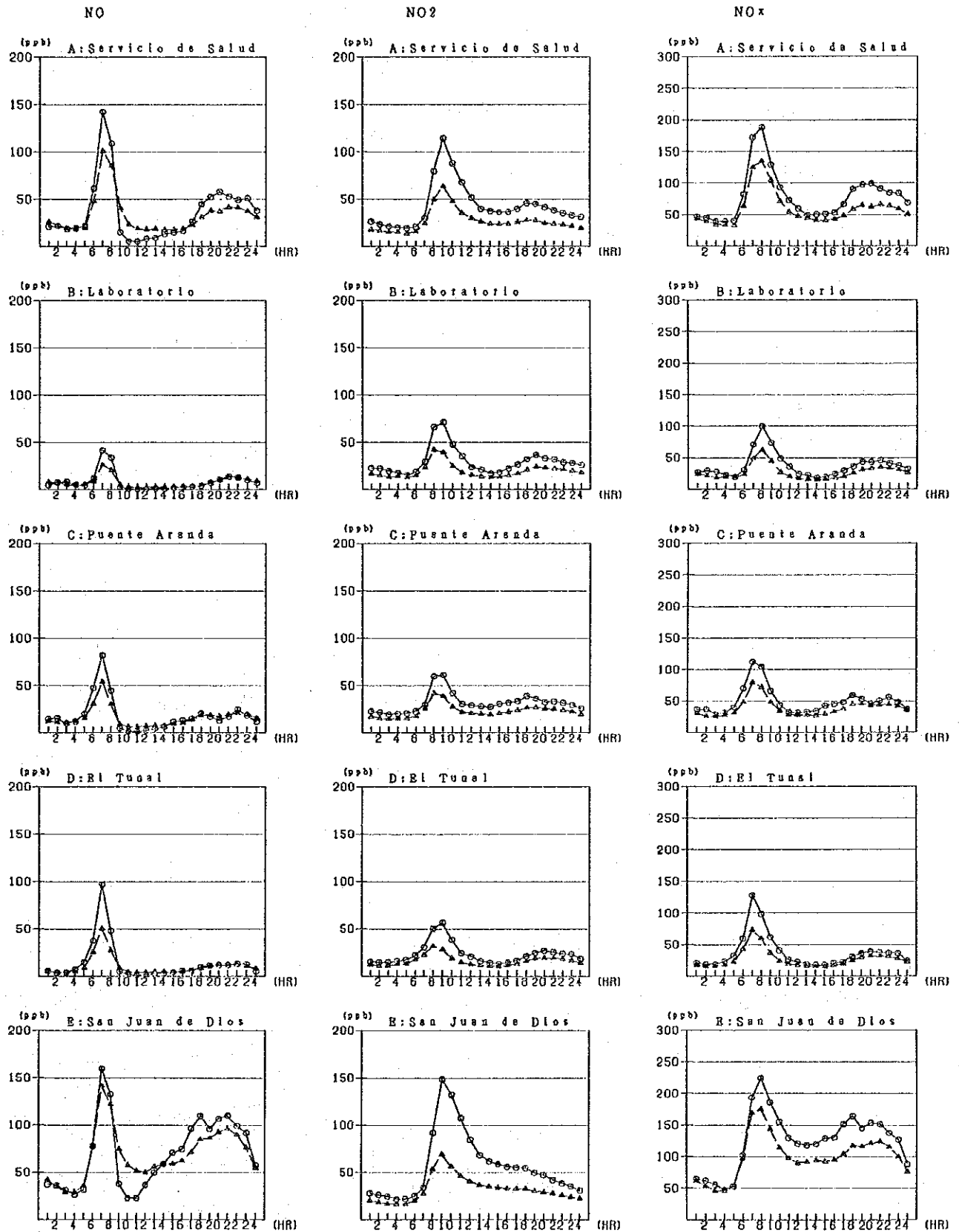


Fig. 2.5.4③ Hourly Change by O3 C. Level (P-C)

YEAR : 1990

○; Selected Day
△; Other Day



2.6 Ambient Air Quality by Simplified Measurement

2.6.1 Regional Distribution of SO_x and NO_x Concentration

Tables 2.6.1 - 2 show the regional distribution of SO_x and NO_x. Measuring points (50 points in the city) are shown in Fig. 2.6.1.

2.6.2 NO_x and CO Concentration Distribution around Road

Figs. 2.6.2 - 13 show the measurement result of NO_x and CO concentration with detector tube.

Table 2.6.1① Results of Sulfur Oxides Measurement
by Simplified Method

Unit : mg/day/100cm² PbO₂

Point# \ Period	1990 11/2~11/26	1991 2/1~ 2/26	1991 4/1~ 4/25	1991 5/31~ 7/2
1	(0.25)	(0.02)	0.32	(0.12)
2	0.32	(0.17)	(0.09)	(0.06)
3	0.29	0.46	0.44	(0.01)
4	(0.22)	0.33	(0.08)	(0.09)
5	(0.22)	0.67	0.37	0.32
6	(0.27)	(0.14)	(0.24)	(0.22)
7	(0.21)	(0.07)	(0.16)	(0.00)
8	(0.26)	0.41	0.35	(0.06)
9	(0.23)	(0.22)	(0.09)	(0.14)
10	0.42	0.64	0.33	(0.17)
11	0.33	(0.05)	(0.06)	(0.00)
12	0.29	(0.13)	(0.18)	(0.07)
13	0.39	0.29	(0.15)	(0.00)
14	(0.25)	(0.28)	(0.00)	(0.00)
15	(0.22)	(0.27)	0.29	(0.09)
16	(0.25)	0.61	(0.07)	(0.00)
17	0.30	0.61	(0.20)	(0.12)
18	(0.24)	(0.18)	(0.12)	(0.14)
19	0.29	(0.07)	(0.07)	(0.00)
20	(0.26)	(0.08)	(0.14)	(0.04)
21	(0.20)	(0.03)	(0.03)	(0.00)
22	(0.24)	(0.16)	(0.19)	(0.00)
23	(0.05)	(0.00)	(0.11)	(0.09)
24	(0.22)	(0.09)	(0.09)	(0.00)
25	(0.24)	(0.66)	0.36	(0.11)
26	(0.26)	(0.19)	(0.06)	(0.22)

Note
Limit of detection = 0.29 (SO₂ mg/day/100cm² PbO₂)

Table 2.6.1② Results of Sulfur Oxides Measurement
by Simplified Method

Unit : mg/day/100cm² PbO₂

Point# \ Period	1990 11/2~11/26	1991 2/1~ 2/26	1991 4/1~ 4/25	1991 5/31~ 7/2
27	(0.22)	(0.00)	(0.07)	(0.11)
28	(0.10)	(0.00)	(0.00)	(0.06)
29	(0.15)	(0.00)	(0.07)	(0.12)
30	(0.08)	(0.00)	(0.02)	(0.12)
31	(0.05)	(0.12)	(0.28)	(0.01)
32	(0.15)	(0.02)	0.32	(0.06)
33	(0.13)	(0.00)	(0.00)	(0.09)
34	(0.03)	(0.04)	(0.01)	(0.20)
35	(0.02)	—	—	(0.17)
36	(0.17)	(0.04)	(0.04)	(0.04)
I	0.31	(0.04)	(0.10)	(0.00)
II	—	(0.01)	(0.17)	(0.00)
III	(0.27)	(0.06)	(0.06)	(0.00)
IV	0.29	(0.06)	(0.19)	(0.01)
V	(0.22)	(0.05)	(0.11)	(0.03)
VI	0.30	0.40	0.40	(0.27)
VII	(0.24)	(0.04)	0.30	(0.14)
VIII	(0.22)	—	0.32	(0.22)
IX	0.30	(0.12)	0.75	(0.00)
X	2.14	0.49	(0.00)	0.78
A	(0.26)	(0.01)	(0.05)	(0.10)
B	(0.20)	(0.00)	(0.03)	(0.03)
C	0.71	(0.08)	0.51	(0.21)
D	(0.13)	(0.00)	(0.07)	(0.16)

Note

Limit of detection = 0.29 (SO₂ mg/day/100cm² PbO₂)

Table 2.6.2① Results of Sulfur Oxides Measurement
by Simplified Method

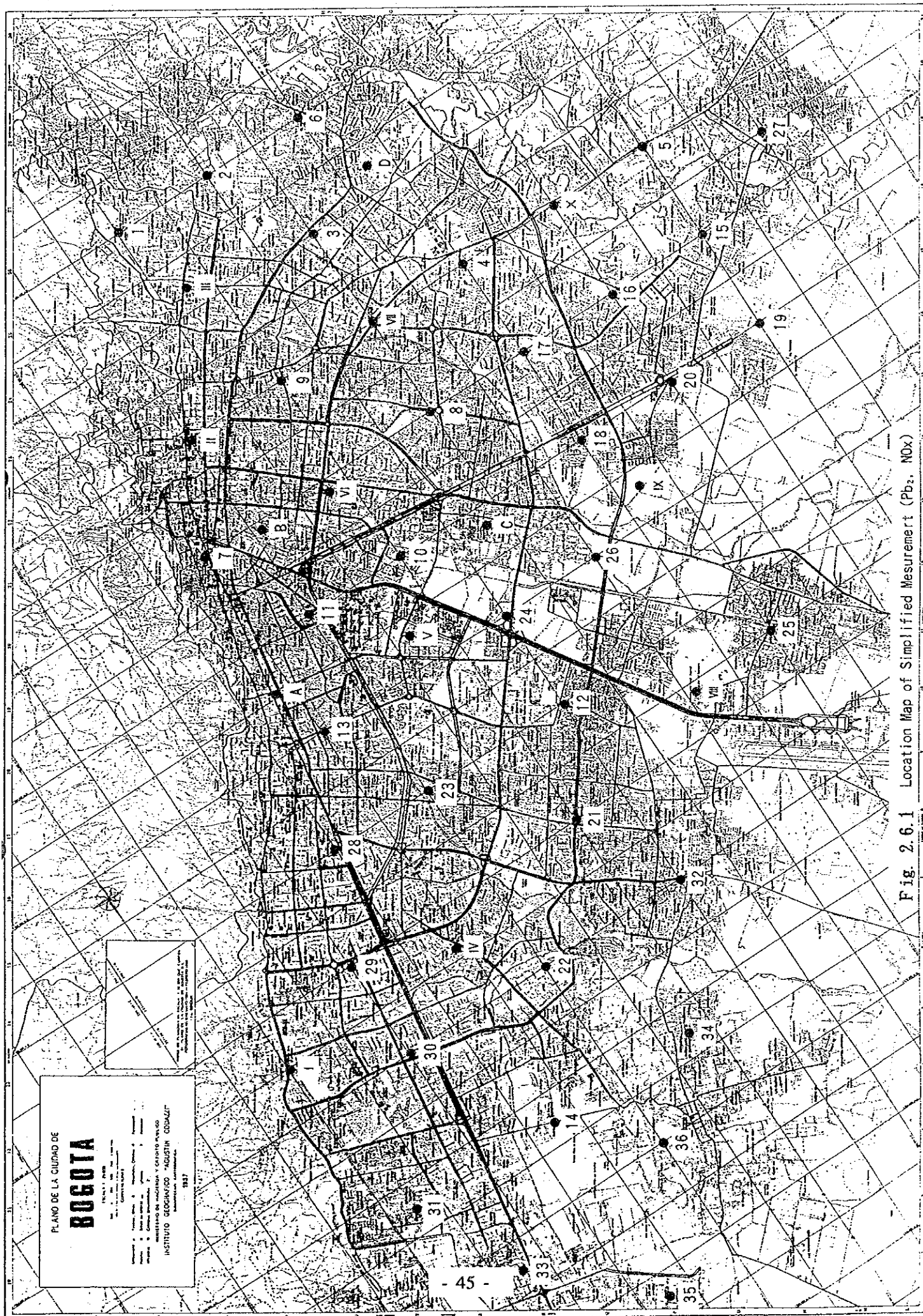
Unit : ppb

Period	1990 11/2~11/26			1991 2/1~ 2/23			1991 4/1~ 4/25			1991 5/28~ 7/2		
Point#	NO	NO ₂	NO _x	NO	NO ₂	NO _x	NO	NO ₂	NO _x	NO	NO ₂	NO _x
1	74	11	85	32	21	53	76	30	106	40	19	59
2	29	10	39	14	12	36	44	31	75	—	9	—
3	71	21	92	48	26	74	—	54	—	65	22	87
4	62	23	85	64	20	84	32	46	78	15	17	32
5	73	14	87	84	12	96	68	38	106	37	31	68
6	58	14	72	24	16	40	53	30	83	26	19	45
7	72	19	91	40	29	69	75	54	129	33	24	57
8	54	27	81	44	20	64	48	61	109	59	4	63
9	50	24	74	22	17	39	47	77	84	9	25	34
10	98	29	127	101	30	131	70	52	122	85	13	98
11	42	32	74	32	20	52	47	50	97	130	8	138
12	120	30	150	92	35	127	77	59	136	14	36	50
13	92	27	119	28	69	97	54	66	120	8	7	15
14	29	16	45	26	6	32	38	36	74	52	3	55
15	73	24	97	81	19	100	93	36	129	21	7	28
16	34	12	46	—	8	—	51	26	77	54	6	60
17	71	28	99	—	26	—	73	26	99	77	6	83
18	84	24	108	73	25	98	95	29	124	75	17	92
19	39	20	59	16	11	27	62	14	76	14	11	25
20	39	29	68	35	17	52	54	23	77	40	45	85
21	72	9	81	20	25	45	38	15	53	17	17	34
22	149	11	160	101	31	132	91	26	117	77	39	116
23	70	10	80	22	20	42	36	19	55	55	8	63
24	27	17	44	68	34	102	43	30	73	112	17	129
25	41	26	67	18	23	41	26	22	48	32	15	47
26	56	24	80	10	19	29	42	18	60	54	11	65

Table 2.6.2② Results of Sulfur Oxides Measurement
by Simplified Method

Unit : ppb

Period	1990 11/2~11/26			1991 2/1~ 2/23			1991 4/1~ 4/25			1991 5/28~ 7/2		
Point#	NO	NO ₂	NO _x	NO	NO ₂	NO _x	NO	NO ₂	NO _x	NO	NO ₂	NO _x
27	47	11	58	10	13	23	26	4	30	4	12	16
28	44	11	55	12	19	31	41	4	45	21	7	28
29	68	17	85	39	39	24	46	50	96	48	5	53
30	57	26	83	59	22	81	48	18	66	28	19	47
31	27	3	30	1	6	7	7	12	19	14	6	20
32	80	15	95	28	21	49	39	29	68	52	17	69
33	64	27	91	15	17	32	26	13	39	15	13	28
34	35	4	39	7	8	15	5	20	25	5	4	9
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	5	16
36	18	8	26	—	28	—	13	15	28	5	2	7
I	24	14	38	10	16	26	20	18	38	12	9	21
II	—	—	—	6	26	32	35	19	54	30	5	35
III	47	13	60	13	20	33	17	18	35	13	5	18
IV	38	25	63	13	20	33	18	17	35	19	1	20
V	33	15	48	14	21	35	30	16	46	12	4	16
VI	47	28	75	18	30	48	15	27	42	20	28	48
VII	43	19	62	15	22	37	24	21	45	25	12	37
VIII	37	9	46	11	20	31	16	9	25	22	4	26
IX	42	22	64	27	18	45	10	19	29	36	11	47
X	71	26	97	35	23	58	29	17	46	57	21	78
A	123	27	150	80	35	115	91	12	103	78	2	80
B	38	15	53	3	19	22	19	9	28	93	8	101
C	34	19	53	10	24	34	24	11	35	26	12	38
D	38	21	59	11	16	27	5	9	14	24	2	26
AVE	57	19	76	33	22	54	42	27	69	38	13	51
NO ₂ /NO _x	0.25			0.41			0.39			0.25		



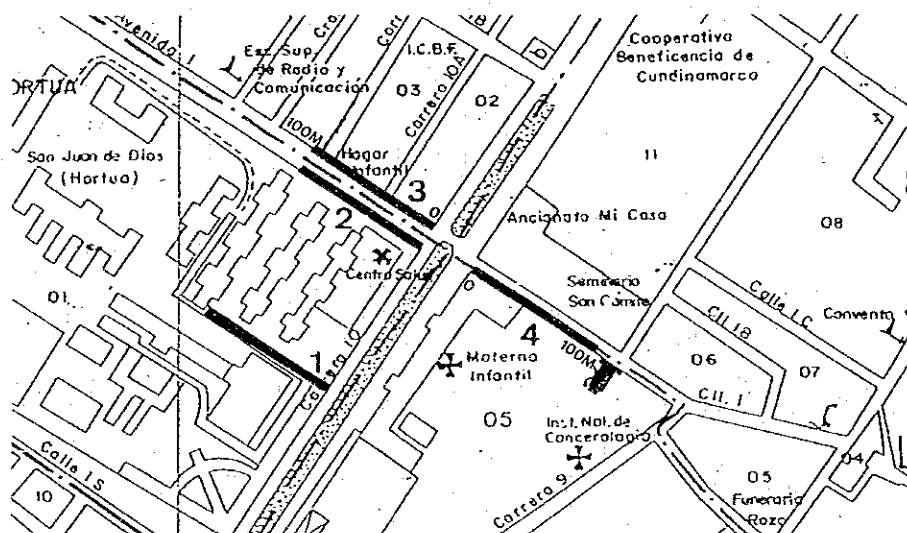
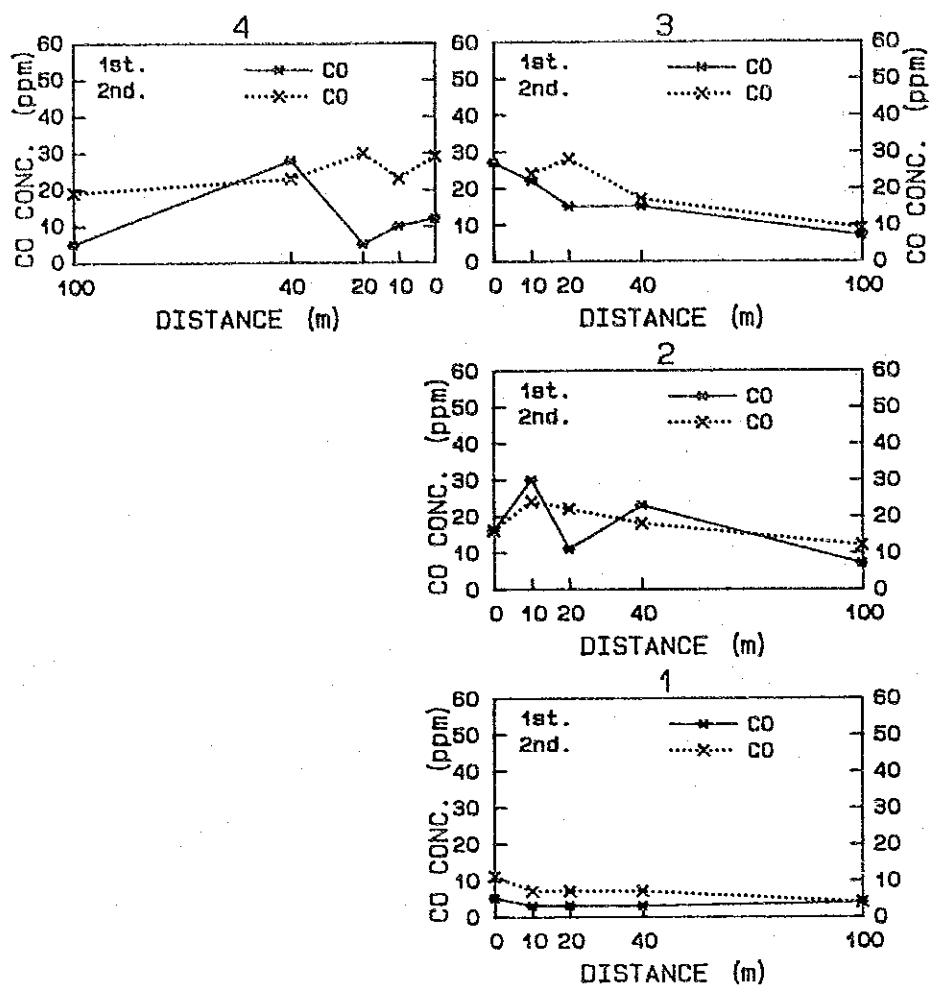


Fig. 2.6.2 CO Conc. And Sampling Point S-1

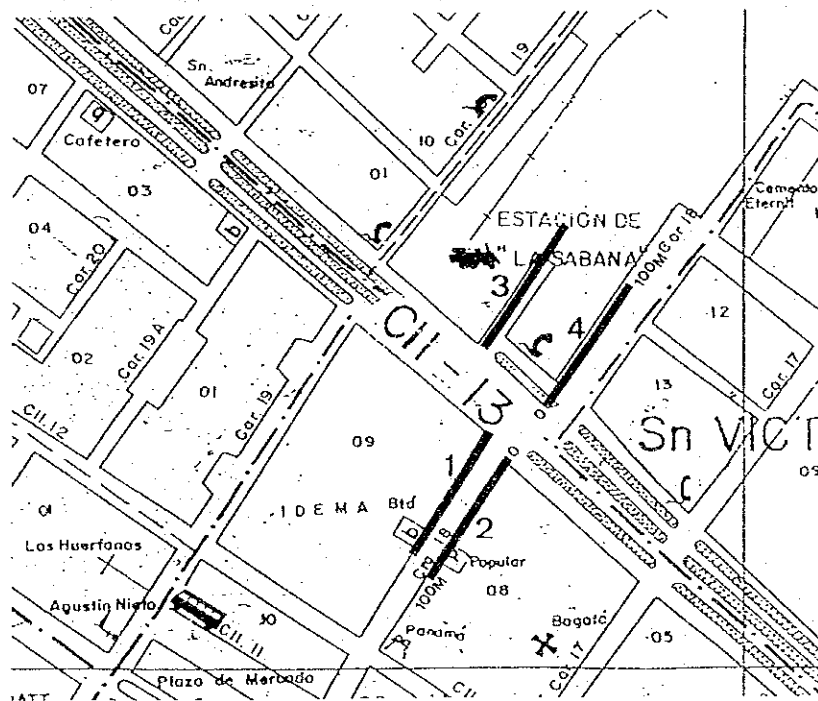
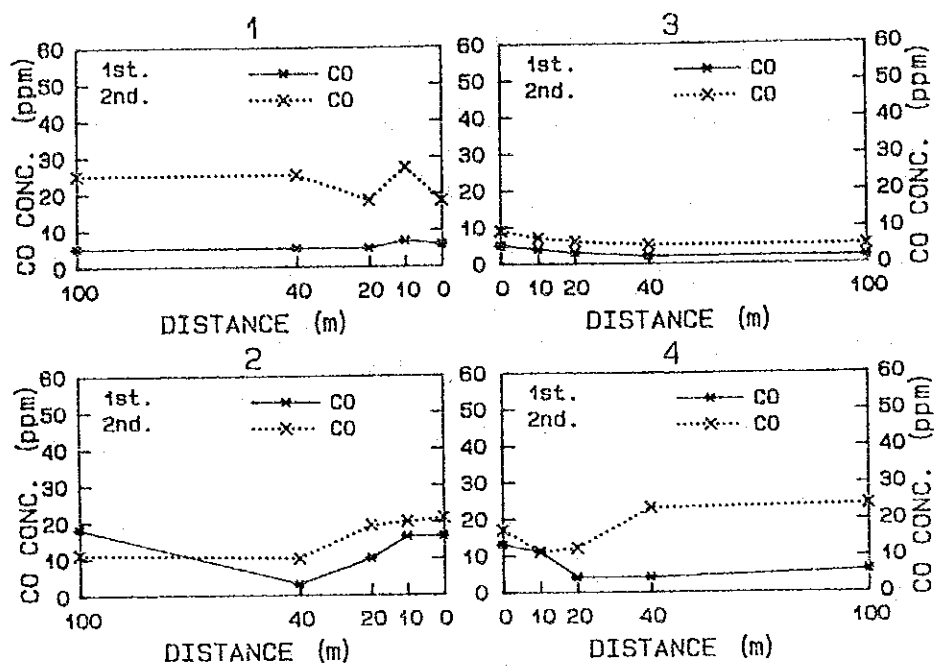


Fig. 2.6.4 CO Conc. And Sampling Point S-3

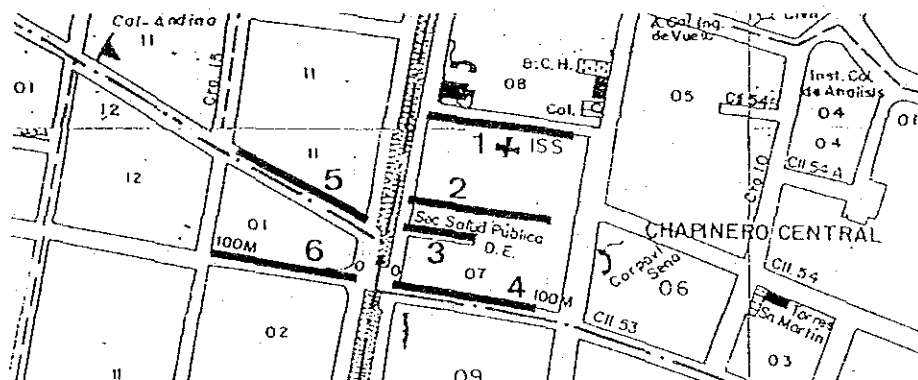
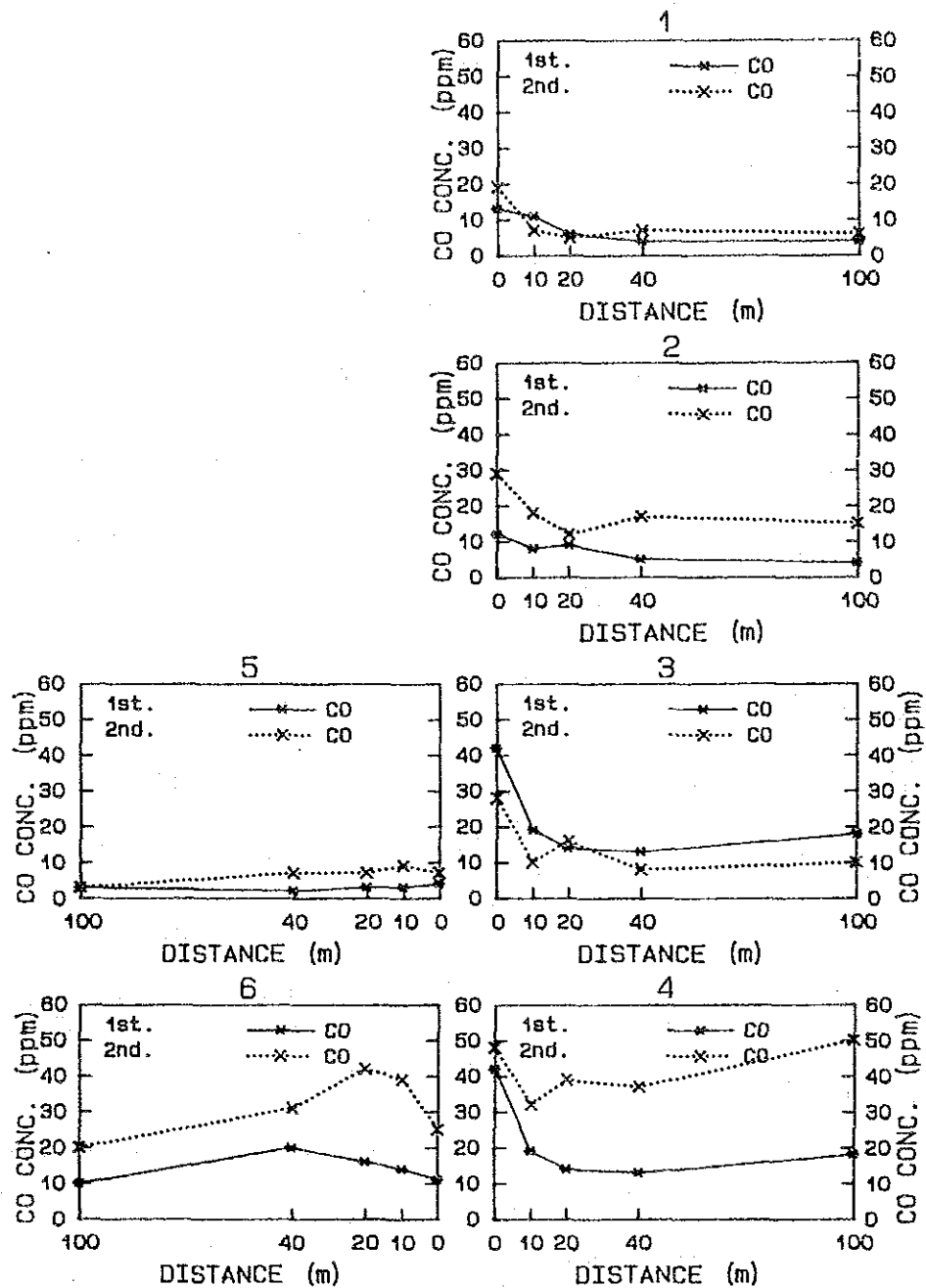


Fig. 2.6.5 CO Conc. And Sampling Point S-4

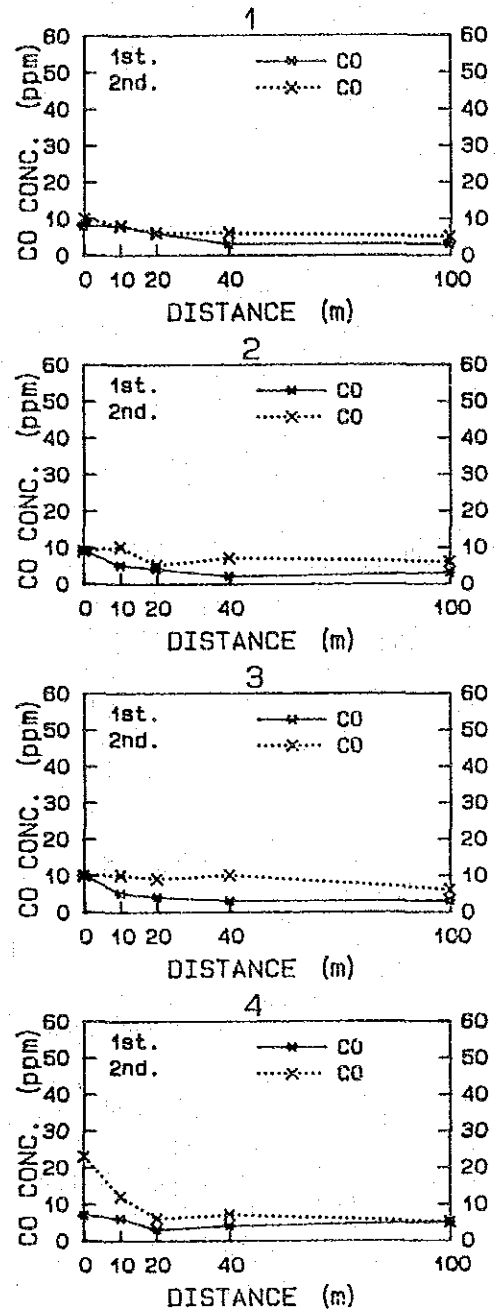
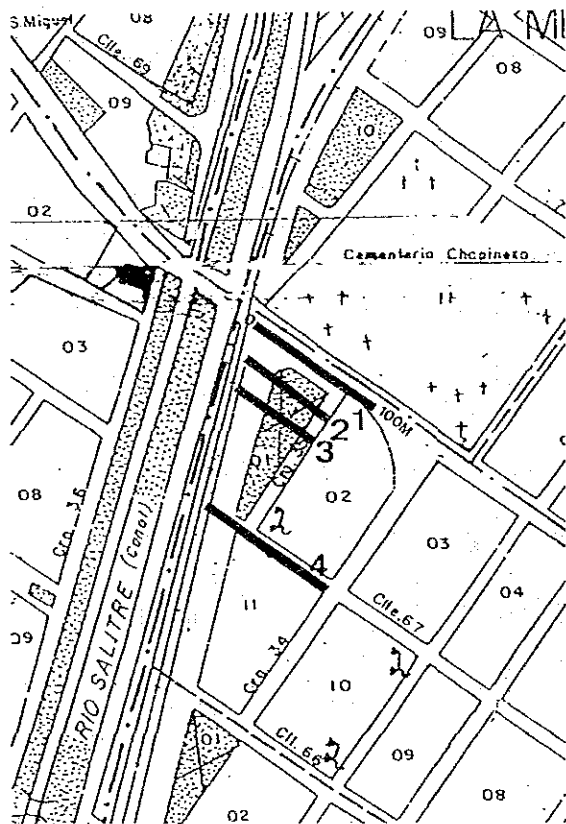


Fig. 2.6.6 CO Conc. And Sampling Point S-5

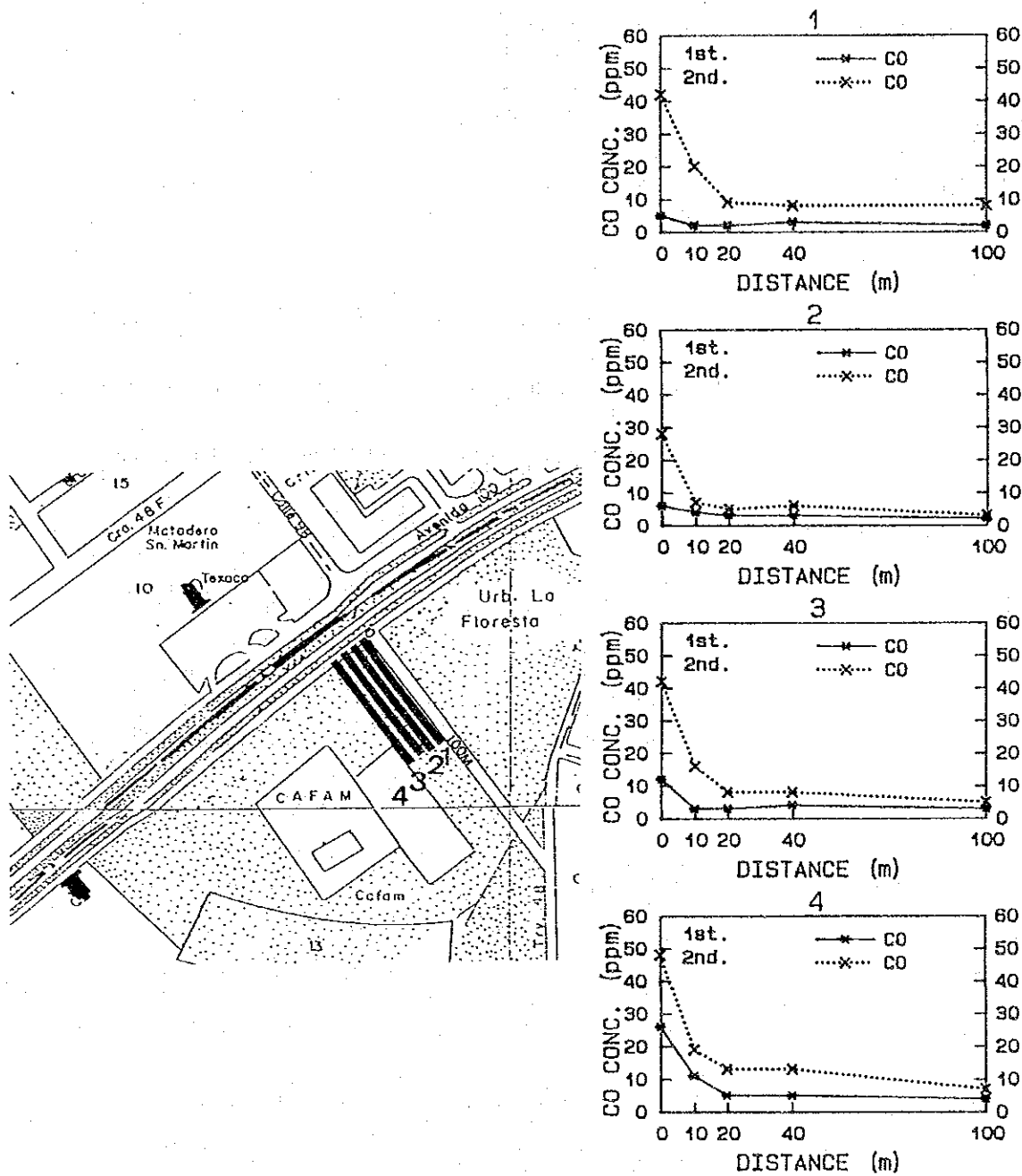


Fig. 2.6.7

CO Conc. And Sampling Point
S-6

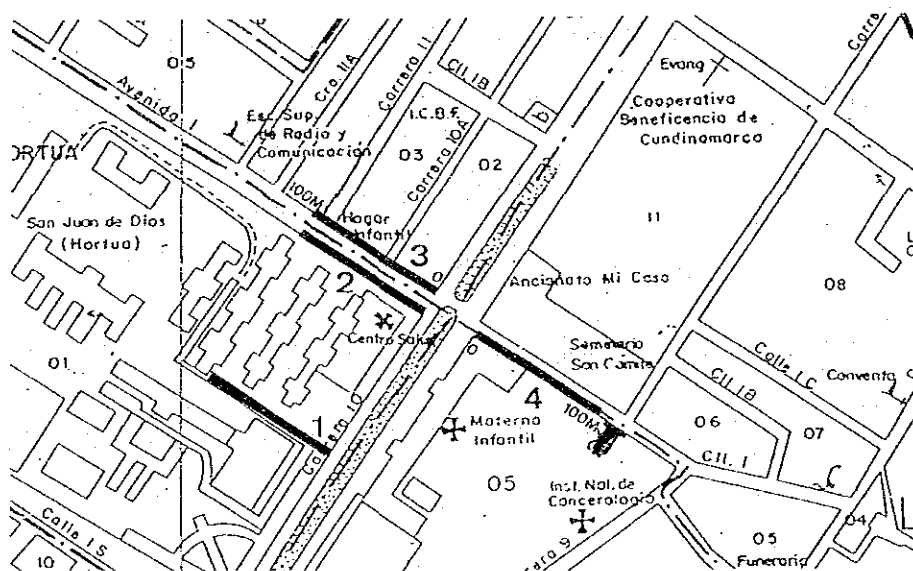
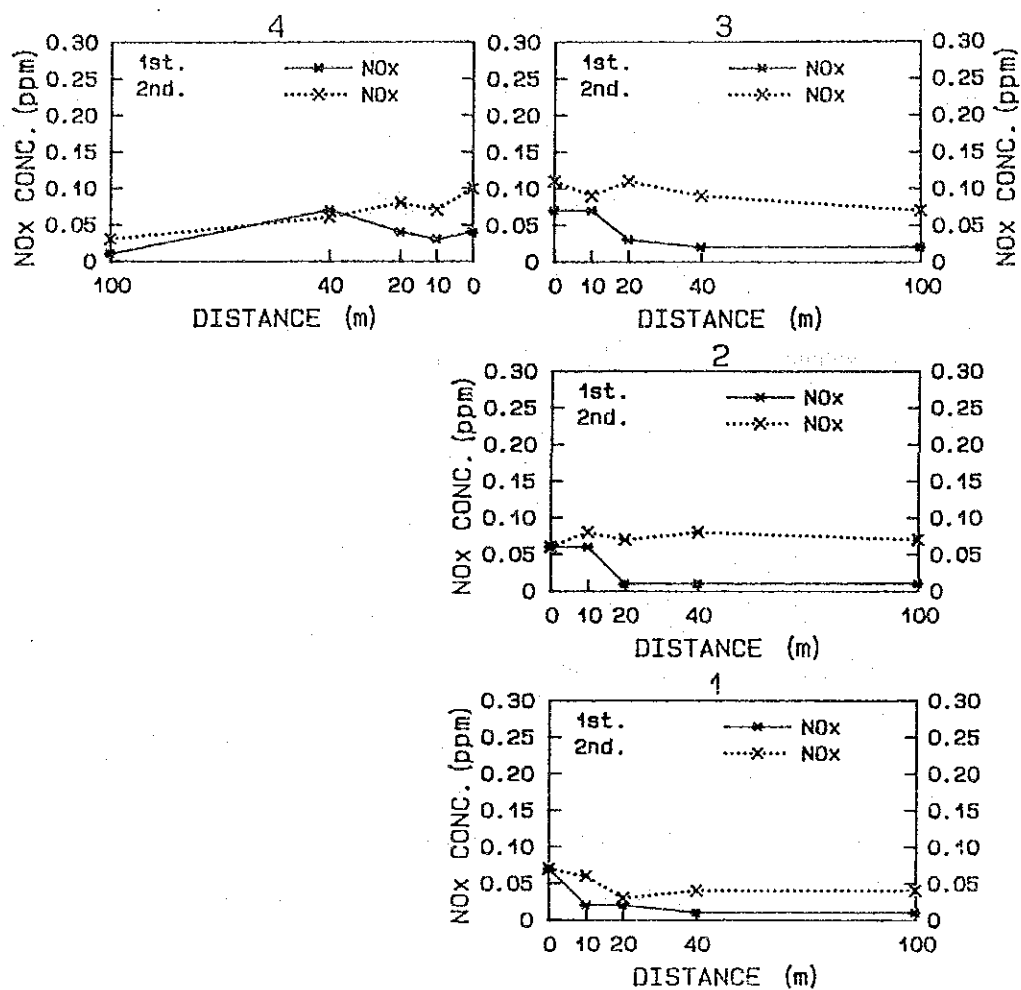
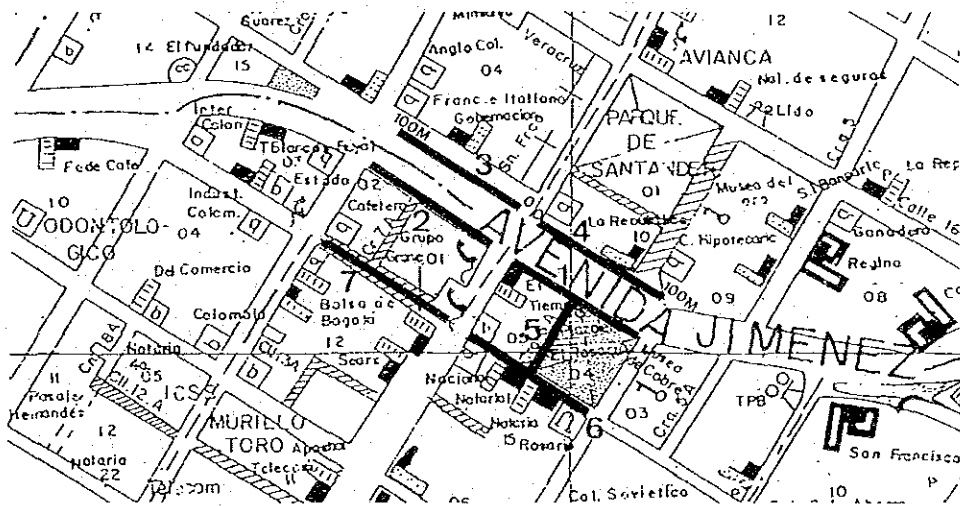
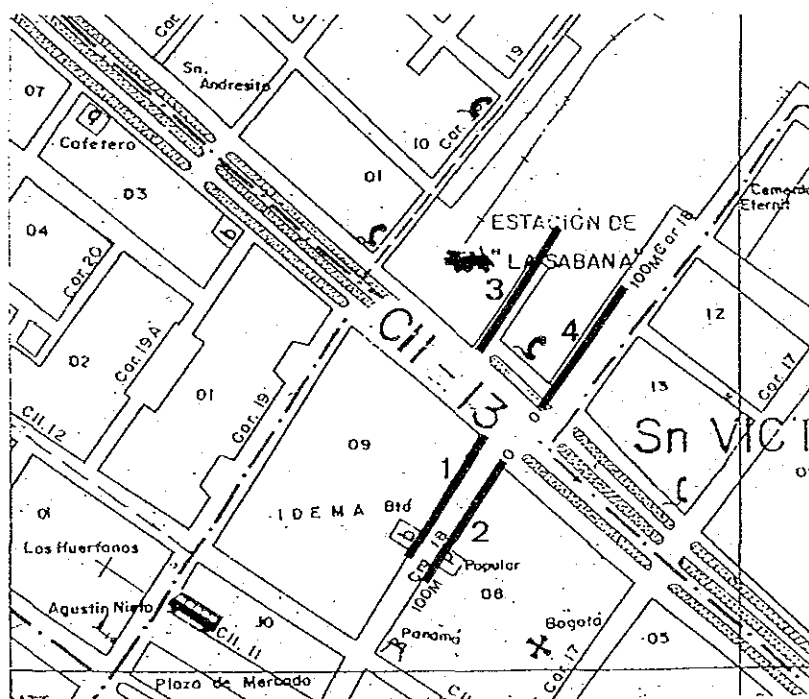


Fig. 2.6.8 NOx Conc. And Sampling Point S-1



NOx Conc. And Sampling Point
S-2



- 54 -

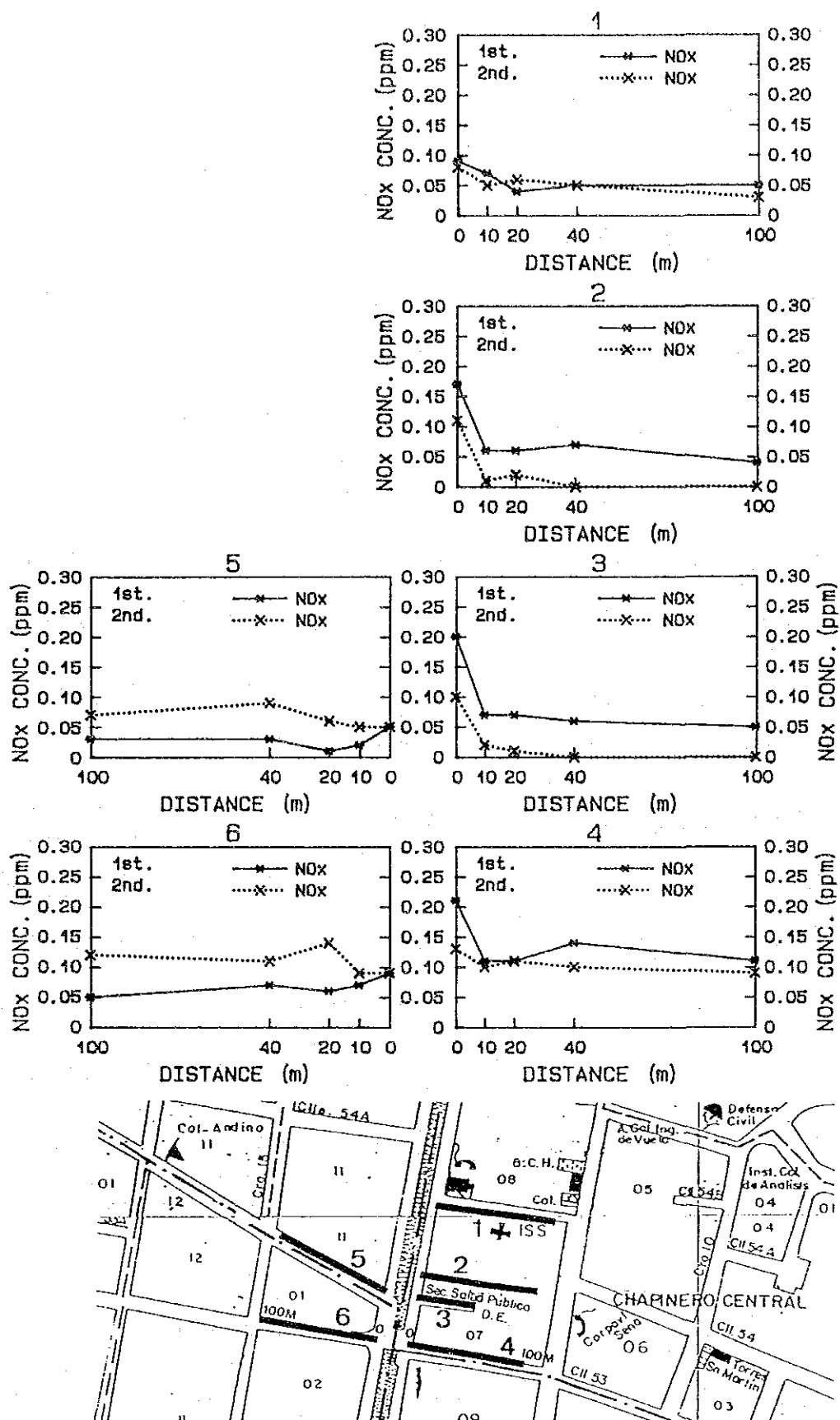


Fig. 2.6.11 NOx Conc. And Sanpling Point S-4

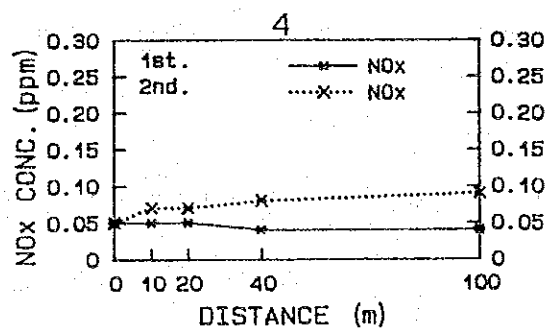
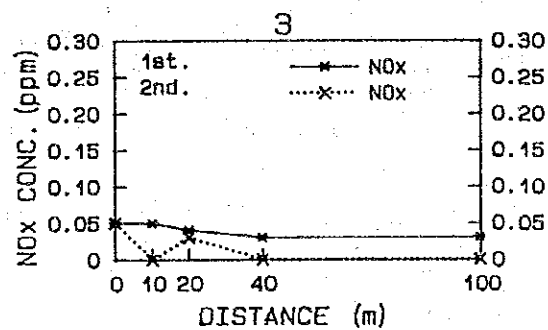
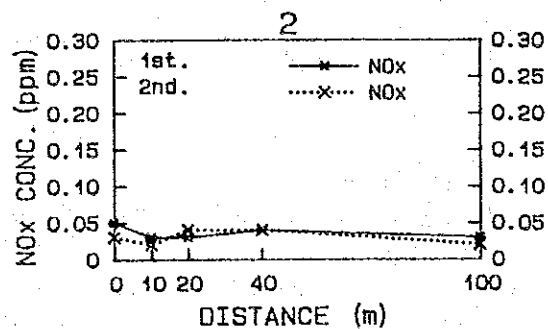
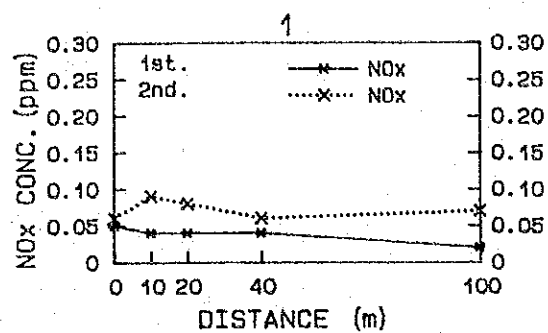
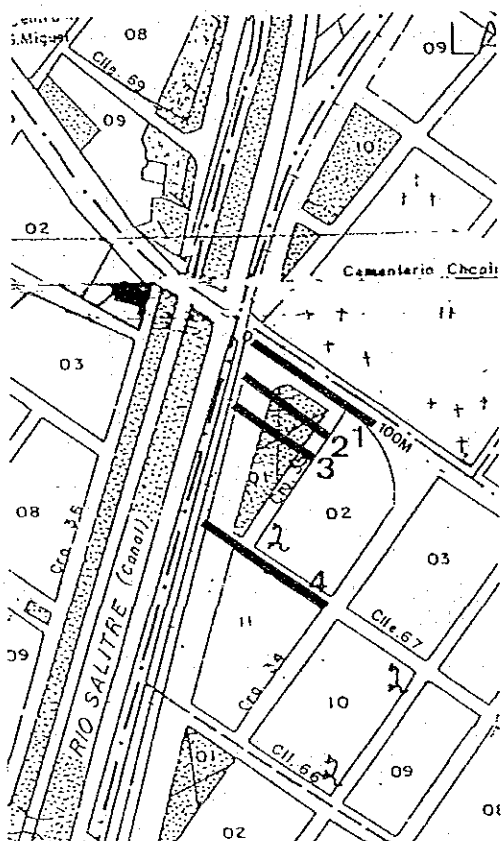
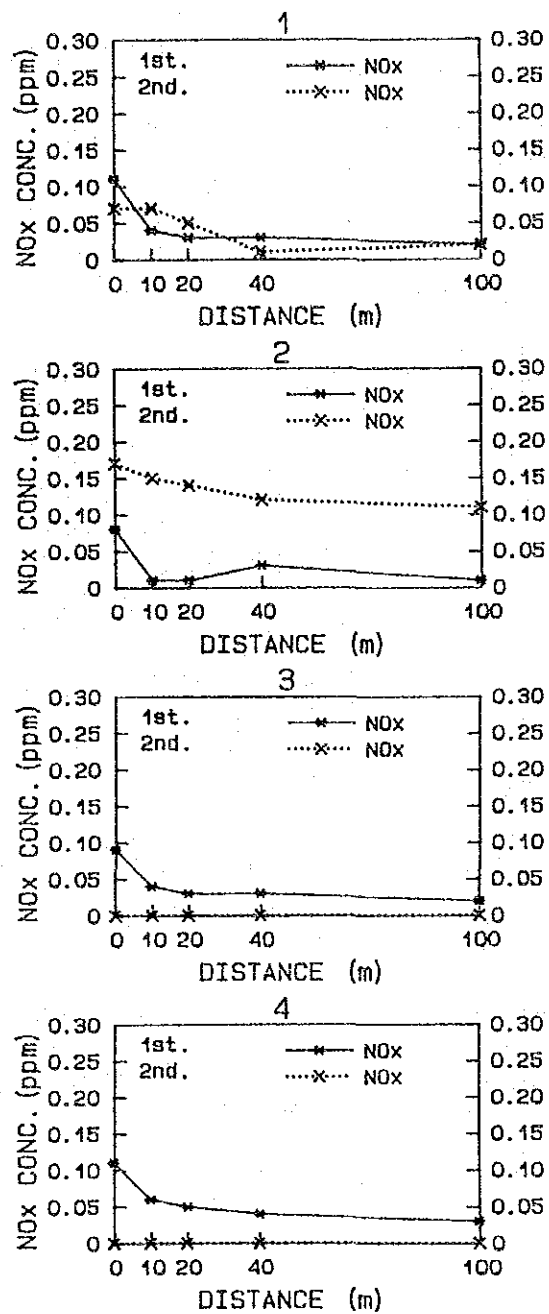


Fig. 2.6.12 NOx Conc. And Sampling Point S-5



- 57 -

2.7 CO Concentrations around Roads (Colombia Univeristy)

CO concentrations were measured in 1981 by Universidad Nacional de Colombia. The results are shown in Table. 2.7.1.

Table 2.7.1 CO Concentrations around Roads (Colombia Univeristy)

(Unit: ppm)

Sampling Point		Mon.		Tue.		Wed.		Thu.		Fri.	
Carrera 7a. Calle 13y14	Time	11~12	13~14	11~12	13~14	11~12	13~14	11~12	13~14	11~12	13~14
	Min.	3	9	12	5	5	7	8	5	4	5
	Max.	50	80	100	56	90	80	94	64	90	76
	Ave.	18.8	33.7	38.4	19.8	33.3	29.9	37.8	24.2	30.5	25.9
	Ave.	26.3		29.1		31.6		31.0		28.2	
Carrera 13. Calle 28	Time	7~8	9~10	7~8	9~10	7~8	9~10	7~8	9~10	7~8	9~10
	Min.	7	7	7	7	7	7	3	6	8	8
	Max.	78	80	71	80	75	80	52	90	76	80
	Ave.	31.0	28.6	28.6	31.4	31.7	26.6	19.1	33.3	26.3	27.4
	Ave.	30.0		30.0		29.2		26.2		26.9	

Source : Universidad Nacional de Colombia, 1981:
Evaluacion de la concentracion de Monoxido de carbono en el Area
Central de Bogata (#3012)

PART 3 AIR POLLUTANT SOURCES

3.1 Factory Questionnaire Survey

3.1.1 Factory Questionnaire

- (1) Factory Questionnaire Form
- (2) Instruction for Factory Questionnaire
- (3) Classification of Factories
- (4) Code of Alcaldia
- (5) Classification of Facilities
- (6) Classification of Fuels
- (7) Classification of Exhaust Gas Treatment Facility

3.1.2 Facility Questionnaire

- (1) Facility Questionnaire Form
- (2) Instruction for Facility Questionnaire

3.1.3 Factory List

3.1.4 Outline of the Facilities

3.1.5 Outline of the Stacks

3.1.6 Correspondence between the Facilities and Stacks

3.1.7 List of the Pollutant Emission Rate from the Stacks

3.1.8 Air Pollutant Emissions by Factory

3.1.9 Factory Plan on Business Expansion and Air Pollution Control

3.1.1 Factory Questionnaire

(1) Factory Questionnaire Form

ENCUESTA

1- ENCUESTADOR _____ NOMBRE: _____ FECHA: _____

2- NOMBRE O RAZON SOCIAL DE LA EMPRESA _____

3- DIRECCION DE LA PLANTA _____

4- ACTIVIDAD INDUSTRIAL _____

5- CLASIFICACION DE LA EMPRESA _____ CODIGO DE LA ALCALDIA MENOR _____

6- SUPERFICIE DEL PREDIO _____ M² SUPERFICIE CONSTRUIDO _____ M²

7- No. DE TRABAJADORES DE PLANTA _____ MAXIMO _____ MINIMO _____

8- HORARIO DE TRABAJO AREA ADMINISTRATIVA _____ NUMERO TURNOS _____

HORARIO DE TRABAJO AREA OPERATIVA _____ NUMERO TURNOS _____

9- RESPONSABLE O ENCARGADO DE LA EMPRESA PARA LA ENCUESTA _____

NOMBRE : _____ CARGO: _____ TELEFONO: _____

10- CHIMENEAS.

No.	POR Eje -X	POR Eje -Y	ALTURA	DIA. - METRO	T. GAS EMITIDO.	Cantidad de Gas Humedo Emitido m ³ /min

11- CROQUIS DE LOCALIZACION.

12 - EQUIPO DE PROCESO

[illegible]

13 - EQUIPO PARA TRATAMIENTO, DE EMISIONES DE MATERIALES CONTAMINANTES

[illegible]

(2) Instruction for Factory Questionnaire

INSTRUCTIVO DE LLENADO DEL FORMATO DE LA
CEDULA INDUSTRIAL PARA LA INVESTIGACION DE
LA SITUACION DE LA CONTAMINACION ATMOSFE
RICA DE LA CIUDAD DE:

BOGOTA

INSTRUCCIONES:

El formato requiere ser llenado con letra de molde claramente o a máquina inicie con:

1.- Encuestador:

Anote el nombre de la persona que realiza la encuesta y número de ficha correspondiente.

2.- Nombre o Razón Social de la empresa.

Indique de acuerdo a como está registrada la empresa en la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Dirección:

Anote la dirección completa de la empresa sin abreviaturas y número oficial exterior, aclarando ubicación cardinal.

4.- Actividad Industrial:

Describir las actividades de la empresa tomando como referencia la tabla 1.

5.- Clasificación de la Empresa:

Anote de acuerdo a la tabla No. 1. el código correspondiente, para el caso de Industria Química anote el código 351, anote el número de la Alcaldía a la cual pertenece.

6.- Superficie del Predio:

Anote la superficie total del terreno y superficie construida en metros cuadrados.

7.- Número de trabajadores:

Anote el número de trabajadores, indicando cuantos obreros y personal administrativo laboran anotando el máximo y el mínimo.

8.- Horario de trabajo:

Anote el horario de trabajo de oficinas y planta, incluyendo los diferentes turnos.

9.- Responsable o encargado de la empresa para la encuesta:

Anotar el nombre del responsable o designado por la empresa, su puesto y número telefónico.

10.- Chimenea:

Colocar números sucesivos a todas las chimeneas de la planta por el número 1. Se considera como chimenea a cada una de las salidas de emisión abiertas directamente a la atmósfera. Cuando existe más de una chimenea en una planta anotar por orden de volumen de emisión.

Altura.- Anotar la altura de las chimeneas sobre el nivel del suelo en metros, redondear los decimales.

Díametro.- Anotar el diámetro de la chimenea en metros hasta el primer decimal, redondeando el segundo decimal. Si la chimenea tiene formas irregulares anote las medidas respectivas Ej: forma cuadrada 0.2 X 0,2 mts forma rectangular 0,3 X 0,5 mts y así sucesivamente.

Temperatura de gas emitido.- Indique la temperatura promedio de salida de los gases, en grados centígrados.

Cantidad de gas húmedo emitido: Anote el volumen de gas normalmente emitido por hora, considerando el vapor de agua (en húmedo).

11.- Croquis de localización.- Localice en un plano del terreno de la planta, las chimeneas, con sus ejes X (horizontal) y Y (vertical), anotar la escala y asignarle a cada chimenea ; con el número uno a la de mayor volumen de emisión y así sucesivamente.

Muestreo, marca " si " con un círculo, o en su defecto, marcar " no " con un círculo.

12.- Equipo de proceso:

Código de equipo.- Anote el código de clasificación correspondiente al equipo de acuerdo a la tabla No.3. Si alguno de los equipos no cae en ninguna de las clasificaciones, apunte su nombre en el lugar indicado.

Número de equipo.- Anote los equipos asignándolos con números sucesivos.

Código de combustible y materias primas generadoras de contaminantes.-

Anote el código de clasificación correspondiente a la materia prima y el combustible (de acuerdo a la tabla 4) que se utilizaron durante - enero a diciembre de 1.989 apuntar únicamente la materia prima y el combustible, que por medio de la aplicación del calor, se convierten en su totalidad o en parte en gas o en partículas que se emiten al ambiente a través de las chimeneas. Si no se sabe el consumo anote el volumen de compra de 1.989.

Contenido de Azufre en porcentaje, tanto del combustible como de materias primas, con cifras hasta del tercer decimal.

Peso específico.- En caso de que el combustible y la materia prima sean líquidos anotar su peso específico hasta el tercer decimal, En los demás casos no tendrá que anotarse.

Anote en unidades dimensionales el consumo.

Líquido	Galón
Sólido	Kg.
Gas	Nm3
Electricidad	Kw.

Consumo anual de combustible y de materia prima: anote en las unidades indicadas en el punto anterior el consumo anual de combustible y de materia prima correspondiente a cada equipo. Anote unidad de medida.

Operación:

Operación diaria : Escriba la hora de inicio del proceso en la primera columna y en la segunda la duración del mismo, para el caso de que el horno tenga que mantener caliente durante los períodos no laborables

Así:

	H. Inicio	H. Proceso
Cuando se operaron de 9:00 a 17:00 hrs.	9	8
Cuando se operaron durante todo el día	0	24
Cuando se operaron de 9:00 a 13:00 hrs.	9	4
y de 15:00 a 17:00 hrs	15	2
En caso de proceso de secado de 8:00 a 80 hrs.	8	72

Utilice columnas a parte en caso de que haya combustión variada y anote claramente en observaciones generales los períodos correspondientes.

Horas de operación anual: Anotar el total de horas de operación efectivas durante enero a diciembre de 1989.

13.- En la casilla correspondiente al mes de enero anote los días de operación, el mismo caso para la casilla correspondiente al mes de diciembre.

En la casilla de febrero a noviembre anote el promedio de días trabajados por mes, de los 10 meses ASI: $\bar{X} = 10$ meses.

DÍAS TRABAJADOS:

Enero	15
Febrero.....	16
Marzo.....	19
Abril.....	20
Mayo	22
Junio.....	20
Julio.....	2
Agosto.....	8
Septiembre....	22
Octubre.....	23
Noviembre.....	20

$$\frac{187}{10} = 19.7 \quad \bar{X} = 19 \text{ Días}$$

Para el caso de fábricas de ladrillo, tubos de gress etc. Anote los días de proceso y horas de combustión, lo mismo que número de procesos en enero diciembre, para el período de febrero a noviembre halle el promedio de procesos por mes.

Ejemplo: Procesos

Febrero	1
Marzo	3
Abril.....	5
Mayo.....	5
Junio.....	4

Procesos

Julio	4	"	$\bar{X} = 3$ Procesos
Agosto.....	2	"	
Septiembre.....	4	"	
Octubre.....	5	"	
Noviembre	2	"	

34

Nota: Para todos los casos redondee las cifras.

Equipo para tratamiento de emisiones de materiales contaminantes. En caso de tener instalados los equipos para el control de humo, anotar el signo correspondiente a dicho equipo de acuerdo con la clasificación del cuadro 5 (control de SO_x , NO_x y polvo de hollín).

Densidad de humo (antes del tratamiento).- Anotar la densidad de SO_x , NO_x y polvo de hollín antes del control. Aún cuando esté desprovisto de equipos de control, deberá anotar la densidad del humo.

En caso de desconocerse este dato, dejar en blanco.

COMPLEMENTARIO DE LA ENCUESTA

6. Debe preguntar sobre los siguientes detalles descritos y al mismo tiempo solicitar el suministro de las informaciones escritas si existen.

1) Situación actual y el plan de ensanche de la fábrica incluso ampliación, mejoras y traslado, de plazo corto, mediano y largo.

2) Quejas sobre la polución

3) Medidas tomadas por la fábrica y plan en el futuro

4) Atención oficial que aspiran a recibir

5) El manejo de la combustión.

6) Plano estructural y especificaciones de los equipos inclusive de los dispositivos (trampa, ciclones, etc.)

7) Tomar todo lo posible los aspectos de los equipos, chimeneas, dispositivos, almacenamiento del combustible, etc.

LOS PUNTOS DEL CUIDADO EN LA ENCUESTA

1. Enterarse de antemano los datos de la fábrica a visitar con las informaciones existentes.
2. La visita para efectuar la encuesta debe hacerse en las horas que los equipos esten en plena actividad.
3. El orden para efectuar la encuesta es ; los equipos, las chimeneas, los dispositivos. En el resultado debe estar clara las inter-relaciones entre uno a otro.
4. La condición, objetivo de la encuesta debe ser del año 1.989 entre Enero y Diciembre. Explicarles que los datos obtenidos sólo se utilizarán exclusivamente para éste estudio.
5. En el caso del combustible es carbón, debe averiguar el lugar de su procedencia.
6. Cuando en la fábrica se dispone las informaciones de medición del volúmen, densidad y temperatura del gas extraído, debe anotar la - fecha dela medición en la columna " OBSERVACION ".
En el caso de que haya modificación posterior a la fecha debe anotar lo en la columna de "DISPOSITIVOS " El código de este debe ser _____.
7. En el recuadro debe anotar el croquis de la ubicación de la(s) chimenea(s). En caso de existir más de 2 debe anotar la distancia entre sí No se olvide anotar la dirección Norte.
8. Como complementario debe anotar los siguientes datos en forma detallada y solicitar que se facilite las informaciones respectivas :

(3) Classification of Factories

TABLA 1

CLASIFICACION DE LAS EMPRESAS

CODIGO	EMPRESAS
311-312	Fabricación de productos alimenticios, excepto bebidas
313	Industria de bebidas
314	Industria de tabaco
321	Fabricación de textiles
322	Fabricación de prendas de vestir, excepto calzado
323	Industria del cuero y productos de cuero y sucedáneos del cuero y pieles, excepto calzado y otras prendas - de vestir.
324	Fabricación de calzado, excepto el de caucho vulcanizado o moldeado, o de plástico.
331	Industria de la madera y productos de madera y de corcho, excepto muebles.
332	Fabricación de muebles y accesorios, excepto los que son principalmente metálicos
341	Fabricación de papel y productos de papel
342	Imprentas, editoriales e industrias conexas
351	Fabricación de sustancias químicas industriales
352	Fabricación de otros productos químicos
353	Refinerías de petróleo
354	Fabricación de productos diversos derivados del petróleo y del carbón
355	Fabricación de productos de caucho
356	Fabricación de productos plásticos
361	Fabricación de objetos de barro, loza y porcelana
362	Fabricación de vidrio y productos de vidrio
369	Fabricación de productos minerales no metálicos
371	Industrias básicas de hierro y acero
372	Industrias básicas de metales no ferrosos
381	Fabricación de productos metálicas, exceptuando maquinaria y equipo
382	Fabricación de maquinaria, exceptuando la eléctrica
383	Fabricación de maquinaria, aparatos, accesorios y suministros eléctricos.
384	Fabricación de equipo y material de transporte
385	Fabricación de equipo profesional y científico, instrumentos de medida y de control, nep*, aparatos fotográficos e instrumentos de óptica
390	Otras industrias manufactureras

CODIGO	EMPRESAS
401	Industria Eléctrica
402	Industria de máquinas de precisión
403	Fabricación de armas
404	Industria automotriz
501	Hospitales
502	Hoteles
503	Lavanderías
504	Incinadores (especificar tipo)
505	Establecimientos educativos
506	Sanitarios públicos
507	Repleno sanitario
508	Otros establecimientos

(4) Code of Alcaldia

TABLA 2

ALCALDIAS MENORES

CODIGO	NOMBRE DE LA ALCALDIA MENOR
01	Alcaldía de Usaqué
02	Alcaldía de Chapinero
03	Alcaldía de Santa Fé
04	Alcaldía de San Cristobal
05	Alcaldía de Ume
06	Alcaldía de Tunjuelito
07	Alcaldía de Bosa
08	Alcaldía de Kenedy
09	Alcaldía de Fontibón
10	Alcaldía de Engativá
11	Alcaldía de Suba
12	Alcaldía de Barrios Unidos
13	Alcaldía de Teusaquillo
14	Alcaldía de los Martires
15	Alcaldía de Antonio Nariño
16	Alcaldía de Puente Aranda
17	Alcaldía de la Candelaria
18	Alcaldía de Rafael Uribe Uribe
19	Alcaldía de Ciudad Bolívar
20	Alcaldía Rural de San Juan de Sumapaz

(5) Classification of Facilities

TABLA 3

CLASIFICACION DE EQUIPOS

CODIGO	CLASIFICACION	USO PROCESO
0101	Caldera (de vapor)	Para electricidad
0102	Caldera(de vapor)	para calefacción
0103	Caldera (de vapor)	Excepto 0101 y 0102
0201	Generador de gas	
0202	Horno de gas	
0301	Horno de tostación	Para fabricación de ácido sulfúrico de varias etapas
0302	Horno de tostación	Para fabricación de ácido sulfúrico tipo fluido.
0303	Horno de tostación	para uso otros excepto 0301, de varias etapas.
0304	Horno de tostación	Para uso otros excepto 0302, tipo fluido.
0305	Horno de tostación	Excepto 0301 y 0304
0306	Horno de sinterización	Para hierro y acero
0307	Horno de sinterización	Para metal no ferroso
0308	Horno de sinterización	Para productos de química inorgánica.
0309	Horno de calcinación	Para hierro y acero
0310	Horno de calcinación	Para metal no ferroso
0311	Horno de calcinación	Para producto de química inorgánica.
312	Horno con pelotillas	Para hierro y acero
0313	Horno con pelotillas	Para metal no ferroso
0314	Horno con pelotillas	Para productos de química inorgánica.
0401	Alto horno	Para hierro y acero
0402	Alto horno	Para metal no ferroso
0403	Horno giratorio	Para hierro y acero
0404	Horno giratorio	Para metal no ferroso
0405	Horno de hogar abierto (horno siemens. Martin)	Para hierro y acero
0406	Horno de hogar abierto (horno siemens. Martin)	Para metal no ferroso

CODIGO	CLASIFICACION	USO PROCESO
0501	Horno de fundición	Para refinación de hierro y acero.
0502	Horno de fundición de metal	Para refinación de aluminio
0503	Horno de fundición de metal	Para refinación de metal excepto 0501 y 0502.
0504	Horno de fundición de metal	Para fundición de hierro y acero
0505	Horno de fundición de metal	Para fundición de aluminio
0506	Horno de fundición de metal	Para fundición de metal excepto 0504 y 0505.
0601	Horno para laminado de metal en caliente	Para hierro y acero, tipo continuo.
0602	Horno para laminado de metal en caliente	Para hierro y acero, tipo intermitente.
0603	Horno para laminado de metal en caliente	Para aluminio, tipo continuo
0604	Horno para laminado de metal en caliente.	Para aluminio, tipo intermitente
0605	Horno para laminado de metal en caliente	Tipo continuo excepto 0601 y 0603.
0606	Horno para laminado de metal en caliente.	Tipo no continuo excepto - 0602 y 0604.
0607	Horno para tratamiento térmico de metal	Para hierro y acero, tipo continuo.
0608	Horno para tratamiento térmico de metal .	Para hierro y acero, tipo intermitente.
0609	Horno para tratamiento térmico de metal	Para hierro y acero, tipo continuo.
0610	Horno para tratamiento térmico de metal.	Para aluminio, tipo intermitente.
0611	Horno para tratamiento térmico de metal.	Tipo continuo excepto 0607 y 0609.

CODIGO	CLASIFICACION	USO PROCESO
0612	Horno para tratamiento térmico de metal	Tipo no continuo excepto 0608 y 0610.
0613	Horno para forja de metal	Para hierro y acero, tipo continuo
0614	Horno para forja de metal	Para hierro y acero, tipo intermitente.
0615	Horno para forja de metal	Para aluminio tipo continuo
0616	Horno para forja de metal	Para aluminio, tipo intermitente
0617	Horno para forja de metal	Tipo continuo excepto 0613 y 0615.
0618	Horno para forja de metal	Tipo no continuo excepto 0614 y - 0616.
0701	Horno de calentamiento para refinería de petróleo.	
0702	Horno de calentamiento para refinería de petróleo	Tipo de corriente de aire arriba
0703	Horno de calentamiento para refinería de petróleo	Excepto 0701 y 0702.
0801	Torre de regeneración de catalizador.	
0821	Horno de combustión	
0901	Horno de cemento	Tipo seco con suspensión precalentador.
0902	Horno de cemento	Tipo seco con no suspensión precalentador.
0903	Horno de cemento	Tipo seco excepto 0901 y 0902
0904	Horno de cemento	Tipo húmedo
0905	Horno de cemento	Tipo de Lepol
0906	Horno de ladrillo	Horno de túnel
0907	Horno de ladrillo	Redondo horno de corriente de aire abajo.
0908	Horno de dolomita	
0909	Horno de cal	
0910	Horno para ladrillo de carbón	Rectangular horno de corriente de aire abajo.
0911	Horno para ladrillo de carbón	Excepto 0910
0912	Horno para cerámicas y porcelanas	Horno de túnel.
0913	Horno para cerámicas y porcelanas.	Excepto 0912

CODIGO	CLASIFICACION	USO PROCESO
0914	Otros hornos para cocer	Excepto 0905 y 0913
0915	Horno de fundición de vidrio	Horno de tanque
0916	Horno de fundición de vidrio	Horno de crisol
1001	Horno de reacción	Para productos de química inor- gánica.
1002	Horno de reacción	Para alimento.
1003	Horno de calentamiento directo	Para productos de química inor- gánica.
1004	Horno de calentamiento directo	Para alimentos
1101	Horno para secar	Para carbonización de hueso
1102	Horno para secar	Para materias prima de cemento
1103	Horno para secar	Para materias primas de ladrillo
1104	Horno para secar	Para molde
1105	Horno para secar	Para detergente
1106	Horno para secar	Excepto 1101 y 1105
1201	Horno eléctrico	Para fabricación de hierro bruto, horno de arco.
1202	Horno eléctrico	Para fabricación de hierro bruto, horno de resistencia
1203	Horno eléctrico	Para fabricación de hierro bruto, horno de inducción de baja frecuen- cia.
1204	Horno eléctrico	Para fabricación de acero, horno de arco.
1205	Horno eléctrico	Para fabricación de acero, horno de resistencia.
1206	Horno eléctrico	Para fabricación de acero, horno de inducción de baja frecuencia.
1207	Horno eléctrico	Para aleación férreo, horno de - arco.
1208	Horno eléctrico	Para aleación férreo, horno de - resistencia
1209	Horno eléctrico	Para aleación férreo, horno de - inducción de baja frecuencia.
1210	Horno eléctrico	Para carburo de calcio, horno de arco.
1211	Horno eléctrico	Para carburo de calcio, horno de resistencia.
1212	Horno eléctrico	Para carburo de calcio, horno de inducción de baja frecuencia.
1301	Incinerador de desperdicios	Para residuos domésticos, tipo - continuo .

CODIGO	CLASIFICACION	USO PROCESO
1302	Incinerador de desperdicios	Para residuos domésticos, tipo intermitente.
1303	Incinerador de desperdicios	Para residuos demateriales industriales, tipo continuo.
1304	Incinerador de desperdicios	Para residuos de materiales industriales, tipo intermitente.
1401	Horno de tostación	Para cobre
1402	Horno de tostación	Para plomo
1403	Horno de tostación	Para cinc
1404	Horno de sinterización	Para cobre
1405	Horno de sinterización	Para plomo
1406	Horno de sinterización	Para cinc
1407	Alto horno	Para cobre
1408	Alto horno	Para plomo
1409	Alto horno	Para cinc
1413	Horno de fundición	Para cobre, horno de crisol;
1414	Horno de fundición	Para cobre, horno de reverbero
1415	Horno de fundición	Para cobre, excepto 1413 y 1414
1416	Horno de fundición	Para plomo, horno de crisol
1417	Horno de fundición	Para plomo, horno de reverbero
1418	Horno de fundición	Para plomo, excepto 1416 y 1417
1419	Horno de fundición	Para cinc, horno de crisol
1420	Horno de fundición	Para cinc, excepto 1419 y 1420
1422	Horno para secar	Para cobre
1423	Horno para secar	Para plomo
1424	Horno para secar	Para cinc
1501	Instalación para secar	Para fabricación de pigmento y carbono de cadmio.
1601	Instalación de enfriamiento rápido de cloro.	
1701	Tina para fundición	Para fabricación de ferrato clorato.
1801	Horno de reacción para fabricación de carbón activo.	Horno rotativo.
1802	Horno de reacción para fabricación de carbón activo.	Excepto 1801
1901	Instalación para reacción de cloro	
1902	Instalación para reacción de cloruro de hidrógeno.	
1903	Instalación para absorción de cloruro de hidrógeno.	

CODIGO	CLASIFICACION	USO PROCESO
2001	Horno eléctrico	Para refinación de aluminio, tipo de soderberg (cocido por sí solo)
2002	Horno eléctrico	Para refinación de aluminio, tipo de cocido antemano.
2101	Instalación de reacción	
2102	Instalación para concentración	Para abono fosfórica
2103	Horno para cocer	
2104	Horno de fundición	
2201	Instalación para condensación	Para fabricación de ácido fluoro
2202	Instalación para absorción	
2203	Instalación para destilación	
2401	Horno de fundición	Para secundario refinaria de plomo
2501	Horno de fundición	Para fabricación de condensador de plomo.
2601	Horno de fundición	
2602	Horno de reverbero	Para fabricación de pigmento de plomo
2603	Horno de reacción	
2604	Instalación para secar	
2701	Instalación para absorción	
2702	Instalación para blanquear	Para fabricación de ácido nítrico
2703	Instalación para concentración	
2801	Horno de coque	
0001	Generador diesel de electricidad	
0002	Turbina de gas	
0003	Cubilote	Para refinaria de acero fundido
0004	Cubilote	Para refinaria de plutonio
0005	Cubilote	Excepto 0003 y 0004
0006	Horno para recocido de vidrio	
0007	Horno para reducción de titanio	
0008	Otros hornos	

(6) Classification of Fuels

TABLA 4
TABLA DE COMBUSTIBLES

CODIGO	TIPO DE COMBUSTIBLE
01	ACPM
02	Crudo de castillo
03	Mezcla crudo + ACPM
04	Gasolina roja
05	Querosene
06	Fuell oil
07	Acete quemado
Nota: Unidad de medida Galones.	
08	Otros combustibles líquidos (Especifique cual).

TONELADAS

11	Carbon mineral en general
12	Carbón coque
13	Madera
14	Carbón vegetal
15	Otros

MT³

21	Gas butano
22	Gas natural
23	Gas emitido por refinaria
24	Otros combustibles gaseosos

KW/H

31	Energía eléctrica
41	Aguas residuales de celulosa (indicar cantidad sin agua).
42	Desechos generales
43	Desechos industriales

TONELADA

51	Hierro mineral de hierro
52	Mineral de azufre
53	Mineral de metal no ferroso
54	Otras materias;

(7) Classification of Exhaust Gas Treatment Facility

TABLA 5

TABLA EQUIPOS DE CONTROL

CODIGO	EQUIPO
10	Camaras de sedimentación
20	Colectores ciclonicos
30	Filtros de mangas
40	Lavadores -scrubers
50	Precipitadores electroestáticos
60	Otros (Especificando cual) En observaciones generales.