O/Y 310
F 32
43292

Fundación del Instituto Superior N° 25

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA
Dr. Manuel Belgrano

Mapa Ambiental de la Provincia de Santa Fe
Contrato Exp. Nº 4848
Informe Final
TOMO I

2002

43292

C. F. I.

Consejo Federal de Inversiones

Provincia de Santa Fe

MAPA AMBIENTAL DE LA PROVINCIA DE SANTA FE

1ra. Etapa

(Contrato N° 4848)

TOMO I

Autor: Fundación del Instituto Superior N° 25

Índice:

Introducción		Página 4
Objetivos		Página 4
Metodología		Página 5
Contextualización de Santa Fe		Página 8
Ubicación Geográfica		Página 8
La provincia		Página 9
Zona de estudio:	Características socioeconómicas	Página 11
	Infraestructura servicios	Página 12
Evaluación ambiental. Regional. Clima		Página 15
Régimen térmico.		Página 16
Temperaturas medias		Página 17
Temperaturas máximas y mínimas medias		Página 19
Temperaturas absolutas		Página 22
Anomalía térmica		Página 24
Régimen de heladas		Página 25
Régimen de vientos		Página 27
Régimen pluviométrico		Página 33
Evapotranspiración		Página 36
Balance hídrico. Excesos. Déficit		Página 38
Clasificación climática		Página 43
Variación estacional de la eficiencia hídrica		Página 45
Índice de eficiencia térmica		Página 46
Concentración estival de la eficiencia térmica		Página 47
Clasificación climática integral		Página 49
Regiones naturales		Página 52

Suelo Página 54

Suelo de la provincia de Santa Fe Página 55

Aire Página 58

Componentes naturales del aire Página 62

Alteraciones ecológicas Página 63

Clasificación de la contaminación Página 66

Factor de interferencia Página 67

Depósitos atmosféricos. Contaminación fotoquímica Página 68

Fuentes de los distintos contaminantes Página 74

Mapa Ambiental. Contexto del S.I.G.A. Página 78

Base de datos geográfica Página 79

Componentes de un Sistema de Información

Geográfico Ambiental Página 80

Trabajo de campo. Muestreos Página 84

Recursos: SUELO Página 84

AGUA Página 102

AIRE Página 160

Procesamiento de Imágenes satelitales Página 206

Diagnóstico y recomendaciones Página 207

Bibliografía Página 209

MAPA AMBIENTAL DE LA PROVINCIA DE SANTA FE

(1ra. Etapa)

INTRODUCCION

El presente trabajo se enmarca dentro del contrato rubricado entre el CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES y LA FUNDACION DEL INSTITUTO SUPERIOR N° 25,a través de la firma del Contrato N° 4848.

El mismo constituye el informe final de las tareas realizadas previstas en el citado contrato, referidas a la confección del Mapa Ambiental de la Provincia de Santa Fe en su primera etapa, donde se ha tomado como eje referencial del trabajo el corredor comprendido entre las ciudades de Puerto General San Martín y Villa Constitución, en la zona costera del sur santafecino.

OBJETIVOS

De acuerdo al plan de trabajo del contrato mencionado los objetivos de la actividad referida al mapa ambiental son:

1° - Desarrollo de un sistema de información geográfica ambiental (SIGA):

Confección de una base de datos que contenga las fuentes de emisiones industriales.

Datos obtenidos a través de las encuestas realizadas (matriz de encuesta).

Confección de una base de datos de las inmisiones de los recursos aire, suelo y agua como cuerpos receptores, obtenidos a través del trabajo de campo (muestreos y archivos fotográficos geo referenciados).

2° - Confección de un informe sobre las necesidades y la situación actual para llevar a cabo la prueba piloto de procesamiento de imágenes satelitales provenientes del convenio firmado entre la provincia de SANTA FE y la CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales) lo que se constituirá en el futuro en la herramienta necesaria y suficiente para el monitoreo de los recursos.

3° - Diagnóstico que incluye los diversos problemas ambientales entendidos como trabas, carencias y/o potencialidades no utilizadas que impiden que los principios del desarrollo sustentable se cumplan.

METODOLOGIA

Para la consecución de los objetivos planteados se utilizó la siguiente metodología:

1°- Se determinaron los municipios existentes en el corredor comprendido entre las localidades de Puerto General San Martín y Villa Constitución que por sus características industriales resultaren de interés, siguiendo la línea costera del rió Paraná.

2°- Se estableció contacto con los responsables del área ambiental de los siguientes municipios: PUERTO GENERAL SAN MARTIN, SAN LORENZO, FRAY LUIS BELTRAN, CAPITAN BERMUDEZ, GRANADERO BAIGORRIA, ROSARIO, VILLA GOBERNADOR GALVEZ, PUEBLO ESTHER, ALVEAR, GENERAL LAGOS, ARROYO SECO, FIGHIERA, PAVON Y VILLA CONSTITUCION.

3°- Se los instruyó a cada uno de ellos sobre los lineamientos y objetivos perseguidos en el trabajo para la confección del mapa ambiental, comprometiéndoselos a la confección de un informe donde constara la cantidad de empresas radicadas en su jurisdicción y los problemas ambientales por los que hubiesen sido afectados.

4°- A través de los listados enviados por cada uno de los municipios se confeccionó una nómina de empresas a ser encuestadas mediante la matriz mencionada anteriormente. En dicha nómina se tuvieron en cuenta los procesos industriales de las mismas y los productos elaborados para determinar que tipo de empresas impactaban en mayor proporción sobre el ambiente.

5°- Previa capacitación de los censistas tal como se mencionó en el informe de avance, se visitaron las empresas elegidas con el objeto de que confeccionaran la matriz de encuesta.

6°- Recepcionadas las mismas, fueron analizadas y clasificadas con la finalidad de ajustar y comprobar el sistema informático previamente elaborado, al que se le dio el nombre de Base de Datos de Industrias, el que contiene todos los datos de las empresas, tanto identificatorios como técnicos, como así también su ubicación geográfica realizada a través de la geo referenciación.

7°- Los datos recepcionados fueron incorporados al sistema informático por los operadores de registro.

8°- El sistema informático que contiene estos datos permite contar con un almacenamiento digital con las ventajas que el mismo conlleva:

- mínimo espacio de almacenamiento
- rapidez y exactitud en las consultas
- flexibilidad para la incorporación de nuevos datos
- listados totalizadores que permiten un rápido análisis del estado de situación sobre las variables de cada empresa
- amplia compatibilidad con el software existente en la Secretaria de Estado de Medio Ambiente y desarrollo sustentable

9°- Se determinaron las emisiones en base al estudio de los datos de cada una de las industrias que sirvieron para establecer los sitios de muestreo para realizar los análisis químicos de las inmisiones.

10°- Las tomas de muestras y posterior análisis se realizaron en los recursos aire, agua y suelo en la cantidad establecida en el contrato, según se detalla en los anexos correspondientes.

11°- En función de los resultados obtenidos de dichos análisis, se confecciono la base de datos informático, denominada B. D. M. (Base de Datos de Muestras).

CONTEXTUALIZACION

SANTA FE

- **Ubicación geográfica**

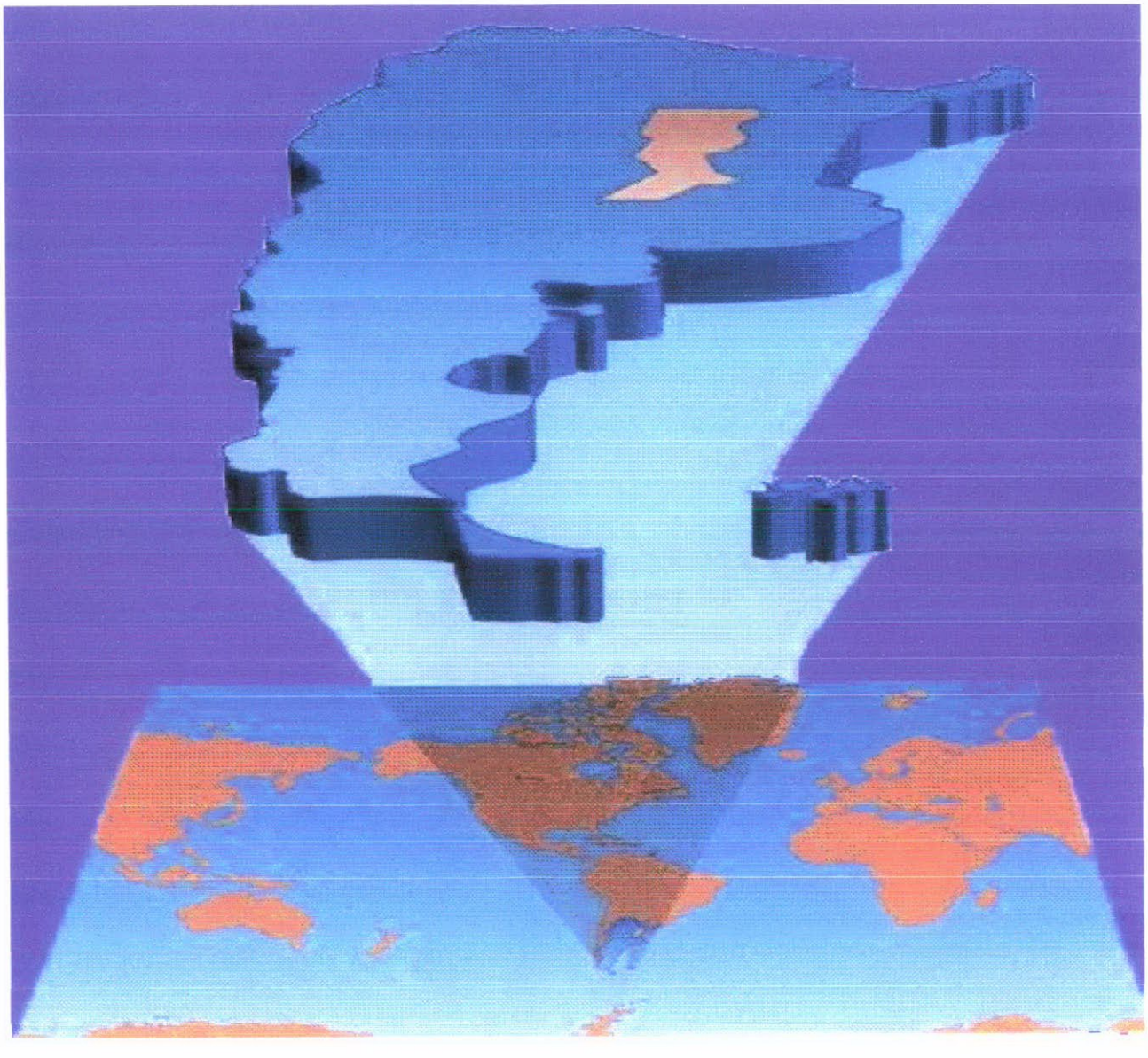


Fig. 1 – Ubicación geográfica

LA PROVINCIA

Santa Fe pertenece por completo a la llanura platense, y limita al norte con la provincia del Chaco, al este con Corrientes y Entre Ríos, al sur con Buenos Aires y al oeste con Santiago del Estero y Córdoba. Situada entre los meridianos 59° y 63° de longitud Oeste y los paralelos 28° y 34° 30' de latitud Sur, es tanto por su población como por recursos una de las provincias más ricas del país. Ocupa una superficie de 133.007 km^2 del territorio nacional, y se encuentra dividida administrativa y políticamente en diecinueve departamentos, alcanzando a lo largo de su eje norte – sur una longitud de 720 Km., y en su eje este – oeste 380 Km. El territorio es una extensa llanura de construcción o acumulación, con inclinación noroeste – sureste. Su altura sobre el nivel del mar, característica de la llanura de la que forma parte, oscila entre los 10 y los 125 m, y se pueden definir dos regiones geográficas distintas, la llanura chaqueña, que abarca la mitad norte de nuestra provincia junto a las de Chaco, Formosa, Santiago del Estero y este de Salta, y la llanura pampeana conformada por la región sur de Santa Fe, Córdoba, San Luis, Buenos Aires y La Pampa. Más allá de las características uniformes del relieve, cada región presenta marcadas diferencias en lo que a calidad y tipo de tierra, posibilidad de evacuación de excedentes hídricos, volumen y calidad de aguas subterráneas, flora y fauna se refiere.

La provincia cuenta con área de suelos destinados principalmente a la actividad agrícola ganadera y también manifiesta un elevado desarrollo industrial, teniendo su economía un importante grado de diversificación, destacándose el cultivo de cereales y oleaginosas tanto para el consumo interno como para exportación, posee una de las cuencas lecheras de mayor importancia a nivel nacional, y en cuanto a la actividad industrial adquieren relevancia las industrias aceitera, láctea, química, petroquímica, maquinaria agrícola y otras industrias metalmecánicas, entre ellas la productora de automotores y la carrocera. Cuenta también con un nutrido número de pequeñas y

medianas empresas, tanto de elaboración, manufacturera como de servicios. Su tasa media anual de crecimiento es del 12%, y la densidad poblacional alcanza a 21 habitantes por km2.

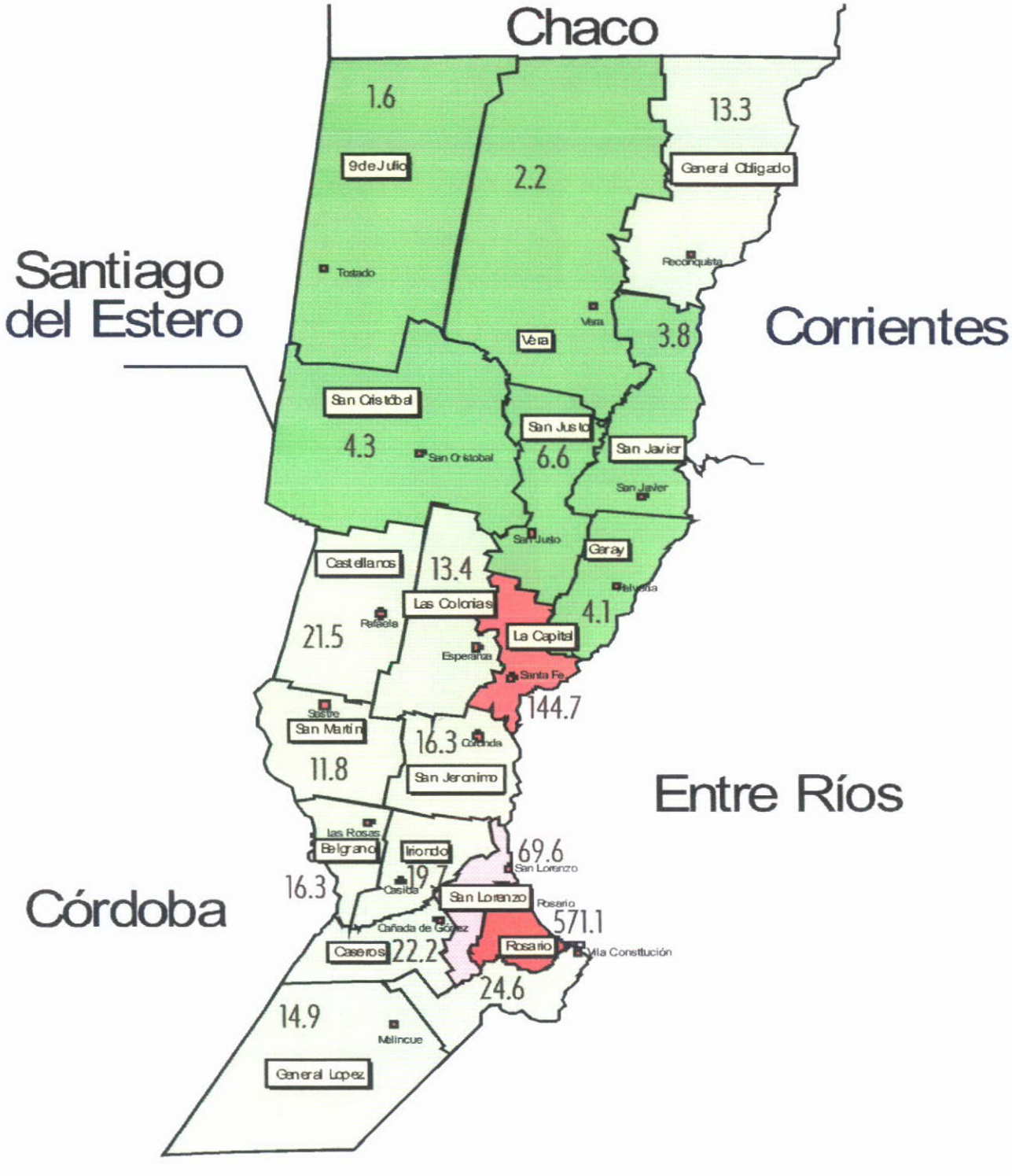


Fig. 2 – División política y densidad de población por Departamento

- **ZONA EN ESTUDIO**

Comprendida entre Puerto Gral. San Martín y Villa Constitución.

Es la región de mayor actividad industrial de la Provincia y una de las más importantes del país, si bien ha disminuido en los últimos años su capacidad ocupacional debido a la difícil situación económica por la que atraviesa la nación.

No existen zonas integradas a sistemas de áreas protegidas de la República Argentina (Parques, Reservas, etc.), y considerando que el conjunto de comunidades ecológicas locales, así como sus especies componentes han sido modificadas de manera crónica por causas múltiples, fundamentalmente industria y agricultura, desde tiempos ya históricos.

- **Características socio económicas**

La zona sur de la Provincia de Santa Fe, representa la región de mayor capacidad productiva y comercial de la misma, con una densidad poblacional elevada en relación a la norte, teniendo paradójicamente uno de los mayores índices de desocupación del país.

Este fenómeno se debe primordialmente a la caída general en los niveles de empleo en toda la República Argentina, lo que produce una fuerte migración interna que se manifiesta en asentamientos precarios alrededor de los centros urbanos y productivos de mayor importancia.

De todas maneras, no existe tampoco una constancia para toda la región, encontrándose una notoria diferencia entre la zona costera y fundamentalmente el sur oeste provincial, diferencia que se acentúa en razón del anegamiento de vastos sectores por reiteradas inundaciones fruto de distintos factores, entre ellos las excesivas precipitaciones pluviales, la pérdida de capacidad de absorción por parte de los suelos y la falta de obras de infraestructura suficientes como para producir un

adecuado drenaje del excedente hídrico, presentando esta zona, como es lógico, un marcado decrecimiento urbanístico, poblacional y de demanda de mano de obra.

Resultante de las circunstancias enunciadas, la distribución poblacional depende de diversos factores, algunos propios del ambiente como por ejemplo facilidad de obtención de agua potable, condiciones de relieve del terreno como prevención de inundaciones, fertilidad de suelos, etc., y otros de razones políticas, económicas e incluso de infraestructura y servicios, como por ejemplo vías de acceso, presencia de organismos públicos, centros de comercialización, acceso a la educación en todos sus niveles, etc.

La irregularidad en cuanto a la distribución de la población se manifiesta también en que dentro de cada departamento en general, la mayor concentración se da alrededor de las ciudades que son cabeceras departamentales, que son para los ejemplos dados, San Lorenzo, Rosario, Arroyo Seco, Villa Constitución.

Los datos censales con los que se cuenta en la actualidad tienen una antigüedad de diez años, por los que se han introducidos datos provenientes de municipios y en este período se ha producido un notorio deterioro de las condiciones de vida de la población, consecuencia del decaimiento de la actividad laboral, lo que implica un importante incremento en la desocupación o sub-ocupación, disminución del nivel de ingresos, disminución de las obras públicas de infraestructura y provisión de servicios, etc., y por ende un aumento del porcentaje de población con necesidades básicas insatisfechas.

- **Infraestructura de servicios**

Por su condición de productora y exportadora de productos diversos, la región tiene una importante estructura servicial que cubre prácticamente todas las necesidades, tanto desde el punto de vista productivo como comercial y financiero.

En la zona comprendida entre Puerto General San Martín y Villa Constitución, el servicio bancario esta ampliamente cubierto, dado que cuenta con numerosas entidades de alcance nacional, tanto oficiales como privadas, nacionales y extranjeras.

Existe también un importante desarrollo de pequeñas y medianas empresas de servicios para fábricas, que comprenden vigilancia, limpieza, catering, reparaciones, transporte y montajes industriales.

El carácter portuario de la región permite contar con una importante red ferrovial, la cual responde al viejo trazado de convergencia precisamente hacia esos sectores, situación que no ha variado a pesar de las privatizaciones y reestructuración del sistema ferroviario.

Precisamente en esta reestructuración es donde la región se ha visto perjudicada, puesto que fue eliminado totalmente el servicio interurbano de pasajeros, tal como sucediera en el resto del territorio provincial, disminuyendo sensiblemente el kilometraje de la red ferroviaria, suprimiéndose gran cantidad de ramales que unían distintas localidades que, como ha sucedido históricamente en el país, muchas de ellas fueron surgiendo en la medida que se expandían las vías hacia nuevos sectores agrícolas.

En cuanto a la red caminera, convergen hacia la ciudad de Rosario, atravesando la región, diversas rutas que unen a ésta con distintos puntos del país; así por ejemplo las Rutas Nacionales Nros. 9, 34 y 11, que comunican con el norte y el noroeste, y la 33, 18 y 21 con el sur y el sudoeste; a esto deben sumarse diversas rutas provinciales y las autopistas a Buenos Aires y Santa Fe, encontrándose en construcción la autopista a Córdoba.

Cabe acotar que todas estas rutas que convergen hacia la ciudad de Rosario son unidas por la Ruta Provincial A0-12, desde la Provincial N° 21 (viejo camino a Buenos

Aires) en el sur, hasta la Nacional N° 11 en el norte, precisamente en la ciudad de San Lorenzo.

Todo lo expuesto resulta en un tramado vial de suma importancia, que comunica todos los centros productivos del país con la región, dirigidas hacia la zona costera donde desde Villa Constitución a Puerto General San Martín coexisten casi sin solución de continuidad una red de puertos sobre el Río Paraná con accesos a barcos de ultramar de gran calado, a través de la reciente ejecución de las obras de dragado que llegan precisamente hasta la última ciudad mencionada

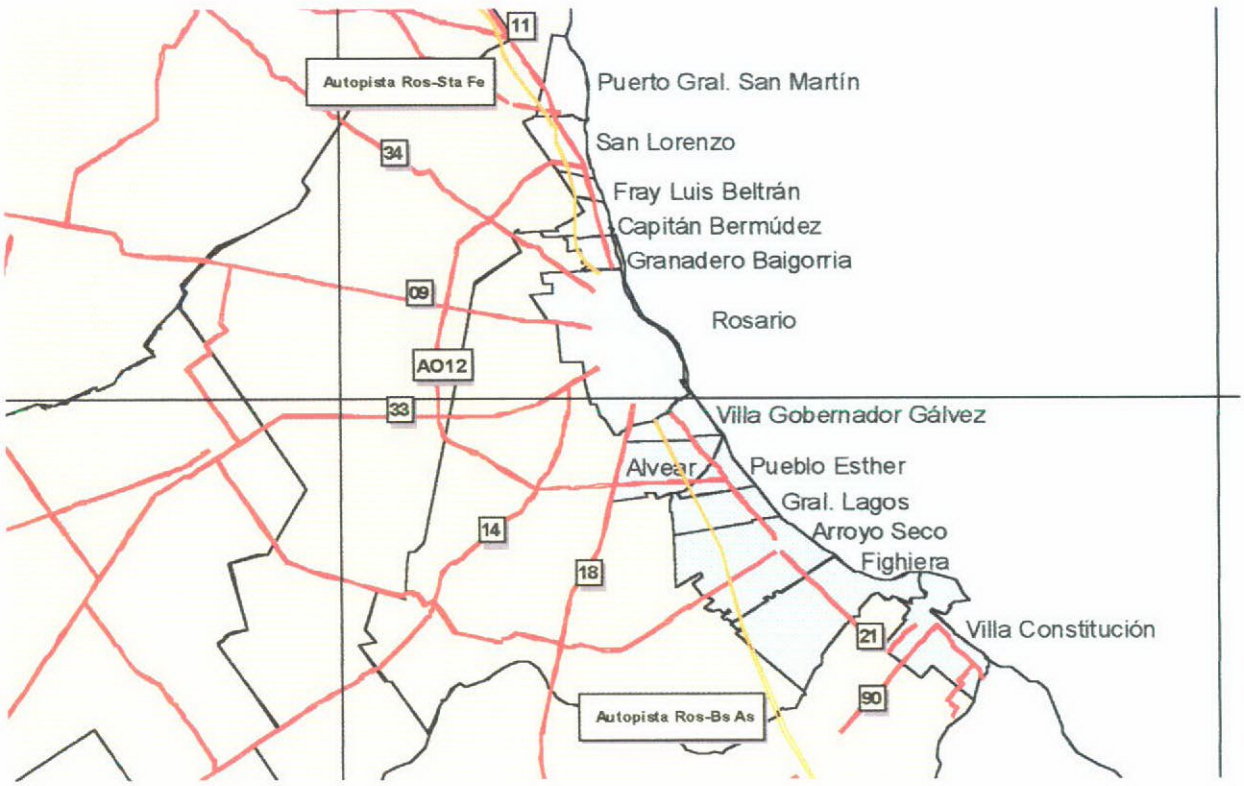


Fig. 3.- Red vial zona en Estudio

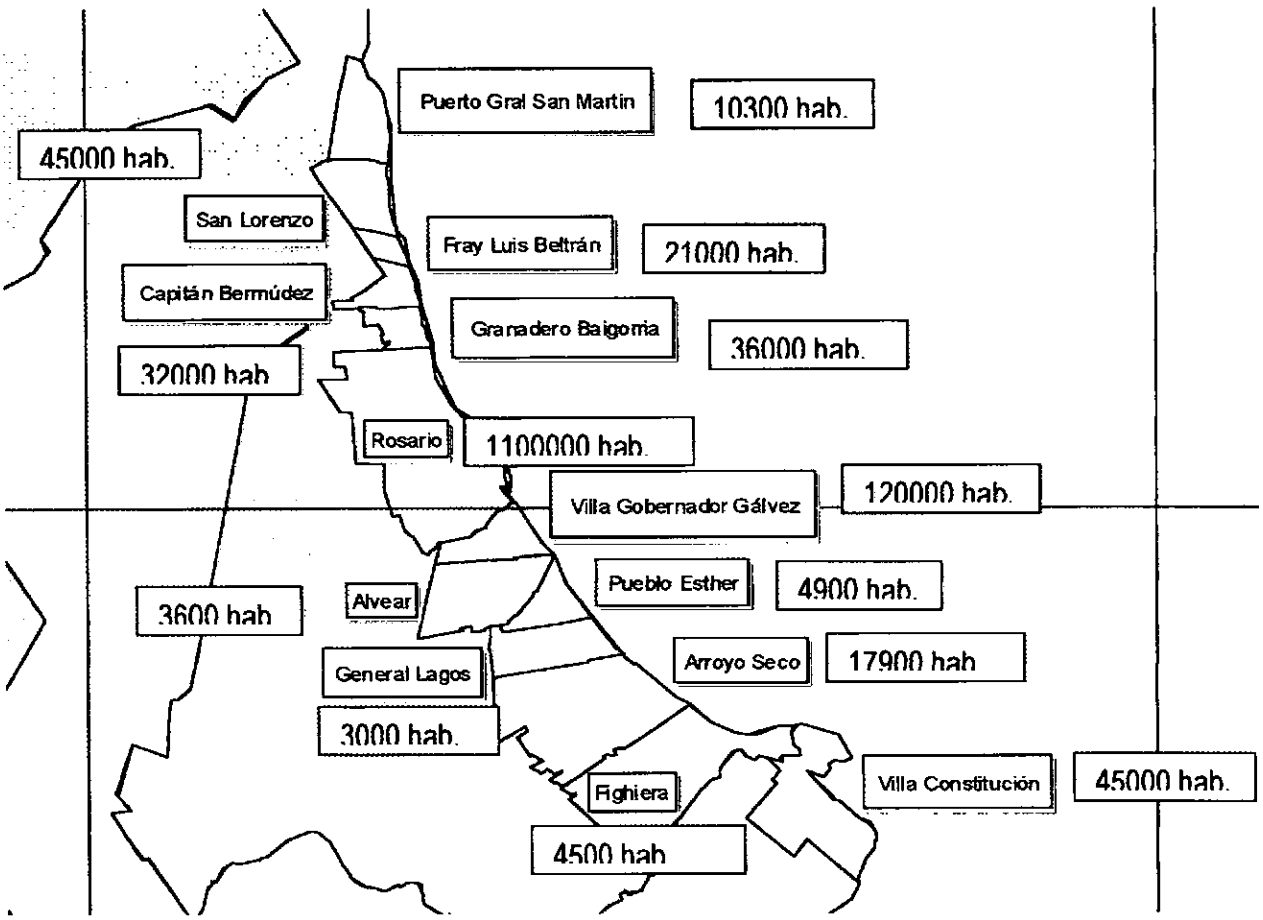


Fig. 4 – Localidades en estudio

EVALUACIÓN AMBIENTAL REGIONAL

- **CLIMA**

Para los datos de las variables atmosféricas se han tenido en cuenta los registros del Observatorio Meteorológico Nacional de la estación Rosario, INTA – EEA Oliveros y Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agrarias de Zavalla (UNR).

El clima es un factor preponderante en la formación de los diferentes ambientes físicos y de productividad tanto en el área agropecuaria como en el aspecto industrial. La provincia ocupa en el país una zona caracterizada por su transición climática en ambos sentidos de dirección según los puntos cardinales, y es esta situación la que le

da rasgos interesantes de destacar por su importancia directa en la producción agropecuaria, e indirecta, a través de su acción como factor en la formación de los suelos.

- **Régimen térmico**

Para el análisis del régimen térmico se han tenido en cuenta los valores medios mensuales y anuales de las estaciones meteorológicas de la provincia, como así algunas de las limítrofes que cuentan con series regulares de observaciones.

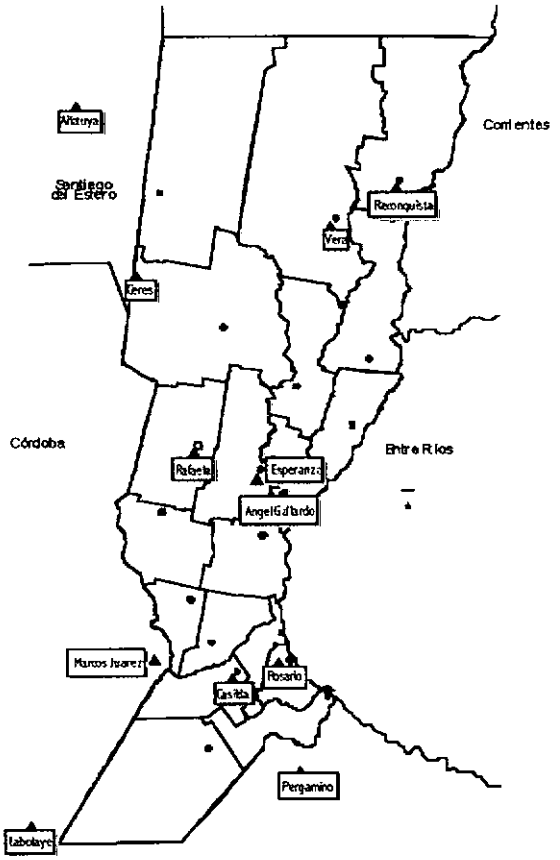


Fig. 5.- Estaciones Meteorológicas

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA

- **Temperaturas medias**

A partir de los valores medios mensuales, se realizó el trazado de las isotermas, las que se describen a continuación.

La temperatura media anual alcanza valores de 16 °C en el extremo sur, aumenta a 18 °C en la zona central y supera los 21 °C en los vértices noreste y noroeste. Consecuencia de ello es que esta parte del territorio puede incluirse desde el punto de vista térmico, en la categoría de clima tropical.

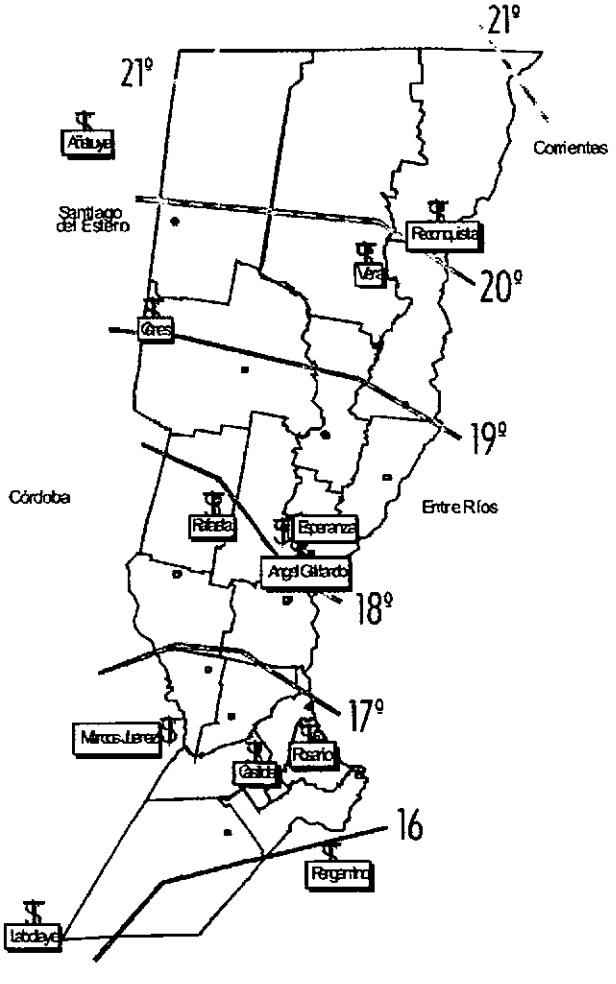


Fig. 6.- Temperatura media anual

Las isotermas guardan en este caso, como en la mayoría de las zonas llanas del país, una orientación oeste – este.

Las isotermas del mes de enero, que siguen un cierto paralelismo con las anuales, varían entre más de 27°C en el norte y 24 °C en el sur.

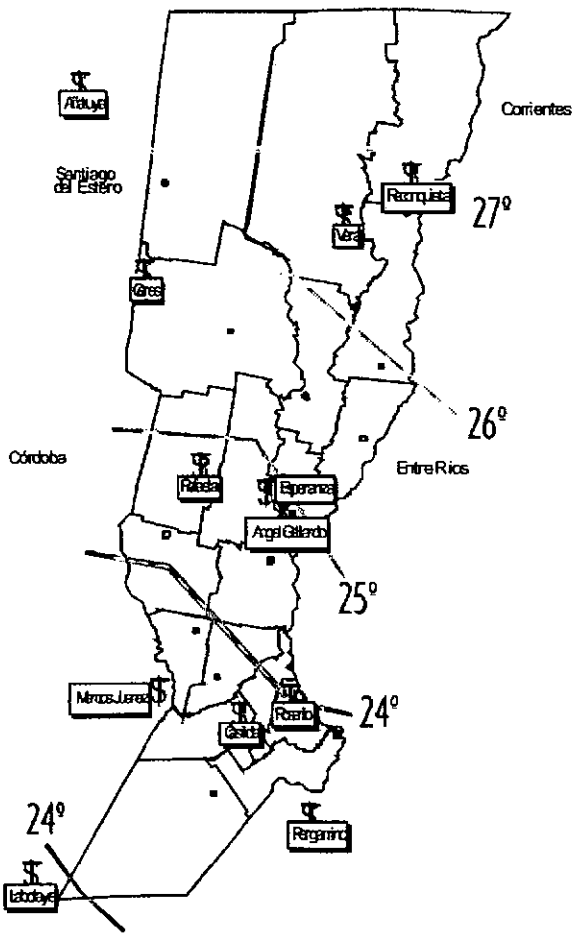


Fig. 7.- Temperatura media de enero

En tanto que las correspondientes al mes de julio, con una cierta orientación noroeste – sureste, fluctúan entre los valores superiores a 14 °C en el extremo noroeste a menos de 9°C en el sector suroeste.

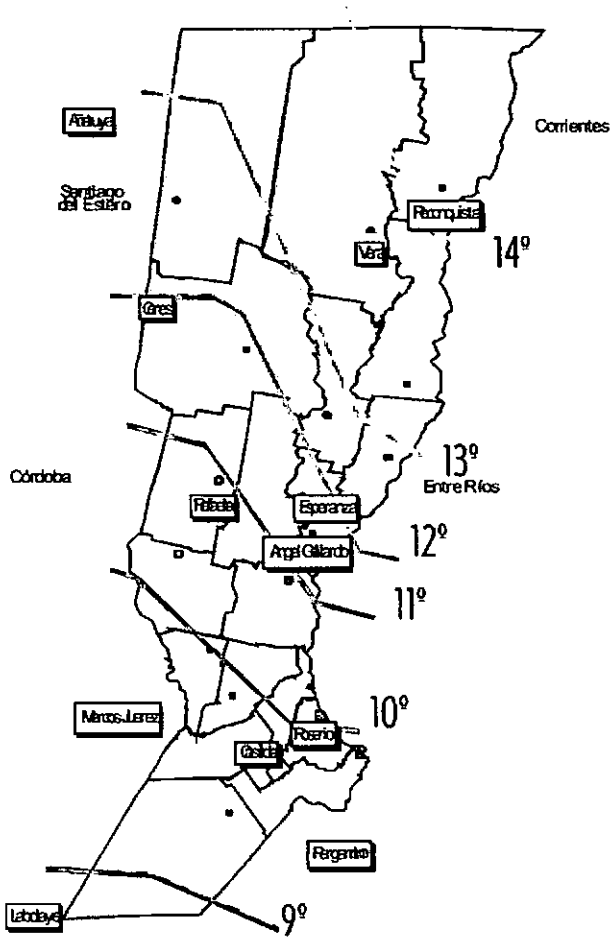


Fig. 8.- Temperatura media de julio

- **<u>Temperaturas máximas y mínimas medias</u>**

Los valores analizados corresponden a los meses de enero y julio, porque se considera que en ellos se dan las situaciones extremas dentro del régimen térmico anual. De acuerdo a la distribución observada para las temperaturas máximas medias de enero, éstas superan los 36 °C en un pequeño sector del noroeste de la provincia y descienden a valores de 31 °C en la zona suroeste, pasando la isoterma de 32 °C por el centro y suroeste de la misma. La distribución de isotermas mínimas medias de

enero siguen una orientación noroeste – sureste, delimitando la región noreste con temperaturas mayores a 20 °C y la sur con valores menores a 16 °C.

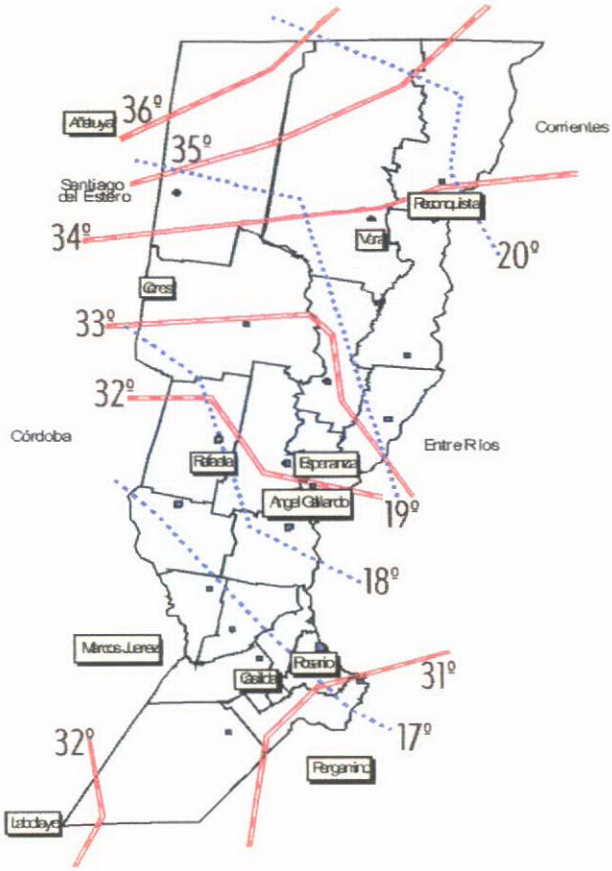


Fig. 9.- Temperatura máxima media enero (———)

Temperatura mínima media enero (- - - - -)

Las isotermas máximas medias de julio, varían entre valores de 21 °C al noroeste y 16 °C en el sur.

Las isotermas mínimas medias de julio, siguen una orientación similar a las anteriores, aunque con una inclinación más acentuada en la dirección norte – sur, y varían entre valores de 10 °C en el sector noreste a 4 °C en el sur.

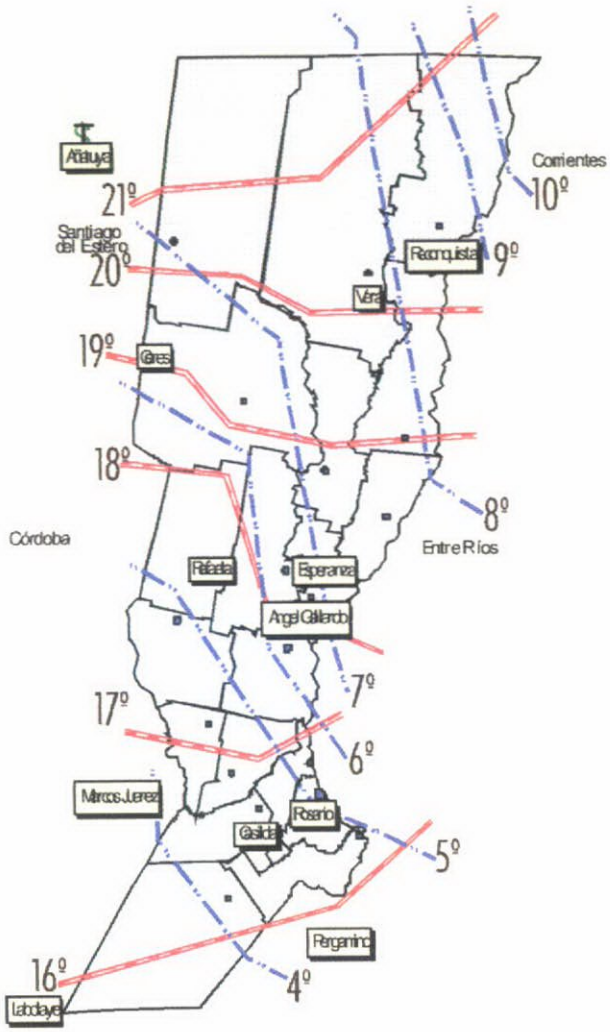


Fig. 10.- Temperatura máxima media julio (——)

Temperatura mínima media julio (- - - -)

Los valores anuales de la temperatura máxima media oscilan entre 27 °C y 23 °C para el norte y el sur respectivamente, mientras que las mínimas lo hacen entre 13 °C y 10 °C para ambos extremos.

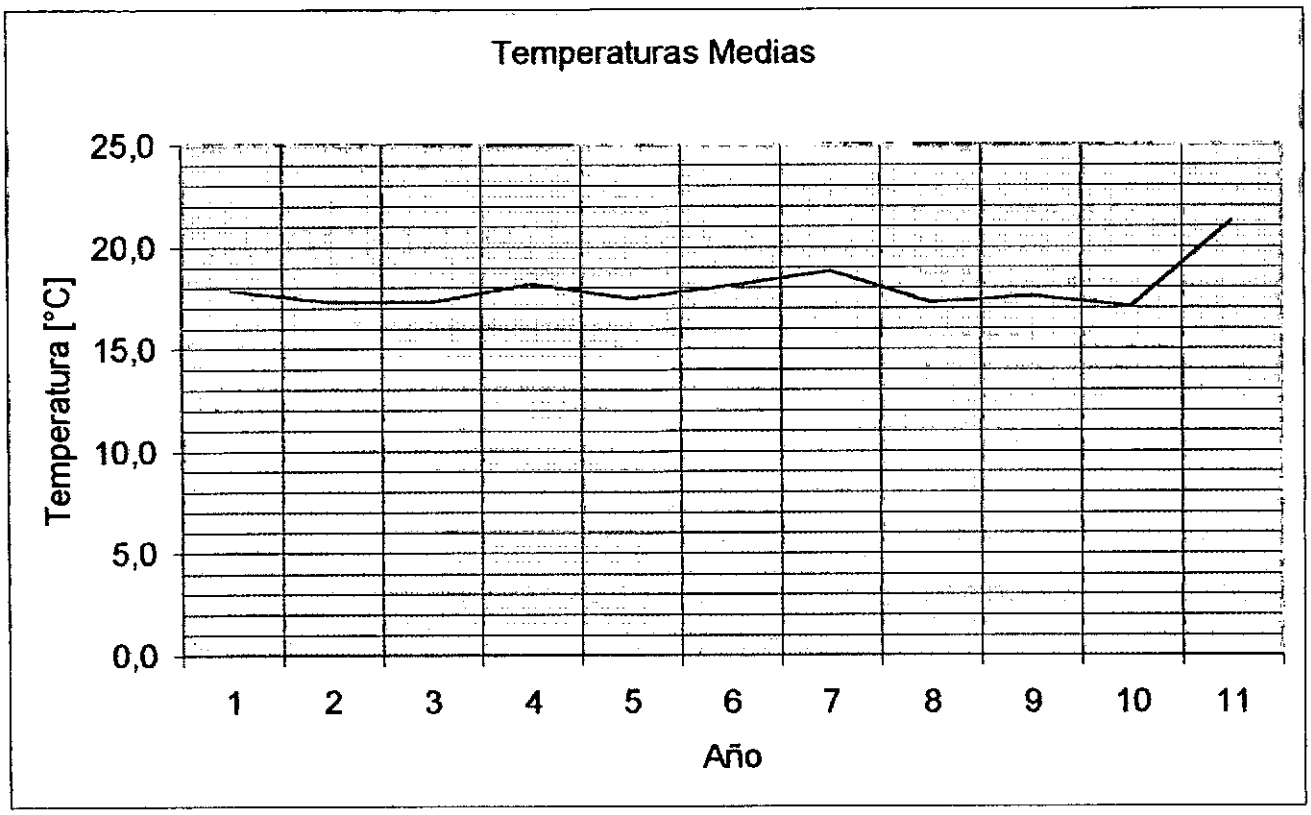


Fig. 11.- Temperaturas medias 1990 - 2001

La moderada amplitud térmica anual es una característica general de Sudamérica, encontrándose la razón de la misma en el estrechamiento que presenta el continente, y en particular Argentina con la latitud, lo que hace incidir con mayor intensidad la acción moderadora del océano.

Una evidencia de ésta es que en las planicies argentinas no se presentan amplitudes térmicas superiores a 20 °C.

- **Temperaturas máximas y mínimas absolutas**

A nivel de temperaturas absolutas, los valores máximos en el orden anual superan los 40 °C. La región chaqueña occidental, a la cual pertenece la provincia de Santa Fe en su parte oeste desde los 28°C a los 32 °C, ha sido considerada como el "polo de

calor de América del Sur", ya que en ella se registran las temperaturas máximas absolutas más altas de todo el continente sudamericano.

Las temperaturas mínimas absolutas varían entre –5,6 °C y 10,6 °C, en tanto que las amplitudes absolutas lo hacen entre valores de 48° y 54 °C en el norte y sur respectivamente.

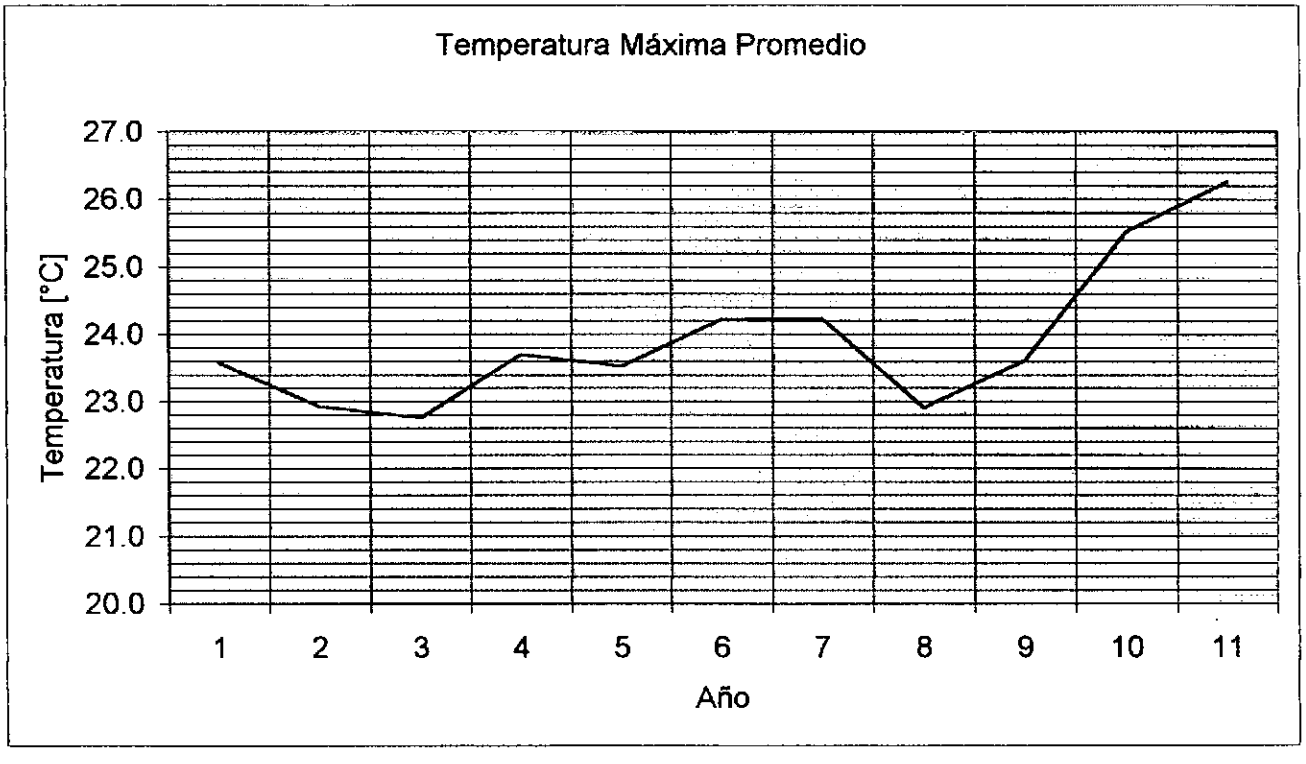


Fig. 12- Temperatura máxima promedio 1990 - 2001

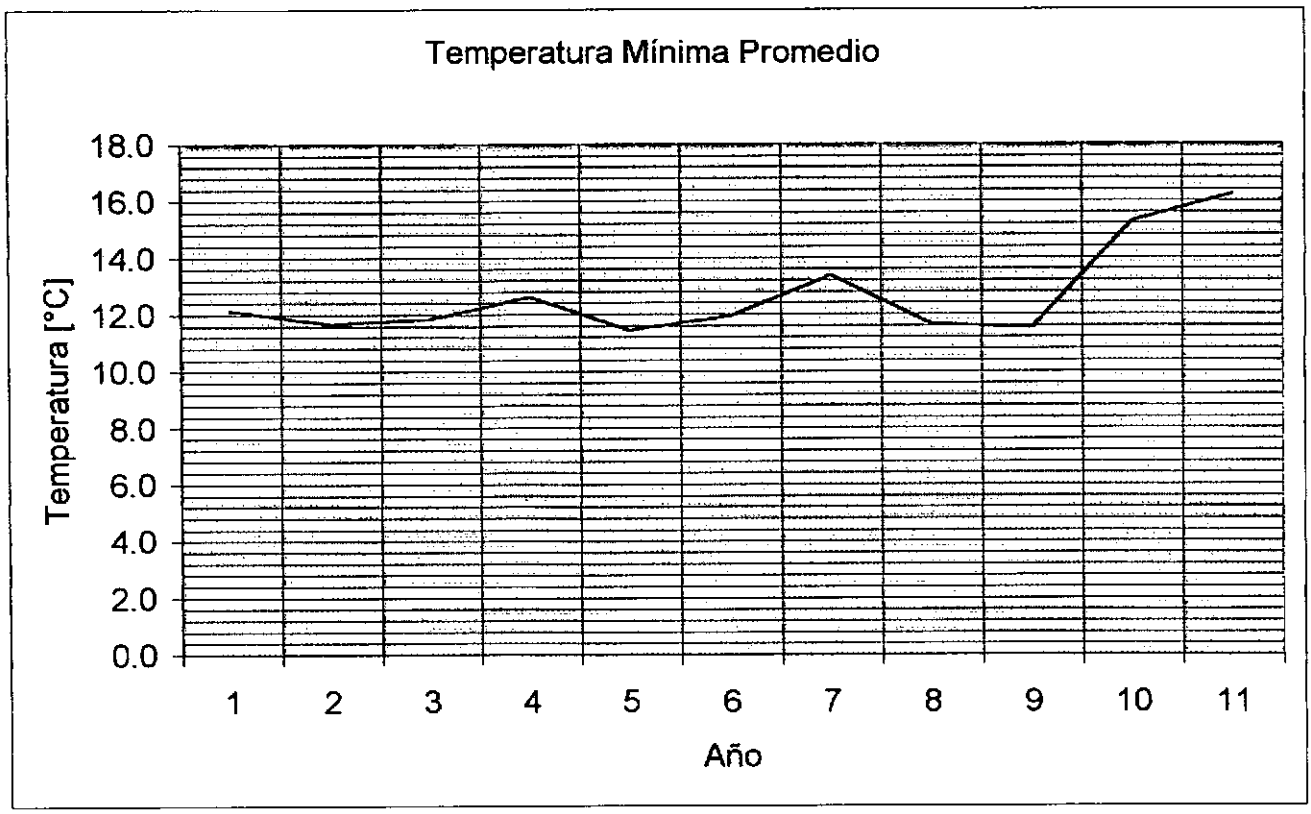


Fig. 13.- Temperatura mínima promedio 1990 - 2001

- **<u>Anomalía térmica</u>**

De la comparación de las temperaturas reales medidas en diferentes puntos de la provincia, con las medias teóricas correspondientes a esas latitudes (temperaturas básicas), resulta que Santa Fe presenta anomalías térmicas negativas.

El origen de las mismas tiene dos causas:

a) las corrientes de calor que penetran por el noreste de la provincia y dejan parte del mismo en la superficie de agua que atraviesan e incrementan, al aumentar el potencial energético, la tasa de evaporación y la formación de nubes.

Estas a su vez, producen una mayor disipación de la radiación solar, y consecuentemente, la superficie de la tierra recibe menos calor, registrándose Temperaturas más bajas que las teóricamente correspondientes a la región.

b) Los vientos oceánicos fríos, como la sudestada, aportan masas de aire de menor temperatura que las que deberían manifestarse en la región, produciéndose un efecto térmico negativo.

- **Régimen de heladas**

Aunque el área con aptitud agrícola del país goza, en general, de un clima templado con inviernos suaves, el fenómeno de heladas constituye una de las adversidades que suelen ocasionar cuantiosas pérdidas a la agricultura.

En la mayor parte de la provincia las heladas ocurren entre los meses de mayo y septiembre, con una frecuencia e intensidad que aumenta gradualmente con la latitud y se hace más notoria en el mes de julio.

Si éstas no son anormales para la región, no producen lo perjuicios que ocasionan las heladas tempranas o tardías, que ocurren normalmente en los meses de abril y octubre respectivamente.

Es de destacar la acción moderadora que sobre este fenómeno ejercen el río Paraná y sus afluentes, tanto en lo referente a la intensidad como a la frecuencia de las heladas, considerando que para la misma latitud, los períodos libres de ellas son mayores en las zonas cercanas al río que el oeste de la provincia.

En el noreste los períodos libres de heladas son mayores, alcanzando amplitudes medias variables de más de 320 días en el norte y 245 días en el sur.

Sin embargo, considerando las heladas extremas, tempranas y tardías, estos períodos se reducen a 252 y 165 días para el norte y el sur respectivamente.

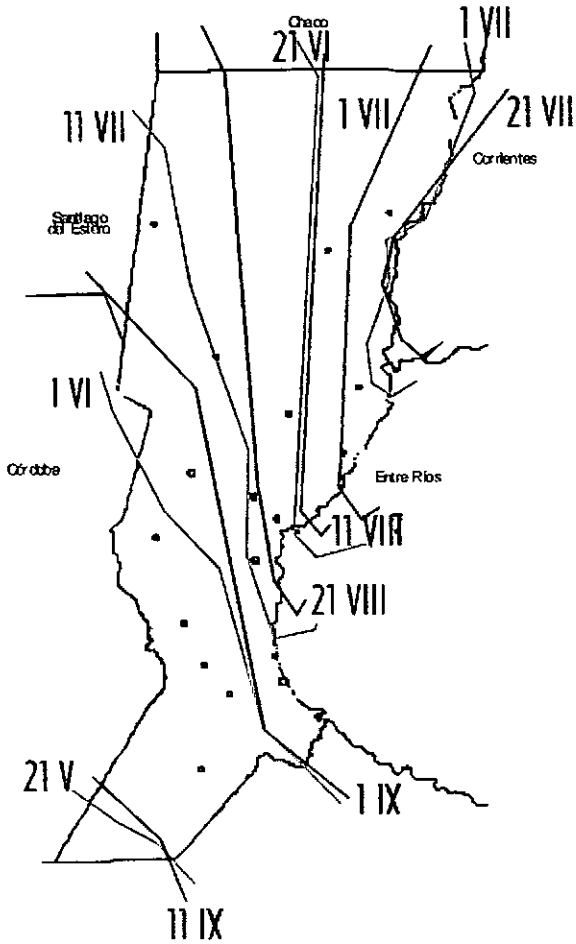


Fig. 14.- Fecha media primera (------)
y ultima helada (------)

Existe una relación directa entre el fenómeno de las heladas y la humedad ambiente, cuyos valores promedios pueden observarse en la Figura 15.

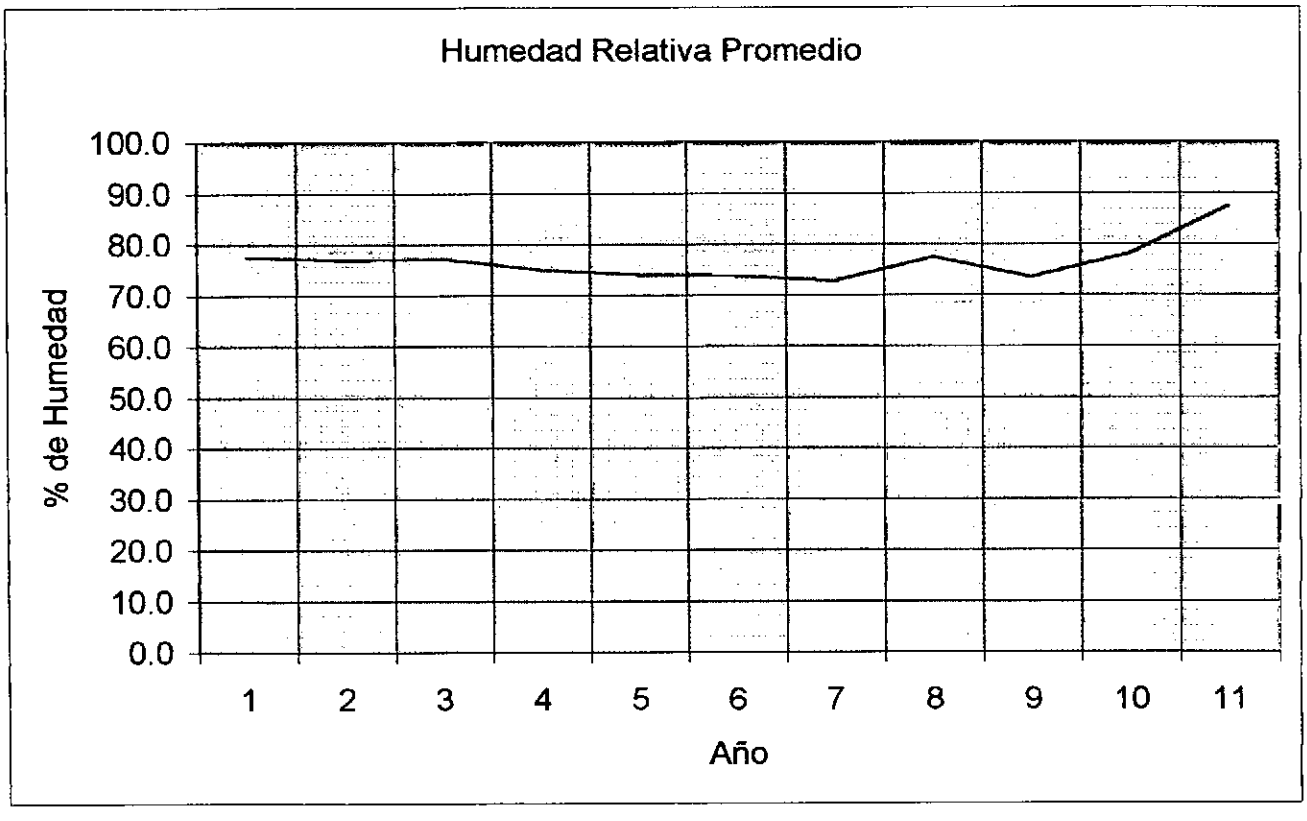


Fig. 15.- Humedad relativa promedio 1990 - 2001

- **Régimen de vientos**

Las características de las masas de aire que influyen en una región, fundamentalmente en sus aspectos térmicos e hídricos, inciden notoriamente en las condiciones meteorológicas y/o climáticas de la misma.

De los vientos que participan en la circulación general de la atmósfera, citamos con influencia en nuestra zona a los alisios del Sureste, cálidos y húmedos, que penetran como vientos del noreste por la acción de rotación que les imprime el anticiclón del Atlántico.

Como la intensidad de esta corriente es proporcional al gradiente de presión y éste es mayor en verano, en esta estación se observa su intensificación y extensión hacia el Sur acentuada por el desplazamiento del anticiclón en el mismo sentido.

Además del mencionado, existen otros vientos de tipo local con características bien definidas, tales como el Pampero, la Sudestada y el Norte.

Pampero: Se trata de una masa de aire frío y seco de origen polar que avanza desde el Suroeste, poniendo fin a un período de tiempo anormalmente cálido y húmedo.

El desplazamiento de la masa de aire, que se produce en cualquier época del año, provoca el desalojo del aire caliente y la consiguiente formación de un frente caracterizado por la nubosidad, chaparrones y fuertes ráfagas (pampero sucio). Alejado el frente hacia del Noreste, el viento es de menor intensidad, seco y limpio, creándose condiciones de estabilidad atmosférica (pampero limpio).

La cantidad de precipitaciones producidas por el ascenso frontal depende mayormente del movimiento y la calidad del aire caliente desalojado. Bajo condiciones promedio las precipitaciones en toda la zona litoral son moderadas. En verano el aire caliente es desplazado fácilmente produciéndose precipitaciones copiosas y prolongadas, en tanto que en invierno, en la zona de formación del afrente se origina una capa de nubes, con lluvias de menor intensidad y duración, aclarando los días siguientes.

Sudestada: Es originada por el derrame de una masa de aire polar en movimiento hacia la región tropical, cuando su trayectoria es aproximadamente paralela a las costas del Atlántico. Sopla cuando sobre el Río de la Plata se origina un centro ciclónico, luego de una larga persistencia de temperaturas elevadas con vientos del

Noreste, Norte y Noroeste que rotan finalmente hacia el Este, momento en que ase crean condiciones de niebla, humedad y llovizno prolongadas.

La Sudestada, por su origen marino, es un viento válido en invierno y fresco en verano, con gran contenido de humedad en ambas estaciones.

Norte: Se trata de vientos que prevalecen la mayor parte del año, son cálidos y con frecuencia húmedos, influyendo notoriamente sobre las características del clima.

El régimen de dirección e intensidad de los vientos de la Provincia se ha analizado utilizando los valores mensuales de las estaciones meteorológicas pertenecientes a la misma. Los valores de mayor intensidad se registran entre los meses de agosto y octubre, con un pico definido en el mes de septiembre, en tanto que las menores intensidades corresponden a los meses de verano y otoño, manifestándose durante la primavera las menores frecuencias de días con calma. De la observación de los diagramas de rosas de los vientos de las estaciones meteorológicas estudiadas, se puede decir que los vientos dominantes son los del Noreste y Sureste, teniendo una incidencia mínima los vientos del Oeste y Noroeste.

Para visualizar lo manifestado, se pueden observar los cuadros de velocidad media y frecuencia en la dirección de los vientos correspondientes a Reconquista, Esperanza y Casilda, en buena medida representativos, de tres sectores diferentes de la Provincia.

Mes / Localidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Reconquista	9,60	9,40	9,75	7,80	8,80	9,30	9,50	11,00	12,30	11,60	9,00	9,80
Rafaela	10,85	10,50	10,30	10,80	11,00	12,40	13,05	14,90	15,05	13,75	12,10	11,15
Casilda	10,73	11,50	10,57	10,30	10,70	11,40	12,40	13,40	14,15	13,10	12,42	11,11

Fig. N° 16 - Velocidad media de vientos

	RECONQUISTA				RAFAELA				CASILDA			
Estación / Dirección	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P
N	91	82	116	44	119	132	145	110	212	191	207	187
NE	168	229	252	212	146	181	183	161	148	143	131	147
E	218	171	125	230	196	202	141	215	220	214	162	260
SE	217	161	118	225	179	135	121	198	77	64	69	80
S	123	131	158	144	136	147	196	166	120	142	176	144
SO	38	55	80	53	45	66	85	61	60	74	97	69
O	15	8	16	7	23	22	28	12	49	49	54	38
NO	20	19	18	9	37	34	34	17	36	30	35	25
CALMA	110	143	116	75	119	10	68	60	78	92	69	70

Fig. N° 17 - Frecuencia en la dirección de vientos

Los datos de los cuadros anteriores corresponden a tres estaciones de distinta ubicación geográfica, mientras que los siguientes y sus correspondientes diagramas corresponden a la estación experimental INTA Oliveros, que resulta representativa por su cercanía al sector considerado.

Velocidad de viento
a 2 m

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	X
1970	8,3	8,3	9,0	6,5	8,5	9,0	10,2	10,8	9,8	9,2	8,9	8,4	8,9
1971	7,7	7,8	5,8	6,6	6,3	7,8	8,7	7,4	9,4	8,4	7,9	9,5	7,8
1972	8,7	9,2	7,8	6,1	7,9	8,1	8,2	10,2	9,7	8,3	8,2	8,2	8,4
1973	8,4	7,1	6,5	7,6	7,8	9,7	9,7	6,8	9,1	10,1	7,8	6,4	8,1
1974	8,5	6,3	5,8	5,8	8,8	7,1	7,6	9,7	9,9	7,4	8,9	8,2	7,8
1975	8,4	9,1	7,7	7,2	8,4	8,5	8,2	9,1	7,6	7,5	7,2	8,6	8,1
1976	7,6	7,0	7,6	7,3	6,4	7,4	8,8	9,9	8,2	9,3	8,3	7,3	7,9
1977	7,2	8,0	7,3	7,0	7,2	9,3	9,1	7,4	9,1	10,2	8,1	8,6	8,2
1978	7,8	7,1	6,8	4,5	5,8	6,8	8,1	8,6	10,2	7,8	8,2	7,4	7,4
1979	8,0	7,2	6,8	6,5	6,7	6,6	8,8	7,0	8,3	8,5	8,7	8,0	7,6
1980	6,2	7,6	6,8	8,1	7,1	9,6	7,1	7,7	9,0	8,9	9,3	6,5	7,8
1981	7,7	6,5	6,2	5,5	8,2	6,0	7,2	8,5	10,5	8,4	8,0	7,1	7,5
1982	8,2	7,3	6,0	6,1	6,6	7,1	8,8	9,7	11,2	8,1	8,3	8,0	8,0
1983	9,4	8,3	6,6	5,9	7,3	6,5	7,0	9,0	8,1	8,0	7,6	7,4	7,6
1984	6,3	6,6	6,7	7,0	8,5	8,6	8,9	7,3	8,7	8,1	7,2	7,0	7,6
1985	7,9	5,9	6,1	6,1	6,4	7,2	9,1	7,6	8,6	8,2	8,4	7,1	7,4
1986	8,3	6,5	5,7	6,5	7,4	9,2	9,3	8,5	10,1	8,3	8,9	7,6	8,0
1987	6,6	7,6	6,7	5,3	7,3	7,5	8,6	8,6	8,5	8,2	7,9	7,9	7,6
1988	6,9	5,5	6,2	5,7	4,3	6,1	9,9	8,2	7,8	8,5	8,8	8,1	7,2
1989	8,2	7,5	6,2	5,8	6,3	5,4	7,0	10,4	8,8	9,6	9,0	7,3	7,6
1990	6,8	5,8	6,0	5,3	7,3	7,2	7,1	8,9	9,0	7,6	7,5	7,8	7,2
1991	7,1	6,0	5,8	5,0	5,0	5,0	7,6	8,4	12,3	9,2	7,9	8,0	7,3
1992	7,9	6,6	6,0	5,3	7,2	7,0	8,7	7,8	7,8	7,7	8,4	7,9	7,4
1993	6,6	6,7	4,7	5,7	5,9	6,1	8,0	7,1	9,5	9,5	10,7	10,2	7,6
1994	7,6	5,1	5,9	5,5	5,9	6,5	9,0	9,1	10,5	8,7	7,7	8,6	7,5
1995	7,2	6,5	6,0	6,5	4,8	8,3	9,6	8,2	10,2	8,3	8,5	9,7	7,8
1996	7,0	5,9	4,5	6,5	5,3	8,6	6,8	8,8	9,7	9,3	8,6	8,4	7,5
1997	7,1	8,9	6,2	6,6	7,0	8,4	10,0	10,4	10,6	11,5	10,4	9,3	8,9
1998	7,1	7,4	6,0	7,2	6,7	7,2	6,4	6,8	9,1	8,7	9,1	8,2	7,5
1999	7,5	6,9	8,0	7,5	6,2	8,1	8,0	10,3	9,7	10,0	9,1	9,1	8,4
2000	7,5	6,3	6,0	6,7	8,1	8,2	9,4	8,3	9,3	9,1	6,9	6,1	7,7
2001	5,1	4,5	4,9	4,7	4,6								4,8
X	7,6	7,0	6,4	6,3	6,9	7,6	8,4	8,6	9,4	8,7	8,4	8,0	**7,8**

Fig. 18 – Velocidad del viento a 2 m.

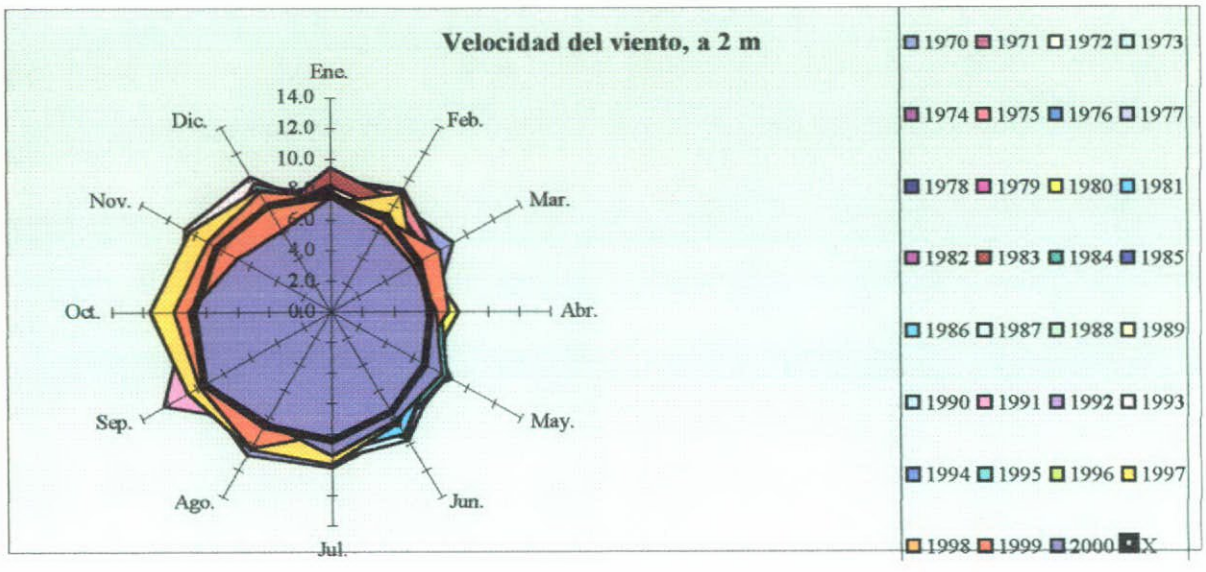


Fig. N° 19 – Velocidad del viento a 2 m.

Velocidad de viento a 0,5 m

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	X
1970	5,8	5,4	5,5	2,9	4,4	5,3	6,0	6,6	6,1	5,8	5,2	5,3	5,4
1971	5,0	4,8	3,2	3,7	3,7	4,6	5,2	4,6	5,7	5,3	5,1	6,3	4,8
1972	5,6	5,5	4,8	3,5	4,7	4,9	5,0	6,3	5,9	5,1	5,1	4,9	5,1
1973	5,0	4,0	4,5	3,4	4,3	4,9	5,4	5,8	5,9	4,6	3,2	2,6	4,5
1974	3,6	2,5	2,6	2,7	4,7	3,2	2,8	4,6	5,2	3,6	4,7	4,3	3,7
1975	4,5	5,0	3,6	3,0	4,9	4,7	4,3	5,3	5,3	4,2	4,3	5,4	4,5
1976	4,5	4,1	4,6	4,5	3,9	4,3	5,6	6,3	4,8	5,6	5,3	4,6	4,8
1977	4,0	5,0	4,4	4,4	4,5	5,9	5,8	4,6	5,8	6,6	5,0	5,0	5,1
1978	4,8	4,3	3,8	2,5	3,5	4,4	5,2	5,4	6,8	4,8	5,3	4,6	4,6
1979	4,9	4,6	4,4	3,9	3,9	3,8	5,6	4,2	5,1	5,5	5,5	5,0	4,7
1980	4,1	4,8	2,6	3,6	3,0	5,0	3,4	4,0	5,1	5,1	5,3	3,2	4,1
1981	4,3	3,3	3,3	2,8	4,9	3,4	4,3	5,1	6,4	5,3	5,0	4,4	4,4
1982	5,3	4,5	3,4	3,7	4,0	4,4	5,6	6,0	7,0	4,8	5,2	5,1	4,9
1983	6,1	5,1	4,0	3,4	4,5	3,9	4,2	5,7	4,9	4,8	4,5	4,7	4,7
1984	3,9	3,9	3,9	4,2	5,2	5,2	4,5	3,5	4,6	4,2	4,0	3,8	4,2
1985	4,4	3,1	3,0	3,1	3,4	3,7	5,0	5,0	4,8	4,4	4,2	3,6	4,0
1986	4,3	1,7	3,9	3,6	4,3	5,4	5,2	5,2	5,7	4,7	5,5	4,3	4,5
1987	4,7	4,2	3,6	3,5	4,2	4,5	4,9	3,5	3,6	3,8	2,5	2,5	3,8
1988	3,4	2,7	3,0	2,6	2,2	3,2	6,2	4,8	4,4	4,9	5,2	4,4	3,9
1989	4,4	4,0	3,2	2,8	3,3	2,6	3,8	6,1	4,6	4,6	2,6	2,5	3,7
1990	2,3	3,2	2,6	3,1	4,1	3,9	3,9	5,0	5,2	3,9	4,3	4,6	3,8
1991	4,5	3,7	3,6	3,1	3,4	3,4	5,1	5,4	5,4	6,1	5,0	4,9	4,5
1992	4,9	4,1	3,8	3,4	4,4	4,9	5,8	5,1	5,3	4,9	5,4	5,0	4,8
1993	4,2	4,4	3,2	4,7	4,4	4,3	5,6	5,1	6,1	6,3	6,1	6,7	5,1
1994	5,0	3,2	3,8	3,9	3,8	4,2	6,0	5,7	6,8	5,5	5,0	5,6	4,9
1995	4,7	4,0	3,7	4,2	3,0	5,2	6,1	5,2	6,4	5,1	5,3	6,4	4,9

1996	4,4	4,1	2,8	3,8	3,0	5,3	4,1	5,5	6,1	5,8	5,4	5,2	4,6
1997	4,1	5,3	3,5	3,8	4,1	5,2	6,3	6,7	7,1	7,4	6,5	5,9	5,5
1998	4,4	4,7	3,9	5,0	4,3	4,5	3,7	4,2	5,9	5,6	6,1	5,2	4,8
1999	5,1	4,3	5,0	4,8	3,7	4,8	4,9	6,6	6,2	6,8	5,9	5,8	5,3
2000	4,5	3,8	3,7	4,1	5,1	4,9	5,8	5,0	5,5	6,3	5,3	3,5	4,8
2001													###
X	4,5	4,1	3,7	3,6	4,0	4,4	5,0	5,2	5,6	5,2	4,9	4,7	**4,6**

Fig. 20 – Velocidad del viento a 0,5 m.

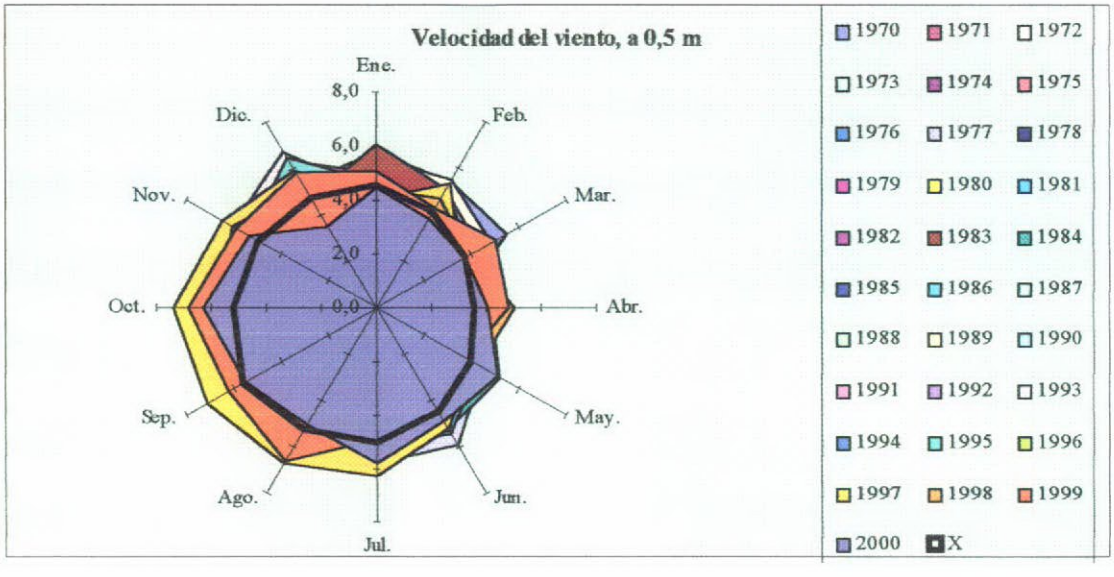


Fig. N° 21 – Velocidad del viento a 0,5 m.

- **<u>Régimen pluviométrico</u>**

Las precipitaciones constituyen un elemento de suma importancia por su incidencia directa en los procesos climáticos, en la génesis de los suelos, en el escurrimiento superficial y subterráneo, etc., siendo indispensable su estudio para una mejor comprensión del funcionamiento de las comunidades vegetales, animales y humanas.

Es este un fenómeno de tipo discontinuo, por lo cual no se puede hablar de su variación diaria o anual, del mismo modo que para otros elementos meteorológicos.

Su distribución en el espacio y en el tiempo es sumamente variable.

Distribución geográfica: para el análisis de esta distribución se han tenido en cuenta los valores medios mensuales y anuales de las mismas localidades usadas para discutir lo relativo a la temperatura.

A partir de los valores anuales se han trazado las isohietas correspondientes, obteniéndose con ello un panorama definido de la distribución geográfica de las precipitaciones anuales de la Provincia.

Los promedios oscilan entre menos de 800 mm al Oeste a más de 1.000 mm al Este, según puede verse.

Distribución anual: los histogramas de precipitaciones medias mensuales permiten observar el régimen de distribución y la cantidad de lluvia que ocurren en el transcurso del año.

La Provincia se caracteriza por poseer un régimen de transición, dado que se encuentra ubicada entre los regímenes subtropical continental al Oeste y subtropical atlántico al Este, que definen en ella una zona de influencia continental y otra de influencia marítima, abarcando esta última los sectores Noreste y Sureste del territorio Provincial, lo que implica un importante grado de variabilidad que depende exclusivamente de la zona considerada.

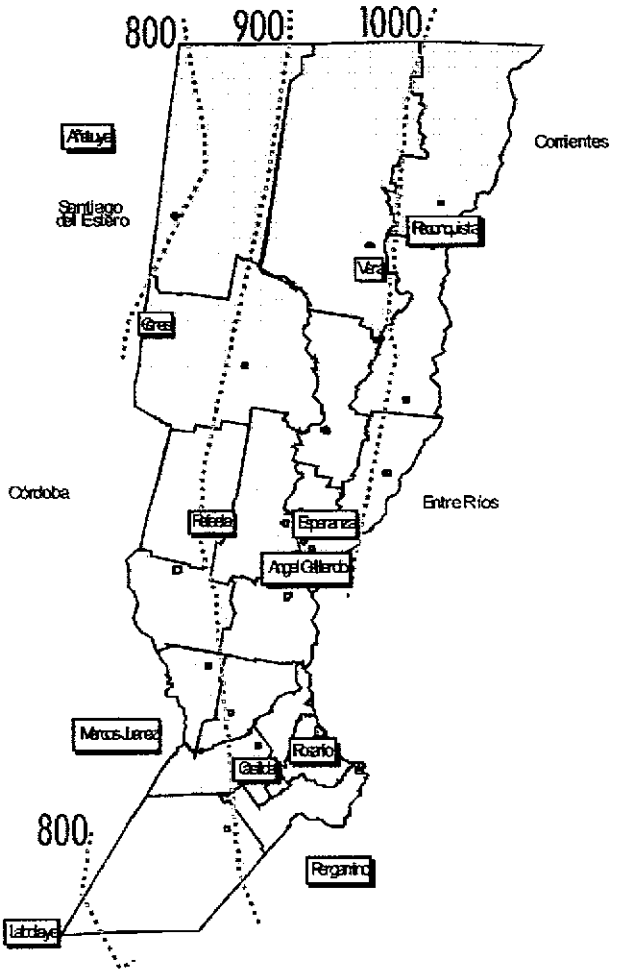


Fig.22 - Isohietas medias anuales

Los montos pluviométricos mínimos se registran en invierno (junio, julio y agosto), incrementándose en primavera, para hacerse máximos en verano y otoño, destacándose marzo como el mes más lluvioso.

Considerando que el suelo tiene una capacidad definida y limitada de toma y retención de humedad, la cantidad e intensidad de precipitación condicionan en cierta medida la efectividad de la lluvia, o lo que es lo mismo, la parte de lluvia que es útil directamente (consumo de los vegetales) y/o indirectamente (preparación de la tierra, lixiviación, etc.), para la producción del cultivo. De modo análogo, la distribución incide notoriamente, chaparrones ligeros sirven mejor al desarrollo del cultivo que una lluvia

torrencial, destacándose entonces la incidencia que en el rendimiento productivo ejercen la distribución temporal y espacial, los montos e intensidades pluviométricas.

- **Evapotranspiración**

El nivel de evapotranspiración depende de determinados factores, tales como las características de la vegetación, extensión de la cubierta terrestre, fase de crecimiento de aquélla, disponibilidad de agua en el suelo y los parámetros meteorológicos que inciden en la demanda de agua por parte de la atmósfera.

La evapotranspiración máxima o potencial (EVP) definida por Thornthwaite, expresa la cantidad de agua perdida por evaporación del suelo y transpiración de las plantas en un área completamente cubierta por vegetación, en una fase activa de crecimiento, con un contenido de humedad no limitativo.

La evapotranspiración real (EVR) se refiere a la cantidad real de agua perdida durante el crecimiento del cultivo por evaporación desde la superficie terrestre y por transpiración de las plantas.

A partir de los valores de temperatura media mensual de las diferentes localidades consideradas y sus respectivas coordenadas de ubicación se llegó a definir las cantidades de EVP anual de cada una de ellas, con las que se han trazado las isolíneas correspondientes.

Las isolíneas de EVP anual siguen aproximadamente la dirección de las isotermas medias anuales, variando entre los valores de más de 1050 mm al Norte, a menos de 850 mm al Sur de la Provincia.

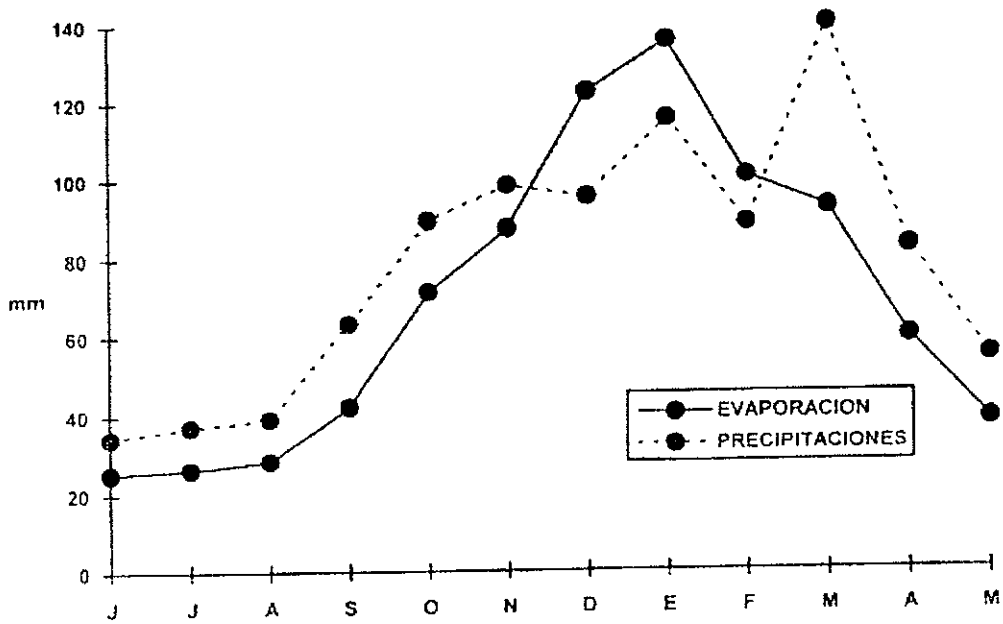


Fig. 23 - Balance hídrico medio mensual para la zona

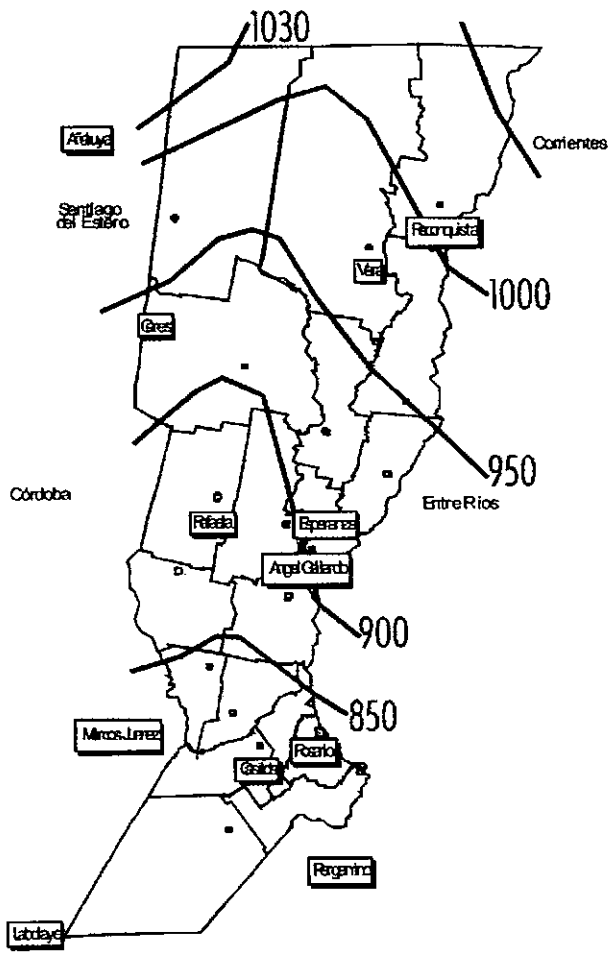


Fig. 24 - Isolíneas de evapotranspiración

- **Balance hídrico**

Como la marcha de la EVP y la precipitación difícilmente coinciden en un mismo lugar, se dan períodos en los cuales la necesidad de agua queda satisfecha por las lluvias y otros en que la misma es insuficiente.

Puede ocurrir también que durante todo el año las precipitaciones excedan las necesidades o viceversa, así se tendría exceso de agua o déficit respectivamente.

Considerando un período de lluvias luego de uno seco, las mismas contribuyen a reponer la humedad del suelo, pudiendo alcanzar su grado de saturación.

La cantidad de agua almacenable en el suelo varía según la profundidad del mismo y sus horizontes, densidades, textura, distribución y extensión radicular, pudiéndose estimar de acuerdo a las características el máximo de agua almacenable o el agua útil que posee en cualquier momento.

De este modo, mediante el cálculo del balance, es posible conocer en un lugar determinado la cantidad real de agua que se evapora del suelo y que transpiran las plantas, como así también la cantidad de agua almacenada por el suelo y la que se pierde por derrame superficial y profundo.

- Excesos y déficits

A partir de los valores de la tabla anterior, se construyeron los mapas de isolíneas de déficit y exceso anuales de agua para Santa Fe.

En el primero de ellos se observa que las deficiencias de agua, que son marcadas en gran parte del país, presentan en el territorio santafecino una franja a lo largo del río Paraná libre de ellas, contrariamente a lo que sucede en la región oeste, que presenta

una marcada deficiencia en las precipitaciones originando grandes diferencias estacionales.

A partir de la mencionada franja los valores se incrementan hacia el Oeste, alcanzando en el extremo Noroeste, cifras considerablemente mayores a los 200 mm anuales de déficit.

Una causa que origina este déficit de agua la constituye el hecho de que el invierno es una estación de consumo, si se estima comparativamente con la reserva que se manifiesta en latitudes similares del hemisferio Norte.

En éste, las temperaturas más bajas producen una reducción bastante marcada en la EVP favoreciendo la acumulación de agua en o sobre el suelo, en forma de nieve o hielo, la que es aprovechada en la estación primaveral para reponer la humedad del suelo o bien como derrame superficial.

Respecto de los excesos representados en la Figura N° 26, se puede observar que los mismos quedan circunscriptos a una pequeña franja de la zona este de la Provincia con un promedio anual de 50 mm, que se incrementa a 100 mm sobre la margen del Paraná y alcanza los 200 mm en un pequeño sector de la región del Noreste.

En las Figuras 25 y 26 pueden observarse las isolíneas de déficit y de exceso respectivamente, y en ellas puede corroborarse lo expresado en los párrafos precedentes.

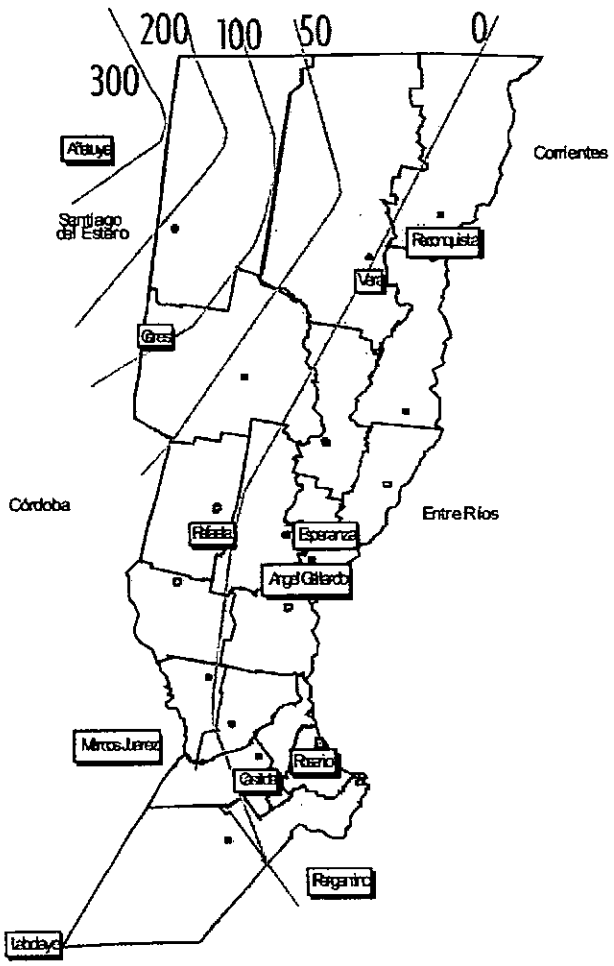


Fig. 25.- Isolíneas de Déficit

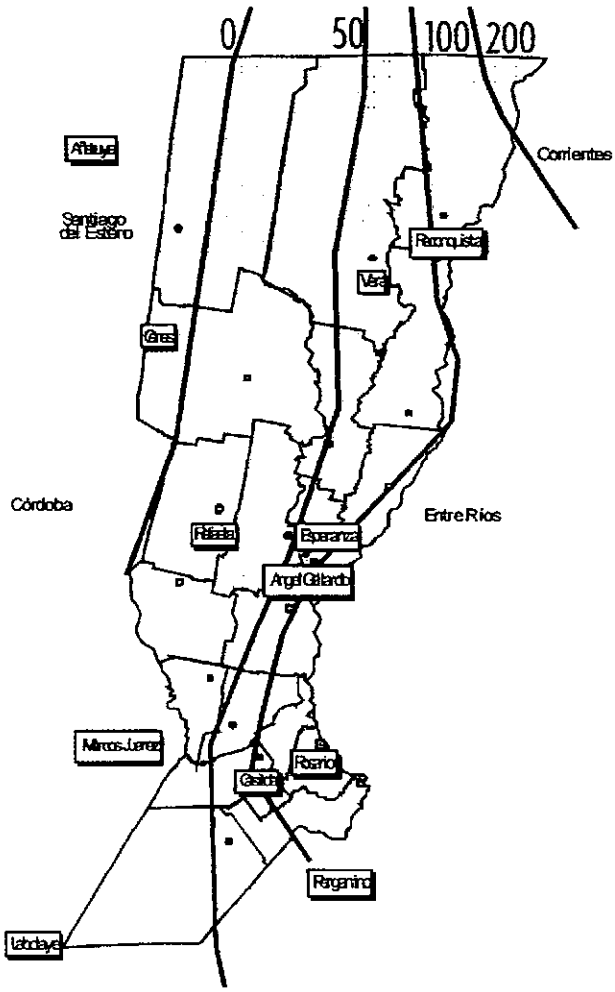


Fig. 26 - Isolíneas de Exceso

Cuadro hídrico medio mensual (Thornthwaite y Mather) Oliveros

	J	J	J	INV	S	O	N	PRM	D	E	F	VER	M	A	M	OTO	AÑO
Evapotranspir. Potencial (mm)	23	27	28	78	45	71	97	213	133	138	114	385	99	60	41	200	876
Precipitac. (mm)	41	41	36	118	49	98	111	258	106	138	107	338	147	90	54	291	1005
Temperatura °C	11,2	11,4	11,8	—	14,3	17,4	20,0	—	22,9	24,1	23,3	—	21,3	17,5	14,6	—	—
Almacenaje (mm)	300	300	300	—	300	300	300	—	274	262	256	—	300	300	300	—	—
Evapotranspir Real (mm)	23	27	28	78	45	71	97	213	132	137	113	382	99	60	41	200	873
Exceso (mm)	18	14	8	40	4	27	14	45	0	0	0	0	4	30	13	47	132
Deficiencia (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	0	0	0	0	3

Fig. 27 - Tabla de almacenaje 300 mm

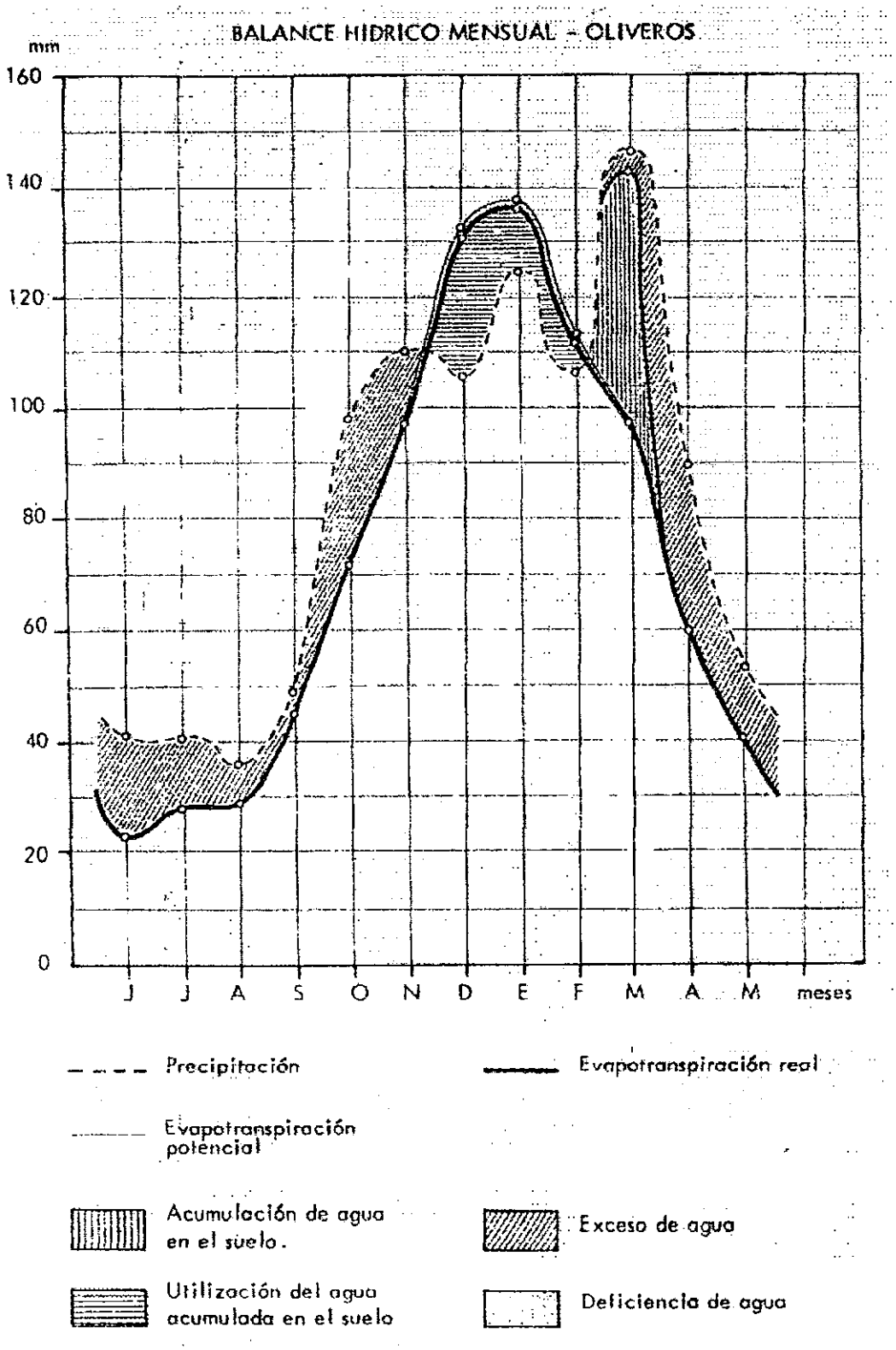


Fig. 28.- Balance hídrico mensual Oliveros (I. N. T. A.)

- **Clasificación climática**

Se usa la de Thornthwaite, basada en la distribución de la efectividad de dos índices: el hídrico y el térmico, elementos determinantes en el desarrollo de la vida vegetal.

Índice de eficiencia hídrica

Está fundamentado en un criterio esencialmente hidrológico, proponiendo diversos índices:

Índice de humedad (Ih) = 100 s / n

Índice de aridez (Ia) = 100 d / n

Donde: (s) representa el exceso de agua, (d) la deficiencia de agua y (n) la necesidad de agua.

En función de los índices anteriores, surge un índice hídrico, dado por la expresión:

$$Im = (100\ s - 60\ d) / n$$

Thornthwaite adopta en esta fórmula el 60% del índice de aridez porque considera que un exceso de agua de 15 cm. en una estación, contrarrestan aproximadamente una deficiencia de 25 cm. en la otra.

Los distintos tipos climáticos, en función del índice hídrico propuesto, con sus correspondientes límites son:

Tipo climático		Índice hídrico
A	Perhúmedo	100 y superiores
B4	Húmedo	80 – 100
B3	Húmedo	60 – 80
B2	Húmedo	40 – 60
B1	Húmedo	20 – 40
C2	Subhúmedo húmedo	0 – 20
C1	Subhúmedo seco	-20 – 0
D	Semiárido	-40 – -20
E	Árido	-60 – -40

Es posible definir en la Provincia dos tipos de regiones hídricas, separadas por la isolínea de valor cero (fig. 29):

a) Subhúmeda húmeda (C2) en la zona oriental

b) subhúmeda seca (C1) en la zona occidental.

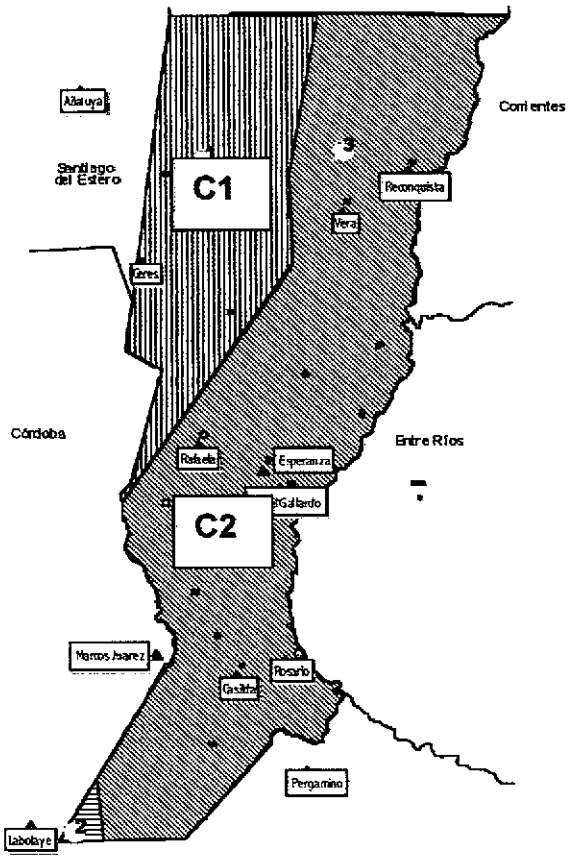


Fig. 29 - Regiones hídricas

- **<u>Variación estacional de la eficiencia hídrica</u>**

Para expresar esta variación se tiene en cuenta la magnitud del índice de aridez en los climas húmedos (A, B, C2) y la del índice de humedad en los climas secos (C1, D, E), según los siguientes valores y características:

	<u>Climas húmedos (A, B, C2)</u>	<u>Índice de aridez</u>
r	Nula o pequeña deficiencia de agua	0 – 16,7
s	Deficiencia moderada de agua en verano	16,7 – 33,3
w	Deficiencia moderada de agua en invierno	16,7 – 33,3

s2	Gran deficiencia de agua en verano	más de 33.3
w2	Gran deficiencia de agua en invierno	más de 33.3

	Climas húmedos (C1, D, E)	Índice de humedad
d	Nulo o pequeño exceso de agua	0 – 10
s	Exceso moderado de agua en invierno	10 – 20
w	Exceso moderado de agua en verano	10 – 20
s2	Gran exceso de agua en invierno	más de 20
w2	Gran exceso de agua en verano	más de 20

de acuerdo a la clasificación precedente, el clima subhúmedo seco (C1), definido al Oeste de la Provincia, tiene muy poca variación estacional de su escasa deficiencia hídrica y se encuadra dentro del grupo **d**, de nulo o pequeño exceso de agua.

El clima subhúmedo húmedo, que caracteriza al Este de la Provincia, posee nula o pequeña deficiencia de agua y corresponde al grupo **r**.

- **Índice de eficiencia térmica**

Se adoptan los valores de EVP como índice de eficiencia térmica, que expresaría el crecimiento de las plantas en función del agua necesaria para dicho proceso. Se lo expresa en la misma unidad que la precipitación, existiendo entre ambos conceptos, eficiencia térmica y precipitación efectiva, estrecha relación. Los tipos climáticos, de acuerdo a los límites establecidos por los valores asignados al índice de eficiencia térmica son los siguientes:

Tipos de clima		Índice de eficiencia térmica
Megatermal	A'	1140
	B'4	997
Mesotermal	B'3	855
	B'2	712
	B'1	570
Microtermal	C'2	427
	C'1	285
Tundra	D'	142
Escarcha	E'	

Según se observa en la Figura 30, la Provincia está ubicada dentro del clima Mesotermal, incluyéndose tres de sus subtipos (B'2, B'3, B'4), que se extiende por franjas siguiendo aproximadamente la orientación de las isotermas medias mensuales, encontrándose nuestra región en la correspondiente a la B'2.

- **Concentración estival de la eficiencia térmica**

Las concentración de verano varía en forma inversamente proporcional al logaritmo de índice anual de la eficiencia termal, o sea de la evapotranspiración potencial. Dicha relación está representada por la ecuación:

$$S = 184{,}65 - 66{,}44 \,.\, \text{Log}\, W$$

En la cual S representa el porcentaje de la concentración de verano y W la EVP en cm.

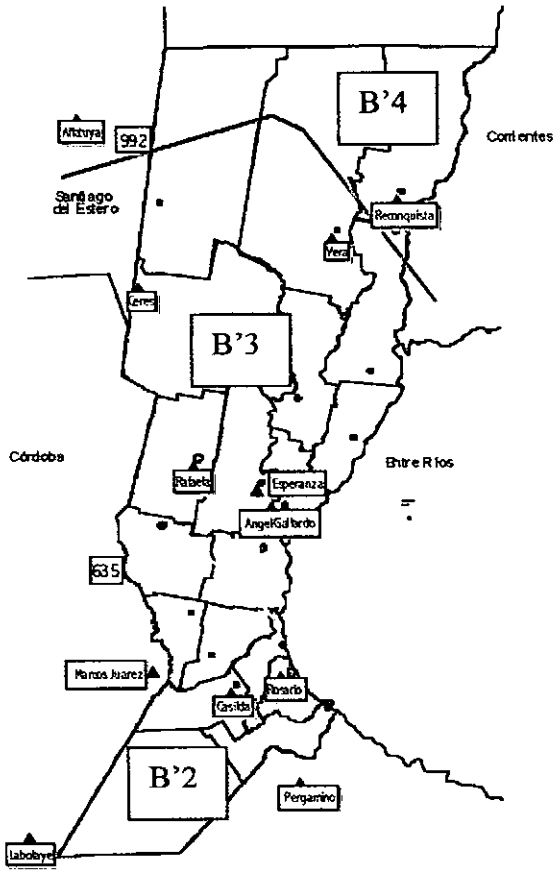


Fig. 30 - Regiones térmicas

La concentración estival, representadas en porcentaje, de acuerdo a los diferentes límites establecidos es la siguiente:

Tipo de concentración	Porcentaje
a'	48,0
b'4	51,9
b'3	56,3
b'2	61,6
b'1	

c'2	68,0
c'1	76,3
d'	88,0

La poca variación anual de la temperatura que se registra en todo el país, hace que muy pocos tipos de concentración estival caractericen al mismo. Todo el territorio santafecino corresponde al tipo **a'**.

- **Clasificación climática integral**

Una clasificación climática integral se obtiene reuniendo en una expresión los cuatro símbolos descriptos precedentemente, para cada localidad considerada.

Superponiendo los mapas con los valores correspondientes a índices hídricos, índices de eficiencia termal, variación estacional de la eficiencia hídrica y concentración estival de la eficiencia termal, quedan delimitadas las regiones climáticas que se observan en la fig. 31, siendo las mismas:

(1) C1B'da': clima subhúmedo seco (C1), Mesotermal (B'4), con poco o ningún exceso de agua (d) y porcentaje de la concentración estival de la eficiencia termal inferior a 48% (a'); este tipo ocupa el sector Noroeste de la Provincia, limitado al Sur por la isolínea de 997 mm de EVP, y al este por la isolínea de índice hídrico cero.

(2) C1B'3da': se trata de un clima igual al anterior, pero con eficiencia termal B'3 en lugar de B'4, lo que indica que sigue siendo mesotermal pero con una EVP menor que en el anterior; corresponde a la zona Centro – Oeste de la Provincia, y al Sur de la isolínea de 997 mm de EVP.

(3) C1B'2da': este tipo climático es similar al anterior, también mesotermal, con valores de EVP menores (B'2) que en el anterior citado; abarca un pequeño sector del Suroeste provincial, limitado al Este por la isolínea de índice hídrico cero.

(4) C2B'4ra': es un clima subhúmedo húmedo (C2), mesotermal (B'4) con poca o ninguna deficiencia de agua ® y concentración estival de la eficiencia térmica inferior al 48% (a'); se ubica en el sector Noreste de la Provincia, al Oeste del curso del río Paraná y hasta la isolínea de 997 mm de EVP.

(5) C2B'3ra': de características similares a la anterior, presenta valores de EVP menores que aquél (B'3); abarca una amplia zona Centro – Este de la Provincia, limitada por las isolíneas de EVP de 997 mm 855 mm al Norte y Sur, y la isolínea de índice hídrico cero y el río Paraná al Oeste y Este, respectivamente.

(6) C2B'2ra': se trata de un tipo climático con características similares al anterior, pero con eficiencia termal B'2, lo que indica que posee valores de EVP menores que en la región antes descripta, ocupando gran parte de la zona Sur de la Provincia.

Los resultados obtenidos a partir de los balances hídricos medios mensuales, permiten realizar una clasificación climática que responde a una caracterización global del período considerado.

Las regiones definidas pueden estar, en consecuencia, afectadas por variaciones dentro de ciertos límites que dependerán de la ocurrencia de excesos y/o déficits de cada año en particular.

Superponiendo los mapas con los valores correspondientes a índices hídricos, índices de eficiencia termal, variación estacionaria de la eficiencia hídrica y concentración estival de la eficiencia termal, quedan delimitadas las regiones climáticas que se observan en la Figura 31, y que responden a la clasificación precedente.

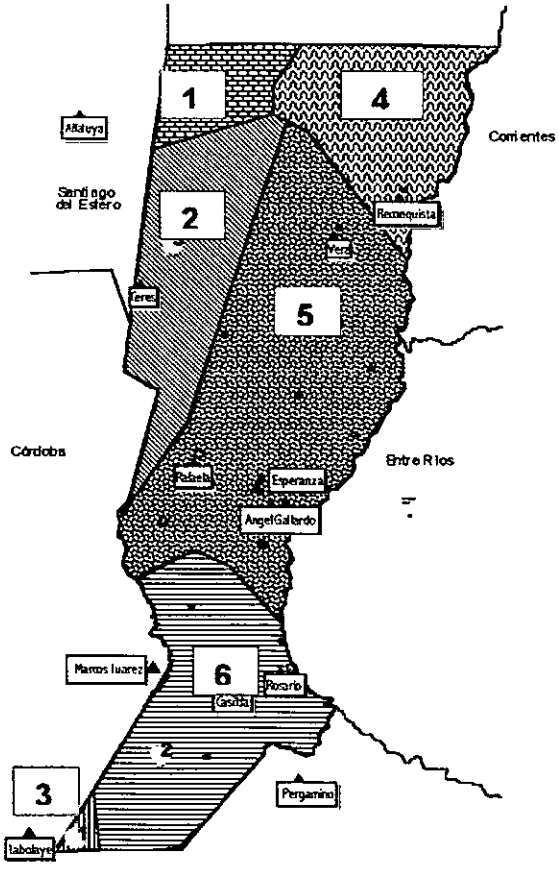


Fig. 31 - Regiones climáticas

- **REGIONES NATURALES**

Dentro de la Provincia de Santa Fe podemos distinguir siete regiones naturales que comprenden la clasificación que puede observarse en la figura 32:

1.- Llanura chaqueña

2.- Pampa llana Santafecina

3.- Pampa ondulada

4.- Cuenca con drenaje interno

5.- Bajos submeridionales

6.- Cuña boscosa

7.- Relieves vinculados al río Paraná

La zona en estudio está incluida en el sector de la pampa ondulada.

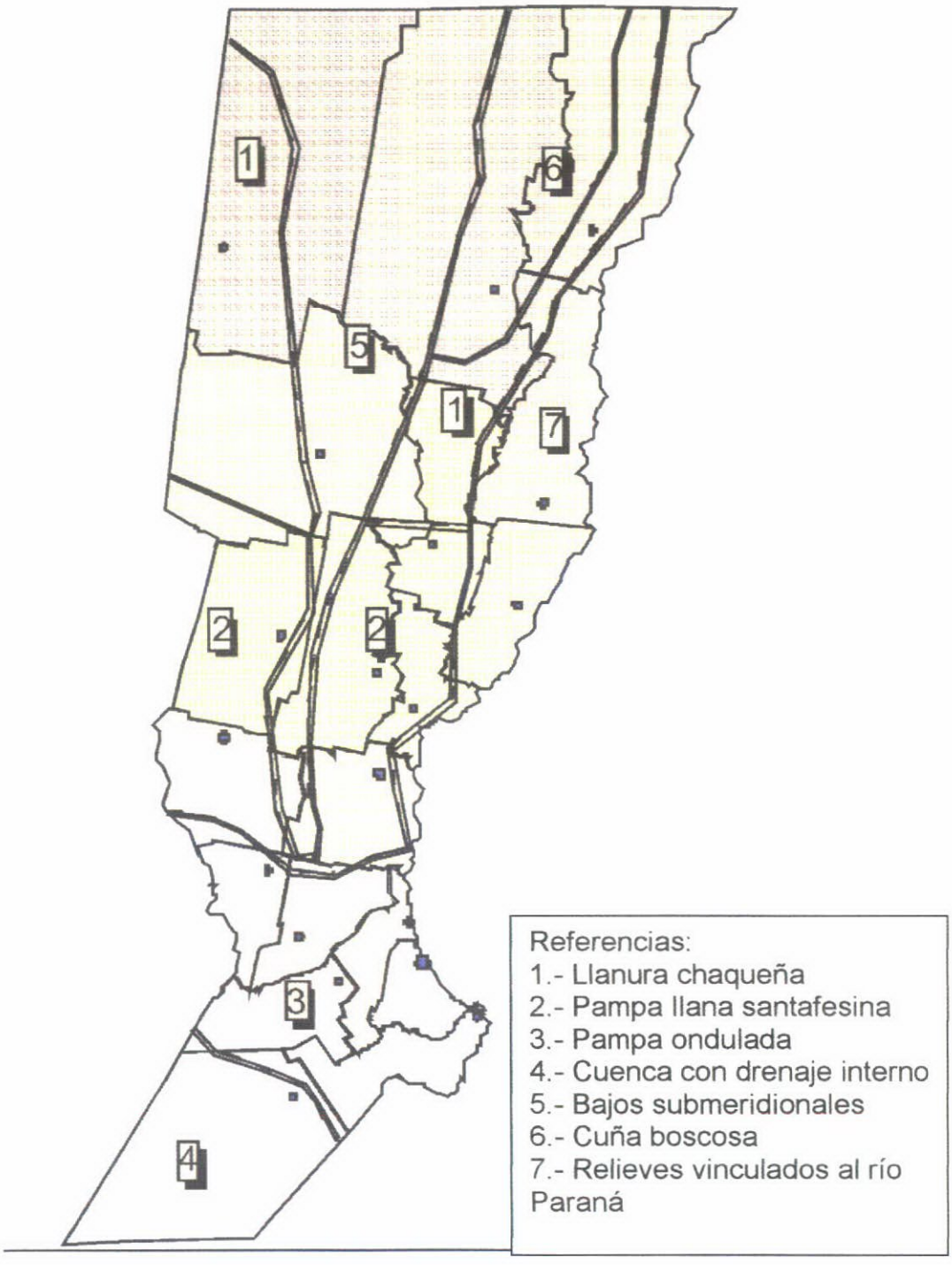


Fig. 32 - Regiones naturales

- **Pampa ondulada**

Como su nombre lo indica, la región se caracteriza por su relieve normal, con lomas suavemente onduladas y lomas ligeramente extendidas bien drenadas, pendientes medias y gradientes menores de 2%, aunque en algunos sectores este

de los suelos, dividiéndose en las siguientes clases o categorías: Orden, Suborden, Gran grupo, Subgrupo, Familia y Serie, siendo estas últimas tres las que van precisando cada vez más las características de un suelo.

Las unidades taxonómicas se utilizan para clasificar a los suelos dentro de un sistema, pero no indican como están distribuidos en el terreno, para lo cual se recurre al uso de las unidades cartográficas, que son agrupamientos de una o varias poblaciones de suelos, que según el grado de complejidad tienen diferentes denominaciones, si bien puede suceder que en ciertos casos que una unidad cartográfica pura coincida con la unidad taxonómica, circunstancia que no se presenta a menudo, puesto que en la mayoría de los casos suelos diferentes están entremezclados y muchas veces en un patrón intrincado de difícil separación.

Esto, lógicamente, también depende de la escala en que se trabaje, ya que en ciertas áreas de distribución complicada de suelos no es posible separarlos en escala semidetallada, pero sí en escala detallada o ultra detallada.

- **Suelos de la provincia de Santa Fe**

Los suelos de la provincia de Santa Fe se encuentran casi enteramente ubicados dentro del Orden de los Molisoles. Los Molisoles son suelos oscuros, desarrollados a partir de sedimentos minerales en clima templados - húmedos a semiáridos, con una cobertura vegetal integrada fundamentalmente por gramíneas. Los residuos vegetales incorporados y mezclados sistemáticamente con la porción mineral han ido determinando la presencia de un epipedón mólico (de "mollis", blando), caracterizado por ser rico en materia orgánica, de consistencia friable, saturado de bases y fértil. Su estructura es granular o migajosa, lo cual facilita el movimiento del agua y del aire. La capacidad de intercambio catiónica es moderada a alta y el catión predominante es el Ca^{++}.

Dentro de este Orden, en las regiones húmedas, que no están secas más de 90 días al año o 60 días consecutivos, aparecen representados los suelos del Suborden Udoles, que poseen, además de un epipedón mólico, otros horizontes subsuperficiales enriquecidos con arcilla.

En la región que nos ocupa, los suelos se clasifican, dentro de este Suborden, en el Gran Grupo de los Argiudoles.

Argiudoles:

Suelos desarrollados sobre materiales loéssicos, generalmente ricos en carbonato de calcio presentando las mejores condiciones edáficas para la implantación de los cultivos constituyendo la mayor riqueza de la región pampeana.

Son suelos desarrollados bajo una vegetación de pastizal y un régimen de humedad údico cuya característica principal es un horizonte superficial mólico de color negro a pardo oscuro, blando, bien estructurado, y bien dotado de materia orgánica, debajo del cual se encuentra un horizonte argílico parduzco, en el que los incrementos de arcilla permiten encontrar clases texturales que varían de franco-arcillo-limosa a arcillosa.

Debajo del argílico puede haber un horizonte enriquecido de calcáreos débilmente expresados, en el cual los carbonatos secundarios están en forma de concreciones duras (toscas), aunque muchos argiudoles son no calcáreos hasta profundidades considerables debajo del argílico.

Los argiudoles son suelos moderadamente dominantes en el territorio provincial encontrándose en casi todos los departamentos, aunque en proporciones muy variables.

Este gran grupo esta representado en la provincia por los subgrupos Típicos, Ácuico, Vértico y Psoméntrico.

En nuestra área de estudio predomina el tipo Argiudol Vértico, de textura arcillosa-limosa en el horizonte B2, elevado coeficiente de extensibilidad lineal, slikensides (superficies de deslizamiento) manifiestas, grietas anchas y profundas en la mayoría de los años.

Horizontes A1 y B1, con variaciones ligeras, características aproximadas a los Argiudoles Típicos. Horizonte B2 textural. Textura arcillosa-limosa a arcillosa, estructura prismática, abundantes slikensides.

En algunos casos constituye un "pan de arcilla" de permeabilidad muy lenta, que generalmente resulta un impedimento a la penetración radicular. Limitaciones dadas por las características del horizonte B2 textural, en particular cuando los horizontes superficiales no reúnen espesores suficientes.

Horizonte superficial A, cercano a los 30cm. de espesor, bien provisto de materia orgánica, reacción débilmente ácida franco-arcillo-limoso.

Horizonte B, dividido en B1, B2 y B3, arcillo-limoso, frecuentemente moteado.

Pueden presentar problemas de permeabilidad por su elevado contenido en material fino, por lo que, cuando las lluvias son excesivas, las raíces pueden sufrir problemas de asfixia.

En las partes más deprimidas y peor drenadas se encuentran suelos Natracualfs Típicos, con un horizonte A1 somero, bastante degradado, rocoso. Luego, abruptamente, aparece un horizonte B2 franco-arcillo-limoso y arcillo-limoso con slikensides y concreciones de carbonato de calcio y entre un 18 y20 % de sodio intercambiable.

En las áreas de influencia de los arroyos Saladillo y Pavón y depresiones próximas al arroyo del medio, aparecen Natracuoles y Natracualfs Típicos. Están en

zonas ligeramente más elevadas los primeros, y en terrazas de inundación de los arroyos mencionados, los segundos.

Las características salientes de estos tipos de suelos son:

Natracualfs Típicos:

Suelos alcalinos con horizonte A1 somero y muy degradado y a continuación un horizonte pardo grisáceo oscuro, A2 franco limoso liviano, de estructura laminar y poroso. Luego en forma abrupta aparece B2, franco-arcillo-limoso, abundantemente moteado con presencia de carbonato de calcio y 18 a 20% de sodio intercambiable. A los 132cm. de profundidad, aparece el horizonte C.

Natracuol:

Poseen horizonte A11 franco-limoso bien provisto de materia orgánica, reacción medianamente ácida, y un A12 franco-limoso medianamente provisto de materia orgánica y reacción neutra. Luego presentan B2 textural (67 cm. de espesor) arcillo-limoso con concreciones de hierro, manganeso y carbonato de calcio, con sus primeros centímetros de color negro debido a humatos sódicos. El contenido de sodio intercambiable es de alrededor del 15%.

Gradualmente se pasa a un horizonte B que se extiende hasta los 135 cm. de profundidad, donde comienza el horizonte C, cálcico.

AIRE

La atmósfera es el resultado de los cambios geológicos que se gestaron en la evolución de nuestro planeta como parte del sistema solar planetario y de la acción continua de los seres vivos. Se encuentra en equilibrio dinámico por la acción de los organismos autótrofos y heterótrofos y los diversos fenómenos geoquímicos.

El "aire puro" no existe, puesto que hay un intercambio constante de materia entre los seres vivos, la hidrosfera, la atmósfera y la litosfera.

Para poder controlar, reducir y eliminar del aire los principales contaminantes, es necesario conocer cuáles son sus principales fuentes de producción, los mecanismos naturales de protección de la atmósfera, las condiciones climatológicas y geográficas que aumentan o disminuyen el riesgo, así como la interacción de los diversos componentes de la atmósfera.

La atmósfera es la capa gaseosa que envuelve al globo terrestre, mientras que el aire es una porción limitada de ella. En el estudio ambiental suelen emplearse ambos términos en forma indistinta.

Tiene una altura de unos 2000 Km., la densidad de los gases desciende con la altitud y la temperatura varía con ésta, con lo que se puede separar en capas para su estudio:

Troposfera:

Es la más importante, más próxima a la tierra, es la que respiramos y en la que se producen los fenómenos meteorológicos del clima. Su espesor es de unos 12 Km.

Es la capa más perturbada, agitada, con turbulencia vertical por proximidad de la corteza terrestre que determina ascensos mecánicos por frotamiento y térmicos por inestabilidad y termoconvección. En ella se forman los vientos, por lo cual, una masa determinada de aire puede dar la vuelta a la Tierra. Contiene prácticamente todos los materiales sólidos en suspensión y el agua atmosférica en sus tres estados sólido en forma de pequeñas agujas de hielo, líquido en la humedad y gaseoso en las nubes.

La temperatura desciende unos 0,6°C cada 100 m, el aire que se eleva se enfría por expansión adiabática.

Tropopausa:

Es la superficie ideal límite entre la troposfera y la estratosfera. Comienza en el punto en que la temperatura deja de disminuir regularmente.

Se eleva 6 Km. en los polos y unos 17 Km. en el ecuador, pero varía estacionalmente e incluso instantáneamente. Es más alta cuanto más caliente es el aire.

Estratosfera:

Se encuentra entre el kilómetro 10 a 40 (media). Las corrientes son horizontales, en estratos y la temperatura es constante siguiendo la vertical, durante una misma estación climática. En invierno, la estratosfera se enfría en el polo y disminuye del ecuador al polo, en verano ocurre inversamente, estas variaciones térmicas producen cambios en la dirección de los vientos: del oeste en invierno y del este en verano. El aire estratosférico es seco, al difundir el vapor de agua hacia arriba.

Se forma la mayor parte del ozono atmosférico, con su mayor densidad entre 15 y 40 Km. de altitud (mucha concentración alrededor de los 25 Km., llamada Ozonósfera). La temperatura aumenta entre 10 y 20ºC en 60 Km. de altura, este incremento se debe a que el ozono absorbe las radiaciones UV e IR que provienen del $_3$sol. Una de las principales funciones de la estratosfera es ser filtro de estas radiaciones.

$O_2 \rightarrow O^{\cdot} + O^{\cdot}$ λ = 120 - 180 nm (UV)
$O_2 + O^{\cdot} \rightarrow O_3$ FORMACIÓN

$O_3 \rightarrow O_2 + O^{\cdot}$ λ = 220-280 nm (UV)
$O_3 + O^{\cdot} \rightarrow 2\ O_2$ DESTRUCCIÓN

Mesosfera:

De los 40 a los 90 Km. de altitud, separada de la termosfera por la mesopausa.

La temperatura aumenta alcanzando 0ºC a unos 50 Km. de altura, luego disminuye hasta -80ºC en la mesopausa.

La concentración de ozono decrece rápidamente con la altura, lo que hace que la temperatura disminuya por reducirse la absorción de la radiación solar.

Termosfera o ionosfera:

Es la más alejada de la tierra. La temperatura crece constantemente y a los 200 Km. sobrepasa los 500ºC. Esto se debe a la absorción de la radiación UV por el oxígeno molecular y por el nitrógeno. En ella el se encuentra ionizado por la incidencia de la radiación solar y se forma NO (a alturas superiores a 100 Km.). La presión atmosférica es reducida.

Su límite superior se denomina termopausa pero no se ha determinado su altura con precisión.

Si clasificamos a la atmósfera según su composición química tenemos:

Homosfera:

Primeros 100 Km., sus constituyentes son *oxígeno* y *nitrógeno* en proporción constante, 21 y 78 % respectivamente, 1% de argón y otros gases raros.

Heterosfera:

Hasta los 1000 Km., predominan gases ligeros como *nitrógeno*, *hidrógeno* y *helio*.

Exosfera:

A partir de los 1000 Km., las moléculas más ligeras escapan a la gravidez.

El vapor de agua y el dióxido de carbono merecen destacarse como componentes químicos de la atmósfera:

- *Vapor de agua:* proviene de evaporación de los mantos de agua y transpiración de las plantas. Su proporción disminuye rápidamente con la altitud, estando las ¾ partes debajo de los 4 Km. El agua atmosférica absorbe radiaciones de longitud de onda larga emitidos por el sol y la tierra, evitando la dispersión del calor hacia el espacio (efecto invernadero).
- *Dióxido de carbono*: proviene de combustiones, respiración y fermentaciones. Su proporción es de 3/10000.

La atmósfera es la principal defensa contra las radiaciones solares.

El punto crucial que hizo posible la vida fue la formación de la atmósfera cuyo oxígeno y ozono actúan como filtros interponiéndose entre las aguas y la corteza terrestre y las peligrosas radiaciones del sol absorbiéndolas.

Componentes naturales del aire:

La capa inferior de la atmósfera, el aire, está formada por dos grupos de componentes, unos que se presentan en proporciones constantes y otros en proporciones variables.

Su densidad es 1,293 g/l. en condiciones normales y su peso molecular medio es de 28,96.

Los componentes constantes son nitrógeno, oxígeno y gases nobles.

Los variables son dióxido de carbono y vapor de agua.

Composición del aire limpio y seco, aproximado :

Componentes	% en volumen	% en peso
Principales		
Nitrógeno	78,03	75,58
Oxígeno	20,99	23,08
Argón	0,94	1,28
Dióxido de carbono	0,035	0,053
Menores		
Neón	0,0018	
Helio	0,00052	
Metano	0,00015	
Monóxido de dinitrógeno (óxido	0,00002	
nitroso)	0,00001	
Monóxido de carbono	0,00005	
Hidrógeno	0,000002	
Ozono	0,0000006	
Amoníaco	0,0000001	
Dióxido de nitrógeno	0,00000006	
Monóxido de nitrógeno (óxido nítrico)	0,00000002	
Dióxido de azufre	0,00000002	
Sulfuro de hidrógeno		

El contenido de agua en la atmósfera oscila entre 0,01 y 5%

Componente	Origen natural
dióxido de azufre, fluoruro de hidrógeno, cloruro de hidrógeno y monóxido de carbono	erupciones volcánicas
sulfuro de hidrógeno	acumulaciones de gas natural y volcanes
metano, amoníaco y sulfuro de hidrógeno	putrefacción anaerobia de plantas y animales
óxidos de nitrógeno	descargas eléctricas de tormentas
monóxido de carbono	incendios forestales
Ozono	procesos fotoquímicos y descargas eléctricas de tormentas

ALTERACIONES ECOLÓGICAS:

La actividad humana, incluso la más normal y cotidiana tiene la posibilidad de originar contaminación.

Cuando consumimos energía eléctrica, o utilizamos medios de transporte, metales plásticos o pinturas, cuando se consumen alimentos, mediciones o productos de limpieza se producen directa o indirectamente sustancias contaminantes.

En un país industrializado, la contaminación procede de los sistemas de transporte, los grandes focos de emisiones industriales pero no debemos olvidar que siempre al final estas fuentes de contaminación dependen de la demanda de productos, energía y servicios que hacemos el conjunto de la sociedad.

Se considera contaminación cualquier condición bajo la cual los elementos o componentes presentes en los recursos aire – suelo o tierra alcanzan concentraciones suficientemente elevadas respecto a su nivel ordinario como para que produzcan efectos en el hombre, animales, vegetación u objetos cualesquiera.

El primer deterioro a estudiar es el global o macroecológico y el segundo el de acción local o microecológico.

Ambos obedecen a las mismas causas, antropogénicas y telúricas, puesto que las alteraciones macroecológicas son consecuencia de las micro ecológicas.

Las principales alteraciones macro ecológicas son las posibles alteraciones del clima debido al incremento de CO2 en la atmósfera, la alteración de la capa de ozono debido a la acción de los compuestos órgano halogenados, los efectos de la lluvia ácida sobre la Tierra y los efectos de las radiaciones ionizantes procedentes de las operaciones correspondientes al ciclo de combustible nuclear que se emplea en las centrales eléctricas termonucleares.

Las emisiones, causa fundamental de la pérdida de calidad de aire, obedecen a necesidades de muy diversa índole, desde el confort de las personas en el interior de sus domicilios hasta las necesidades de movilidad que impone la vida moderna pasando por la generación de energía y los procesos industriales.

La calidad del medio ambiente atmosférico influye de manera directa en el bienestar y en la salud de las personas, animales y plantas. No solo porque estamos en íntimo contacto con este medio, sino porque utilizamos sus componentes en el proceso metabólico a través de la respiración.

Para definir una estrategia de actuación en este campo debemos tener en cuenta las peculiaridades que presenta la contaminación en este medio por ejemplo:

Los elementos que generan contaminación son variados pueden encontrarse en forma de elementos simples, como de compuestos orgánicos e inorgánicos.

La cantidad de producto contaminante necesaria para producir efectos nocivos es sumamente pequeña en términos de concentración.

Un primer concepto clave para entender todo lo relacionado con el control de la calidad del ambiente es diferenciar entre EMISION e INMISION.

Emisión:

Lanzamiento de materiales al medio ambiente ya sea por foco localizado (emisión primaria) o como resultado de reacciones fotoquímicas o cadenas de reacciones iniciadas por un proceso fotoquímico (emisión secundaria).

Inmisión:

Concentración de contaminantes en el recurso aire, suelo, agua, de modo temporal o permanente o dicho de otra manera, la transferencia de los contaminantes desde el emisor a cualquier receptor como son las personas, las plantas o animales.

La capacidad potencial de un emisor para contaminar la atmósfera es grande incluso emitiendo concentraciones relativamente bajas.

La presencia de contaminantes en la atmósfera, incluso en concentraciones nocivas, es poco percibida por los sentidos, tal es el caso del CO (monóxido de carbono) y el O_3 (ozono), que son misibles.

La capacidad de regeneración del medio es muy alta, la vida promedio de los contaminantes varia salvo en algunos compuestos persistentes.

El CO_2 (dióxido de carbono), presente en la atmósfera y necesario para la fotosíntesis vegetal, no puede ser considerado un producto nocivo, pero sí se perturba el calentamiento del planeta.

Clasificación de la Contaminación

Según la Fuente de Procedencia

- Contaminación de origen natural

Cuando los vertidos se producen en forma natural sin influencia directa de la mano del hombre.

Tal es el caso de los espacios volcánicos, los terremotos (que modifican la corteza terrestre, liberando materiales que se incorporan a la atmósfera) incendios forestales espontáneos, descomposición de sus ríos o el oleaje marino (provoca que se viertan a la atmósfera componentes salinos, algunos altamente metálicos).

- Contaminación de origen antropogénico

Esto sucede cuando los vertidos son causados por la influencia directa de la mano de obra lo que se convierte en un problema ambiental grave en los países industrializados.

En el trabajo se presentan las emisiones industriales.

Según su Estado Físico

Gaseosos – Líquidos y Sólidos

Según su Origen

- Contaminantes Primarios:

Aquellos procedentes directamente de las fuentes de emisión, para el caso del aire, son: Aerosoles, polvo de partículas sedimentables y en suspensión, humos, Óxidos de azufre, Monóxido de carbono, Óxidos de nitrógeno, Hidrocarburos, Ozono, Otros derivados del azufre, Halógenos y derivados, Arsénico y derivados, Componentes orgánicos, Partículas de metales pesados y ligeros, como plomo, mercurio, cobre, cinc, Partículas de sustancias minerales como asbesto.

- Contaminantes Secundarios:

No se emiten directamente a la atmósfera, se forman entre los primarios en presencia de una fuerte radiación solar mediante reacciones fotoquímicas.

Se forman: ozono, aldehídos, peróxido de hidrógeno, peroxiacetilnitrilo (PAN), radicales libres, partículas sólidas, denominados oxidantes.

También se forman: sulfatos y nitratos a partir de emisiones de óxidos de azufre y de nitrógeno.

- Otros Contaminantes:

Radiaciones ionizantes de elementos radiactivos de la atmósfera, que dan lugar a la contaminación radiactiva.

Ruidos.

Factor de Interferencia:

Es la relación entre los flujos de emisiones naturales y antropogénicas para los metales, sirve para determinar la importancia de los flujos antropogénicos:

factor = flujo de emisión antropogénica x 100 / flujo de emisión natural

METAL	FLUJO ton/año Emisiones naturales	Emisiones antropogénicas
Aluminio	48.925.840	7.200.000
Arsénico	2.810	78.000
Cadmio	290	5.500
Cromo	58.400	94.000
Hierro	27.775.370	10.700.000
Manganeso	605.210	316.000
Mercurio	40	11.000
Plomo	5.871	2.030.000
Selenio	413	14.000

Depósitos atmosféricos:

Los metales se encuentran dispersos en la atmósfera en forma de partículas o gases disueltos en el agua atmosférica. Se transportan y movilizan para, finalmente, depositarse en el agua, suelos y biota terrestre.

a) Depósito de partículas : las mayores de 10μm se depositan por efecto de la gravedad y las de menor tamaño por impactación del aerosol y por adsorción gaseosa, siendo este último mecanismo válido sólo para los metales que llegan a formar gases, como el arsénico, mercurio, selenio, cadmio, cinc y plomo.

b) Depósito húmedo: no se conoce la proporción ni la magnitud del depósito de los metales disueltos en el vapor de agua.

Contaminación Fotoquímica:

Una vez que los contaminantes primarios han quedado atrapados en las capas inferiores de la atmósfera, las condiciones de humedad y temperatura pueden propiciar que reaccionen entre sí y con los componentes normales de la atmósfera. Estas reacciones requieren de la energía de la luz solar, por lo que se las llama "reacciones fotoquímicas". A los productos resultantes de ellas se los llama contaminantes secundarios.

Las características y composición del smog tipo Londres, el formado fundamentalmente por niebla y contaminantes primarios difiere marcadamente del smog fotoquímico, tipo Los Angeles, que está formado principalmente por contaminantes secundarios:

CARACTERÍSTICAS	TIPO LONDRES	SMOG FOTOQUÍMICO
Intensidad Máxima	En la mañana	Al mediodía
Temperatura	Aproximadamente 5°C	Aproximadamente 25°C
Humedad atmosférica	Alta	Baja
Capa de inversión térmica	Cercana al suelo	Altura mediana, variable
		O_3, PAN, Aldehídos,

Componentes	Hollín, SOx	NOx
Tipo de atmósfera	Reductora	Oxidante

En todos los casos el dióxido de nitrógeno se regenera continuamente por lo que continúa absorbiendo la luz solar, fuente de energía para estas reacciones.

El ozono que se acumula lentamente en la atmósfera al desequilibrarse el ciclo del dióxido de nitrógeno actúa como oxidante en innumerables reacciones fotoquímicas en que también participan hidrocarburos saturados y no saturados que provienen de la combustión incompleta de los derivados del petróleo, así como otros contaminantes primarios. De esta manera, la formación de contaminantes secundarios elimina de la atmósfera a los contaminantes primarios, pero, como es muy frecuente cuando el ambiente es alterado por la acción del hombre, los productos de la reacción son más nocivos para la vida que los contaminantes originales.

Sus concentraciones dependen de las actividades humanas que condiciona las emisiones de contaminantes primarios y la intensidad de la radiación solar necesaria para que las reacciones tengan lugar.

Para que inicien las reacciones fotoquímicas se requieren ciertas condiciones, entre ellas:

1- Que los contaminantes primarios hayan alcanzado cierta concentración

2- Que estén contenidos en una región definida por un tiempo suficiente para reaccionar

3- Que las condiciones de luz, calor y humedad, así como la concentración de macropartículas sean propicias para la acción.

Cuando se reúnen estas condiciones, el proceso ocurre con rapidez y no se puede detener. En este caso, sólo un cambio de las condiciones atmosféricas que

promueva la precipitación de las partículas o su dilución por la movilidad de las masas de aire puede reducir las consecuencias.

A primeras horas de la mañana tiene lugar una fuerte emisión de HC y NO al comenzar la actividad de las ciudades, al aumentar la intensidad de la radiación solar disminuye la concentración de NO y aumenta la de NO_2, apareciendo O_3 en niveles significativos. Luego del mediodía los niveles de O_3 bajan, así como las concentraciones de aldehídos e hidrocarburos.

Efectos:

Sobre el medio abiótico, la condensación acelerada del vapor de agua, al pasar una masa de aire por encima de una región de contaminación atmosférica produce aumento de lluvias en esa zona, generalmente centros urbanos, a este aumento le corresponde una disminución de las lluvias en otras zonas, con lo que se produce un desequilibrio ambiental. El ozono y otros contaminantes pueden llegar a sitios muy alejados de su origen y constituir smog fotoquímico en zonas remotas. Otro efecto de los contaminantes secundarios en el ambiente abiótico es la lluvia ácida que se verá más adelante. Por lo tanto, la contaminación atmosférica tiene efectos adversos y causa modificaciones en el ambiente no sólo en su lugar de origen sino a escala regional y, aún, mundial, sin que se sepa con claridad lo que estos cambios pueden significar específicamente para el clima de las áreas afectadas o para el clima de la tierra en su conjunto.

Sobre el medio biótico, el principal afectado es el hombre mismo y sus propiedades, así como las plantas y animales. Como ocurre con cualquier agente tóxico, los efectos dependen del contaminante en particular, de su concentración, del tiempo y condiciones de exposición, de los otros contaminantes presentes y de los factores de susceptibilidad individual.

Los efectos serán agudos y crónicos y éstos, a su vez, dependiendo del contaminante podrán deberse a una acumulación de efectos o a una acumulación de dosis, tal como se ha dicho antes.

En el caso de contaminantes atmosféricos, el organismo está expuesto, de manera simultánea e inevitable, a una multiplicidad de agentes por lo que se generarán diversos efectos sinérgicos, algunos de ellos impredecibles y la mayoría desconocidos.

En cualquier caso el sistema más afectado es el respiratorio y el punto más débil dependerá del agente en sí, ya que las sustancias más polares se absorben en las vías superiores, mientras que las menos polares se absorben de inmediato, por lo que pueden llegar hasta el pulmón y causar allí el daño, como ocurre con el ozono y el dióxido de nitrógeno. Según la persona, esta irritación continúa y el esfuerzo adicional para respirar, pueden causar inclusive, la muerte.

Eventualmente, la exposición crónica a estos contaminantes pueden causar bronquitis o enfisema por sí misma o puede contribuir a ellos. Adicionalmente a los efectos en el sistema respiratorio se presenta irritación de los ojos y de la piel, y también se observarán los efectos específicos propios de contaminantes como plomo, hidrocarburos poli nucleares, plaguicidas, etc., cuya presencia en el aire varía en cada región y temporada.

Los estudios epidemiológicos, a excepción de los realizados luego de desastres por prolongadas inversiones térmicas, son aún insuficientes. Sin embargo se sabe que los contaminantes atmosféricos pueden causar los siguientes efectos:

1- Disminución del movimiento de los cilios o su inmovilización, que deja desprotegidas a las células del tracto superior
2- El aumento de la producción de mucosidad o la producción de mucosidad más gruesa.

3- Constricción de vías respiratorias con aumento en el esfuerzo necesario para respirar y los efectos que derivan de éste.

4- Engrosamiento de las células que recubren las vías respiratorias.

5- Pérdida de los cilios y, en casos extremos, de varias capas de células superficiales

6- Irritación continua de las vías respiratorias.

Adicionalmente, las partículas sólidas de tamaño pequeño pueden penetrar a los pulmones y alojarse en ellos para causar, eventualmente, neumoconiosis.

Los principales efectos de la contaminación fotoquímica son irritación de los ojos y mucosas, dañando especialmente a asmáticos y enfermos bronco pulmonares, especialmente por los nitratos de peroxiacilo.

Efectos agudos:

La acción irritante de los contaminantes del aire se ha asociado con un aumento en la susceptibilidad a las enfermedades respiratorias no específicas con síntomas similares a los de un catarro común. Adicionalmente, la irritación de las vías superiores favorece que se presenten en ellas infecciones secundarias.

Efectos crónicos:

El primero de ellos es la constricción crónica de las vías respiratorias, lo que dificulta el paso del aire, y en consecuencia, la respiración, este efecto suele ser más grave en individuos que ya padecen enfermedades respiratorias. Otro efecto crónico importante es el asma bronquial, que es una constricción generalizada de los bronquiolos por un espasmo muscular, la inflamación de la membrana mucosa o un aumento de las secreciones. El asma bronquial generalmente tiene origen alérgico y, entre las sustancias que pueden desencadenar un ataque, los contaminantes del aire ocupan un lugar muy destacado.

Los vegetales son muy sensibles al O_3 y a los PAN, las hojas muestran un barnizado y bronceado en el revés, así como un ataque general en las hojas jóvenes. Cítricos, forrajes, hortalizas y coníferas son especialmente sensibles.

Los materiales se corroen por los oxidantes fotoquímicos y la visibilidad se reduce con la formación de una niebla de color parduzca característica de la contaminación fotoquímica.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA
Dr. Manuel Belgrano

ALTERACIONES MACROECOLÓGICAS

Las fuentes de contaminación atmosférica no están uniformemente distribuidas en el mundo, sino acumuladas en los centros urbanos y las zonas industriales. Debido a esto, los contaminantes no se mezclan fácilmente con aire limpio y pueden permanecer por períodos prolongados en la atmósfera cercana a su lugar de origen. En estas condiciones, cualquier cambio climatológico que sería normal en otras condiciones, o cualquier reacción química que pueda ocurrir en la atmósfera, adquieren características diferentes y dan origen a problemas adicionales, más graves que la mera presencia de contaminantes primarios y cuyas consecuencias son aún impredecibles en la mayoría de los casos.

Temperatura, Humedad y Vientos son factores atmosféricos que pueden modificar a los diversos contaminantes:

a) Temperatura: el calor en forma de radicación solar, al actuar en las capas superiores de una atmósfera cargada de contaminantes impide las corrientes verticales y contribuye tanto a formar el smog normal como el smog fotoquímico.

b) Humedad: en días y regiones con humedad elevada el SO_2 se transforma más fácilmente en H_2SO_4, corrosivo y contribuye a la lluvia ácida.

c) Vientos: el aire circula de zonas de alta presión a baja presión, las masas de aire caliente por ser más livianas ascienden a las regiones más elevadas de la

atmósfera, en condiciones normales; pero ocasionalmente, la temperatura es mayor en las partes altas, esto sucede en zonas localizadas y se conoce como inversión térmica, en este caso no existen corrientes de aire verticales.

FUENTES DE LOS DISTINTOS CONTAMINANTES:

Fuentes de los diferentes contaminantes

A continuación se indican las principales fuentes antropogénicas de contaminantes:

Principales fuentes emisoras antropogénicas	SO_2	NO_2	CO	SH_2	HCl	Cl_2	Pb	OTROS METALES PESADOS
Centrales térmicas	τ	τ	τ					
Cementeras	τ	τ	τ					
Incineración agrícola			τ					
Depuración de aguas residuales				τ				
Extracción de áridos De minería								
Fábricas de cerámica		τ	τ				τ	
Fábricas de vidrio	τ	τ	τ					τ
Fábricas de pinturas								
Papeleras y cartón				τ				
Fundiciones							$\tau^{(1)}$	τ
Industria de curtidos				τ				
Industria química					τ	τ		
Industria que utiliza disolventes								
Plantas asfálticas								
Procesos de combustión: *Gas natural		τ	τ					
*Combustibles líquidos y sólidos	τ	τ	τ					
Transporte: *Gasolina sin plomo		τ	τ				τ	
*Gasoil	τ	τ						
*Gasolina con plomo		τ	τ					

(1) Fundiciones de recuperación de plomo

El mayor problema es el sinergismo de los contaminantes en zonas densamente industrializadas.

- **Calidad de Aire**

Las principales variables meteorológicas que inciden en los fenómenos de contaminación atmosférica son:

1- El transporte convectivo horizontal que depende de las velocidades y direcciones del viento

2- El transporte convectivo vertical, cuyas variables principales son la estabilidad atmosférica y las inversiones térmicas.

Transporte Convectivo Horizontal:

Un incremento en la velocidad del viento rebajará las concentraciones de contaminantes al proporcionar una mayor dilución.

Algunos factores topográficos y térmicos locales pueden condicionar las direcciones más frecuentes del viento.

Efecto de los edificios sobre la difusión de la contaminación:

a) Humos de un conducto de ventilación en el lado de una edificación a contraviento

b) Humos de una industria

c) Contaminación de una chimenea corta en un edificio de vivienda u oficinas

d) Humo de una chimenea cerca de un cerro.

Realizando un diagrama de los vientos predominantes de un lugar y superponiéndolo al mapa topográfico se pueden determinar las zonas más afectadas

por la contaminación y la necesidad de tener en cuenta los factores meteorológicos en la planificación del territorio y en la planificación urbana.

Transporte Convectivo Vertical . Inversiones Térmicas

Las inversiones se producen como consecuencia del enfriamiento nocturno de la corteza terrestre por irradiación del calor hacia el espacio, el aire se va enfriando progresivamente desde el suelo hacia arriba produciendo una zona de fuerte estabilidad, impidiendo la difusión vertical de los contaminantes. Se genera una zona de "aire estancado" que no presenta problemas si la atmósfera está limpia, pero en ciudades y grandes centros industriales son un peligro continuo pues junto a la superficie terrestre no sólo queda atrapado el aire frío sino todos los contaminantes que se generen a partir del momento en que se inicia la inversión y hasta que ésta cesa. Esta acumulación de contaminantes se agrava cuando las condiciones favorecen que se condense la humedad atmosférica. El aire tibio puede contener proporcionalmente más humedad que el frío, por lo que cuando el aire se enfría, el vapor de agua tiende a condensar y a transformarse en niebla, lo que dependerá de la proporción de agua en la atmósfera y de la temperatura. Esto explica que durante la inversión atmosférica térmica sea muy probable la formación de niebla, adicionalmente, en estas condiciones las partículas sólidas y líquidas que están como contaminantes del aire favorecen la formación de pequeñas gotas de niebla y su estabilidad, ya que actúan como núcleos para ellas. Esta niebla que incluye partículas de contaminantes, en especial carbón, que se conoce como smog. La humedad atmosférica condensada como niebla participa en numerosas reacciones químicas, entre ellas las que transforman los óxidos de azufre y de nitrógeno en los ácidos correspondientes.

Ocasionalmente, las inversiones térmicas pueden durar varios días sobre todo en invierno o cuando las condiciones topográficas o atmosféricas dificultan el

movimiento del aire, estas inversiones de larga duración son las que han causado los grandes incidentes debidos a contaminación del aire en diversas partes del mundo y aún siguen suscitando víctimas.

Para que los contaminantes se queden atrapados no es forzoso que ocurra una inversión térmica, basta con que las masas de aire se queden inmóviles por cualquier motivo, por ejemplo, porque la velocidad del movimiento ascendente de la masa de aire sea menor que la descendente o porque no haya movimiento horizontal de ésta.

El tope de la capa de inversión se encuentra en el momento en que las temperaturas decrecen con la altura.

La inversión suele desaparecer durante la mañana, al calentarse el suelo con la radiación solar apareciendo estados transitorios con zonas diferenciadas cuyo espesor cambia progresivamente. La más cercana al suelo y la superior son inestables y la intermedia es estable.

Esta situación de rotura inferior de la inversión puede contribuir a crear fuertes concentraciones de contaminantes junto al suelo, porque los contaminantes atrapados en la zona inestable inferior están sometidos a fuerte agitación, en un estrato muy estrecho por la limitación y difusión impuesta por la capa estable intermedia. Estas situaciones pueden producirse en las grandes ciudades tras las noches de invierno seguidas de un día soleado. El resultado es una fuerte contaminación a primeras horas de la mañana.

EL RECURSO HIDRICO SE DETALLA EN EL TRABAJO DE CAMPO.

MAPA AMBIENTAL CONTEXTO

El artículo 41 de la Constitución Nacional establece las responsabilidades de las autoridades respecto de la provisión de información ambiental.

En base al mismo se crea el SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN AMBIENTAL (SIAN), aprobándose el reglamento para su funcionamiento mediante RESOLUCIÓN 459/98 SRNYDS (Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable).

El SIAN es un sistema de representación federal, actualmente integrada por 25 NODOS correspondientes a los organismos gubernamentales ambientales de cada provincia y al de nivel nacional (La Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental) y 6 NODOS de otras instituciones vinculadas a la temática ambiental.

Sus principales objetivos son:

- ✓ **Recopilar y procesar** información ambiental con el fin de ponerla a disposición de los organismos gubernamentales ambientales.
- ✓ **Proveer** al sector gubernamental, instrumentos que facilitan los procesos de toma de decisiones en medida de gestión ambiental.-
- ✓ **Facilitar** la comunicación e intercambio de información entre los organismos ambientales.-

Actualmente a nivel provincial se ha promulgado la Ley N° 11.717 de MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE, la cual aún no ha sido reglamentada.

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA AMBIENTAL

Es un sistema de gestión de base de datos que permite mapear, integrar y analizar información ambiental geográfica para resolver problemas en investigación,

planificación, ordenamiento y gestión. El S. I. G. A. permite integrar distintos tipos de información, como por ejemplo fotos aéreas, mapas, imágenes satelitales y según sea el ámbito en el que se trabaje, a nivel local, regional o nacional sobre la base de una extensión geográfica común y a su vez posibilitando la comunicación de resultados mediante mapas.

UTILIZACIÓN

Comprender problemáticas que requieren combinar información espacial de diverso origen y con distinto grado de procesamiento.

Las evaluaciones ambientales analizan la coincidencia espacial de factores ambientales o su distribución espacial bajo condiciones definidas.

Se caracterizan por el empleo intensivo de productos de teledetección (imágenes de satélites y fotos aéreas) y datos de muestreo de campo como fuentes principales de información.

BASE DE DATOS GEOGRÁFICOS

Es un modelo que representa las características de un espacio geográfico en una pase de datos. Estas características se denominan en forma genérica "Elementos geográficos".

Los datos almacenados tienen el nombre de "datos geográficos" y se estructuran de tal manera que se pueda recuperar su referenciación y sus atributos.

a) REFERENCIA GEOGRÁFICA (o localización sobre la superficie terrestre): es la información de un determinado territorio que indica dónde está ubicado sobre la faz de la tierra.

b) ATRIBUTOS: son las informaciones que identifican y describen de manera cuali y cuantitativamente lo que se manifiesta en ese espacio geográfico.

COMPONENTES DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO AMBIENTAL

Un sistema de información geográfico operativo integra 5 componentes claves:

1.- EQUIPAMIENTO:

Computadora, sobre la que el sistema de información geográfica opera.

2.-. SOFTWARE:

Herramienta de gestión de bases de datos geográficos que proveen las funciones y elementos necesarios para analizar y presentar información geográfica.

3.- DATOS:

Existen diversas fuentes de datos que contienen información espacial. En trabajos de cambio, la posición de una industria (probable emisor) puede ser determinada directamente con un receptor de GPS (geo posicionamiento satelital) que va registrando las coordenadas geográficas, como así también las de los lugares de muestreo. Otros datos espaciales proveen la interpretación de fotos aéreas e imágenes satelitales. Una fuente común son los mapas topográficos y temáticos convertidos a formato digital.

4.- USUARIOS

Existen distintos tipos de usuarios, desde especialistas técnicos que diseñan y mantienen el sistema, hasta las personas que usan sus productos (tablas, gráficos, mapas).

5.- METODOS

Para un buen aprovechamiento del S. I. G. A. es necesario combinar distintos procedimientos para realizar la entrada, gestión, mantenimiento y análisis de los

datos según las características del software y el equipamiento disponible, los circuitos administrativos de cada organización y las reglas propias de cada disciplina.

INFORMACIÓN GEO REFERENCIADA

Conjunto de datos que contiene en forma explícita su ubicación sobre la superficie terrestre, expresada en coordenadas de acuerdo a un modelo geodésico y una proyección dada.

ANÁLISIS ESPACIAL

Es el conjunto de procedimientos de consulta, integración, análisis y modelización de los datos en función de su distribución geográfica.

El S. I. G. A. constituye una herramienta de primer orden para estudiar simultáneamente los dos aspectos temáticos y espacial de varias variables.

El MAPA AMBIENTAL desarrollado tiene un esquema visual que posee estructura con relaciones jerárquicas y la factibilidad del entrecruzamiento de datos, siendo sus objetivos fundamentales:

Para la sociedad: lectura e investigación.

Para los funcionarios: diagnóstico, planificación y evaluación.

Se incluyen también los lugares donde se realizaron los trabajos de campo de los recursos aire, suelo y agua, mas la ubicación de los grandes depósitos de combustible y basurales detectados, por su influencia negativa sobre el sistema considerado. Han sido incluidas en el mapa 157 empresas de la región en estudio, sobre un total de 240 encuestadas, cuyo listado puede observarse en el Anexo II del Tomo II y el resultado en la gráfica siguiente:

Situación Final

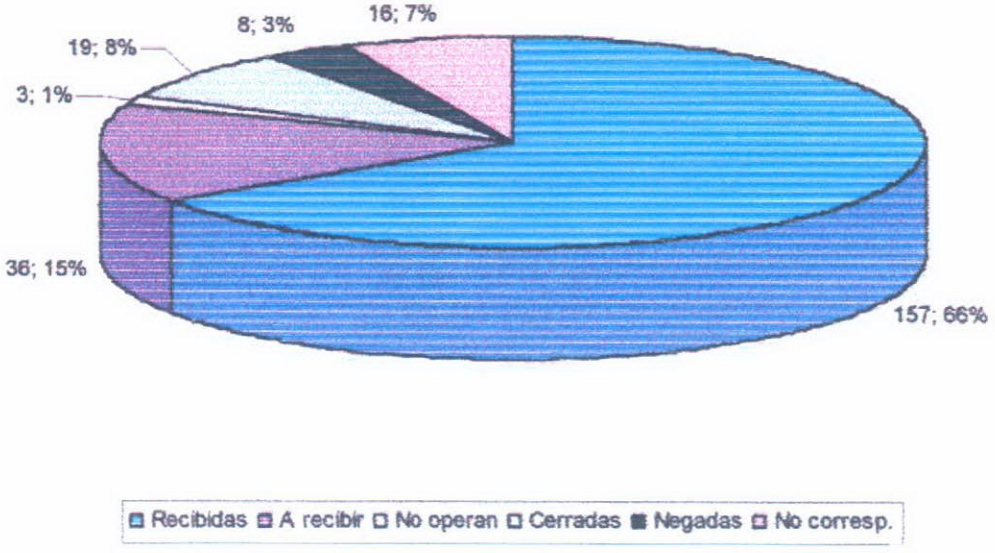


Fig. N° 33 – Porcentaje de respuestas de encuestas

Las mismas fueron clasificadas por localidades y por rubro.

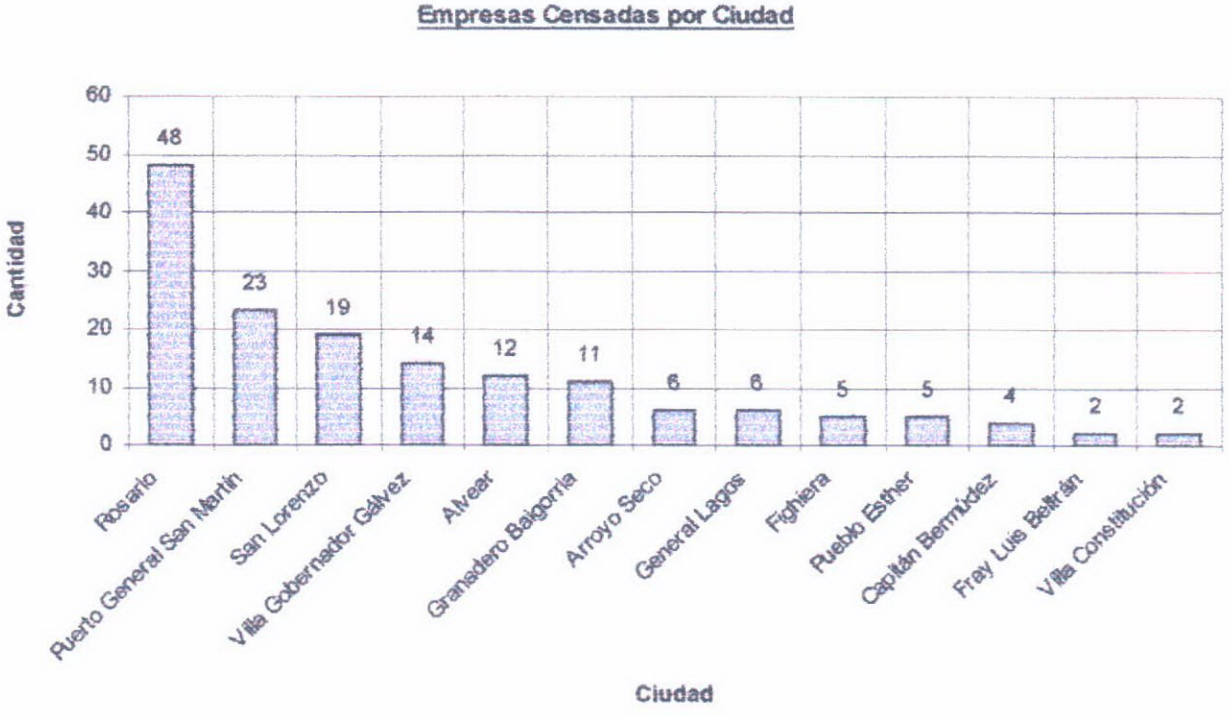


Fig. N° 34 – Empresas censadas por ciudad

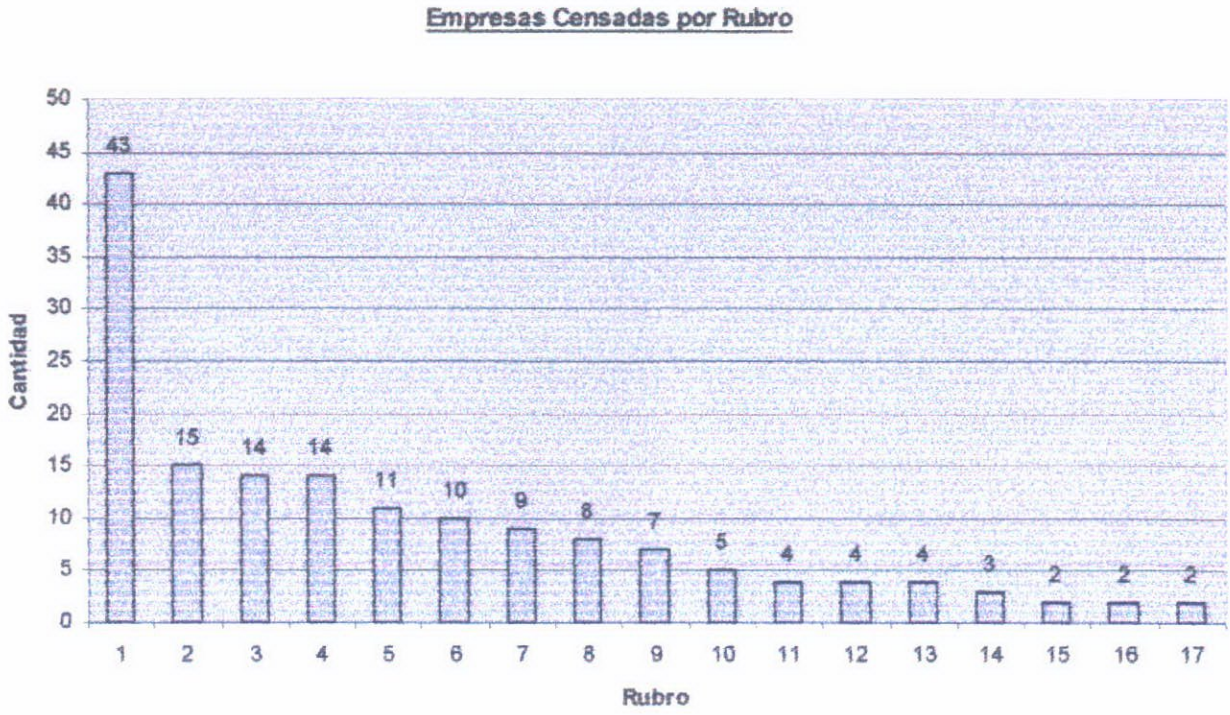


Fig. N° 35 – Empresas censadas por rubro

EMPRESAS CENSADAS POR RUBRO

RUBRO	DESCRIPCION	CANT.
1	Metalúrgica, metalmecánicas, Fundiciones y Coquerias.	43
2	Otros.	15
3	Sustancias y productos químicos.	14
4	Matanza de bovinos. Conservación carne vacuna. Fabricación de chacinados, fiambres y embutidos.	14
5	Cerealeras: elaboración de aceites vegetales.	11
6	Industrias alimenticias y lácteas.	10
7	Cerealeras: almacenamiento, procesamiento y depósito.	9
8	Plásticos. Caucho. Envases plásticos.	8
9	Petroleras, petroquímicas, refinerías. Depósitos de combustibles. Envasadores de gas.	7
10	Fábrica de pinturas, barnices y lacas.	5
11	Celulosa. Fábrica de papel. Cartoneras. Fáb. Envases.	4
12	Productos farmacéuticos y medicinales.	4
13	Marmolerías. Cementeras. Fábricas de tanques - fibrocemento.	4
14	Agroquímicos.	3
15	Fábricas de tostado y molienda de café.	2
16	Venta de acumuladores.	2
17	Cerámicas.	2
	TOTAL	157

TRABAJOS DE CAMPO - MUESTREOS:

RECURSO SUELO:

Se realizaron una serie de muestreos en distintos lugares del corredor en estudio. Las zonas determinadas corresponden a lugares cercanos a concentraciones industriales de distintas características y se tomaron siguiendo el eje Noreste – Sureste de las empresas, donde presuntamente podría aparecer algún tipo de alteración del suelo originario debida a la actividad fabril. Es claro que el panorama resultante de este estudio solo puede dar una visión muy reducida del estado de los suelos, pero es un ejercicio válido desde el punto de vista práctico, ya que a partir de los datos y experiencias registradas se podría encarar un estudio profundo que permita elaborar un diagnóstico. Las muestras fueron extraídas con un sacabocado de acero inoxidable, cilíndrico, con extremo dentado para facilitar la penetración en el terreno, de dimensiones tales que permite obtener un volumen de unos 750 cm^3 de material hasta una profundidad de aproximadamente 60 cm., el que se recogió en recipientes plásticos con tapas, debidamente identificados, los que fueron colocados en bolsas de polietileno convenientemente selladas, e inmediatamente llevadas al laboratorio donde se efectuaron los análisis correspondientes. El suelo es un recurso natural no renovable que participa en el ciclo de la vida en la tierra. Es importante, por lo tanto, considerarlo como parte de la producción agrícola y como regulador de la calidad ambiental, ya que es el más importante cuerpo receptor y transformador de residuos industriales, agrícolas y urbanos, siendo sus funciones:

- la regulación de los procesos bióticos de los nutrientes minerales y el agua,
- la regulación de los ciclos de las sustancias y el flujo de energía,
- la regulación del ciclo del agua por ser un sistema poroso y porque la evaporación de la superficial influye sobre el contenido de agua de la atmósfera, además de

determinar la redistribución de la misma, transformando la precipitación en infiltración y/o escurrimiento superficial o subterráneo,

- la regulación de los gases atmosféricos, ya que absorbe O_2 y exhala CO_2, metano, H_2, sulfitos, óxidos de nitrógeno y amoníaco.

Estas funciones dependen de sus propiedades (% de humedad, textura, pH, % de materia orgánica, etc.). La tolerancia del suelo al stress, o sea la proporción de la alteración que puede ser naturalmente restituida, denominada "resiliencia" es particularmente importante desde el punto de vista ambiental, aunque su conocimiento involucra funciones sumamente complejas. Sin embargo, ciertos indicadores permiten estimar la sensibilidad y la forma del cambio de componentes y funciones del suelo.

La Ley Provincial N° 10.552, en base a la cual se efectuaron los análisis, en su Decreto Reglamentario N° 3445/92, Artículo 2, establece: "Facúltase a la Dirección de Suelos y Aguas del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Industria y Comercio a dictar las disposiciones necesarias para reglamentar los aspectos técnicos de su competencia no contemplados en este Decreto", pero dicho organismo adopta para cada caso las recomendaciones que sobre temas relacionados con los suelos indica el ente que más ha trabajado sobre ello, es decir el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, y en consecuencia, se determinó el grado de variación que presentaron los parámetros analizados con respecto a la de los suelos que no sufrieron actividad antrópica según los diversos trabajos del INTA para la región. Cabe señalar que según sostiene dicho instituto, **"es erróneo pensar que el análisis químico de una muestra de suelo capacita a cualquier persona para resolver problemas de cultivo y fertilización, siendo además sumamente válida la observación de la zona bajo estudio"**. En todos los casos los muestreos se efectuaron en áreas cubiertas por vegetación natural, excepto las S31 a S35, aledañas a una industria siderúrgica.

Materia Orgánica: considerada como el indicador más significativo de calidad (Larson y Pierce, 1991; Doran, 1994), ha sido incluida como el componente más importante a seleccionar entre un grupo de datos mínimos para definir la calidad de un suelo. En general las muestras presentan valores medios de materia orgánica (1–3%), a excepción de S1, S2, S3, S5, S31 y S38 que poseen niveles más bajos (<1%). En cuanto a los valores de nitratos hallados en todas las muestras, son muy bajos si se considera la potencialidad productiva del suelo (los cultivados pueden presentar variaciones entre 2 y 6 ppm según la estación del año).

Fósforo: los valores encontrados para la gran mayoría de las muestras son bajos (< 1 ppm), lo cual implica una respuesta favorable a la fertilización fosfatada. Sólo en casos puntuales, como S22, S35, S46 y S47, se presentaron valores mayores de 3 ppm.

pH: los valores hallados están cercanos a la neutralidad (6,5 – 7,3) en los sitios S3, S4, S5, S6, S7, S8, S11, S15, S17, S18, S19, S20, S23, S32, S33, S39, S40 y S43, implicando condiciones de suelo aptas para la mineralización de la materia orgánica, la nitrificación, adecuada asimilabilidad del P, buena solubilidad de Ca y Mg, y un ambiente óptimo para la fijación libre del N. Las muestras S1, S2, S9, S10, S36, S37, S38,S42 y S49 presentaron valores más bajos (<6,5) siendo suelos medianamente ácidos, con buena solubilidad del Fe, K y S. Pueden aparecer aquí problemas para la nitrificación. Las muestras S38 y S48 dan valores bajos de pH por ser de suelos provenientes de un sitio cercano a instalaciones de incineración de residuos el primero y de coníferas el segundo. Valores superiores a 7,3 fueron encontrados en las muestras S12, S13, S14, S16, S21, S22, S24, S25, S26, S27, S28, S29, S30, S31, S34, S35, S41, S44, S45, S46 y S47, muchos de ellos superiores a 8. En estos suelos las plantas presentan dificultades para absorber fosfatos y nitratos. Se trata de suelos medianamente alcalinos, en los cuales procesos tales como la amonificación pueden encontrarse perturbados.

ANÁLISIS QUÍMICOS SOBRE SUELOS (S)

CORREDOR PUERTO GENERAL SAN MARTÍN - VILLA CONSTITUCIÓN

NOMBRE DE LA MUESTRA	PH en UNIDADES de pH	CONDUCTIVIDAD IONICA ρ =µS/cm	MATERIA ORGANICA Gr/%	NITROGENO NITRICO Ppm	FOSFORO ppm	CAPACIDAD DE CANJE DE CATIONES (*)	HUMEDAD % (**)
S1	6.15	1013	0.994	1.41	0.97	23.10	18.82
S2	6.25	856	0.943	1.73	0.68	24.20	19.05
S3	6.50	679	0,866	3.88	0.8	23.76	19.00
S4	7.13	1230	1,009	5.09	2.08	24.86	18.42
S5	6.95	981	0,952	5.00	0.53	23.54	19.19
S6	6.63	950	2,119	4.92	0.73	23.76	20.16
S7	6.52	844	1,524	2.50	0.88	24.20	20.74
S8	6.80	788	1,187	2.28	0.44	22.66	20.07
S9	6.00	800	1,278	4.37	0.34	22.00	19.66
S10	6.03	1265	1,347	4.45	0.99	22.00	18.77
S11	6.85	1891	1,463	4.92	0.69	28.60	20.64
S12	7.45	2660	1,506	4.24	1.41	25.08	18.41
S13	8.28	1661	1,241	2.11	0.91	24.20	19.47
S14	8.25	1720	1,496	3.62	0.88	17.60	22.63
S15	6.80	1044	1,871	5.09	0.5	14.30	19.59
S16	7.45	1146	1,548	2.14	0.37	14.52	19.27
S17	7.00	914	1,664	2.42	2.42	15.40	17.72
S18	7.10	1063	1,332	7.98	1.88	15.84	16.66
S19	6.75	950	1,765	1.46	1.62	18.04	16.70
S20	6.97	836	1,468	1.52	1.06	15.18	17.19
S21	8.30	2140	1,307	3.40	2.54	22.66	15.38
S22	8.15	1702	1,611	2.72	4.36	19.80	20.77
S23	7.10	1139	1,871	0.86	1.24	14.52	19.92
S24	7.40	1204	1,518	0.70	2.88	21.12	11.95
S25	7.95	1794	1,123	0.87	2.08	16.72	9.88

S26	7.90	1725	1,268	2.88	1.68	15.18	22.25
S27	8.35	2940	1,732	4.56	1.85	18.26	22.06
S28	8.28	2150	1,179	2.96	1.03	23.76	16.83
S29	8.13	1136	1,055	4.04	1.32	20.02	14.38
S30	8.25	1613	1,518	8.23	2.12	17.60	15.01
S31	7.80	1225	0,960	>9	0.55	14.74	16.56
S32	7.10	799	1,085	>9	1.14	14.52	16.28
S33	6.80	1101	1,232	>9	0.55	14.30	18.15
S34	8.20	1932	1,124	>9	2.32	17.82	17.41
S35	8.35	2195	1,455	8.10	3.96	19.80	18.37
S36	6.15	1007	1,298	4.76	0.58	13.20	16.47
S37	6.20	707	1,347	1.64	0.48	12.76	17.12
S38	5.85	860	0,965	3.00	0.52	12.54	16.28
S39	7.60	1015	1,123	2.16	1.52	13.86	16.72
S40	6.78	1675	1,066	9.83	2.76	13.64	20.19
S41	8.00	1672	1,086	5.60	1.32	13.20	17.50
S42	5.70	1898	1,039	1.62	0.46	11.66	13.93
S43	7.08	889	1,437	1.02	2.00	14.08	17.81
S44	8.28	1291	1,338	1.17	1.48	15.84	17.09
S45	8.38	1581	1,167	1.08	1.40	18.70	16.87
S46	8.15	1474	1,185	0.96	3.52	14.96	14.30
S47	7.70	1903	1,983	1.55	4.04	18.48	17.13
S48	5.43	1487	1,154	1.72	0.60	11.22	12.74
S49	6.30	1331	1,239	4.30	1.04	12.10	14.55

(*) meq. de cationes metálicos canjeables por 100 gr de suelo
(**) Humedad con que llegó la muestra al laboratorio

Materia orgánica: valor medio 1 a 3%
Fósforo: valor más favorable < 3 ppm.
pH: valor más favorable: 6,5 a 7,3

} Fuente: INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria)

REFERENCIAS	SECTORES DE TOMA DE LAS MUESTRAS DE SUELO
S1 al S6	INDUSTRIAS QUIMICAS - PETROQUIMICAS - ACEITERAS - CEREALERAS (PTO. GRAL. SAN MARTIN)
S7 al S12	INDUSTRIAS QUIMICAS – ACEITERAS - CEREALERAS (SAN LORENZO)
S13 al S14	INDUSTRIA AUTOMOTRIZ (ALVEAR)
S15 al S22	INDUSTRIAS QUIMICAS - CEREALERAS - ACEITERAS (ALVEAR -GRAL. LAGOS)
S23 al S25	INDUSTRIA QUIMICA (FRAY LUIS BELTRAN)
S26 al S28	INDUSTRIA ALIMENTARIA - GENERACION ENERGIA (ROSARIO)
S29 al S30	PLANTAS CEREALERAS (VILLA CONSTITUCION)
S31 al S35	INDUSTRIAS SIDERURGICAS (VILLA CONSTITUCION)
S36 al S38	INCINERACION RESIDUOS (VILLA CONSTITUCION)
S39 al S41	INDUSTRIAS ACEITERAS - CEREALERAS (ROSARIO)
S42 al S44	INDUSTRIAS FRIGORIFICAS (ROSARIO - VILLA GOB. GALVEZ)
S45 al S47	INDUSTRIAS QUIMICAS (VILLA GOB. GALVEZ)
S48 al S49	INDUSTRIA QUIMICA - PAPEL (CAP. BERMUDEZ)

SUELO CERCANO A CARGILL (PTO. GRAL. SAN MARTIN)

SUELO CERCANO A TERMINAL 6 (PTO. GRAL. SAN MARTIN)

SUELO CERCANO A CARGILL (PTO. GRAL. SAN MARTIN)

SUELO CERCANO A RESINFOR (PTO. GRAL. SAN MARTIN)

SUELO CERCANO A PASA (PTO. GRAL. SAN MARTIN)

SUELO CERCANO A PASA (PTO. GRAL. SAN MARTIN)

SUELO CERCANO A PASA (PTO. GRAL. SAN MARTIN)

SUELO CERCANO A PA SA (PTO. GRAL. SAN MARTIN)

SUELO CERCANO A CEREALERA PGSM (PTO. GRAL. SAN MARTIN)

SUELO CERCANO A DEPOSITO DE ACEITE (PTO. GRAL. SAN MARTIN)

SUELO CERCANO A CEREALERA PGSM (PTO. GRAL. SAN MARTIN)

SUELO CERCANO A AUTOPISTA ROSARIO - SANTA FE Y RUTA AO10 (SAN LORENZO)

SUELO CERCANO A I.C.I. (SAN LORENZO)

SUELO CERCANO A I.C.I. (SAN LORENZO)

SUELO CERCANO A I.C.I. (SAN LORENZO)

SUELO CERCANO A GENERAL MOTOR (ALVEAR)

SUELO PARQUE INDUSTRIAL ALVEAR (ALVEAR)

SUELO CERCANO A MOLINOS RIO DE LA PLATA (ROSARIO)

SUELO CERCANO A MOLINOS RIO DE LA PLATA (ROSARIO)

SUELO AV. SORRENTO Y CIRCUNVALACION (ROSARIO)

SUELO CERCANO A AV. SORRENTO Y CIRCUNVALACION (ROSARIO)

SUELO CERCANO A DREYFUSS (GRAL. LAGOS)

SUELO CERCANO A METCON (VILLA CONSTITUCION)

SUELO CERCANO A METCON (VILLA CONSTITUCION)

SUELO CERCANO A PUNTA ALVEAR (ALVEAR)

RECURSO AGUA:

Introducción

Se realizó una serie de muestreos en distintos cursos de agua superficiales destinados a obtener datos necesarios para evaluar el estado de los mismos, se seleccionaron para ello el río Paraná, arroyos afluentes del mismo: San Lorenzo, Ludueña, Saladillo, Frías, Seco y Pavón, y cursos menores denominados Canal Ibarlucea, que desagua en el arroyo Ludueña, y Canal Constitución, que lo hace en el arroyo Pavón.

El criterio utilizado fue realizar cuatro muestreos puntuales y periódicos en distintos puntos de la zona que va desde Puerto General San Martín hasta Villa Constitución sobre los cursos de agua superficiales que de una u otra forma sufren el impacto de la actividad antrópica, ya sea por el volcamiento de residuos cloacales o industriales, por su utilización como fuente de agua de consumo humano o industrial o bien con fines recreativos.

Objetivo general

Teniendo en cuenta la relativa estabilidad y constancia de composición de los cursos de agua superficiales, obtener a través de muestreos puntuales y periódicos, un indicio acerca de la existencia de variaciones en dicha composición que sean indicativos de modificaciones que responderían sin duda alguna a la acción de agentes exógenos, relacionados fundamentalmente con la mencionada actividad antrópica en cualquiera de sus variantes posibles.

Objetivo específico

- ✓ Proponer acciones que permitan analizar minuciosamente, realizando una serie de monitoreos constantes, una cantidad importante de datos estadísticos a través de los cuales se puedan determinar fehacientemente las causas y posteriormente proponer las soluciones pertinentes que encaucen las alteraciones exógenas que deterioran la calidad del agua.

Metodología de trabajo

Para la realización de los muestreos se determinaron puntos específicos en el recorrido del curso de agua, en cantidades variables, que dieran una idea puntual de la situación del mismo en el momento de toma de la muestra, tratando de cubrir el curso superior o más alejado de la posible influencia humana, un punto intermedio o posiblemente conflictivo de su recorrido y en la cercanía de su desembocadura.

De la comparación de esos valores, puede surgir la certeza de alteraciones cuantitativas que son indicadoras de que algún agente extraño ha estado actuando sobre el curso superficial provocando esas diferencias. Cada sitio de muestreo fue geo referenciado con el instrumental correspondiente.

Los parámetros controlados fueron: Temperatura, pH, carbonatos, bicarbonatos, cloruros, fósforo, nitritos, nitratos, turbidez, conductividad, sólidos en suspensión, residuo seco, oxígeno disuelto, D.B.O., coliformes totales y coliformes termotolerantes, utilizando las técnicas de análisis indicadas en los "Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales".

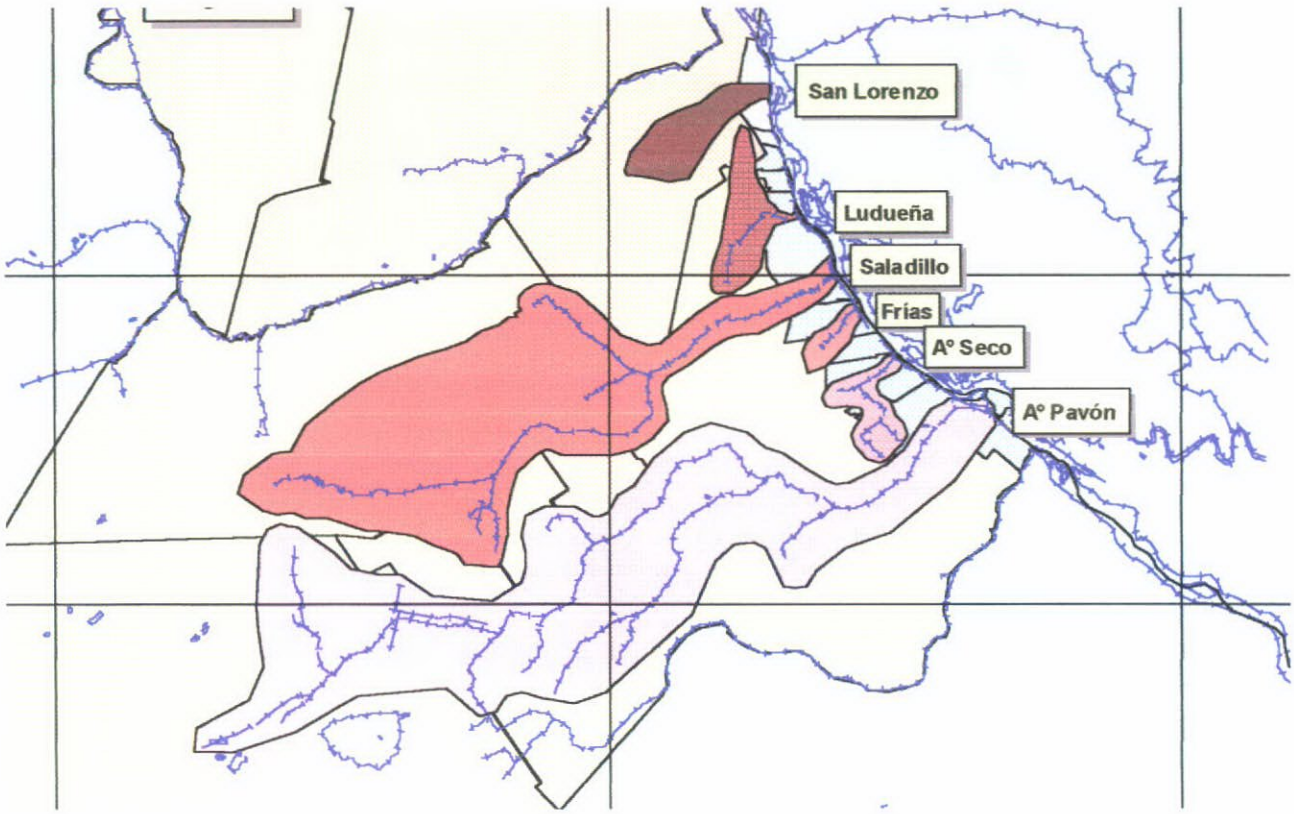


Figura 36.- Cursos de agua superficiales
Sobre los que se realizó el muestreo.

1.- Arroyo San Lorenzo

Curso superficial que corre en dirección noroeste – sureste, desembocando en el río Paraná, constituyendo en esta zona el límite entre las ciudades de Puerto General San Martín y San Lorenzo.

Involucra una cuenca de 712 km^2 (ver fig. 36), colectando aguas de drenaje de zonas rurales en su origen, y desagües industriales y cloacales crudos y tratados en su curso inferior, fundamentalmente desde la zona de la autopista Brigadier Estanislao López hasta su desembocadura.

En este último tramo existe una importante cantidad de establecimientos de diversa índole, entre ellos electromecánico, de tratamiento de residuos industriales, elaboración de agroquímicos, plantas de acondicionamiento de cereales, frigorífico, destilería de petróleo, envasado de gas, tratamiento de líquidos cloacales, depósitos de

combustible, efluentes cloacales sin tratamiento y residuos sólidos urbanos de diversa índole provenientes de los asentamientos barriales en sus orillas.

Los lugares de muestreo fueron a la altura del puente sobre la autopista a Santa Fe, aguas abajo del establecimiento I. D. M., puente sobre la Ruta N° 11 y en el puente Homero Manzi dentro del ejido urbano y cercano a su desembocadura.

SAN LORENZO 1 – PUENTE SOBRE AUTOPISTA A SANTA FE

AGUA COLECTORA: **SAN LORENZO**

TOMA DE MUESTRA: PUENTE AUTOPISTA ROSARIO- SANTA FE

Código de Referencia		**SL 1**
Geo Referencia	S	32°43,004'
	O	60°46,307'

DETERMINACIONES		UNIDADES	FECHAS			
			18-Oct	25-Oct	02-Nov	15-Nov
Temperatura		°C	20	29	23	21
pH		UpH	7.95	8.37	8.34	8.32
Carbonatos	CO3=	mg/l	0	66.18	0	29.33
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	533.08	859.5	558.16	671.49
Cloruros	CL-	mg/l	84.52	283.67	136.54	198.08
Fósforo	P	mg/l	0.82	0.32	1.05	0.5
Nitritos	NO2-	µg/l	< 50	< 50	< 50	< 50
Nitratos	NO3-	mg/l	< 0.0095	< 0.0095	0.13	0.27
Turbidez		UNT	11	2.4	3.9	4.5
Conductividad		µS/cm	697	1759	732	1119
Sólidos en Suspensión		ml/l	0.2	< 0.1	0.1	< 0.1
Residuo Seco		mg/l	1478	1890	825	1106
Oxígeno Disuelto		mg/l	5.9	7.2	4.6	7.1
D.B.O.		mg/l	3.5	7.2	2.8	2.3
Bacteriológicos						
Coliformes Totales		N°/100ml	2400	40	1500	2400
Coliformes Termotolerantes		N°/100ml	N C	N C	60	N C

SAN LORENZO 2 – AGUAS ABAJO DESAGUE IDM

AGUA COLECTORA: ARROYO SAN LORENZO

TOMA DE MUESTRA: FABRICA I.D.M.

Código de Referencia		SL 2
Geo Referencia	S	32°43,007'
	O	60°45,569'

DETERMINACIONES		UNIDADES	FECHAS			
			18-Oct	25-Oct	02-Nov	11-Nov
Temperatura		°C	20	30	23	21
pH		UpH	8.08	8.87	8.39	8.75
Carbonatos	CO3=	mg/l	0	44.66	0	29.33
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	548.1	905.38	555.5	693.71
Cloruros	CL-	mg/l	87.43	307.96	134.62	209.62
Fósforo	P	mg/l	0.75	0.27	1.07	0.52
Nitritos	NO2-	µg/l	< 50	< 50	< 50	< 50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.0095	0.04	< 0.0095	0.39
Turbidez		UNT	10	0.1	4.4	3.6
Conductividad		µS/cm	714	1840	925	1192
Sólidos en Suspensión		ml/l	0.2	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Residuo Seco		mg/l	1182	1958	868	1163
Oxígeno Disuelto		mg/l	5.8	7.2	4.5	7
D.B.O.		mg/l	3.5	4.4	2.7	3
Bacteriológicos						
Coliformes Totales		N°/100ml	4800	40	750	11000
Coliformes Termotolerantes		N°/100ml	30	N C	40	30

SAN LORENZO 3 – PUENTE SOBRE RUTA N° 11

AGUA COLECTORA: SAN LORENZO

TOMA DE MUESTRA: PUENTE RUTA 11

Código de Referencia		**SL 3**
Geo Referencia	S	32°42,924'
	O	60°45,307'

DETERMINACIONES		UNIDADES	FECHAS			
			18-Oct	25-Oct	02-Nov	15-Nov
Temperatura		°C	20	30	23	21
pH		UpH	8.01	8.81	8.23	8.7
Carbonatos	CO3=	mg/l	0	17.46	0	35.55
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	518.06	948.82	579.05	681.26
Cloruros	CL-	mg/l	83.55	253.56	123.08	198.08
Fósforo	P	mg/l	0.87	0.45	1.1	0.86
Nitritos	NO2-	µg/l	< 50	< 50	< 50	< 50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.06	< 0.0095	0.05	0.1
Turbidez		UNT	7.4	0.1	3.3	3.3
Conductividad		µS/cm	680	1763	901	1138
Sólidos en Suspensión		ml/l	0.2	< 0.1	0.5	0.3
Residuo Seco		mg/l	1450	1647	842	1030
Oxígeno Disuelto		mg/l	3.9	4.2	3.6	5.5
D.B.O.		mg/l	3.7	3.8	3.5	5.5
Bacteriológicos						
Coliformes Totales		N°/100ml	4800	90	11000	11000
Coliformes Termotolerantes		N°/100ml	N C	N C	N C	40

SAN LORENZO 4 – PUENTE HOMERO MANZI

AGUAS COLECTORAS: ARROYO SAN LORENZO

TOMA DE MUESTRA: PUENTE HOMERO MANZI

Código de Referencia		**SL 4**
Geo Referencia	S	32°43,201'
	O	60°43,766'

			FECHAS			
DETERMINACIONES		**UNIDADES**	**18-Oct**	**25-Oct**	**02-Nov**	**15-Nov**
Temperatura		°C	20	30	23	21
pH		UpH	8.11	8.9	8.39	8.8
Carbonatos	CO3=	mg/l	0	52.78	0	33.77
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	507.5	809.97	559.94	667.04
Cloruros	CL-	mg/l	83.55	229.41	125	194.24
Fósforo	P	mg/l	0.69	0.45	1.04	0.9
Nitritos	NO2-	µg/l	< 50	< 50	< 50	< 50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.03	< 0.0095	0.1	0.006
Turbidez		UNT	11	2.2	4.1	2.9

Conductividad	µS/cm	650	1621	881	1143
Sólidos en Suspensión	ml/l	0.2	< 0.1	0.2	0.2
Residuo Seco	mg/l	1197	1685	696	865
Oxígeno Disuelto	mg/l	3.3	2.6	4	5.7
D.B.O.	mg/l	3.2	2.4	3.9	5.2
Bacteriológicos					
Coniformes Totales	N°/100ml	>11000	60	110	4600
Coniformes Termotolerantes	N°/100ml	30	N C	N C	N C

Los resultados obtenidos pueden observarse en las tablas precedentes, y de ellos se desprende que existen importantes variaciones entre las distintas muestras, que por estar referidas a un instante determinado y a un sitio puntual, permiten colegir que tiene su origen en alguna razón extraña al propio arroyo.

2.- Arroyo Ludueña

Como puede observarse en la Fig. 36, corre en dirección noroeste – sureste, y su cuenca abarca una superficie de 700 km^2, colectando agua de zonas rurales en su nacimiento, que son contenidas en un embalse nivelador a la altura de la ciudad de Pérez. Este embalse esta destinado a regular el caudal ante la circunstancia de precipitaciones copiosas, que antiguamente provocaban importantes inundaciones en algunos sectores de la ciudad de Rosario, siendo utilizado como receptor de efluentes cloacales sin tratamiento prácticamente desde su nacimiento hasta la desembocadura en el río Paraná, y mezclándose con los provenientes de desagües pluvio cloacales a partir de su entubamiento en el barrio Empalme Graneros de ésta.

Los lugares de extracción de muestras fueron el puente de la autopista a Córdoba, el de la Avenida de la Circunvalación 25 de mayo, en Rosario y la desembocadura del entubamiento en el parque Leandro N. Alem de la misma ciudad.

REPRESA EN EL DISTRITO DE PEREZ – NACIMIENTO DEL ARROYO LUDUEÑA

PUENTE SOBRE AUTOPISTA A CORDOBA

CANAL RURAL AFLUENTE DEL ARROYO LUDUEÑA

AGUA COLECTORA: ARROYO LUDUEÑA

TOMA DE MUESTRA: PUENTE SOBRE AUTOPISTA A CÓRDOBA

Código de Referencia		**LU 1**
Geo Referencia	S	32°56,867
	O	60°46,885

			FECHAS			
DETERMINACIONES		**UNIDADES**	**18-Oct**	**25-Oct**	**02-Nov**	**09-Nov**
Temperatura		°C	19	23	24	20
Ph		UpH	8.14	8.83	8.53	8.46
Carbonatos	CO3=	mg/l	30.86	34.92	0	0
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	690.61	1069.4	782.14	676.82
Cloruros	CL-	mg/l	216.64	461.41	376.94	309.63
Fósforo	P	mg/l	0.77	0.55	0.68	0.77
Nitritos	NO2-	µg/l	< 50	< 50	< 50	< 50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.13	0.05	0.46	< 0.0095

Turbidez	UNT	13	4.8	3.5	6.9
Conductividad	µS/cm	1307	2672	2180	1610
Sólidos en Suspensión	ml/l	0.1	< 0.1	0.2	0.2
Residuo Seco	mg/l	1814	2795	1924	1563
Oxígeno Disuelto	mg/l	4.3	4.2	4.4	7.3
D.B.O.	mg/l	2.4	2.4	1.3	3.2
Bacteriológicos					
Coliformes Totales	N°/100ml	530	30	1500	390
Coliformes Termotolerantes	N°/100ml	N C	N C	N C	N C

PUENTE SOBRE AVDA. DE CIRCUNVALACIÓN 25 DE MAYO - ROSARIO

DESAGUE PLUVIAL QUE VIERTE EN EL ARROYO LUDUEÑA CERCA DEL PUENTE DE LA AVDA. DE LA CIRCUNVALACIÓN

AGUA COLECTORA: ARROYO LUDUEÑA

TOMA DE MUESTRA: PUENTE AVENIDA CIRCUNVALACION (ROSARIO)

Código de Referencia		**LU 2**
Geo Referencia	S	32°54,889'
	O	60°43,405'

			FECHAS			
DETERMINACIONES		**UNIDADES**	**18-Oct**	**25-Oct**	**02-Nov**	**09-Nov**
Temperatura		°C	20	24	24	20
pH		UpH	8.01	8.86	8.52	8.14
Carbonatos	CO3=	mg/l	30.86	24.36	0	0
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	555.41	964.25	733.26	549.28
Cloruros	CL-	mg/l	175.84	541.61	390.4	223.08
Fósforo	P	mg/l	0.82	0.7	0.69	0.8
Nitritos	NO2-	µg/l	< 50	< 50	< 50	< 50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.12	0.04	0.47	0.13
Turbidez		UNT	14	3.4	5.1	11
Conductividad		µS/cm	1202	2889	2158	1223

Sólidos en Suspensión	ml/l	0.3	< 0.1	0.4	0.7
Residuo Seco	mg/l	1653	3011	1971	1425
Oxígeno Disuelto	mg/l	6.7	9.24	4.1	5.8
D.B.O.	mg/l	2.6	7.4	0.8	2.9
Bacteriológicos					
Coliformes Totales	N°/100ml	210	150	4600	2400
Coliformes Termotolerantes	N°/100ml	N C	N C	30	70

SALIDA ENTUBAMIENTO CALLE VICTOR MERCANTE

AGUA COLECTORA: ARROYO LUDUEÑA

TOMA DE MUESTRA: SALIDA VICTOR MERCANTE (ROSARIO)

Código de Referencia		**LU 3**
Geo Referencia	S	32°54,745'
	O	60°41,029'

DETERMINACIONES		UNIDAD	FECHAS			
			18-Oct	25-Oct	02-Nov	09-Nov
Temperatura		°C	20.5	26	23	21
pH		UpH	7.88	7.96	7.91	7.84
Carbonatos	CO3=	mg/l	21.52	0	0	0
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	630.92	400.32	702.15	615.94
Cloruros	CL-	mg/l	214.7	172.49	303.86	221.16
Fósforo	P	mg/l	0.87	0.29	0.094	1.05
Nitritos	NO2-	µg/l	< 50	< 50	< 50	>50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.1	0.05	0.27	0.03
Turbidez		UNT	11	2.7	0.7	1.9
Conductividad		µS/cm	1509	1092	1710	1204
Sólidos en Suspensión		ml/l	0.5	1	0.2	< 0.1
Residuo Seco		mg/l	1758	1129	1516	1130
Oxígeno Disuelto		mg/l	1.7	1	2.5	3.2
D.B.O.		mg/l	0.1	0.8	2.4	1
Bacteriológicos						
Coliformes Totales		N°/100ml	2100	2400	2900	4600
Coliformes Termotolerantes		N°/100ml	N C	N C	N C	N C

Este arroyo además del volcamiento de efluentes cloacales sin tratamiento, recibe, a través de los desagües pluvio cloacales de la ciudad de Rosario, diversos productos derivados de las actividades comerciales e industriales que utilizan esta red como receptora de sus desechos líquidos.

Como en el caso anterior, las importantes variaciones cuali – cuantitativas que pueden observarse son indicios ciertos de la actividad antrópica, produciéndose su volcamiento en el río Paraná en un parque que tiene una intensa actividad recreativa.

3.- Canal Ibarlucea

Tiene su nacimiento en las cercanías de la ruta provincial A0 – 12, en San Lorenzo, recibiendo la descarga de los efluentes de un importante establecimiento industrial aceitero, y de camiones atmosféricos con residuos líquidos cloacales e industriales.

Pertenece a la cuenca del arroyo Ludueña, donde desemboca en las cercanías del puente sobre la Avenida de la Circunvalación 25 de Mayo, en la ciudad de Rosario (lugar que fue seleccionado para la extracción de muestras de dicho arroyo, en tanto que las del canal se tomaron aproximadamente mil metros aguas arriba) (foto N° 7), cruzando el llamado parque de los Constituyentes, zona forestada de futuro desarrollo recreativo.

CANAL IBARLUCEA

El recorrido de este canal es norte – sur, y colecta las aguas pluviales de parte de las ciudades de Fray Luis Beltrán y Capitán Bermúdez.

Ha sido ampliado y profundizado fundamentalmente en la parte final del recorrido donde cualquier causa que implique su mal funcionamiento provoca serios anegamientos de un sector denominado "Nuevo Alberdi" en la ciudad de Rosario.

AGUA COLECTORA: CANAL IBARLUCEA

TOMA DE MUESTRA: CANAL IBARLUCEA

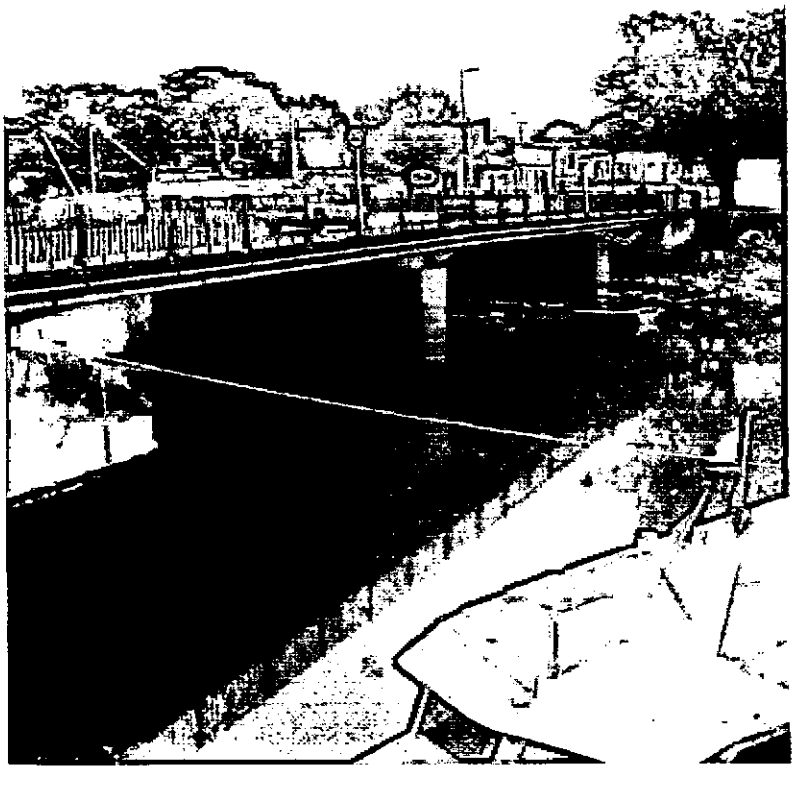
Código de Referencia		CI
Geo Referencia	S	32°53,965'
	O	60°43,703'

			FECHAS			
DETERMINACIONES		UNIDADES	18-Oct	25-Oct	02-Nov	09-Nov
Temperatura		°C	20	25	25	20
pH		UpH	8.4	8.3	8.16	8.24
Carbonatos	CO3=	mg/l	28.4	0	0	0
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	14.5	818.5	515.5	433.73
Cloruros	CL-	mg/l	174.48	184.56	100	90.39
Fósforo	P	mg/l	0.41	0.39	1.06	1.08
Nitritos	NO2-	µg/l	>50	>50	<50	<50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.07	0.08	0.09	0.15
Turbidez		UNT	8	7.9	8.2	6.9
Conductividad		µS/cm	1325	1331	742	647
Sólidos en Suspensión		ml/l	0.4	0.4	0.7	0.3
Residuo Seco		mg/l	1365	1409	804	731
Oxígeno Disuelto		mg/l	3	3	3.9	8.1
D.B.O.		mg/l	2.7	2.7	3.3	8.1
Bacteriológicos						
Coliformes Totales		N°/100ml	4600	>11000	530	230
Coliformes Termotolerantes		N°/100ml	30	210	N C	N C

Observando los resultados de los análisis, se ve que no difiere este canal de los arroyos anteriormente mostrados, siendo para el caso del Ludueña uno de los probables aportantes de elementos extraños que provocan las variaciones antes mencionadas, lo que indica que su comportamiento está sujeto a toda una serie de acciones externas que lo convierten en mucho más que un simple colector pluvial, función primaria para la cual debió utilizarse.

4.- Arroyo Saladillo

Este arroyo, de singulares características y que es receptáculo de una amplia cuenca que alcanza a los 2744 km^2, la segunda en superficie entre los cursos afluentes del río Paraná considerados en este trabajo, discurre con dirección noroeste – sureste en un extenso recorrido, fundamentalmente en zonas rurales en su naciente, y en un ámbito de elevada concentración urbana de la zona sur de Rosario, a la que separa de la ciudad de Villa Gobernador Gálvez. Colecta también desagües de una importante industria frigorífica radicada en ambas localidades, y es destino final de conductos cloacales que llevan a él deshechos sin tratamiento previo. Los lugares previstos para el muestreo fueron el puente que une las dos ciudades mencionadas casi en su desembocadura en el río Paraná, el puente sobre la autopista a Buenos Aires, y el camping municipal de la Comuna de Soldini, a escasa distancia de la Ruta Provincial N° 14 que une dicha localidad con Piñero.



ARROYO SALADILLO A LA ALTURA DEL FRIGORIFICO SWIFT

FRIGORÍFICO SWIFT

AGUA COLECTORA: ARROYO SALADILLO

TOMA DE MUESTRA: PUENTE FRIGORIFICO SWIFT

Código de Referencia		**SA 3**
Geo Referencia	S	33°00,013'
	O	60°36,903'

			FECHAS			
DETERMINACIONES		**UNIDADES**	**18-Oct**	**25-Oct**	**02-Nov**	**09-Nov**
Temperatura		°C	20.5	25	25	23
pH		UpH	8.21	8.04	8.95	8
Carbonatos	CO3=	mg/l	30.86	0	0	0
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	704.3	127.08	531.5	179.09
Cloruros	CL-	mg/l	349.8	69	261.55	90.39
Fósforo	P	mg/l	0.99	0.11	0.76	0.49
Nitritos	NO2-	µg/l	<50	<50	<50	<50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.48	0.14	0.05	0.14

Turbidez	UNT	8.5	12	6.6	6.6
Conductividad	µS/cm	2240	325	1517	440
Sólidos en Suspensión	ml/l	0.3	<0.1	<0.1	<0.1
Residuo Seco	mg/l	1900	390	1424	392
Oxígeno Disuelto	mg/l	5	4.9	4.9	6.5
D.B.O.	mg/l	2.4	2.9	1.8	0.1
Bacteriológicos					
Coliformes Totales	N°/100ml	1800	930	930	930
Coliformes Termotolerantes	N°/100ml	40	N C	30	70

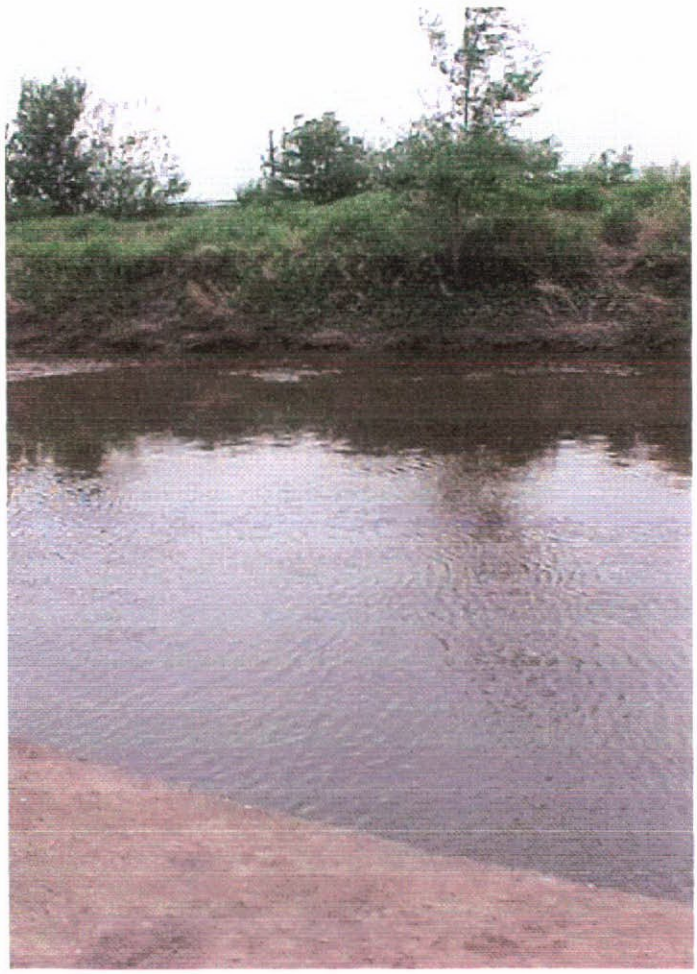
PUENTE SOBRE AUTOPISTA A BUENOS AIRES

AGUA COLECTORA: ARROYO SALADILLO

TOMA DE MUESTRA: PUENTE AUTOPISTA ROSARIO- BUENOS AIRES (V.G.G.)

Código de Referencia		**SA 2**
Geo Referencia	S	33°01,608'
	O	60°39,815'

DETERMINACIONES	UNIDADES	FECHAS			
		18-Oct	25-Oct	02-Nov	09-Nov
Temperatura	°C	20	28	26	21.5
pH	UpH	8.23	8.53	8.12	8.4
Carbonatos CO3=	mg/l	30.86	24.36	0	0
Bicarbonatos CO3H -	mg/l	693.45	885.08	537.72	940.35
Cloruros CL-	mg/l	349.73	553.69	275.01	619.25
Fósforo P	mg/l	0.88	1.11	0.86	1.13
Nitritos NO2-	µg/l	< 50	< 50	<50	<50
Nitratos NO3-	mg/l	0.06	< 0.01	0.18	0.08
Turbidez	UNT	8.4	2.9	6.9	4.5
Conductividad	µS/cm	2240	2921	1591	2785
Sólidos en Suspensión	ml/l	0.3	< 0.1	0.4	0.1
Residuo Seco	mg/l	1881	3075	1506	2748
Oxígeno Disuelto	mg/l	5	5.2	4.8	7.5
D.B.O.	mg/l	2.6	3.2	1.9	0.9
Bacteriológicos					
Coliformes Totales	N°/100ml	2100	930	2400	430
Coliformes Termotolerantes	N°/100ml	N C	N C	60	N C



ARROYO SALADILLO CAMPING COMUNAL SOLDINI

ARROYO SALADILLO – CAMPING COMUNAL SOLDINI

El último lugar de muestreo indicado, es evidentemente un sector de recreación, algo que sucede también en las cercanías de la ciudad de Rosario, pero a pesar de ello recibe también el aporte de aguas servidas y la acción nociva de basurales ubicados a su orilla, descarga incontrolada de camiones atmosféricos y también volcamiento de desechos industriales.

AGUA COLECTORA: ARROYO SALADILLO

TOMA DE MUESTRA: CAMPING- SOLDINI

Código de Referencia		SA 1
Geo Referencia	S	33°04,159'
	O	60°46,492'

			FECHAS			
DETERMINACIONES		UNIDADES	18-Oct	25-Oct	02-Nov	09-Nov
Temperatura		°C	19.5	26	25.5	22
pH		UpH	8.2	8.58	8.25	8.36
Carbonatos	CO3=	mg/l	30.86	32.48	0	0
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	712.12	863.16	567.05	973.24
Cloruros	CL-	mg/l	349.73	534.71	288.47	625.02
Fósforo	P	mg/l	0.96	1.03	0.91	1.14
Nitritos	NO2-	µg/l	<50	<50	<50	<50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.1	0.3	0.28	0.24
Turbidez		UNT	4.4	4.1	6.3	4
Conductividad		µS/cm	2235	2840	1653	2850
Sólidos en Suspensión		ml/l	0.3	<0.1	0.3	0.1
Residuo Seco		mg/l	2019	2907	1643	3040
Oxígeno Disuelto		mg/l	4.18	4.8	4.9	6.9
D.B.O.		mg/l	2.7	3	2.5	0.6
Bacteriológicos						
Coliformes Totales		N°/100ml	19000	750	1500	2400
Coliformes Termotolerantes		N°/100ml	30	N C	40	N C

El grado de variabilidad de los componentes en estudio es similar al encontrado en los otros cursos de agua, de donde se deduce que la influencia de elementos externos se hace presente también en este arroyo.

5.- Arroyo Frías

La orientación geográfica de este curso es similar a los anteriores, es decir noroeste – sureste, y también como aquéllos atraviesa zonas rurales, urbanas e industriales, aunque con prevalencia de estas dos últimas, ya que su cuenca es relativamente pequeña frente a las consideradas, alcanzando los 157 km^2.

Los lugares de muestreo seleccionados fueron el puente sobre la Ruta Nacional N° 21 (Ex 9, antiguo camino a Buenos Aires) y el puente sobre la actual Ruta Nacional N° 9, autopista que une Rosario con Buenos Aires.

ARROYO FRÍAS – PUENTE SOBRE AUTOPISTA

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTE
Dr. Manuel
Belgrano

AGUA COLECTORA: ARROYO FRIAS

TOMA DE MUESTRA: PUENTE AUTOPISTA Y ARROYO FRIAS

Código de Referencia		**FRIAS 1**
Geo Referencia	S	33°05,772'
	O	60°37,065'

		FECHAS			
DETERMINACIONES	**UNIDADES**	**23-Oct**	**30-Oct**	**08-Nov**	**02-Nov**
Temperatura	°C	21	19	19	20

pH	UpH	8.39	7.69	8.24	8.25
Carbonatos CO3=	mg/l	75.52	0	0	0
Bicarbonatos CO3H -	mg/l	865.19	301.43	607.05	775.92
Cloruros CL-	mg/l	82.58	23.08	50	53.85
Fósforo P	mg/l	0.61	0.61	0.79	0.66
Nitritos NO2-	µg/l	< 50	< 50	< 50	< 50
Nitratos NO3-	mg/l	0.28	0.28	< 0.0095	0.06
Turbidez	UNT	4.9	5.5	4.9	3.7
Conductividad	µS/cm	892	253	554	659
Sólidos en Suspensión	ml/l	0.1	0.2	0.1	0.2
Residuo Seco	mg/l	1111	1108	563	665
Oxígeno Disuelto	mg/l	4.1	3.9	6.3	4.8
D.B.O.	mg/l	1.2	2.3	5	4.6
Bacteriológicos					
Coliformes Totales	N°/100ml	200	1200	380	380
Coliformes Termotolerantes	N°/100ml	110	N C	30	30

ARROYO FRÍAS – PUENTE SOBRE RUTA N° 21

AGUA COLECTORA: ARROYO FRIAS

TOMA DE MUESTRA: RUTA A 21 Y ARROYO FRIAS

Código de Referencia		**FRIAS 2**
Geo Referencia	S	33°03,968'
	O	60°35,249'

			FECHAS			
DETERMINACIONES		**UNIDADES**	**23-Oct**	**30-Oct**	**02-Nov**	**08-Nov**
Temperatura		°C	25	19	21	20
pH		UpH	8.92	7.37	8.24	8.25
Carbonatos	CO3=	mg/l	30.86	0	0	0
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	946.39	274.03	765.7	562.61
Cloruros	CL-	mg/l	82.58	34.62	61.54	40.39
Fósforo	P	mg/l	2.27	0.69	1.68	1.23
Nitritos	NO2-	µg/l	< 50	< 50	< 50	< 50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.13	0.09	0.18	0.1
Turbidez		UNT	3.9	4.4	2.3	4.9
Conductividad		µS/cm	913	244	706	485
Sólidos en Suspensión		ml/l	0	0.3	0.5	0.1
Residuo Seco		mg/l	1089	896	574	359
Oxígeno Disuelto		mg/l	6.3	4.1	3.4	5.4
D.B.O.		mg/l	2.1	2.6	3.3	4.9
Bacteriológicos						
Coliformes Totales		N°/100ml	530	930	1500	11000
Coliformes Termotolerantes		N°/100ml	40	30	N C	N C

La circunstancia de atravesar una región que tiene un importante desarrollo industrial, y el habitual incumplimiento de las normas sobre volcamiento de efluentes a cursos de agua, hace presuponer que la variabilidad de las condiciones cuali – cuantitativas de los componentes considerados será el resultado a obtener de los análisis, lo cual queda confirmado al observar los resultados de las tablas.

Puede detectarse a través de la comparación entre los valores de las distintas muestras, que la influencia debida a las actividades antrópicas es la constante que une a todos los cursos considerados.

6.- Arroyo Seco

Este arroyo, que tiene una cuenca también relativamente pequeña que alcanza a los 180 km^2, posee características similares al anterior y está altamente influenciado por la presencia de industrias de diversos tipos, desagües cloacales y basurales, sobre todo en su cercanía al río Paraná.

Los sitios de muestreo estipulados fueron los puentes sobre la autopista Rosario Buenos Aires y la Ruta N° 21.

ARROYO SECO SOBRE AUTOPISTA A BUENOS AIRES

AGUA COLECTORA: ARROYO SECO
TOMA DE MUESTRA: PUENTE AUTOPISTA ROSARIO- BUENOS AIRES

Código de Referencia		SEC 1
Geo Referencia	S	33°09,350'
	O	60°32,704'

			FECHAS			
DETERMINACIONES		UNIDADES	23-Oct	30-Oct	02-Nov	08-Nov
Temperatura		°C	23	19	20	21
pH		UpH	8.47	7.69	8.16	8
Carbonatos	CO3=	mg/l	59.28	0	0	0
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	976.02	291.88	839.95	595.5
Cloruros	CL-	mg/l	155.49	38.46	113.46	84.62
Fósforo	P	mg/l	0.43	0.57	0.55	0.66
Nitritos	NO2-	µg/l	<50	<50	>50	<50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.01	0.1	0.43	0.15
Turbidez		UNT	1.5	6.4	3.2	4.7
Conductividad		µS/cm	1227	266	926	604
Sólidos en Suspensión		ml/l	<0.1	<0.1	0.2	0.1
Residuo Seco		mg/l	1499	1136	813	610
Oxígeno Disuelto		mg/l	4.8	3.7	3.9	5.8
D.B.O.		mg/l	1.4	1.9	3.1	3.7
Bacteriológicos						
Coliformes Totales		N°/100ml	>11000	2100	290	4600
Coliformes Termotolerantes		N°/100ml	N C	N C	N C	N C

ARROYO SECO SOBRE RUTA N° 21

AGUA COLECTORA: ARROYO SECO

TOMA DE MUESTRA: PUENTES RUTA 21

Código de Referencia		**SEC 2**
Geo Referencia	S	33°08,236'
	O	60°31,130'

			FECHAS			
DETERMINACIONES		**UNIDADES**	**23-Oct**	**30-Oct**	**02-Nov**	**08-Nov**
Temperatura		°C	25	19	20	21
pH		UpH	8.53	7.68	8.17	8.03
Carbonatos	CO3=	mg/l	69.02	0	0	0
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	1019.06	279.43	820.43	593.72
Cloruros	CL-	mg/l	163.21	36.54	115.39	84.62
Fósforo	P	mg/l	1.14	0.56	0.79	0.73
Nitritos	NO2-	µg/l	<50	<50	>50	<50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.53	0.13	0.41	0.14
Turbidez		UNT	2.7	4.7	1.3	3.4

Conductividad	µS/cm	1239	260	907	600
Sólidos en Suspensión	ml/l	0.1	<0.1	0.2	0.4
Residuo Seco	mg/l	1077	853	802	617
Oxígeno Disuelto	mg/l	5.1	4	4	1.9
D.B.O.	mg/l	5.1	3.1	3.5	1.9
Bacteriológicos					
Coliformes Totales	N°/100ml	2100	1500	>11000	>11000
Coliformes Termotolerantes	N°/100ml	30	N C	200	N C

Como en todos los casos, los muestreos dejaron al descubierto la variabilidad de los parámetros considerados.

Resulta notoria la influencia de los mencionados factores sobre las condiciones del curso superficial, repitiéndose el no cumplimiento de las normativas vigentes respecto de las condiciones de vuelco de los efluentes industriales, como así también un uso desaprensivo del recurso que conlleva un desaprovechamiento de otras posibilidades de explotación del mismo relacionadas con el esparcimiento y las actividades deportivas, que se ven reducidas a una mínima expresión.

7.- Arroyo Pavón

Es el que colecta la cuenca más extensa entre los arroyos considerados en este trabajo, alcanzando una superficie de 3224 km^2, cruzando en dirección oeste – este un territorio predominantemente rural. Este arroyo está afectado en la cercanía de su desembocadura en el río Paraná por la creciente concentración urbana y fabril y recibe las aguas del arroyo El Sauce, de relativa importancia, y del canal Villa Constitución.

Los lugares de muestreo seleccionados fueron el puente sobre la Ruta Nacional N° 21, y un sector ubicado aproximadamente 2000 metros aguas abajo, cercano a un salto natural que queda incluido en una zona de características recreativas.

ARROYO PAVÓN – PUENTE SOBRE RUTA N° 21 – VISTA DE NEOPLAC

AGUA COLECTORA: ARROYO PAVON

TOMA DE MUESTRA: RUTA 21 PUENTE VIEJO

Código de Referencia		**PA 1**
Geo Referencia	S	33°13,437'
	O	60°25,138'

			FECHAS			
DETERMINACIONES		**UNIDADES**	**23-Oct**	**30-Oct**	**07-Nov**	**14-Nov**
Temperatura		°C	22	20	22	24
pH		UpH	8.69	8.37	8.76	8.72
Carbonatos	CO3=	mg/l	40.6	0	42.66	47.11
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	838.8	525.64	1049.23	1030.12
Cloruros	CL-	mg/l	208.87	76.93	273.08	298.09
Fósforo	P	mg/l	0.88	0.89	0.77	0.62
Nitritos	NO2-	µg/l	< 50	<50	<50	<50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.27	0.14	0.31	0.18
Turbidez		UNT	15	6.8	9.2	9.1
Conductividad		µS/cm	1342	545	1636	1600
Sólidos en Suspensión		ml/l	0.2	0.3	0.1	0.5

Residuo Seco	mg/l	1493	1183	1449	1641
Oxígeno Disuelto	mg/l	4.7	5	6.7	6.4
D.B.O.	mg/l	1.2	3.6	2.8	2
Bacteriológicos					
Coliformes Totales	N°/100ml	200	1200	4600	290
Coliformes Termotolerantes	N°/100ml	N C	N C	30	N C

ARROYO PAVÓN – CASCADA

AGUA COLECTORA: ARROYO PAVON

TOMA DE MUESTRA: CASCADA

Código de Referencia		**PA 2**
Geo Referencia	S	33°13,591'
	O	60°25,554'

			FECHAS			
DETERMINACIONES		UNIDADES	23-Oct	30-Oct	07-Nov	14-Nov
Temperatura		°C	23	20	22	23
pH		UpH	8.53	8.33	869	866
Carbonatos	CO3=	mg/l	33.7	0	50.22	54.66
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	881.02	541	1043.01	1026.56
Cloruros	CL-	mg/l	208.87	76.93	288.47	303.86
Fósforo	P	mg/l	0.87	0.96	0.47	0.57
Nitritos	NO2-	µg/l	< 50	< 50	< 50	< 50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.48	0.04	0.14	0.0095
Turbidez		UNT	14	7	8.4	8.4
Conductividad		µS/cm	1346	539	1655	1697
Sólidos en Suspensión		ml/l	0.1	0.2	< 0.1	0.2
Residuo Seco		mg/l	1368	1171	1610	1676
Oxígeno Disuelto		mg/l	4.5	3.9	612	6.4
D.B.O.		mg/l	0.2	2.3	2.7	1
Bacteriológicos						
Coliformes Totales		N°/100ml	2100	2400	430	430
Coliformes Termotolerantes		N°/100ml	140	N C	N C	N C

El lugar de muestreo considerado en segundo lugar se encuentra también aguas abajo de una industria productora de placas de aglomerado de madera.

Además, dada la importancia de la cuenca, el Pavón tiene notables variaciones en su aspecto, según cuál sea el agente externo que predomine en el momento. Así, pudieron detectarse en algún momento de la extracción de las muestras una notable cantidad de espuma, como también manchas de aspecto oleoso de origen desconocido, y en otros casos variación en la coloración por arrastre de material arcilloso.

Este curso de agua ha sufrido inclusive el cambio de su cauce debido a la acción del ser humano, que lo desvió para facilitar el desplazamiento entre sectores urbanizados cercanos a su desembocadura.

Se repite la variabilidad de los parámetros para cada una de las muestras, resultado de la influencia de la actividad antrópica, haciendo poco confiable el uso del

arroyo para actividades recreativas, a pesar de que posee sectores de singular atractivo que fácilmente podrían ser adaptados para ese fin.

8.- Canal Villa Constitución

Este curso superficial pertenece a la cuenca del arroyo Pavón, uniéndose a él en las cercanías del río Paraná. Tiene su origen en la zona suroeste, si se toma como referencia el arroyo antes mencionado y cruza una zona rural, internándose en sectores urbanizados de la ciudad de Villa Constitución, donde su cauce es de mayor relevancia que en su nacimiento.

Recibe también el nombre de arroyo Villa Constitución, y es influenciado por la presencia de basurales y el volcamiento de efluentes cloacales sin tratamiento, con relativamente escasa existencia de industrias que viertan en él sus efluentes líquidos.

Se determinaron como puntos de muestreo el cruce con un camino rural, aguas abajo de una instalación industrial destinada a la incineración de residuos patogénicos, y en su cauce inferior en las cercanías de un barrio de la ciudad.

ARROYO VILLA CONSTITUCIÓN – SECTOR URBANO
BARRIO IGUAZÚ

ARROYO VILLA CONSTITUCIÓN – SECTOR URBANO BARRIO IGUAZÚ

El sitio de muestreo en su curso inferior, que en la fotografía tiene las características de un vado, es en realidad un puente derrumbado sobre el cauce del arroyo que provoca una obstrucción notoria, pudiéndose observar el nivel que alcanza el agua cuando las precipitaciones pluviales son importantes, por la altura a que ha quedado adherida la resaca que arrastra a los postes existentes en el lugar, siendo también esto una muestra de que es utilizado para volcar en él residuos urbanos.

AGUA COLECTORA: ARROYO VILLA CONSTITUCION

TOMA DE MUESTRA: BARRIO IGUAZU (V.C.)

Código de Referencia		**VC 1**
Geo Referencia	S	33°13,244'
	O	60°21,005'

DETERMINACIONES		UNIDADES	FECHAS			
			23-Oct	30-Oct	07-Nov	14-Nov
Temperatura		°C	28	21	25	26
Ph		UpH	9.53	8.15	8.48	9.04
Carbonatos	CO3=	mg/l	48.72	0	0	35.55
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	550.54	122.9	207.01	448.89
Cloruros	CL-	mg/l	34	15.38	26.92	32.69
Fósforo	P	mg/l	0.87	0.51	0.47	0.31
Nitritos	NO2-	µg/l	<50	<50	<50	<50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.16	0.13	0.52	0.0095
Turbidez		UNT	2.7	8.4	8.8	2.3
Conductividad		µS/cm	502	80	133.2	355
Sólidos en Suspensión		ml/l	0	0.2	<0.1	<0.1
Residuo Seco		mg/l	489	577	180	264
Oxígeno Disuelto		mg/l	0	3.4	4.6	6.6
D.B.O.		mg/l	0	1.2	4.6	1.7
Bacteriológicos						
Coliformes Totales		N°/100ml	>11000	430	430	140
Coliformes Termotolerantes		N°/100ml	70	N C	N C	N C

ARROYO CONSTITUCIÓN CERCA ECOLOGY SYSTEMS

AGUA COLECTORA: ARROYO VILLA CONSTITUCION

TOMA DE MUESTRA: CAMINO RURAL (V.C.)

Código de Referencia		**VC 2**
Geo Referencia	S	33°17,496'
	O	60°23,479'

			FECHAS			
DETERMINACIONES		**UNIDADES**	**23-Oct**	**30-Oct**	**07-Nov**	**14-Nov**
Temperatura		°C	22	19	22	25
pH		UpH	8.33	7.7	7.93	8.54
Carbonatos	CO3=	mg/l	33.7	0	0	37.77
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	786.42	124.56	462.18	699.93
Cloruros	CL-	mg/l	34	11.54	34.62	211.55
Fósforo	P	mg/l	0.73	0.42	0.51	0.31
Nitritos	NO2-	µg/l	<50	<50	<50	>50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.07	0.37	0.57	0.55
Turbidez		UNT	1.7	8.5	6	4.6
Conductividad		µS/cm	629	124.9	311	944
Sólidos en Suspensión		ml/l	0	0.4	<0.1	0.1
Residuo Seco		mg/l	815	723	279	659
Oxígeno Disuelto		mg/l	5.5	4.1	6.3	6.9
D.B.O.		mg/l	0.1	2	3.5	2.1
Bacteriológicos						
Coliformes Totales		N°/100ml	2400	930	290	N C
Coliformes Termotolerantes		N°/100ml	430	N C	N C	N C

De resultas de la observación de los datos aportados por los análisis, surge que el comportamiento de este curso superficial de agua responde a las características de todos los anteriores, es decir modificado por factores exógenos que suponen un alto grado de contaminación.

Río Paraná:

Río de Sudamérica que nace en el sur de Brasil, en la confluencia de los ríos Grande y Paranaíba; fluye en dirección suroeste atravesando el borde oriental del Mato Grosso, tras lo cual sirve de frontera entre Brasil y Paraguay.

El río se desvía hacia el oeste, forma la frontera entre Paraguay y Argentina hasta su confluencia con el río Paraguay y fluye a continuación hacia el sur y el este a través de Argentina hasta unirse con el río Uruguay, para formar el estuario del río de la Plata, a través del cual desemboca en el océano Atlántico.

Tiene una longitud aproximada de 3.940 Km., de los cuales unos 1.610 Km. son navegables. El Paraná, junto con los ríos que desembocan en él, conforma la cuenca del Plata, uno de los principales sistemas hidrográficos de América del Sur, con una superficie de 3,1 millones de km^2, sólo superada por la cuenca del Amazonas. Su gran caudal permite en sus amplias zonas ribereñas una variada vegetación, que va desde las formaciones naturales de selva hasta la sabana.

Su desembocadura en el río de la Plata genera un delta en crecimiento constante, donde se cultivan cítricos y se desarrolla la industria maderera y turística. El Paraná descarga en El Plata una media de 17,3 millones de litros por segundo.

Para la realización de los muestreos se tomaron diversos puntos representativos del entorno Puerto General San Martín – Villa Constitución, los cuales fueron geo referenciados, y que pueden observarse en las fotografías siguientes.

RIO PARANA – ALTURA MINERA BAJO ALUMBRERA (PTO. GRAL. SAN MARTIN)

RIO PARANA – ALTURA MINERA BAJO ALUMBRERA (PTO. GRAL. SAN MARTIN)

RIO PARANA – ALTURA MINERA BAJO ALUMBRERA (PTO. GRAL. SAN MARTIN)

AGUA COLECTORA: RIO PARANA

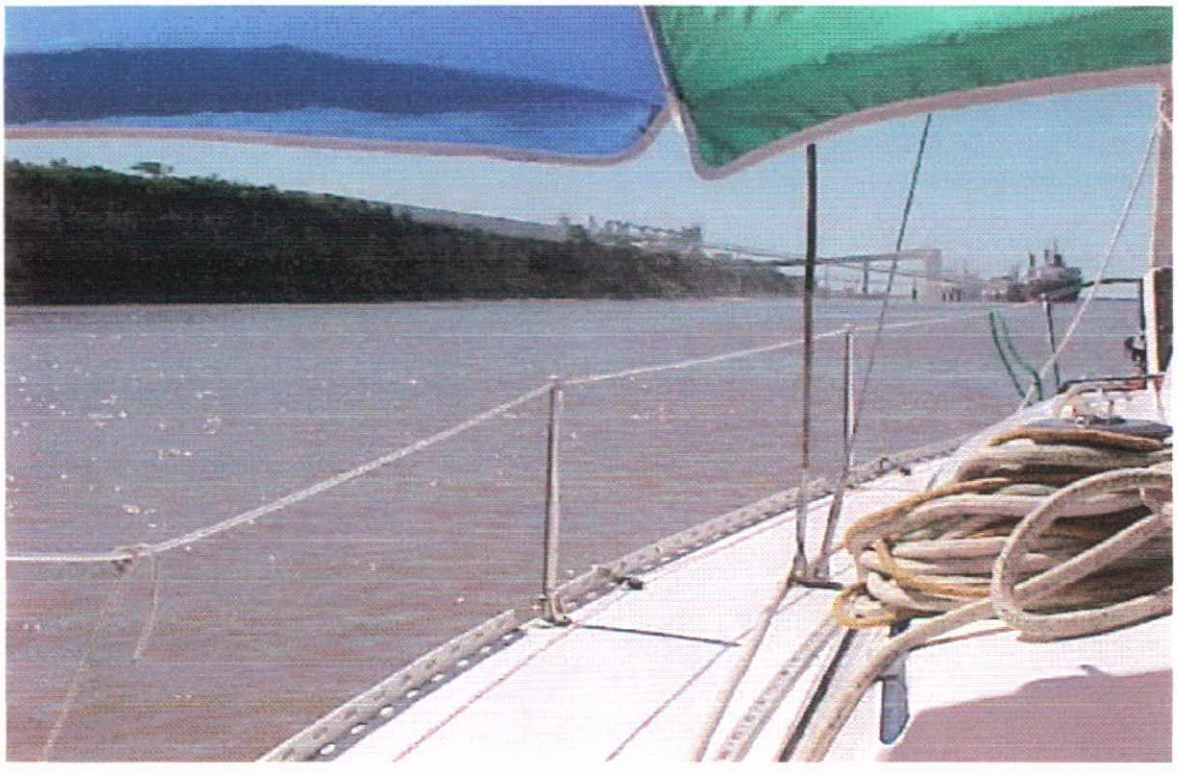
TOMA DE MUESTRA: MINERA BAJO ALUMBRERA (P.G.S.M.)

Código de Referencia		**RP 1**
Geo Referencia	S	32°38,43'
	O	60°44,58'

			FECHAS			
DETERMINACIONES		**UNIDADES**	**18-Oct**	**25-Oct**	**09-Nov**	**19-Nov**
Temperatura		°C	19	21	21	22
pH		UpH	8	7.77	7.15	7.74
Carbonatos	CO3=	mg/l	0	0	0	0
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	114.9	114.9	102.21	106.66
Cloruros	CL-	mg/l	50.52	63.15	48.08	61.54
Fósforo	P	mg/l	0.22	0.29	0.36	0.088
Nitritos	NO2-	µg/l	< 50	< 50	< 50	< 50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.55	0.44	< 0.0095	0.199
Turbidez		UNT	24	17	7.9	7.6
Conductividad		µS/cm	250	307	220	2.64

Sólidos en Suspensión	ml/l	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1
Residuo Seco	mg/l	1009	717	286	273
Oxígeno Disuelto	mg/l	5.9	5.2	6.6	7.3
D.B.O.	mg/l	2.4	2.6	2.1	1
Bacteriológicos					
Coliformes Totales	N°/100ml	930	>11000	750	11000
Coliformes Termotolerantes	N°/100ml	40	30	N C	N C

RIO PARANA – ALTURA PUNTA QUEBRACHO (PTO. GRAL. SAN MARTIN)



RIO PARANA – ALTURA PUNTA QUEBRACHO (PTO. GRAL. SAN MARTIN)

RIO PARANA – ALTURA PUNTA QUEBRACHO (PTO. GRAL. SAN MARTIN)

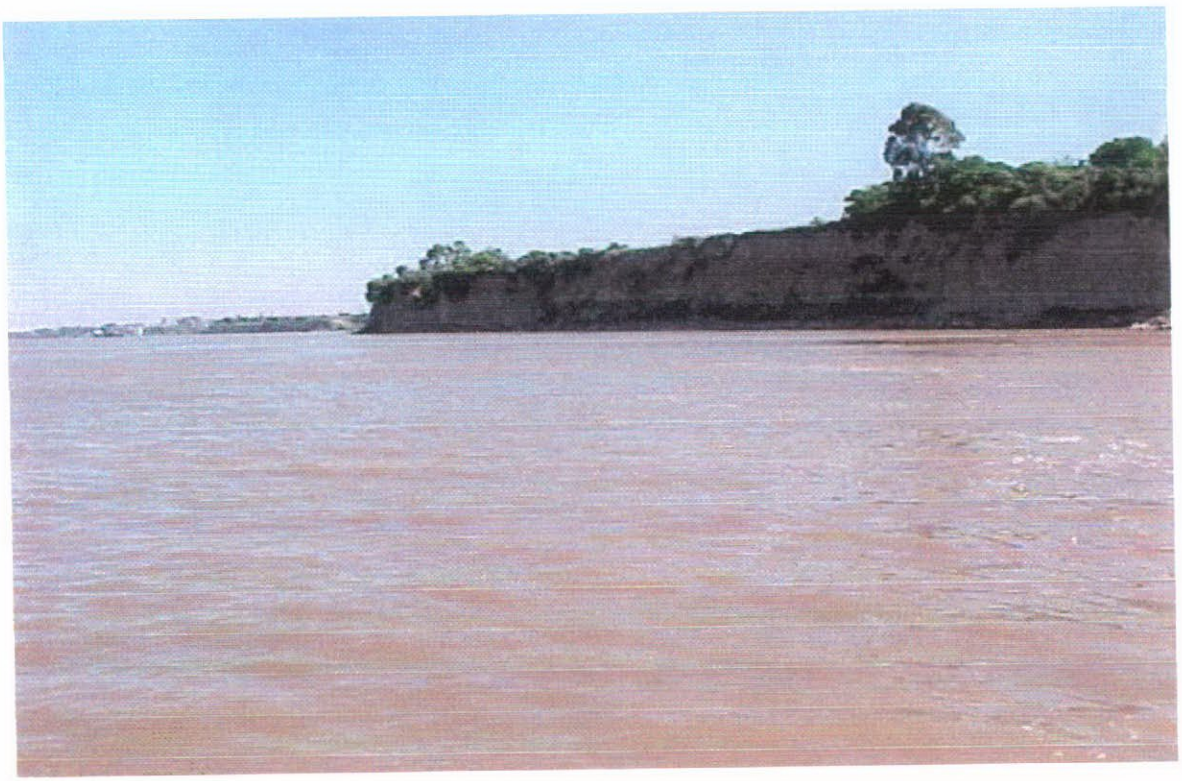
AGUA COLECTORA: RIO PARANA

TOMA DE MUESTRA: PUNTA QUEBRACHO (P.G.S.M.)

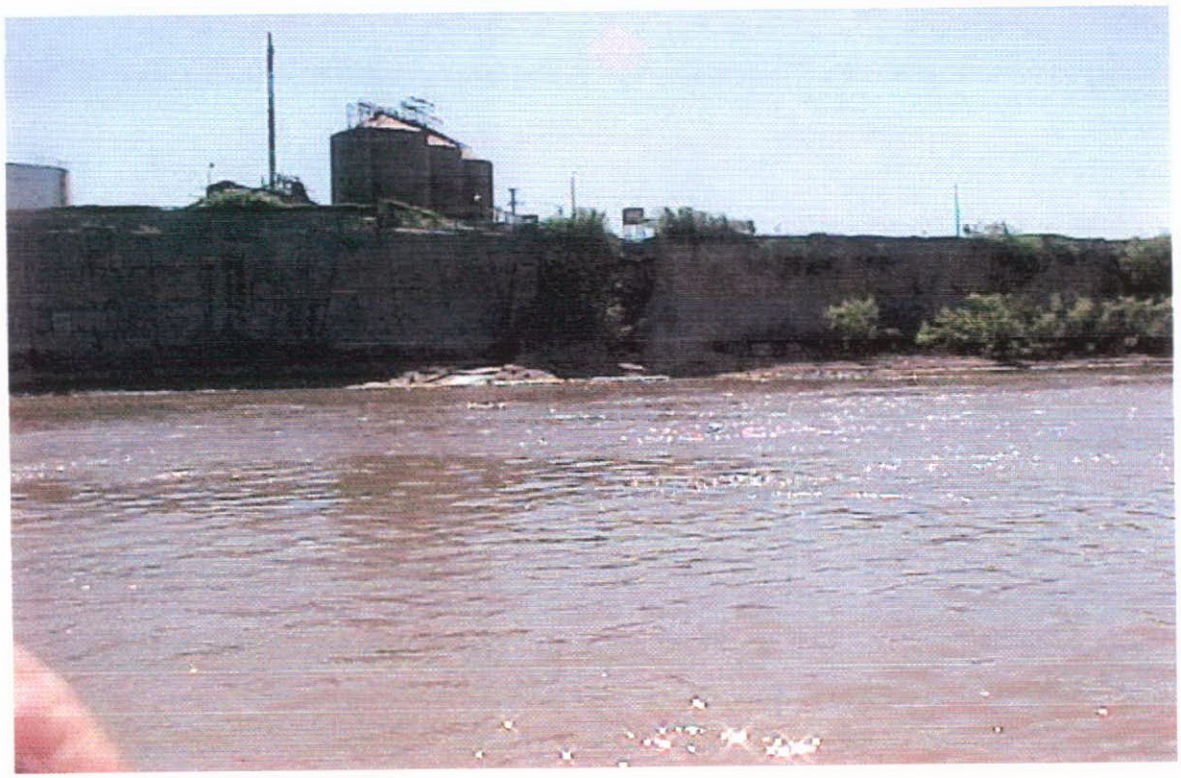
Código de Referencia		**RP 2**
Geo Referencia	S	32°40,08'
	O	60°43,70'

			FECHAS			
DETERMINACIONES		**UNIDADES**	**18-Oct**	**25-Oct**	**09-Nov**	**19-Nov**
Temperatura		°C	20	21	21	22
pH		UpH	7.93	7.69	7.36	7.34
Carbonatos	CO3=	mg/l	0	0	0	0
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	118.96	112.06	103.54	103.54
Cloruros	CL-	mg/l	49.54	60.23	51.92	65.39
Fósforo	P	mg/l	0.32	0.046	0.32	0.066
Nitritos	NO2-	µg/l	< 50	< 50	< 50	< 50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.51	0.48	0.03	0.1
Turbidez		UNT	22	17	8	7.8
Conductividad		µS/cm	263	301	229	280
Sólidos en Suspensión		ml/l	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1
Residuo Seco		mg/l	914	524	282	288
Oxígeno Disuelto		mg/l	5.6	5	6.2	7.5
D.B.O.		mg/l	2.4	2.5	2.2	0.7
Bacteriológicos						
Coliformes Totales		N°/100ml	4800	40	2400	930
Coliformes Termotolerantes		N°/100ml	N C	N C	N C	N C

RIO PARANA – ALTURA A.C.A. (SAN LORENZO)



RIO PARANA – ALTURA A.C.A. (SAN LORENZO)



RIO PARANA – ALTURA A.C.A. (SAN LORENZO)

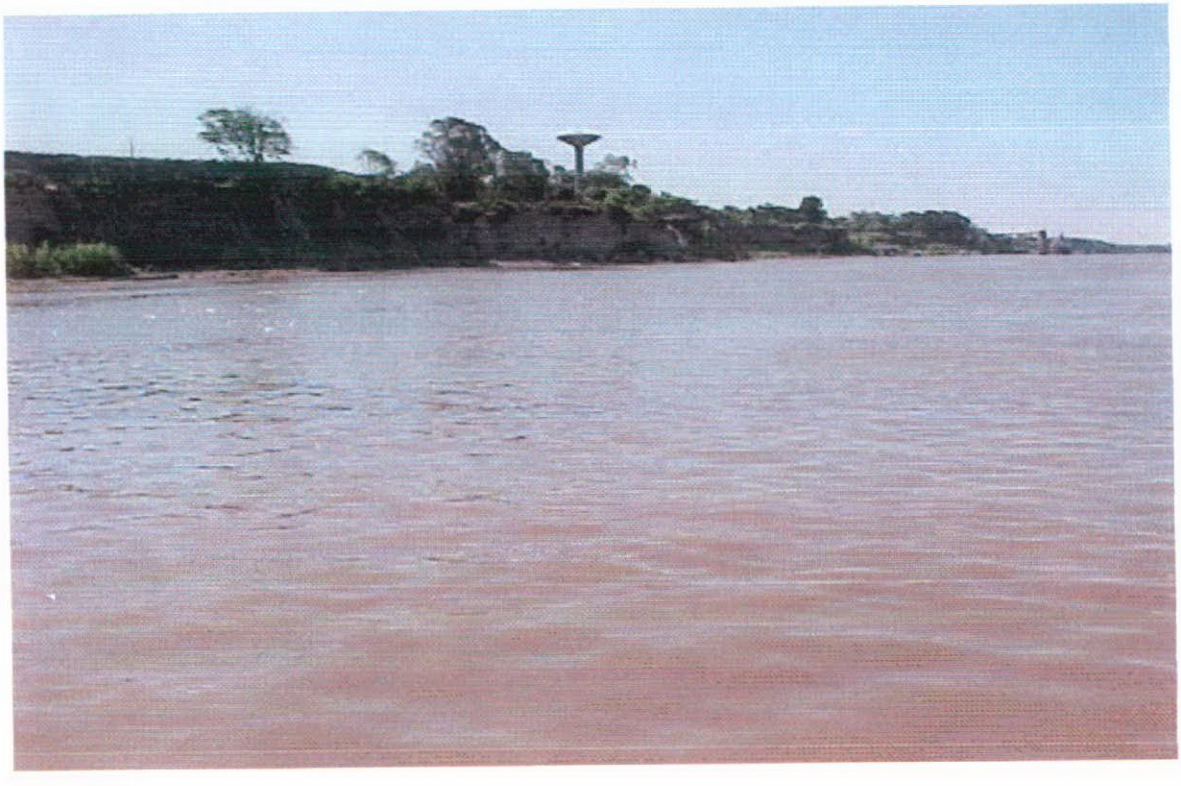
RIO PARANA – ALTURA A.C.A. (SAN LORENZO)

AGUA COLECTORA: RIO PARANA

TOMA DE MUESTRA: A.C.A. (SAN LORENZO)

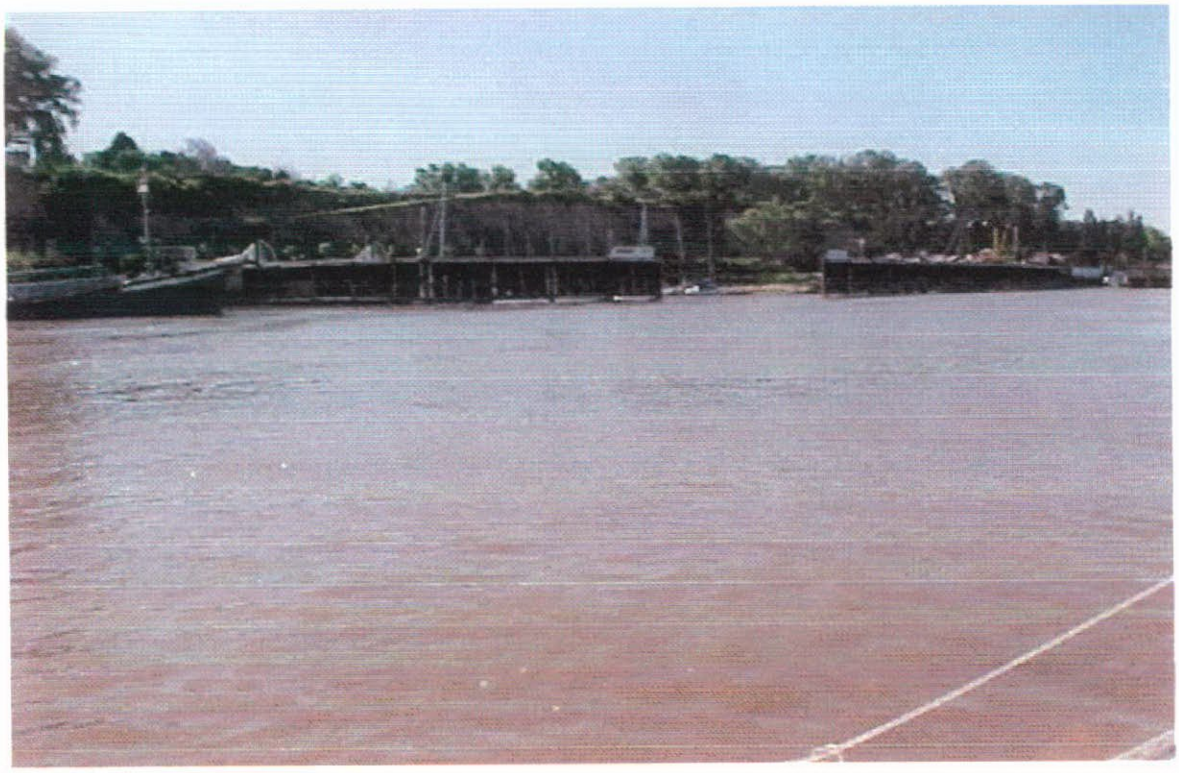
Código de Referencia		**RP 3**
Geo Referencia	S	32°44,24'
	O	60°43,59'

			FECHAS			
DETERMINACIONES		**UNIDAD**	**18-Oct**	**25-Oct**	**09-Nov**	**19-Nov**
Temperatura		°C	20	21	21	22
pH		UpH	7.84	7.74	7.8	7.78
Carbonatos	CO3=	mg/l	0	0	0	0
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	128.3	121.8	95.99	103.54
Cloruros	CL-	mg/l	78.3	62.17	50	59.62
Fósforo	P	mg/l	0.18	< 0.054	0.25	0.066
Nitritos	NO2-	µg/l	< 50	< 50	< 50	< 50
Nitratos	NO3-	mg/l	1.16	0.25	0.11	0.1
Turbidez		UNT	20	15	7.8	8.6
Conductividad		µS/cm	366	298	232	277
Sólidos en Suspensión		ml/l	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1
Residuo Seco		mg/l	866	660	388	381
Oxígeno Disuelto		mg/l	5.8	5.6	6.1	7.7
D.B.O.		mg/l	2.6	3.1	2.2	0.8
Bacteriológicos						
Coliformes Totales		N°/100ml	4800	70	2100	430
Coliformes Termotolerantes		N°/100ml	N C	N C	N C	N C



RIO PARANA – ALTURA SULFACID (FRAY LUIS BELTRAN)

RIO PARANA – ALTURA SULFACID (FRAY LUIS BELTRAN)



RIO PARANA – ALTURA SULFACID (FRAY LUIS BELTRAN)

AGUA COLECTORA: RIO PARANA

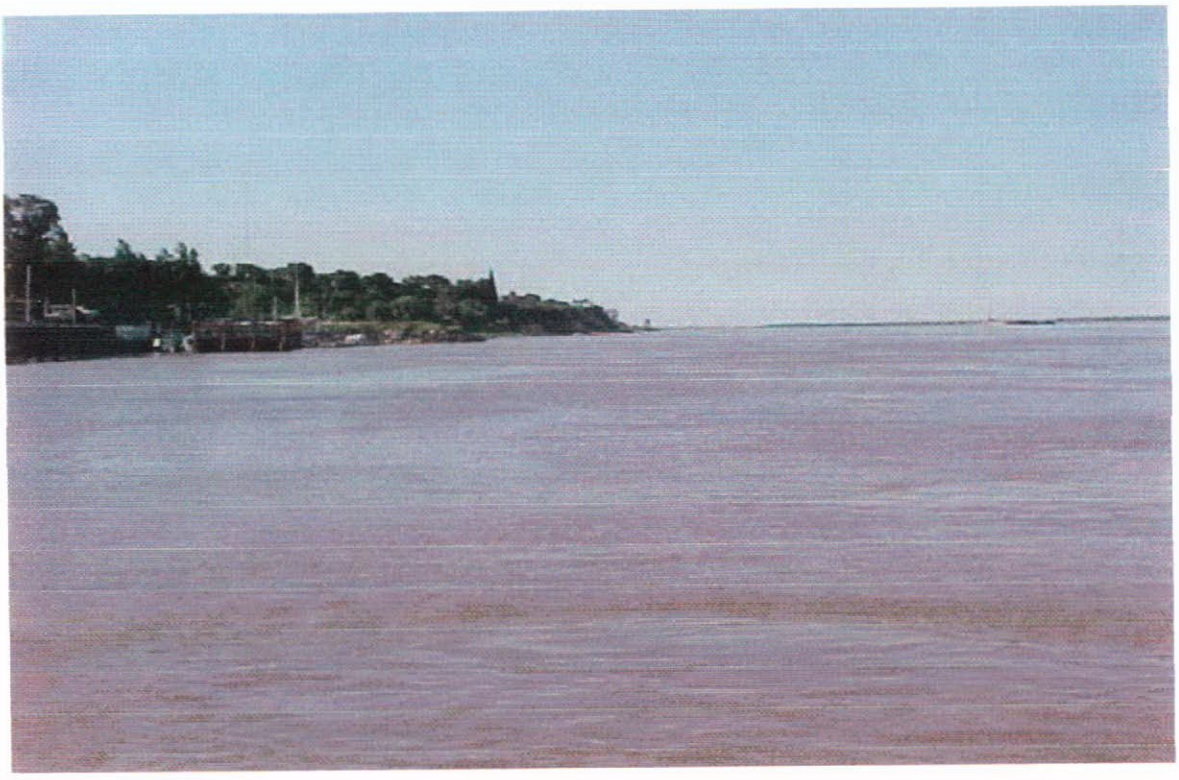
TOMA DE MUESTRA: SULFACID (F.L.B.)

Código de Referencia		**RP 4**
Geo Referencia	S	32°47,45'
	O	60°42,70'

			FECHAS			
DETERMINACIONES		**UNIDADES**	**18-Oct**	**25-Oct**	**09-Nov**	**19-Nov**
Temperatura		°C	20	21	21	22
pH		UpH	7.92	7.67	7.7	7.66
Carbonatos	CO3=	mg/l	0	0	0	0
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	135.2	105.56	100.43	103.54
Cloruros	CL-	mg/l	60.23	55.37	51.92	63.46
Fósforo	P	mg/l	0.2	<0.054	0.53	0.01
Nitritos	NO2-	µg/l	<50	<50	<50	<50

Nitratos NO3-	mg/l	0.14	<0.0095	<0.0095	0.095
Turbidez	UNT	20	14	8	8.1
Conductividad	µS/cm	293	268	243	277
Sólidos en Suspensión	ml/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Residuo Seco	mg/l	937	529	349	242
Oxígeno Disuelto	mg/l	6	5.17	6.3	7.5
D.B.O.	mg/l	2.6	3.7	2.2	0.8
Bacteriológicos					
Coliformes Totales	N°/100ml	11000	200	4600	280
Coliformes Termotolerantes	N°/100ml	30	N C	N C	N C

RIO PARANA – ALTURA GRANADERO BAIGORRIA



RIO PARANA – ALTURA GRANADERO BAIGORRIA

RIO PARANA – ALTURA GRANADERO BAIGORRIA

AGUA COLECTORA: RIO PARANA

TOMA DE MUESTRA: BAJADA LISANDRO DE LA TORRE (GDRO. BAIGORRIA)

Código de Referencia		**RP 5**
Geo Referencia	S	32°51,153'
	O	60°41,557'

			FECHAS			
DETERMINACIONES		**UNIDADES**	**23-Oct**	**30-Oct**	**09-Nov**	**19-Nov**
Temperatura		°C	20	24	21	22
Ph		UpH	7.64	8	7.4	7.46
Carbonatos	CO3=	mg/l	0	0	0	0
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	89.32	117.5	102.21	109.32
Cloruros	CL-	mg/l	45.66	63.46	50	73.08
Fósforo	P	mg/l	0.36	0.17	0.36	0.066
Nitritos	NO2-	µg/l	<50	<50	<50	<50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.4	<0.0095	<0.0095	0.12
Turbidez		UNT	12	12	8	8.2
Conductividad		µS/cm	193	282	241	293
Sólidos en Suspensión		ml/l	<0.1	<0.1	0.2	0.2
Residuo Seco		mg/l	336	837	274	273
Oxígeno Disuelto		mg/l	5.7	3.9	7.4	7.5
D.B.O.		mg/l	2.6	1.3	3.9	1
Bacteriológicos						
Coliformes Totales		N°/100ml	1500	210	930	>11000
Coliformes Termotolerantes		N°/100ml	40	60	N C	N C

RIO PARANA – ALTURA ESTACION FLUVIAL (ROSARIO)

AGUA COLECTORA: RIO PARANA

TOMA DE MUESTRA: ESTACION FLUVIAL (ROSARIO)

Código de Referencia		**RP 6**
Geo Referencia	S	32°57,129'
	O	60°37,345'

			FECHAS			
DETERMINACIONES		**UNIDADES**	**23-Oct**	**30-Oct**	**14-Nov**	**20-Nov**
Temperatura		°C	20	25	21	21
pH		UpH	7.64	7.8	8.3	7.47
Carbonatos	CO3=	mg/l	0	0	0	0
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	95.65	107.95	97.77	102.21
Cloruros	CL-	mg/l	39.63	53.85	63.46	61.54
Fósforo	P	mg/l	0.5	0.18	0.14	0.088
Nitritos	NO2-	µg/l	<50	<50	<50	<50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.49	<0.0095	0.1	0.29
Turbidez		UNT	12	10	9	7.1

Conductividad	µS/cm	196	257	298	268
Sólidos en Suspensión	ml/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Residuo Seco	mg/l	362	728	290	224
Oxígeno Disuelto	mg/l	5.3	5.2	5.4	7.3
D.B.O.	mg/l	2	2.2	2.4	4
Bacteriológicos					
Coliformes Totales	N°/100ml	210	430	>11000	>11000
Coliformes Termotolerantes	N°/100ml	70	40	90	N C

RIO PARANÁ ALTURA FRIGORÍFICO PALADINI

AGUA COLECTORA: RIO PARANA

TOMA DE MUESTRA: FRIGORIFICO PALADINI (V.G.G.)

Código de Referencia		**RP 7**
Geo Referencia	S	33°01,144'
	O	60°35,780'

		FECHAS			
DETERMINACIONES	**UNIDADES**	**23-Oct**	**30-Oct**	**14-Nov**	**20-Nov**
Temperatura	°C	20	25	21	21

pH	UpH	7.2	7.86	8.45	7.47
Carbonatos CO3=	mg/l	0	0	0	0
Bicarbonatos CO3H -	mg/l	99.88	124.56	111.1	102.21
Cloruros CL-	mg/l	38.86	67.31	71.16	61.54
Fósforo P	mg/l	0.61	0.22	0.18	0.088
Nitritos NO2-	µg/l	<50	<50	<50	<50
Nitratos NO3-	mg/l	0.29	<0.0095	<0.0095	0.29
Turbidez	UNT	14	9.3	9.5	7.1
Conductividad	µS/cm	199	268	322	268
Sólidos en Suspensión	ml/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Residuo Seco	mg/l	368	805	366	224
Oxígeno Disuelto	mg/l	5.4	4.4	5.5	7.3
D.B.O.	mg/l	1.2	1.7	1.6	4
Bacteriológicos					
Coliformes Totales	N°/100ml	>11000	1500	11000	4600
Coliformes Termotolerantes	N°/100ml	70	30	N C	60

RÍO PARANÁ
DESEMBOCADURA
ARROYO SECO

RÍO PARANÁ – DESEMBOCADURA ARROYO SECO
CEREALERAS DREYFUS Y TRADIGRAIN

AGUA COLECTORA: RIO PARANA

TOMA DE MUESTRA: DESEMBOCADURA ARROYO SECO

Código de Referencia		**RP 8**
Geo Referencia	S	33°07,728'
	O	60°30,462'

			FECHAS			
DETERMINACIONES		**UNIDADES**	**30-Oct**	**07-Nov**	**14-Nov**	20-Nov
Temperatura		°C	24	24	25	24
pH		UpH	8.12	8.1	8.1	8.10
Carbonatos	CO3=	mg/l	0	0	0	0

Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	130.49	119.99	144.87	131.55
Cloruros	CL-	mg/l	61.54	48.08	65.39	58,33
Fósforo	P	mg/l	0.22	0.25	0.17	0.21
Nitritos	NO2-	µg/l	<50	<50	<50	<50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.06	0.08	<0.0095	0.07
Turbidez		UNT	8.7	10	8.3	9.1
Conductividad		µS/cm	267	279	334	293
Sólidos en Suspensión		ml/l	<0.1	<0.1	0	<0.1
Residuo Seco		mg/l	877	267	274	283
Oxígeno Disuelto		mg/l	3.7	5.5	5.4	4.9
D.B.O.		mg/l	1.4	0.1	0.9	0.8
Bacteriológicos						
Coliformes Totales		N°/100ml	1500	530	210	210
Coliformes Termotolerantes		N°/100ml	60	N C	N C	NC

RÍO PARANÁ – VILLA CONSTITUCIÓN – PLANTA ACINDAR

AGUA COLECTORA: RIO PARANA

TOMA DE MUESTRA: ACINDAR (VILLA CONSTITUCION)

Código de Referencia		**RP 9**
Geo Referencia	S	33°14,946'
	O	60°17,351'

			FECHAS			
DETERMINACIONES		**UNIDADES**	**23-Oct**	**30-Oct**	**07-Nov**	**14-Nov**
Temperatura		°C	23	23	24	24
pH		UpH	8.1	7.97	8.06	7.98
Carbonatos	CO3=	mg/l	0	0	0	0
Bicarbonatos	CO3H -	mg/l	86.48	100.9	104.88	97.77
Cloruros	CL-	mg/l	41.77	50	67.31	50
Fósforo	P	mg/l	0.13	0.19	0.23	0.16
Nitritos	NO2-	µg/l	<50	<50	<50	<50
Nitratos	NO3-	mg/l	0.26	0.02	0.09	0.04
Turbidez		UNT	11	8.6	7.8	9
Conductividad		µS/cm	166	191.4	204	219
Sólidos en Suspensión		ml/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Residuo Seco		mg/l	663	302	248	138
Oxígeno Disuelto		mg/l	4.1	3.6	6.4	6.3
D.B.O.		mg/l	0.1	0.9	0.1	1.6
Bacteriológicos						
Coliformes Totales		N°/100ml	2900	4600	1200	11000
Coliformes Termotolerantes		N°/100ml	150	N C	N C	N C

Teniendo en cuenta la importante concentración industrial existente sobre la zona costera, era dable esperar que en los resultados se encontrasen alteraciones de magnitud. Sin embargo no fue así, por lo menos en lo concerniente a los parámetros químicos, lo que puede deberse a que las muestras fueron extraídas a distancias de 60 a 90 metros de la orilla, concluyéndose que el mayor grado de impacto de la acción antrópica está en el área costera, no quitando que aparezcan manchas de petróleo o sustancias oleosas de importancia en la zona del canal, que en algunos casos provocan la detención de las plantas potabilizadoras de Fray Luis Beltrán y Rosario.

Conclusiones de los resultados

Los resultados de los análisis se compararon con las "Normas de calidad de fuentes superficiales destinadas a potabilización por procesos convencionales", Anexo 3 de la Ley Provincial N° 1220 de creación del Ente Regulador de Servicios Sanitarios, lo que permite establecer las siguientes conclusiones:

Arroyo San Lorenzo: Sobre un total de 16 muestras (en diferentes sitios y momentos), los valores de pH superaron los máximos tolerables en 6 oportunidades, los de cloruros lo hicieron dos veces, el fósforo en 8 ocasiones, los valores de oxígeno disuelto estuvieron fuera de norma 4 veces y la DBO en una oportunidad, mientras que los coliformes totales superaron el límite máximo en 2 ocasiones.

Arroyo Ludueña: sobre 12 muestras, en diferentes sitios y momentos, el pH superó el límite establecido en 4 oportunidades, los cloruros en 7, los resultados del fósforo en 8 ocasiones, el oxígeno disuelto se encontró fuera de los márgenes establecidos por la ley 7 veces y los valores de DBO resultaron fuera de norma en una oportunidad.

Canal Ibarlucea: sobre un total de 4 muestras realizadas en un solo lugar y en diferentes momentos, los valores del fósforo superaron el límite máximo en 2 ocasiones, los resultados del oxígeno disuelto se hallaron fuera de norma en 4, mientras que la DBO y los coliformes totales superaron el máximo una vez cada uno.

Arroyo Saladillo: sobre 12 muestras en distintos sitios y momentos, los valores de pH superaron la norma en 4 muestreos, los de cloruro y fósforo lo hicieron en 10 oportunidades, el oxígeno disuelto se encontró fuera de los valores establecidos en 6 ocasiones y el número de coliformes totales superó el máximo en una muestra.

Arroyo Frías: El pH de una muestra superó el máximo establecido en la Ley y el resultado de la concentración de fósforo superó la norma 4 veces, en el oxígeno disuelto los valores hallados en 5 muestras estuvieron fuera del margen legislado, la DBO superó una vez el límite establecido, al igual que el número de coliformes totales.

Arroyo Seco: sobre un total de 8 muestras en diferentes sitios y momentos, el pH superó en una vez el límite establecido y el fósforo lo hizo en dos ocasiones, mientras que el oxígeno disuelto hallado en 7 muestras no estuvo dentro de lo establecido y la DBO no lo hizo en un caso. El recuento de coliformes totales superó la norma en 3 ocasiones.

Arroyo Pavón: de 8 muestras tomadas en distintos sitios y momentos, 6 tuvieron un pH por sobre el máximo establecido, 4 superaron los límites de cloruro, 5 los de la concentración de fósforo, el oxígeno disuelto hallado en tres muestras se encontró fuera del rango legislado, mientras que la DBO arrojó valores adecuados.

Canal Villa Constitución: sobre 8 muestras en distintos sitios y momentos, el pH superó la normativa en 4 oportunidades, la concentración de fósforo lo hizo en dos, el oxígeno disuelto se halló fuera de norma en 3 muestras y el número de coliformes totales en una oportunidad.

Conclusión sobre los arroyos: Puede afirmarse que de acuerdo a lo expresado para cada arroyo y según la Ley N° 11.220, las aguas de ninguno de ellos están en condiciones de ser potabilizadas por procesos convencionales.

Valores establecidos en el Anexo 3 :

PARÁMETROS	LÍMITE MÁXIMO TOLERABLE
6,5 < pH < 8,5	Cloruros: 250 mg/l
Fósforo: 0,7 mg/l P_2O_5	Oxígeno disuelto: > 5,0 mg/l O_2
Demanda Bioquím. de Oxígeno (DBO): 5,0 mg/l O_2	Nitratos: 45 mg/l NO_3^-
Coliformes totales: NMP por 100 ml (tubos múltiples): 5.000	Coliformes fecales: NMP por 100 ml (tubos múltiples): 5.000

Río Paraná: aquí fueron analizadas 36 muestras provenientes de diferentes sitios y en distintos momentos. Contrariamente a lo que sucede con todos los arroyos, debido a su

mayor caudal y capacidad de oxidación, el agua puede ser potabilizada por procesos convencionales. Solamente algunas muestras puntuales revelaron que el máximo de coliformes totales superó el valor establecido.

RECURSO AIRE

EL MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Es frecuente que los objetivos del monitoreo de la calidad del aire cambien con el tiempo y las circunstancias. Los objetivos de monitoreo de la calidad del aire serán:

- ✓ Determinar las necesidades del control de la contaminación en los niveles actuales o proyectados de la calidad del aire.
- ✓ Verificar la efectividad de las medidas de control.
- ✓ Comprobar el cumplimiento de las normas.
- ✓ Informar al público sobre el estado de la calidad del aire.
- ✓ Activar las medidas de contingencia cuando se requiera.
- ✓ Brindar datos para elaborar modelos de calidad del aire.
- ✓ Evaluar inventarios de emisiones y modelos de predicción de calidad del aire.
- ✓ Evaluar la influencia de la contaminación del aire sobre la salud y el ambiente.
- ✓ Proveer datos a los modelos de dosis-respuesta que evalúan la exposición de la población y el ecosistema.
- ✓ Detectar el transporte de largo alcance de los contaminantes.
- ✓ Monitorear la acumulación de contaminantes totales en la atmósfera.

Obviamente los mismos objetivos no se aplican a todos los contaminantes ni a todos los sitios de monitoreo en una misma ciudad. De acuerdo a los objetivos establecidos se puede diseñar una red de monitoreo, para lo cual se deben seleccionar los gases y

fracciones de material particulado a estudiar. La elección de estos contaminantes deberá basarse en los resultados de un diagnóstico que evalúe en forma previa los casos de contaminación del aire de la zona estudiada. Los métodos para el monitoreo de la calidad del aire se elegirán de acuerdo a los objetivos pudiendo seguirse las recomendaciones de la OMS publicadas en el libro "Introducción al Monitoreo Atmosférico" de Ana Patricia Martínez e Isabelle Romieu que se encuentra en el sitio web del CEPIS (www.cepis.ops-oms.org) y que fue publicado por ECO/OPS en México, 1997, ISBN 92-75-3222326. Una vez seleccionada la zona de monitoreo se deberán precisar los sitios representativos del área según ésta sea industrial, comercial o residencial y seleccionar los tiempos de muestreo y técnicas de análisis según las leyes y/o ordenanzas vigentes. Un aspecto importante en la selección de las técnicas de análisis a emplear para cada contaminante es la posibilidad de utilizar aquéllas que suministren resultados fidedignos y que permitan comparar los resultados obtenidos con los de otros sitios y laboratorios.

EL ROL DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN Y LAS REDES DE MONITOREO

La protección del aire incluye una valoración objetiva de la calidad del aire por medición de la inmisión atmosférica (por la autoridad pública) y acciones para contener la emisión producida por actividades antropogénicas (industriales y no industriales).

Para valorar el control y su eficiencia es importante correlacionar la emisión atmosférica con su respectiva inmisión. Los modelos de correlación se pueden basar en formulaciones teóricas o mediante experimentación. Pueden evaluarse las contribuciones de diversos sistemas productivos, estimando la evolución de la contaminación al variar el régimen de marcha de una o diversas actividades coexistentes. Los matemáticos de base teórica tienden a sobreestimar la caída del contaminante y al introducirlos en la simulación, de un modo simplificado, resalta fenómenos muy complejos. Como es inevitable recurrir a estos modelos, siempre debe

tenerse en cuenta el grado de confiabilidad y sus limitaciones. Los modelos experimentales en escala estudian la relación emisión/inmisión mediante prototipos de galerías de viento, canales de agua, etc. Se analizan dimensionalmente los fenómenos y se identifican los parámetros que hacen a la dispersión atmosférica del contaminante. Las mejores correlaciones emisión/inmisión se obtienen por trabajos de campo, usando redes de monitoreo meteorológico - químico, cuya complejidad dependerá de los fines.

Los modelos de correlación emisión/inmisión se clasifican en:

Modelos matemáticos: se basan en ecuaciones teóricas, aproximaciones gaussianas, análisis estadísticos de series históricas y en datos de monitoreo de aire.

Modelos experimentales en escala por túnel de viento y canales de agua.

Modelos experimentales de campo por monitoreo de período corto itinerante.

Si el tiempo utilizado por el modelo es breve, el costo será moderado y la confianza regular; cuanto mayor tiempo se dedique al modelado el costo será mayor pero la confianza crecerá. No hay un modelo simple de relación emisión / inmisión ya que ésta se complica si se desea relacionar la emisión con las normas de calidad de aire. Con los límites de calidad de aire se pretende impedir el efecto de los contaminantes en un amplio espectro de tiempo que garantice la calidad de aire.

Limitaciones de los modelos teóricos:

Los modelos teóricos s0n para condiciones de régimen de emisión permanente y lugares planos, no teniendo en cuenta la concentración de fondo, la inicial del contaminante en el seno del efluente ni la extensión de la emisión. La misma se supone puntiforme. La poca certeza de los métodos se relaciona con la valoración del coeficiente de difusión de la emisión cuando se considera puntiforme; el valor máximo de concentración de inmisión depende más del caudal del contaminante que de la concentración del mismo en el seno del efluente (supuesta infinitamente grande al

origen). Esto indicaría que, teóricamente, la dilución inicial del efluente no aportaría mejoras en el tema de la inmisión. Esta conclusión, tan lejana de la realidad, sólo sirve para inmisiones en zonas muy lejanas al contaminante, pero no cerca del mismo.

Los modelos matemáticos poseen los siguientes puntos débiles:

- ✓ El viento de la fuente al receptor se supone constante en dirección e intensidad.
- ✓ Las condiciones de turbulencia se suponen constantes y homogéneas.
- ✓ Se supone que el contaminante no sufre transformaciones químico-físicas y que avanza totalmente en reflejo del suelo.
- ✓ El terreno se supone plano y desprovisto de obstáculos.
- ✓ La dispersión de la emisión siempre se debe al viento.
- ✓ La concentración inicial en el seno del efluente es infinitamente grande.
- ✓ La inmisión en un punto, debido a diversas fuentes, es adicionable aritméticamente.

Los modelos matemáticos "ad hoc" relacionan emisión atmosférica con inmisión en períodos largos de tiempo. Estos modelos combinan resultados meteoanemológicos y los confronta con los estándares de calidad. El modelo calcula valores diarios de concentración para situaciones meteoanemológicas definidas dando media aritmética, mediana y porcentiles de valores en determinado período, su base es estadística, tiene en cuenta velocidad, dirección del viento y estabilidad atmosférica. En primer lugar se caracterizan los datos geométrica, meteorológica y estadísticamente los valores, indagando dieciséis sectores de proveniencia del viento (22,5º sexagesimales) con seis velocidades del mismo según el régimen anemológico de acuerdo al equilibrio atmosférico. Utilizando datos meteoanemólogicos locales se evalúan teóricamente todas las situaciones de inmisión de acuerdo a emisiones de sistemas polisurgentes. Tomando un punto particular se puede obtener una lista ordenada de valores de concentración calculados de acuerdo a la frecuencia de recurrencia. Entonces al

representar los resultados en un mapa de concentraciones, isoconcentraciones, se muestra el punto estudiado, la zona expuesta, relevando diversos puntos por día. También puede trazarse una curva de isoconcentración de los puntos en que se registran valores de la media aritmética diaria, calculada sobre una base anual. Otras pueden ser isoconcentraciones en puntos en días diferentes de punto a punto, se registran los valores máximos de las concentraciones medias diarias luego de un período de tiempo (mes, bimestre, año, etc.). En algunas áreas expuestas se registran y calculan, los máximos absolutos de concentraciones en un punto singular y que representa el "punto de inmisión", generalmente de breve duración para evaluar un arco temporal diario. Estas diversas localizaciones son condiciones importantes dentro de las mediciones. El empleo de redes de monitoreo meteoquímico consiste en una serie de datos "de campo" (concentraciones instantáneas, medias, medianas o percentiles) de un punto geométrico determinado expuesto a la emisión atmosférica.

Se trata de representar valores discretos que no dan curvas de isoconcentraciones, siendo sus resultados menos expresivos e inmediatos. No obstante es posible trasladar los resultados a curvas de isoconcentraciones experimentales, análogas a las teóricas. Al comparar los resultados obtenidos de las redes de monitoreo con los de modelos teóricos se ve el carácter de confiabilidad moderada de estos últimos. Esto indica que no debe sobreestimarse a los modelos basados solo en el cálculo sino considerar las mediciones como parámetros de control de aquéllos. El empleo de redes de monitoreo meteorológico-químicas brinda elementos para la prevención de situaciones críticas de inmisión. Esta prevención se refiere a situar las mismas dentro de los límites de las leyes y corroborar el hecho de los niveles de queja de la zona afectada, definiendo, si es necesario, niveles de alarma y emergencia que protejan la salud de la comunidad.

Determinación del modelo de simulación a emplear

El modelado matemático utilizado se basó en el empleo del modelo Screen3 en su versión en castellano (Screen3s), cuyas características y las particularidades de la zona sur de Santa Fe lo posicionan mejor que el modelo propuesto en el proyecto en que se establece un método primitivo de cálculo y un modelo inadecuado a los contaminantes de nuestra región. Las ecuaciones de Cramer y Holland se utilizaron durante la década del '70 para trabajar con modelos matemáticos de elevación de pluma y dispersión para quema de combustibles fósiles en centrales eléctricas, debido a la preocupación europea y norteamericana por los óxidos de azufre. Nuestra realidad presenta una combinación de combustibles una multiplicidad de empresas que en sus procesos de producción emiten efluentes gaseosos diferentes al dióxido de azufre, por lo que el empleo de Cramer y Holland no es adecuado, ya que durante los casi treinta años que transcurrieron desde su implementación, se han desarrollado versiones sucesivas de modelos de simulación para la dispersión de contaminantes atmosféricos con mejoras notables en la predicción de concentraciones de los contaminantes a nivel del suelo y que permiten diagramar áreas que deberán monitorearse con preferencia. La selección de Screen3s se debió a la escasa información meteorológica que posee la zona en estudio, por lo cual no se aplican modelos más elaborados y precisos, que requieren datos no disponibles (Ej. temperaturas cada 10 m y altura de la capa de nubes en cada sitio de emisión). El criterio de seleccionar un modelo más simple obedece, a que los resultados que se obtengan con él sean confiables como para fijar áreas de protección en base a sus resultados y determinar sitios de monitoreo.

Para más detalles sobre el modelo seleccionado se adjunta en anexo el manual de uso del mismo y ejemplos de las simulaciones para condiciones generales y las de estabilidad de los días de toma de muestras. Es importante aclarar que al no haber disposiciones legales que exijan un monitoreo de emisiones gaseosas en el ámbito industrial por parte de la Provincia muchas empresas no conocen las características de

sus efluentes gaseosos, salvo las que en razón de pedir certificación ambientales internacionales instalan instrumentos de medición de parámetros tales como temperatura y caudal, a la vez que analizan los efluentes gaseosos más importantes de sus procesos . Por ello se han simulado las empresas de las cuales se tienen datos fidedignos consultándolos en caso de que éstos no fueran suficientes. En un futuro, y como un instrumento de gestión ambiental provincial y municipal, sería importante que la provincia exigiera un control continuo sobre los efluentes gaseosos de cada industria para poder alimentar los modelos de simulación con los datos y obtener en forma inmediata una caracterización de la zona de protección ambiental y los lugares críticos a monitorear . Esto permitirá un mejor manejo de la calidad ambiental ya que el recurso aire es uno de los más críticos, al dispersarse los contaminantes de diversas maneras según la meteorología del momento y los compuestos que se estén tratando.

Selección de las técnicas de muestreo y análisis

Se evaluaron los objetivos del Mapa Ambiental Provincial y la necesidad de distribuir equitativamente las veinticinco mediciones de calidad de aire establecidas para la etapa 1 del MAP. Se tomaron como referencia para el muestreo y análisis las recomendaciones de la OPS en su Programa Regional de Calidad de Aire y Salud (CEPIS/OPS), y las experiencias de la Red Nacional de Laboratorios de Aire de la República Argentina. Por ello se seleccionaron muestreos cortos, de 20 minutos tal como establecen las ordenanzas de las ciudades monitoreadas, y que permitieron hacerlo en sitios establecidos por simulación durante los días de vientos predominantes de la zona y en momentos meteorológicamente adecuados, dadas las características del mes de octubre y noviembre del año 2001 (lluvias y cambios de direcciones y velocidades del viento continuas). Como técnicas de análisis de contaminantes atmosféricos se toaron la *Resolución 528/01 de la Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental sobre Extracción de muestras de gases y de la medición de su*

concentración en el aire ambiente, normas de metodologías,(ANEXO 4) y en la que se marcaron las técnicas utilizadas para nuestro trabajo en los parámetros de óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y material particulado, que fueron los seleccionados como representativos de emisiones industriales de la zona. Hay que destacar que se implementó el monitoreo de partículas menores a 10 micróms ya que su influencia en la salud de la población es crítica. El material particulado es uno de los contaminantes más importantes en la zona dadas sus características industriales y urbanas, por lo cual en los momentos del monitoreo de cada uno de los sitios se aseguró la ausencia de tránsito para no tener interferencias del material partículas emitidas por los vehículos, por lo que en varios casos hubo que recomenzar el análisis. El empleo de un método automático permitió realizar numerosos análisis en el mismo sitio de muestreo debido a la rapidez de los resultados.

La confiabilidad del equipo se basa en una calibración del método contra su propio calibrador y el método de análisis gravimétrico de material particulado menor a 10 micrómetros según la técnica SOP 5.2.2, estándar de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) que trabaja en el programa de Aire Puro para Centro América desde 1993 y que en Agosto de 2001 realizó un manual de Laboratorio para el mismo, y que la OPS tomó como referencia para futuros planes regionales de control atmosférico para encaminar el monitoreo latinoamericano hacia una estrategia conjunta donde se obtengan datos comparables. Dicho manual se encuentra disponible para su consulta en la página web del CEPIS (www.cepis.ops-oms.org).

Simulaciones realizadas utilizando el modelo Screen3s:

La primera simulación se realiza con la opción de meteorología completa, así se obtienen resultados sobre concentraciones a nivel del suelo en condiciones extremas, por ejemplo:

11/16/01

13:23:11
*** SCREEN3 MODELO ***
*** VERSION FECHADA 95250 ***

Molinos Rio de la Plata planta Santa Clara (ubicada en Rosario, prov. De Santa Fe) calderas con cáscara de girasol

TERRENO SIMPLE ESTRADAS:

TIPO DE FUENTE	=	PUNTUAL
TASA DE EMISION (G/S)	=	22.0000
ALTURA DE LA CHIMENEA (M)	=	45.0000
DIAM INTERIOR DE LA CHIMENEA (M)	=	1.5000
VELOCIDAD DE SALIDA (M/S)	=	3.2086
TEMPERATURA DE SALIDA (K)	=	523.0000
TEMPERATURA AMBIENTE (K)	=	298.0000
ALTURA DEL RECEPTOR (M)	=	1.5000
OPCION URBANA/RURAL	=	RURAL
ALTURA DE EDIFICIO (M)	=	0.0000
MIN HORIZ DIM DE EDIFICIO (M)	=	0.0000
MAX HORIZ DIM DE EDIFICIO (M)	=	0.0000

VELOCIDAD DE SALIDA DEL GAS CALCULO DE
TASA DE FLUJO VOLUMETRICO = 5.6700001 (M**3/S)

BUOY. FLUJO = 7.614 M**4/S**3; MOM. FLUJO = 3.300 M**4/S**2.

*** METEOROLOGIA COMPLETA ***

****
*** DISTANCIAS AUTOMATICAS DE SCREEN ***
****

*** ALTURA DE TERRENO DE 0. M SOBRE LA BASE DE LA CHIMENEA
*** PARA LAS SIGUIENTES DISTANCIAS

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MEZ ALT (M)	PLUMA ALT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
1.	0.0000	1	1.0	1.1	320.0	133.39	0.91	0.83	NO
100.	0.5041E-01	1	3.0	3.3	960.0	72.85	27.48	15.11	NO
200.	78.72	1	3.0	3.3	960.0	72.85	50.67	30.49	NO

300.	192.5	1	3.0	3.3	960.0	72.85	72.26	48.18	NO
400.	222.2	1	1.5	1.7	480.0	103.93	94.23	73.13	NO
500.	234.6	1	1.0	1.1	320.0	133.39	115.82	107.66	NO
600.	208.8	1	1.0	1.1	320.0	133.39	135.25	156.00	NO
700.	191.3	2	1.5	1.7	480.0	103.93	113.23	75.80	NO
800.	186.0	2	1.5	1.7	480.0	103.93	127.33	87.21	NO
900.	182.5	2	1.0	1.1	320.0	133.39	142.51	100.59	NO
1000.	177.4	2	1.0	1.1	320.0	133.39	156.18	112.18	NO
1100.	173.3	3	1.5	1.7	480.0	101.33	113.60	68.62	NO
1200.	173.2	3	1.5	1.7	480.0	101.33	122.77	74.01	NO
1300.	169.9	3	1.5	1.7	480.0	101.33	131.88	79.37	NO
1400.	164.5	3	1.5	1.7	480.0	101.33	140.93	84.72	NO
1500.	160.8	3	1.0	1.2	320.0	129.49	151.00	91.82	NO
1600.	159.4	3	1.0	1.2	320.0	129.49	159.88	97.03	NO
1700.	156.6	3	1.0	1.2	320.0	129.49	168.71	102.23	NO
1800.	152.8	3	1.0	1.2	320.0	129.49	177.49	107.42	NO
1900.	148.3	3	1.0	1.2	320.0	129.49	186.24	112.59	NO
2000.	143.4	3	1.0	1.2	320.0	129.49	194.95	117.76	NO
2100.	138.3	3	1.0	1.2	320.0	129.49	203.61	122.91	NO
2200.	133.0	3	1.0	1.2	320.0	129.49	212.24	128.05	NO
2300.	127.8	3	1.0	1.2	320.0	129.49	220.83	133.18	NO
2400.	122.7	3	1.0	1.2	320.0	129.49	229.39	138.30	NO
2500.	117.8	3	1.0	1.2	320.0	129.49	237.91	143.40	NO
2600.	113.0	3	1.0	1.2	320.0	129.49	246.40	148.49	NO
2700.	108.5	3	1.0	1.2	320.0	129.49	254.86	153.57	NO
2800.	106.3	4	2.0	2.5	640.0	83.53	173.84	63.28	NO

```
   2900.   105.1        4     1.5    1.9   480.0   97.25  179.69
65.44    NO
   3000.   104.4        4     1.5    1.9   480.0   97.25  185.24
66.81    NO
   3500.   98.83        4     1.5    1.9   480.0   97.25  212.71
73.02    NO
   4000.   92.16        4     1.5    1.9   480.0   97.25  239.77
78.92    NO
   4500.   87.18        4     1.0    1.3   320.0  123.37  267.00
86.17    NO
   5000.   85.34        5     1.0    1.7 10000.0   94.34  219.31
57.46    NO
   5500.   84.17        5     1.0    1.7 10000.0   94.34  238.83
60.13    NO
   6000.   82.41        5     1.0    1.7 10000.0   94.34  258.16
62.69    NO
   6500.   80.28        5     1.0    1.7 10000.0   94.34  277.30
65.15    NO
   7000.   77.93        5     1.0    1.7 10000.0   94.34  296.27
67.52    NO
   7500.   75.48        5     1.0    1.7 10000.0   94.34  315.09
69.81    NO
   8000.   72.99        5     1.0    1.7 10000.0   94.34  333.77
72.03    NO
   8500.   70.52        5     1.0    1.7 10000.0   94.34  352.30
74.19    NO
   9000.   68.10        5     1.0    1.7 10000.0   94.34  370.71
76.29    NO
   9500.   65.74        5     1.0    1.7 10000.0   94.34  389.00
78.33    NO
  10000.   63.46        5     1.0    1.7 10000.0   94.34  407.17
80.32    NO
  15000.   48.40        6     1.0    2.3 10000.0   81.75  388.57
55.89    NO
  20000.   40.94        6     1.0    2.3 10000.0   81.75  501.06
61.22    NO
  25000.   35.25        6     1.0    2.3 10000.0   81.75  609.84
65.71    NO
  30000.   30.85        6     1.0    2.3 10000.0   81.75  715.67
69.64    NO
  40000.   24.51        6     1.0    2.3 10000.0   81.75  920.28
75.24    NO
  50000.   20.32        6     1.0    2.3 10000.0   81.75 1117.47
79.90    NO

 CONCENTRACION MAXIMA DE 1 HORA A O MAS DE     1. M:
    510.   235.1        1     1.0    1.1   320.0  133.39  117.98
112.46    NO

  DWASH=   SIGNIFICA NO CALCULO (CONC = 0.0)
  DWASH=NO SIGNIFICA NO FLUJO DE DESCENSO
  DWASH=HS SIGNIFICA FLUJO DE HUBER-SNYDER
```

```
DWASH=SS SIGNIFICA FLUJO DE SCHULMAN-SCIRE
DWASH=NA SIGNIFICA FLUJO DE DESCENSO NO APLICABLE, X<3*LB

*** ROMPIMIENTO DE INVERSION EN CALCULO DE INVERSION ***
 CONC (UG/M**3)    =    221.5
 DIST A MAX (M)    =  3366.21

     ****************************************
     *** RESUMEN DE RESULTADOS DEL MODELO ***
     ****************************************

 CALCULO DEL        MAX CONC   DIST A   TERRENO
PROCEDIMIENTO       (UG/M**3)   MAX (M)   HT (M)
--------------   -----------  -------  -------
TERRENO SIMPLE     235.1         510.       0.

FUMI DE ROMP INV   221.5        3366.      --


**************************************************
**  RECUERDE INCLUIR CONCENTRACIONES DE FONDO   **
**************************************************
```

Al determinar el día de monitoreo, antes de realizarlo se modela con la meteorología del momento preciso, de modo que se obtiene una predicción más certera de los resultados, en nuestro caso las condiciones de estabilidad tipo B que se daban en el momento de monitorear las cercanías de la empresa citada anteriormente nos da la siguiente simulación al incorporar los datos concretos del momento de la toma de muestra:

```
15:00:57
  ***      SCREEN3 MODELO     ***
  *** VERSION FECHADA 95250 ***

 Molinos Río de la Plata planta Santa Clara calderas con cáscara
de girasol

 TERRENO SIMPLE ESTRADAS:
    TIPO DE FUENTE                    =      PUNTUAL
    TASA DE EMISION (G/S)             =      22.0000
    ALTURA DE LA CHIMENEA (M)         =      45.0000
    DIAM INTERIOR DE LA CHIMENEA (M)  =       1.5000
    VELOCIDAD DE SALIDA (M/S)         =       3.2086
    TEMPERATURA DE SALIDA (K)         =     523.0000
    TEMPERATURA AMBIENTE (K)          =     298.0000
    ALTURA DEL RECEPTOR (M)           =       1.5000
    OPCION URBANA/RURAL               =        RURAL
```

ALTURA DE EDIFICIO (M) = 0.0000
MIN HORIZ DIM DE EDIFICIO (M) = 0.0000
MAX HORIZ DIM DE EDIFICIO (M) = 0.0000

VELOCIDAD DE SALIDA DEL GAS CALCULO DE
TASA DE FLUJO VOLUMETRICO = 5.6700001 (M**3/S)

BUOY. FLUJO = 7.614 M**4/S**3; MOM. FLUJO = 3.300 M**4/S**2.

*** CLASE DE ESTABILIDAD 2 SOLO ***
*** VELOCIDAD EOLICA A 10 METROS 2.00 M/S SOLO ***

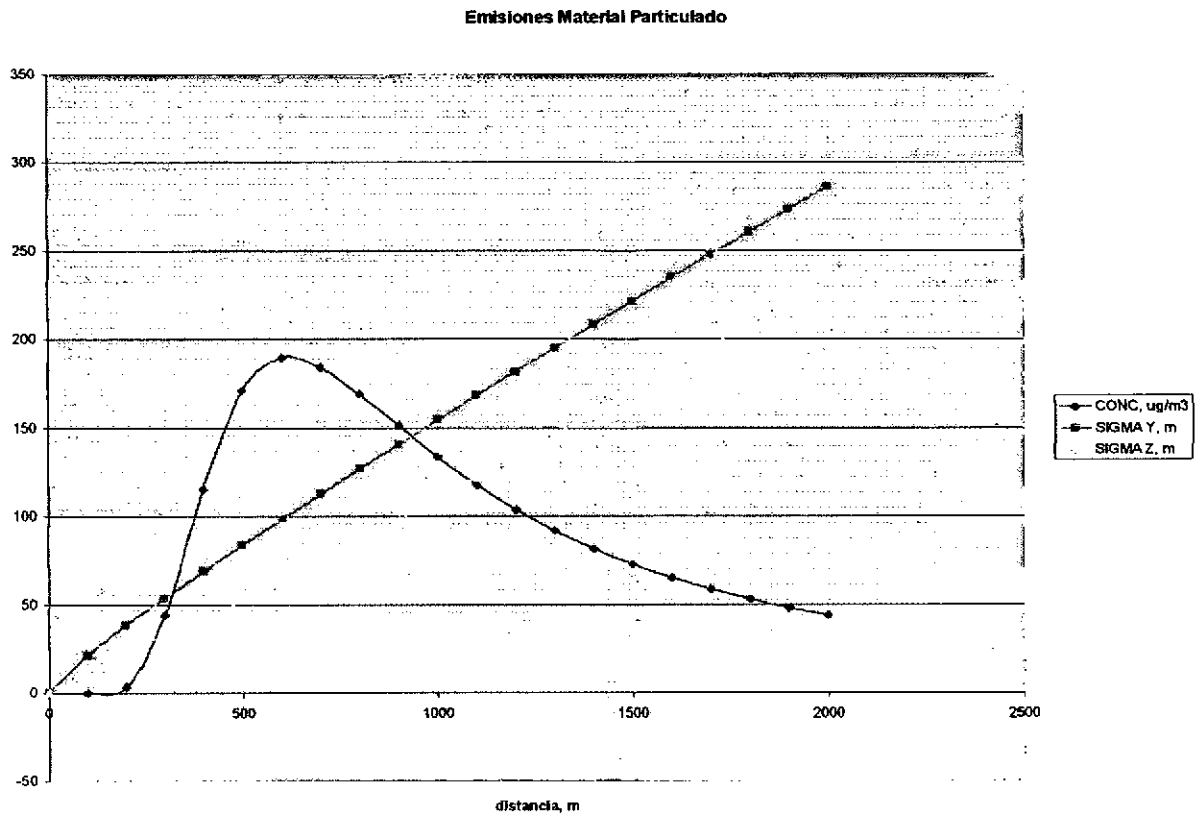
****
*** DISTANCIAS AUTOMATICAS DE SCREEN ***
****

*** ALTURA DE TERRENO DE 0. M SOBRE LA BASE DE LA CHIMENEA
*** PARA LAS SIGUIENTES DISTANCIAS

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MEZ ALT (M)	PLUMA ALT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
1.	0.0000	2	2.0	2.2	640.0	89.03	0.49	0.43	NO
100.	0.1007E-04	2	2.0	2.2	640.0	89.03	21.15	13.73	NO
200.	3.334	2	2.0	2.2	640.0	89.03	38.31	23.85	NO
300.	44.24	2	2.0	2.2	640.0	89.03	53.71	32.68	NO
400.	115.0	2	2.0	2.2	640.0	89.03	68.85	41.95	NO
500.	171.2	2	2.0	2.2	640.0	89.03	83.71	52.63	NO
600.	189.5	2	2.0	2.2	640.0	89.03	98.31	63.67	NO
700.	184.3	2	2.0	2.2	640.0	89.03	112.68	74.98	NO
800.	169.1	2	2.0	2.2	640.0	89.03	126.84	86.49	NO
900.	151.1	2	2.0	2.2	640.0	89.03	140.82	98.18	NO
1000.	133.5	2	2.0	2.2	640.0	89.03	154.64	110.03	NO
1100.	117.6	2	2.0	2.2	640.0	89.03	168.30	122.00	NO
1200.	103.7	2	2.0	2.2	640.0	89.03	181.82	134.10	NO

1300.	91.69	2	2.0	2.2	640.0	89.03	195.22	146.30	NO
1400.	81.41	2	2.0	2.2	640.0	89.03	208.50	158.61	NO
1500.	72.60	2	2.0	2.2	640.0	89.03	221.67	171.00	NO
1600.	65.05	2	2.0	2.2	640.0	89.03	234.73	183.48	NO
1700.	58.54	2	2.0	2.2	640.0	89.03	247.70	196.04	NO
1800.	52.91	2	2.0	2.2	640.0	89.03	260.58	208.68	NO
1900.	48.03	2	2.0	2.2	640.0	89.03	273.37	221.39	NO
2000.	43.77	2	2.0	2.2	640.0	89.03	286.08	234.16	NO
2100.	40.03	2	2.0	2.2	640.0	89.03	298.71	247.00	NO
2200.	36.74	2	2.0	2.2	640.0	89.03	311.27	259.90	NO
2300.	33.83	2	2.0	2.2	640.0	89.03	323.75	272.86	NO
2400.	31.25	2	2.0	2.2	640.0	89.03	336.17	285.87	NO
2500.	28.95	2	2.0	2.2	640.0	89.03	348.53	298.94	NO
2600.	26.89	2	2.0	2.2	640.0	89.03	360.82	312.06	NO
2700.	25.05	2	2.0	2.2	640.0	89.03	373.05	325.23	NO
2800.	23.41	2	2.0	2.2	640.0	89.03	385.23	338.45	NO
2900.	21.92	2	2.0	2.2	640.0	89.03	397.35	351.72	NO
3000.	20.59	2	2.0	2.2	640.0	89.03	409.41	365.03	NO
3500.	15.67	2	2.0	2.2	640.0	89.03	468.99	432.22	NO
4000.	12.74	2	2.0	2.2	640.0	89.03	527.46	500.36	NO
4500.	10.94	2	2.0	2.2	640.0	89.03	584.96	569.33	NO
5000.	9.746	2	2.0	2.2	640.0	89.03	641.59	639.06	NO
5500.	8.886	2	2.0	2.2	640.0	89.03	697.45	709.48	NO
6000.	8.210	2	2.0	2.2	640.0	89.03	752.60	780.53	NO
6500.	7.649	2	2.0	2.2	640.0	89.03	807.11	852.15	NO
7000.	7.168	2	2.0	2.2	640.0	89.03	861.03	924.31	NO

```
   7500.    6.750        2      2.0     2.2    640.0    89.03   914.39
996.98     NO
   8000.    6.381        2      2.0     2.2    640.0    89.03   967.23
1070.11    NO
   8500.    6.053        2      2.0     2.2    640.0    89.03  1019.60
1143.70    NO
   9000.    5.760        2      2.0     2.2    640.0    89.03  1071.51
1217.71    NO
   9500.    5.496        2      2.0     2.2    640.0    89.03  1123.00
1292.12    NO
  10000.    5.257        2      2.0     2.2    640.0    89.03  1174.08
1366.91    NO
  15000.    3.704        2      2.0     2.2    640.0    89.03  1666.33
2132.64    NO
  20000.    2.894        2      2.0     2.2    640.0    89.03  2132.59
2924.05    NO
  25000.    2.392        2      2.0     2.2    640.0    89.03  2579.61
3735.10    NO
  30000.    2.049        2      2.0     2.2    640.0    89.03  3011.32
4562.17    NO
  40000.    1.608        2      2.0     2.2    640.0    89.03  3838.50
5000.00    NO
  50000.    1.334        2      2.0     2.2    640.0    89.03  4627.49
5000.00    NO

 CONCENTRACION MAXIMA DE 1 HORA A O MAS DE      1. M:
    618.    189.8        2      2.0     2.2    640.0    89.03   101.06
65.80     NO

  DWASH=    SIGNIFICA NO CALCULO (CONC = 0.0)
  DWASH=NO SIGNIFICA NO FLUJO DE DESCENSO
  DWASH=HS SIGNIFICA FLUJO DE HUBER-SNYDER
  DWASH=SS SIGNIFICA FLUJO DE SCHULMAN-SCIRE
  DWASH=NA SIGNIFICA FLUJO DE DESCENSO NO APLICABLE, X<3*LB

  *** ROMPIMIENTO DE INVERSION EN CALCULO DE INVERSION ***
   CONC (UG/M**3)    =    221.5
   DIST A MAX (M)    =  3366.21

      ****************************************
      *** RESUMEN DE RESULTADOS DEL MODELO ***
      ****************************************
 CALCULO DEL        MAX CONC    DIST A    TERRENO
PROCEDIMIENTO       (UG/M**3)    MAX (M)    HT (M)
--------------   -----------   -------   -------
TERRENO SIMPLE     189.8          618.        0.

FUMI DE ROMP INV   221.5         3366.       --

**************************************************
**  RECUERDE INCLUIR CONCENTRACIONES DE FONDO   **
**************************************************
```



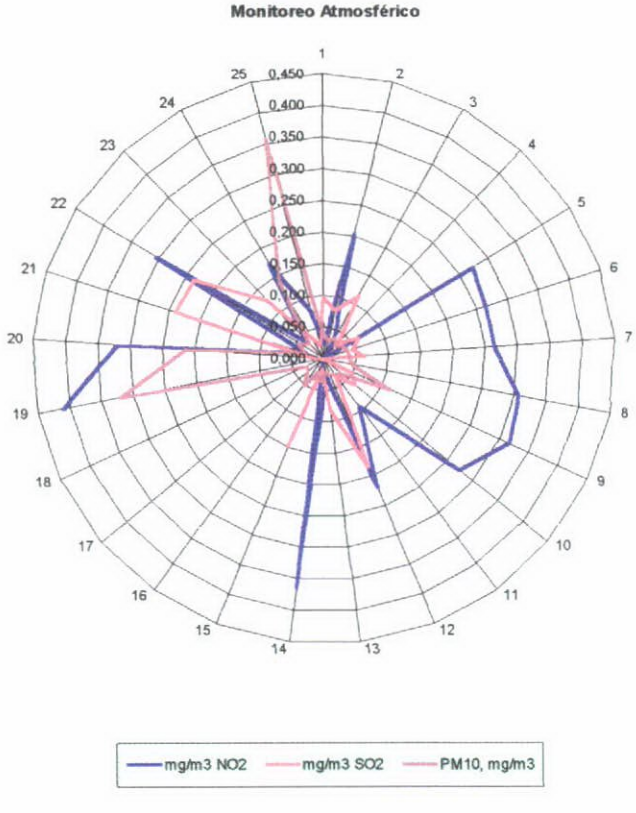
Como el modelo posee una importante capacidad de cálculo pero no una interfase gráfica, los datos se exportan a una planilla de cálculo y se puede, entonces, obtener un gráfico que nos muestre de manera más intuitiva la dimensión del problema y nos permita inferir alguna conclusión sobre el área más afectada por la emisión de la empresa en momentos como el simulado.

En este gráfico vemos que el máximo de concentración a nivel del suelo se encontrará entre poco más de 500 metros y luego irá decayendo. Pero el problema de las concentraciones máximas debe interpretarse de manera diferente de acuerdo al contaminante que se espera encontrar y que puede conocerse al saber de qué tipo de producción se trata, de qué combustible se está utilizando, como es el caso presente, en que se espera material particulado. Esto nos posiciona en un momento en que hay que consultar las normas vigentes sobre concentraciones admisibles, como en cuanto a PM10 no hay normas argentinas tomamos como referencia los valores guías de la

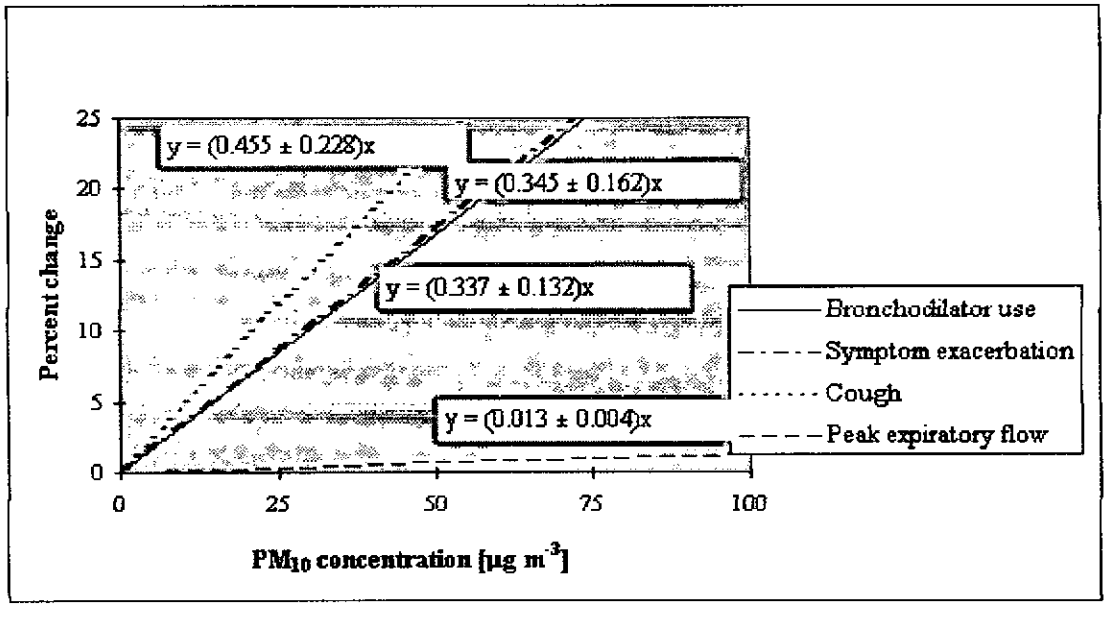
Organización Mundial de la Salud de 1999 que nos dicen que 0,100 mg/m3 (100 ug/m3) es el valor que permite minimizar los efectos en salud de la población expuesta.

Vemos entonces que a escasos metros, cerca de 400 m, los habitantes serán expuestos a concentraciones que prevemos son mayores a 100 ug/m3 y la exposición será significativa hasta distancias de cerca de 1300 metros en condiciones meteorológicas como las del día del monitoreo.

Así es como se determinó la elección del sitio de muestreo que denominamos Nº 9 y en el que obtuvimos una concentración de partículas menores a 10 micrómetros igual a 119 ug/m3 (0,119 mg/m3) y que resultó la mayor concentración de material particulado debida a emisiones de fuentes fijas, ya que los otros dos valores altos, muestras Nº 19 y 25, se deben a emisiones difusas provenientes de cargas de camiones que transportan granos y semillas hacia industrias aceiteras y muelles de exportación.



La importancia de la simulación es que se pueden prever concentraciones que son mayores a los valores guías de manera de proteger la salud de la población expuesta. En los estudios realizados por la OMS y publicados en 1999 se pueden observar efectos en la salud humana debidos a exposiciones crónicas a concentraciones reducidas de contaminantes como vemos en la figura que mostramos a continuación.



Vemos como la OMS coloca como máximo el valor de 100 ug/m3 para la concentración de PM10 indicando que ya a menores concentraciones se producen incrementos importantes en el uso de broncodilatores, exacerbación de síntomas, tos y flujo pico espiratorio. Estos valores nos indican que las personas expuestas a concentraciones de partículas PM10 como las emitidas por nuestras industrias y el tránsito asociado a ellas, son personas que requerirán de asistencia médica más frecuente que las no expuestas, además de verificarse un aumento de síntomas de enfermedades que afectan a un gran número de habitantes del sur santafesino, como son las alergias y el asma.

Una conclusión importante del Mapa Ambiental Provincial es que deberá atenderse especialmente a la problemática del material particulado en el aire

santafesino, ya que no son los procesos industriales los únicos que aportan a elevar el nivel del PM10, sino que fenómenos asociados a industrias, como es el transporte de materias primas y productos, pueden influir de manera importante en el problema.

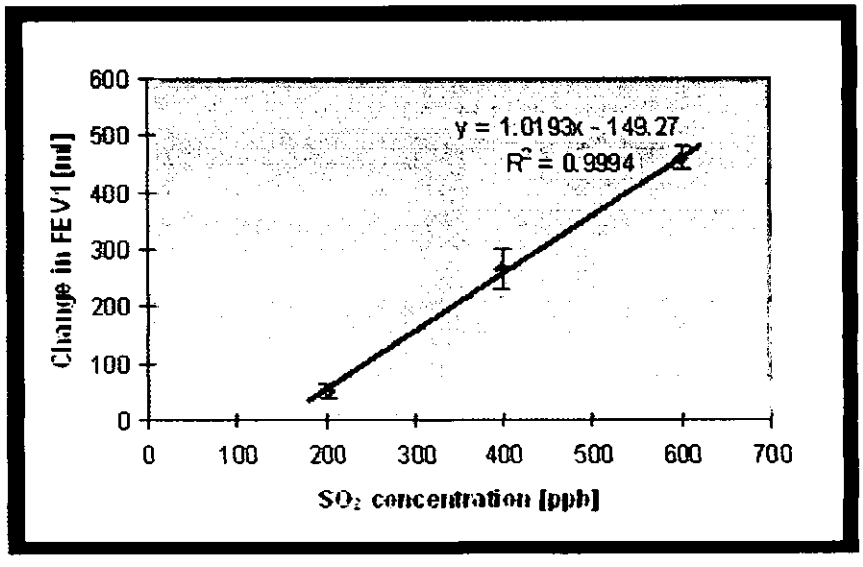
Todo esto, no va en detrimento de evaluar otros aspectos de las ciudades y asentamientos poblacionales que produzcan incrementos en las concentraciones de PM10, como son el tránsito vehicular, los establecimientos de alimentos cocinados en parrillas, las estufas domésticas que utilizan como combustible leña, los incineradores clandestinos de residuos, las quemas involuntarias o no de rellenos sanitarios y basurales, la quema de cubiertas como protesta callejera y como método para elevar la temperatura del aire y suelo en cultivos frutales cuando los aquejan heladas tardías, etc.

Este análisis que se realiza respecto del material particulado existe para otros contaminantes atmosféricos cotidianos y peligrosos, como el dióxido de azufre, y que nuestra zona en estudio produce como subproducto de la elaboración de ácido sulfúrico y como emisión por quema de combustibles.

La OMS al estudiar el dióxido de azufre estableció que en pacientes asmáticos se producen cambios en el volumen espiratorio forzado en 1 segundo (FEV1) durante exposiciones de 15 minutos como vemos en la siguiente figura.

Es necesario destacar que 200 ppb equivalen a 0,56 mg/m3 y 600 ppb equivalen a 1,68 mg/m3.

Veamos entonces si en las simulaciones de las productoras de ácido sulfúrico los valores esperables son factibles de producir problemas de salud a los más afectados por enfermedades respiratorias como es el caso de los asmáticos.



Primer caso:

11/16/01

14:22:49
*** SCREEN3 MODELO ***
*** VERSION FECHADA 95250 ***

ICI (ubicada en la ciudad de San Lorenzo, prov. De Santa Fe)horno CS2

TERRENO SIMPLE ESTRADAS:

TIPO DE FUENTE	=	PUNTUAL
TASA DE EMISION (G/S)	=	476.700
ALTURA DE LA CHIMENEA (M)	=	24.8000
DIAM INTERIOR DE LA CHIMENEA (M)	=	0.9500
VELOCIDAD DE SALIDA (M/S)	=	9.0855
TEMPERATURA DE SALIDA (K)	=	333.0000
TEMPERATURA AMBIENTE (K)	=	298.0000
ALTURA DEL RECEPTOR (M)	=	1.5000
OPCION URBANA/RURAL	=	RURAL
ALTURA DE EDIFICIO (M)	=	0.0000
MIN HORIZ DIM DE EDIFICIO (M)	=	0.0000
MAX HORIZ DIM DE EDIFICIO (M)	=	0.0000

VELOCIDAD DE SALIDA DEL GAS CALCULO DE
TASA DE FLUJO VOLUMETRICO = 6.4400001 (M**3/S)

BUOY. FLUJO = 2.113 M**4/S**3; MOM. FLUJO = 16.667 M**4/S**2.

*** CLASE DE ESTABILIDAD 2 SOLO ***
*** VELOCIDAD EOLICA A 10 METROS 2.00 M/S SOLO ***

```
****************************************
*** DISTANCIAS AUTOMATICAS DE SCREEN ***
****************************************

*** ALTURA DE TERRENO DE    0. M SOBRE LA BASE DE LA CHIMENEA
*** PARA LAS SIGUIENTES DISTANCIAS

   DIST      CONC              U10M   USTK   MEZ     PLUMA    SIGMA
SIGMA
    (M)    (UG/M**3)    STAB   (M/S)  (M/S) ALT (M) ALT (M)    Y (M)
Z (M)  DWASH
 -------  ----------  ----  -----  ----- ------- -------  ------
------  -----
      1.  0.0000         2     2.0    2.1   640.0   42.42    0.97
0.94    NO
    100.   489.4         2     2.0    2.1   640.0   42.42   19.91
11.74    NO
    200.  0.1190E+05     2     2.0    2.1   640.0   42.42   36.51
20.85    NO
    300.  0.1697E+05     2     2.0    2.1   640.0   42.42   52.44
30.56    NO
    400.  0.1496E+05     2     2.0    2.1   640.0   42.42   67.87
40.32    NO
    500.  0.1189E+05     2     2.0    2.1   640.0   42.42   82.91
51.34    NO
    600.   9258.         2     2.0    2.1   640.0   42.42   97.63
62.61    NO
    700.   7277.         2     2.0    2.1   640.0   42.42  112.08
74.08    NO
    800.   5817.         2     2.0    2.1   640.0   42.42  126.31
85.71    NO
    900.   4733.         2     2.0    2.1   640.0   42.42  140.35
97.50    NO
   1000.   3914.         2     2.0    2.1   640.0   42.42  154.20
109.42    NO
   1100.   3285.         2     2.0    2.1   640.0   42.42  167.90
121.45    NO
   1200.   2792.         2     2.0    2.1   640.0   42.42  181.45
133.60    NO
   1300.   2401.         2     2.0    2.1   640.0   42.42  194.88
145.84    NO
   1400.   2086.         2     2.0    2.1   640.0   42.42  208.18
158.18    NO
   1500.   1828.         2     2.0    2.1   640.0   42.42  221.36
170.61    NO
   1600.   1614.         2     2.0    2.1   640.0   42.42  234.44
183.12    NO
   1700.   1436.         2     2.0    2.1   640.0   42.42  247.43
195.70    NO
   1800.   1286.         2     2.0    2.1   640.0   42.42  260.32
208.36    NO
```

1900.	1158.	2	2.0	2.1	640.0	42.42	273.12	221.08	NO
2000.	1048.	2	2.0	2.1	640.0	42.42	285.84	233.87	NO
2100.	952.6	2	2.0	2.1	640.0	42.42	298.48	246.73	NO
2200.	869.9	2	2.0	2.1	640.0	42.42	311.05	259.64	NO
2300.	797.5	2	2.0	2.1	640.0	42.42	323.55	272.61	NO
2400.	733.8	2	2.0	2.1	640.0	42.42	335.97	285.64	NO
2500.	677.5	2	2.0	2.1	640.0	42.42	348.33	298.72	NO
2600.	627.5	2	2.0	2.1	640.0	42.42	360.63	311.85	NO
2700.	583.0	2	2.0	2.1	640.0	42.42	372.87	325.03	NO
2800.	543.3	2	2.0	2.1	640.0	42.42	385.05	338.26	NO
2900.	507.7	2	2.0	2.1	640.0	42.42	397.18	351.53	NO
3000.	475.8	2	2.0	2.1	640.0	42.42	409.25	364.85	NO
3500.	358.8	2	2.0	2.1	640.0	42.42	468.85	432.06	NO
4000.	289.8	2	2.0	2.1	640.0	42.42	527.34	500.22	NO
4500.	247.8	2	2.0	2.1	640.0	42.42	584.85	569.22	NO
5000.	220.5	2	2.0	2.1	640.0	42.42	641.49	638.96	NO
5500.	200.8	2	2.0	2.1	640.0	42.42	697.36	709.39	NO
6000.	185.5	2	2.0	2.1	640.0	42.42	752.52	780.44	NO
6500.	172.8	2	2.0	2.1	640.0	42.42	807.03	852.07	NO
7000.	162.0	2	2.0	2.1	640.0	42.42	860.95	924.24	NO
7500.	152.5	2	2.0	2.1	640.0	42.42	914.31	996.91	NO
8000.	144.2	2	2.0	2.1	640.0	42.42	967.17	1070.05	NO
8500.	136.8	2	2.0	2.1	640.0	42.42	1019.53	1143.64	NO
9000.	130.1	2	2.0	2.1	640.0	42.42	1071.45	1217.65	NO
9500.	124.2	2	2.0	2.1	640.0	42.42	1122.94	1292.06	NO
10000.	118.8	2	2.0	2.1	640.0	42.42	1174.02	1366.86	NO

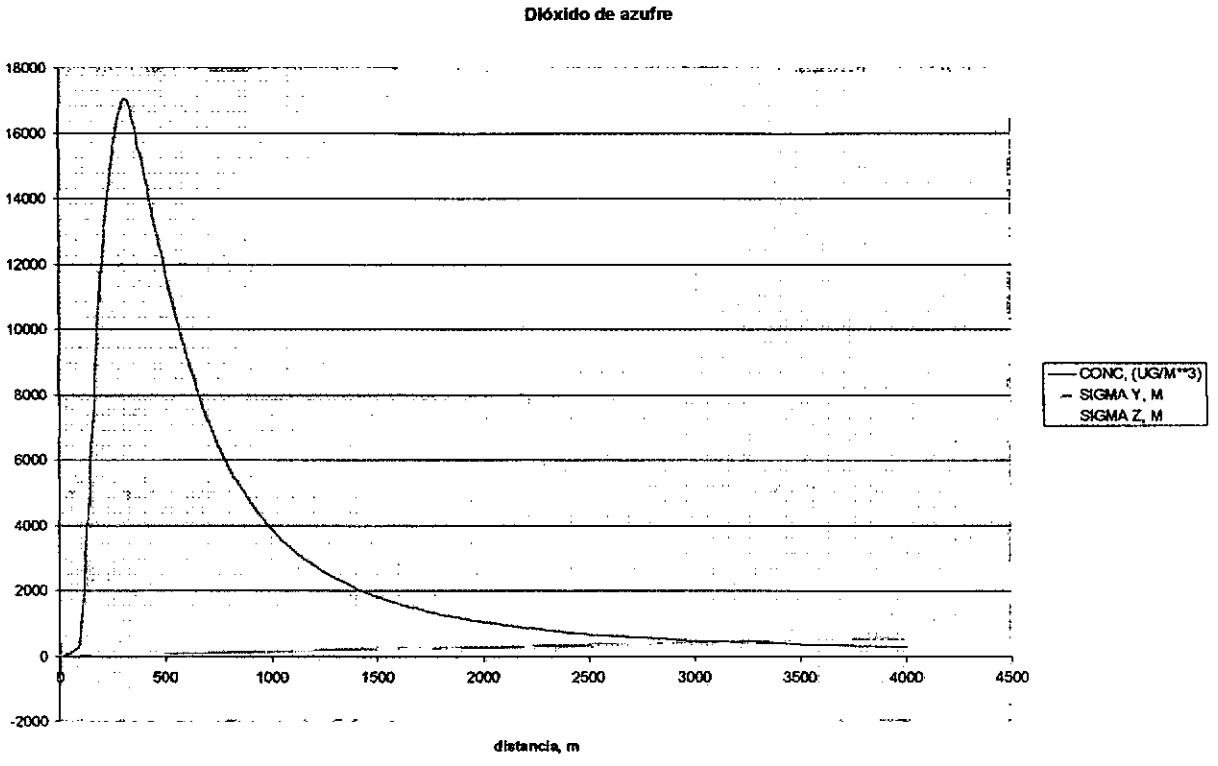
```
  15000.    83.67         2      2.0     2.1    640.0    42.42 1666.29
2132.61     NO
  20000.    65.38         2      2.0     2.1    640.0    42.42 2132.56
2924.02     NO
  25000.    54.05         2      2.0     2.1    640.0    42.42 2579.58
3735.09     NO
  30000.    46.30         2      2.0     2.1    640.0    42.42 3011.30
4562.16     NO
  40000.    36.32         2      2.0     2.1    640.0    42.42 3838.49
5000.00     NO
  50000.    30.13         2      2.0     2.1    640.0    42.42 4627.48
5000.00     NO

 CONCENTRACION MAXIMA DE 1 HORA A O MAS DE      1. M:
    299.  0.1697E+05    2      2.0     2.1    640.0    42.42    52.44
30.56    NO

  DWASH=    SIGNIFICA NO CALCULO (CONC = 0.0)
  DWASH=NO SIGNIFICA NO FLUJO DE DESCENSO
  DWASH=HS SIGNIFICA FLUJO DE HUBER-SNYDER
  DWASH=SS SIGNIFICA FLUJO DE SCHULMAN-SCIRE
  DWASH=NA SIGNIFICA FLUJO DE DESCENSO NO APLICABLE, X<3*LB

  *** ROMPIMIENTO DE INVERSION EN CALCULO DE INVERSION ***
   CONC (UG/M**3)    =    0.0000
   DIST A MAX (M)    =   1137.57

 DIST A MAX ES < 2000. M.  CONC SE DEJAN = 0.0

      ****************************************
      *** RESUMEN DE RESULTADOS DEL MODELO ***
      ****************************************

  CALCULO DEL       MAX CONC    DIST A    TERRENO
 PROCEDIMIENTO      (UG/M**3)    MAX (M)    HT (M)
 --------------   -----------   -------   -------
 TERRENO SIMPLE    0.1697E+05     299.        0.


 ***************************************************
 **  RECUERDE INCLUIR CONCENTRACIONES DE FONDO  **
 ***************************************************
```

Al graficar los valores obtenidos vemos que las concentraciones son sumamente elevadas y que afectan a una amplia zona de la población, ubicada hasta cerca de 3.000 m si consideramos el efecto sobre los asmáticos que citábamos anteriormente. Una conclusión importante es realizar una vigilancia ambiental sobre este tipo de enfermos para protegerlos en caso de condiciones de contaminación elevadas.

El problema que reviste la emisión de dióxido de azufre es que en el caso de producción de ácido sulfúrico la emisión no es constante, ya que depende de las condiciones del proceso, de la quema de residuos del mismo y de factores imprevistos como los accidentes industriales, por lo tanto la alternativas para conocer el estado de la atmósfera en relación a su concentración de dióxido de azufre son:

- monitorear en forma continua con equipos automáticos que envíen el resultado del análisis en forma directa al centro de cómputos oficial para que se pueda emitir un comunicado también inmediato para evitar el contacto de la población de riesgo con el aire que puede perjudicarlos y exigir políticas de reducción de emisiones a las empresas involucradas,
- exigir un monitoreo de emisiones en los conductos que emiten dióxido de azufre con el fin de conocer las características del proceso y evitar emisiones que puedan afectar a la población en momentos meteorológicamente críticos, monitoreando inmisión cuando sea más adecuado o necesario.

Cualquiera de las dos alternativas implica un manejo importante de la información obtenida y una relación fluida con los medios de comunicación de manera de agilizar la protección a la salud ambiental. Esto produciría descenso en los costos de atención primaria a enfermos respiratorios y provocaría también una reducción de los problemas en vegetales, arbolado público y animales domésticos que se observan en las cercanías de los emisores de dióxido de azufre.



Segundo caso:

```
11/16/01

14:33:25
  ***      SCREEN3 MODELO     ***
  *** VERSION FECHADA 95250 ***

 Sulfacid (Fray Luis Beltrán, prov. De Santa Fe)

 TERRENO SIMPLE ESTRADAS:
    TIPO DE FUENTE                    =      PUNTUAL
    TASA DE EMISION (G/S)             =      268.000
    ALTURA DE LA CHIMENEA (M)         =      80.0000
    DIAM INTERIOR DE LA CHIMENEA (M)  =       0.8000
    VELOCIDAD DE SALIDA (M/S)         =      22.0827
    TEMPERATURA DE SALIDA (K)         =     323.0000
    TEMPERATURA AMBIENTE (K)          =     298.0000
    ALTURA DEL RECEPTOR (M)           =       1.5000
    OPCION URBANA/RURAL               =        RURAL
    ALTURA DE EDIFICIO (M)            =      0.0000
    MIN HORIZ DIM DE EDIFICIO (M)     =      0.0000
    MAX HORIZ DIM DE EDIFICIO (M)     =      0.0000

    VELOCIDAD DE SALIDA DEL GAS CALCULO DE
    TASA DE FLUJO VOLUMETRICO =   11.100000     (M**3/S)

 BUOY. FLUJO =       2.682  M**4/S**3;   MOM. FLUJO =     71.985
M**4/S**2.

 *** CLASE DE ESTABILIDAD  2 SOLO ***
 *** VELOCIDAD EOLICA A 10 METROS   2.00 M/S SOLO ***
```

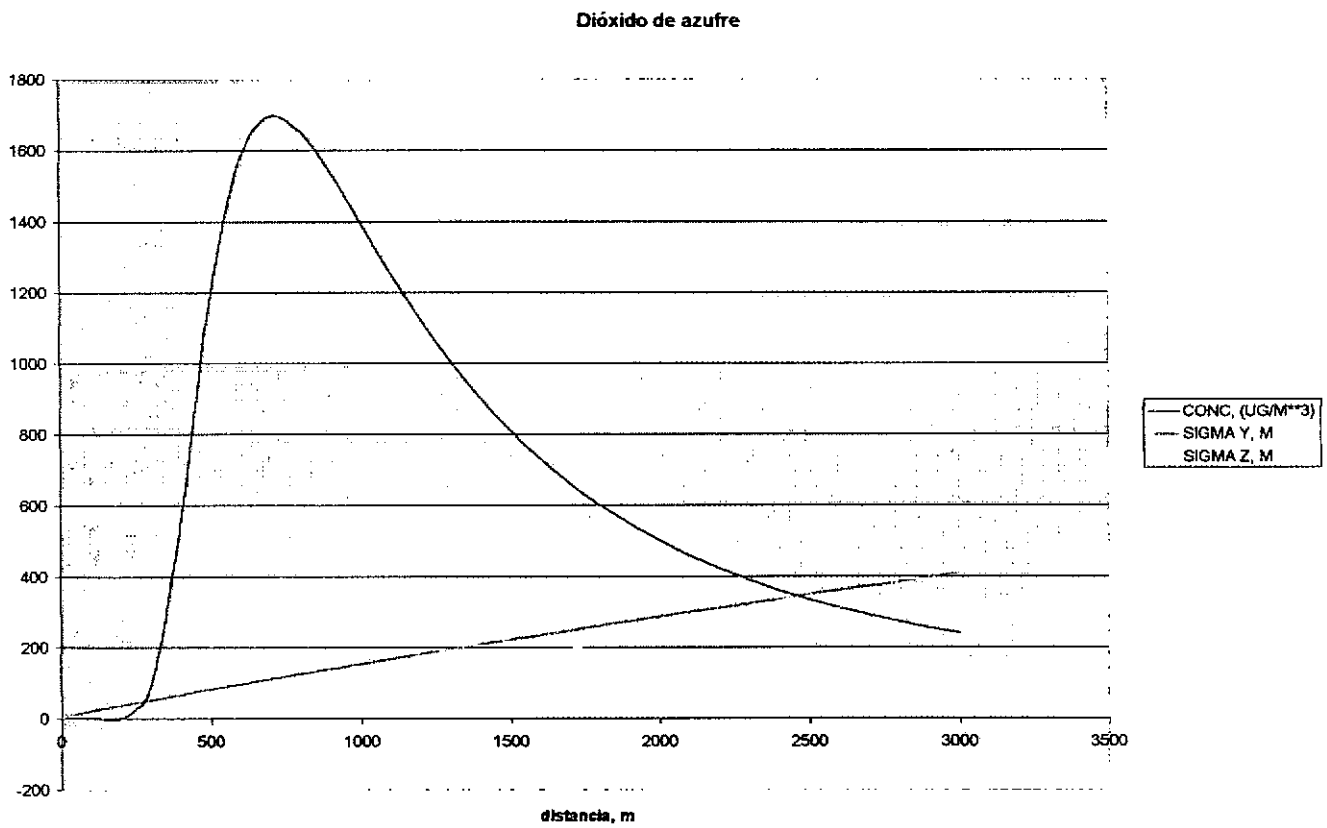
```
****************************************
*** DISTANCIAS AUTOMATICAS DE SCREEN ***
****************************************

*** ALTURA DE TERRENO DE    0. M SOBRE LA BASE DE LA CHIMENEA
*** PARA LAS SIGUIENTES DISTANCIAS

   DIST      CONC              U10M    USTK    MEZ     PLUMA     SIGMA
SIGMA
    (M)    (UG/M**3)    STAB   (M/S)   (M/S) ALT (M) ALT (M)    Y (M)
Z (M)   DWASH
 -------  ----------   ----   -----   ----- ------- -------   ------
------  -----
      1.  0.0000         2      2.0     2.3   640.0  102.91     1.72
1.71    NO
    100.  0.3454E-09     2      2.0     2.3   640.0  102.91    20.35
12.46    NO
    200.  0.4093         2      2.0     2.3   640.0  102.91    36.75
21.27    NO
    300.   88.06         2      2.0     2.3   640.0  102.91    52.61
30.85    NO
    400.   534.9         2      2.0     2.3   640.0  102.91    68.00
40.53    NO
    500.   1174.         2      2.0     2.3   640.0  102.91    83.01
51.51    NO
    600.   1568.         2      2.0     2.3   640.0  102.91    97.72
62.75    NO
    700.   1694.         2      2.0     2.3   640.0  102.91   112.16
74.19    NO
    800.   1657.         2      2.0     2.3   640.0  102.91   126.38
85.82    NO
    900.   1543.         2      2.0     2.3   640.0  102.91   140.41
97.59    NO
   1000.   1404.         2      2.0     2.3   640.0  102.91   154.26
109.50    NO
   1100.   1262.         2      2.0     2.3   640.0  102.91   167.95
121.52    NO
   1200.   1130.         2      2.0     2.3   640.0  102.91   181.50
133.66    NO
   1300.   1011.         2      2.0     2.3   640.0  102.91   194.92
145.90    NO
   1400.   905.9         2      2.0     2.3   640.0  102.91   208.22
158.24    NO
   1500.   813.7         2      2.0     2.3   640.0  102.91   221.40
170.66    NO
   1600.   733.2         2      2.0     2.3   640.0  102.91   234.48
183.16    NO
   1700.   663.0         2      2.0     2.3   640.0  102.91   247.46
195.74    NO
   1800.   601.6         2      2.0     2.3   640.0  102.91   260.35
208.40    NO
```

1900.	547.8	2	2.0	2.3	640.0	102.91	273.15	221.12	NO
2000.	500.6	2	2.0	2.3	640.0	102.91	285.87	233.91	NO
2100.	458.9	2	2.0	2.3	640.0	102.91	298.51	246.76	NO
2200.	422.0	2	2.0	2.3	640.0	102.91	311.08	259.68	NO
2300.	389.3	2	2.0	2.3	640.0	102.91	323.57	272.64	NO
2400.	360.1	2	2.0	2.3	640.0	102.91	336.00	285.67	NO
2500.	334.1	2	2.0	2.3	640.0	102.91	348.36	298.75	NO
2600.	310.7	2	2.0	2.3	640.0	102.91	360.66	311.88	NO
2700.	289.8	2	2.0	2.3	640.0	102.91	372.90	325.06	NO
2800.	271.0	2	2.0	2.3	640.0	102.91	385.08	338.28	NO
2900.	254.1	2	2.0	2.3	640.0	102.91	397.20	351.55	NO
3000.	238.9	2	2.0	2.3	640.0	102.91	409.27	364.87	NO
3500.	182.5	2	2.0	2.3	640.0	102.91	468.87	432.08	NO
4000.	148.7	2	2.0	2.3	640.0	102.91	527.35	500.24	NO
4500.	127.8	2	2.0	2.3	640.0	102.91	584.86	569.23	NO
5000.	114.0	2	2.0	2.3	640.0	102.91	641.50	638.97	NO
5500.	104.0	2	2.0	2.3	640.0	102.91	697.37	709.40	NO
6000.	96.07	2	2.0	2.3	640.0	102.91	752.53	780.45	NO
6500.	89.50	2	2.0	2.3	640.0	102.91	807.04	852.08	NO
7000.	83.88	2	2.0	2.3	640.0	102.91	860.96	924.25	NO
7500.	78.98	2	2.0	2.3	640.0	102.91	914.32	996.92	NO
8000.	74.66	2	2.0	2.3	640.0	102.91	967.17	1070.06	NO
8500.	70.83	2	2.0	2.3	640.0	102.91	1019.54	1143.65	NO
9000.	67.40	2	2.0	2.3	640.0	102.91	1071.46	1217.66	NO
9500.	64.31	2	2.0	2.3	640.0	102.91	1122.95	1292.07	NO
10000.	61.51	2	2.0	2.3	640.0	102.91	1174.03	1366.86	NO

```
  15000.    43.34         2      2.0     2.3    640.0   102.91 1666.29
2132.61     NO
  20000.    33.86         2      2.0     2.3    640.0   102.91 2132.56
2924.03     NO
  25000.    27.99         2      2.0     2.3    640.0   102.91 2579.58
3735.09     NO
  30000.    23.98         2      2.0     2.3    640.0   102.91 3011.30
4562.16     NO
  40000.    18.81         2      2.0     2.3    640.0   102.91 3838.49
5000.00     NO
  50000.    15.61         2      2.0     2.3    640.0   102.91 4627.48
5000.00     NO

 CONCENTRACION MAXIMA DE 1 HORA A O MAS DE      1. M:
    718.    1696.         2      2.0     2.3    640.0   102.91  114.88
76.39     NO

  DWASH=    SIGNIFICA NO CALCULO (CONC = 0.0)
  DWASH=NO SIGNIFICA NO FLUJO DE DESCENSO
  DWASH=HS SIGNIFICA FLUJO DE HUBER-SNYDER
  DWASH=SS SIGNIFICA FLUJO DE SCHULMAN-SCIRE
  DWASH=NA SIGNIFICA FLUJO DE DESCENSO NO APLICABLE, X<3*LB

  *** ROMPIMIENTO DE INVERSION EN CALCULO DE INVERSION ***
   CONC (UG/M**3)    =     1778.
   DIST A MAX (M)    =   4306.76

       ****************************************
       *** RESUMEN DE RESULTADOS DEL MODELO ***
       ****************************************

  CALCULO DEL       MAX CONC    DIST A    TERRENO
 PROCEDIMIENTO      (UG/M**3)    MAX (M)    HT (M)
 --------------   -----------  -------   -------
 TERRENO SIMPLE     1696.          718.        0.

 FUMI DE ROMP INV   1778.         4307.       --


 ************************************************
 **  RECUERDE INCLUIR CONCENTRACIONES DE FONDO  **
 ************************************************
```

Al graficar estos datos observamos nuevamente una situación similar, donde la población expuesta abarca un amplio rango de distancias que deberán ser estudiadas desde el ámbito de salud para analizar si los habitantes más frágiles en el aspecto respiratorio están siendo afectados.

Como no es sencillo obtener datos epidemiológicos de varios años con el fin de correlacionarlos con los datos de calidad de aire y porque éstos no se poseen en la zona ya que no posee monitoreo de dióxido de azufre la localidad de esta industria, esto nos hace buscar indicadores de contaminación por este gas, como líquenes, defoliación de algunas especies vegetales, corrosión, que deberían ser tema de análisis para futuros planes de gestión ambiental por parte de las autoridades de la provincia de Santa Fe.



El aspecto meteorológico vinculado a la calidad de aire

Uno de los aspectos que se deben tener en cuenta cuando se eligen sitios de monitoreo, además de la simulación, es el meteorológico. En nuestro caso consideramos datos aportados por el INTA de Oliveros, a saber:

Velocidades diurnas, m/seg

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	X
N	11,43	11,19	7,94	13,39	12,19	11,32	11,57	10,43	14,48	15,09	15,14	16,08	12,52
NE	7,63	9,10	10,29	8,82	7,78	10,54	10,46	9,82	11,75	12,81	15,30	12,70	10,58
E	11,50	10,68	8,78	13,54	8,18	1,28	7,80	14,23	15,77	13,73	16,74	14,03	11,36
SE	12,21	12,47	11,43	11,53	9,13	8,18	17,64	21,93	15,66	11,96	17,50	14,82	13,71
S	5,85	11,48	11,95	13,93	11,39	6,91	13,17	14,24	12,66	14,17	16,41	12,49	12,05
SO	13,26	12,78	10,78	14,48	10,38	10,46	16,08	8,20	15,27	13,95	15,07	23,30	13,67
O	0,00	6,90	0,00	7,10	0,00	8,80	0,00	0,00	8,20	0,00	11,30	0,00	3,53
NO	10,10	7,62	8,66	8,10	11,00	5,40	9,30	8,60	6,30	7,30	9,50	16,00	8,99
var.	0,00	4,10	6,75	4,73	4,20	1,23	5,30	5,30	7,30	0,00	5,60	0,00	3,71
X	8,00	9,59	8,51	10,62	8,25	7,12	10,15	10,31	11,93	9,89	13,62	12,16	**10,01**

Velocidades nocturnas, m/seg

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	X
N	11,01	9,07	4,29	12,10	10,99	9,42	10,39	8,50	11,64	10,99	11,56	12,69	10,22
NE	5,43	6,58	8,84	5,75	6,00	9,74	9,38	8,48	10,52	12,94	11,54	9,91	8,76
E	9,00	8,37	6,90	12,07	9,43	9,54	6,80	12,87	13,69	12,59	13,53	12,54	10,61
SE	9,52	10,05	9,97	9,87	6,21	5,20	15,30	20,29	11,84	8,37	15,29	11,77	11,14

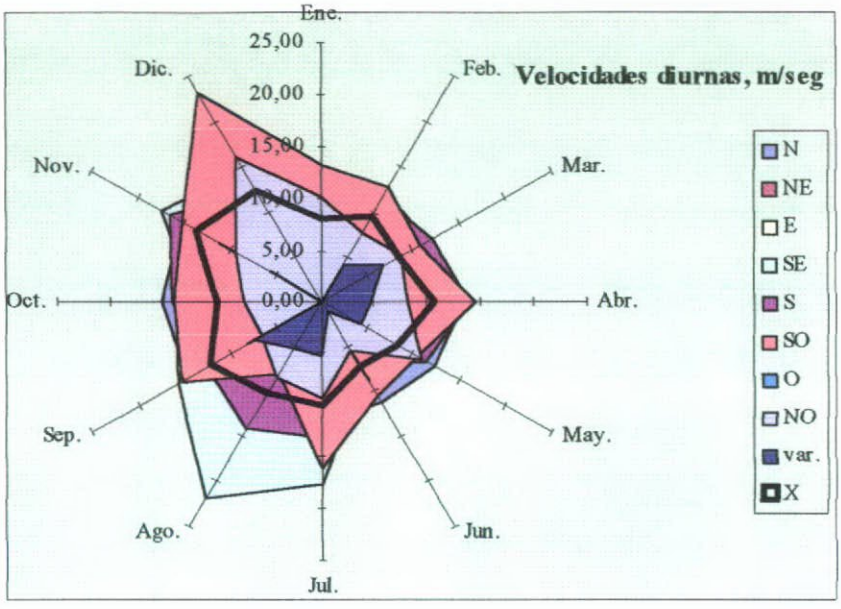
S	6,88	6,93	8,40	8,58	7,37	3,93	9,61	9,66	7,01	8,85	10,41	7,85	7,96
SO	7,90	6,37	6,10	8,16	6,23	5,25	9,45	1,25	2,54	6,35	9,80	7,60	6,42
O	0,00	4,50	0,00	5,75	0,00	6,30	0,00	0,00	11,00	0,00	14,10	0,00	3,47
NO	6,33	4,58	5,02	6,85	10,35	7,80	5,30	6,20	3,20	3,50	6,20	17,30	6,89
var.	0,00	1,75	1,80	1,43	1,65	0,67	5,20	5,85	4,30	0,00	1,00	0,00	1,97
X	6,23	6,47	5,70	7,84	6,47	6,43	7,94	8,12	8,42	7,07	10,38	8,85	**7,49**

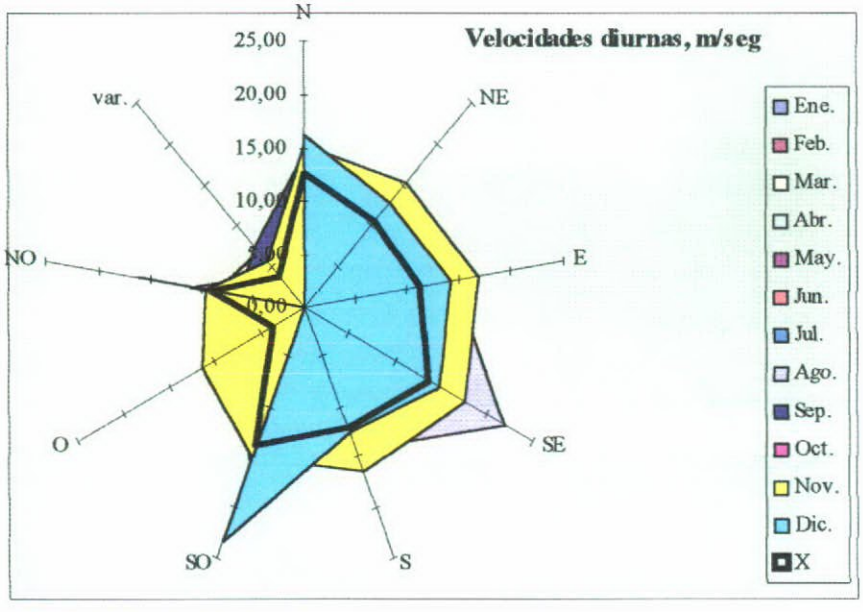
Contribución mensual a la dirección del viento, días/mes

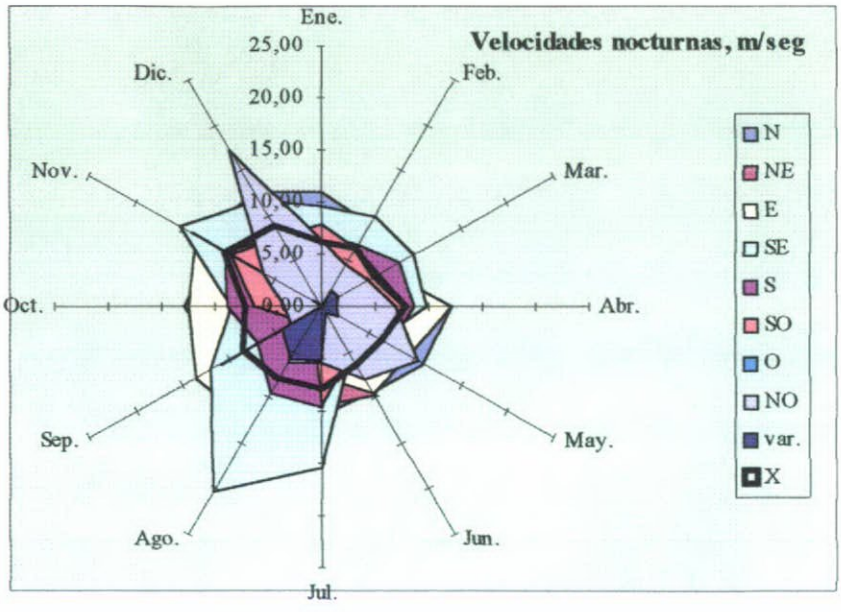
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	X
N	7,5	5,5	7,0	7,5	6,5	8,5	8,0	7,0	7,0	7,0	7,0	6,3	7,1
NE	1,5	3,5	6,0	5,5	5,0	2,5	4,0	8,5	5,0	6,5	2,5	7,7	4,9
E	4,0	2,8	3,0	3,5	2,0	4,0	0,5	1,5	6,0	4,0	3,5	5,0	3,3
SE	4,5	4,3	3,0	1,5	4,5	3,0	3,5	3,5	3,5	2,5	7,5	5,7	3,9
S	6,5	8,5	5,5	4,0	7,0	3,5	8,5	6,5	5,5	9,5	5,0	5,3	6,3
SO	2,0	1,5	2,0	4,5	2,0	6,0	3,0	1,0	1,5	1,0	3,0	0,3	2,3
O	0,0	0,3	0,0	1,0	0,0	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,5	0,0	0,3
NO	4,0	1,5	2,5	1,0	3,0	0,5	1,0	1,5	0,5	0,5	0,5	0,7	1,4
var.	0,0	0,5	1,0	1,5	1,0	1,5	0,5	1,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,7
X	3,3	3,1	3,3	3,3	3,4	3,3	3,2	3,4	3,3	3,4	3,3	3,4	**3,3**

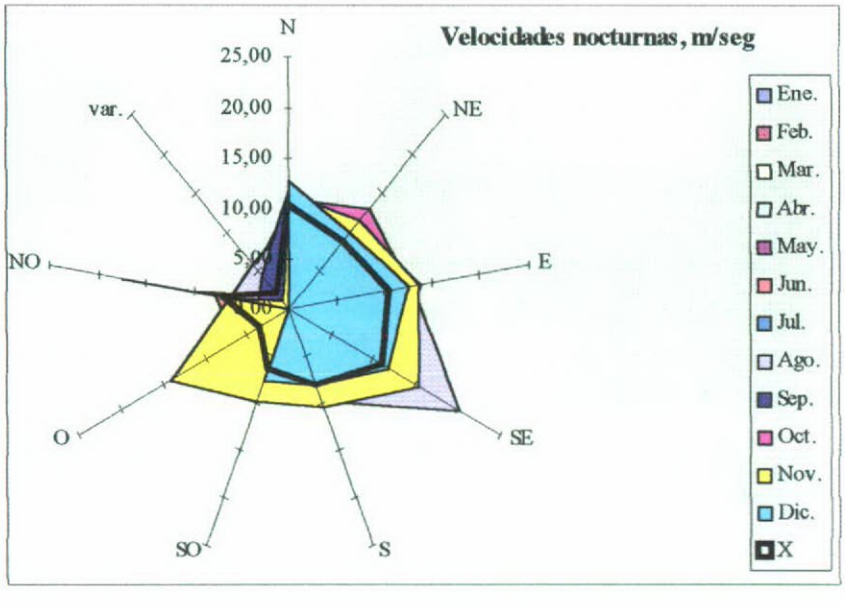
Contribución mensual a la dirección del viento, %

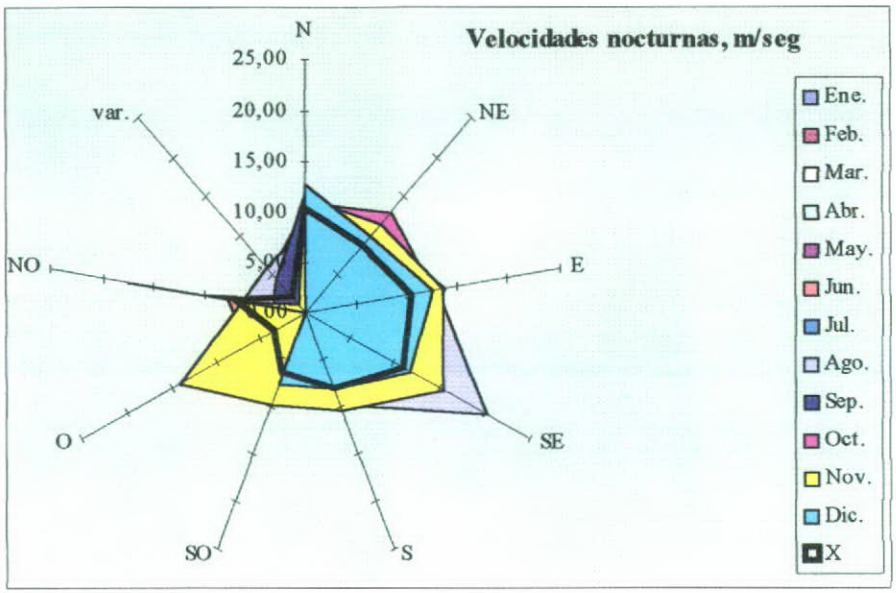
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	% anual
N	24%	19%	23%	25%	21%	28%	26%	23%	23%	23%	23%	20%	23%
NE	5%	12%	19%	18%	16%	8%	13%	27%	17%	21%	8%	25%	16%
E	13%	10%	10%	12%	6%	13%	2%	5%	20%	13%	12%	16%	11%
SE	15%	15%	10%	5%	15%	10%	11%	11%	12%	8%	25%	18%	13%
S	21%	30%	18%	13%	23%	12%	27%	21%	18%	31%	17%	17%	21%
SO	6%	5%	6%	15%	6%	20%	10%	3%	5%	3%	10%	1%	8%
O	0%	1%	0%	3%	0%	2%	0%	2%	2%	0%	2%	0%	1%
NO	13%	5%	8%	3%	10%	2%	3%	5%	2%	2%	2%	2%	5%
var.	0%	2%	3%	5%	3%	5%	2%	3%	2%	0%	2%	0%	2%

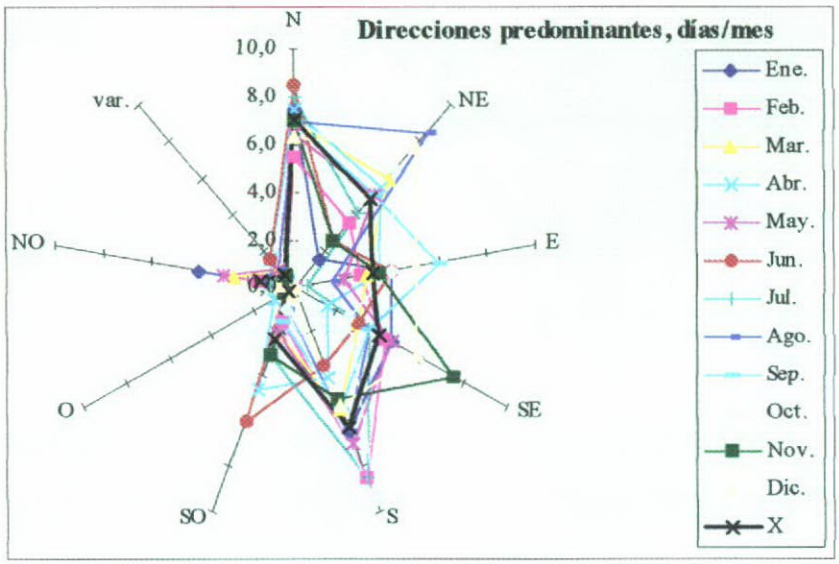

Velocidades diurnas, m/seg
Ene.
Feb.
Mar.
Abr.
May.
Jun.
Jul.
Ago.
Sep.
Oct.
Nov.
Dic.
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
N
NE
E
SE
S
SO
O
NO
var.
X


Velocidades diurnas, m/seg
N
NE
E
SE
S
SO
O
NO
var.
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
Ene.
Feb.
Mar.
Abr.
May.
Jun.
Jul.
Ago.
Sep.
Oct.
Nov.
Dic.
X


Velocidades nocturnas, m/seg
Ene.
Feb.
Mar.
Abr.
May.
Jun.
Jul.
Ago.
Sep.
Oct.
Nov.
Dic.
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
N
NE
E
SE
S
SO
O
NO
var.
X


Velocidades nocturnas, m/seg
N
NE
E
SE
S
SO
O
NO
var.
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
Ene.
Feb.
Mar.
Abr.
May.
Jun.
Jul.
Ago.
Sep.
Oct.
Nov.
Dic.
X

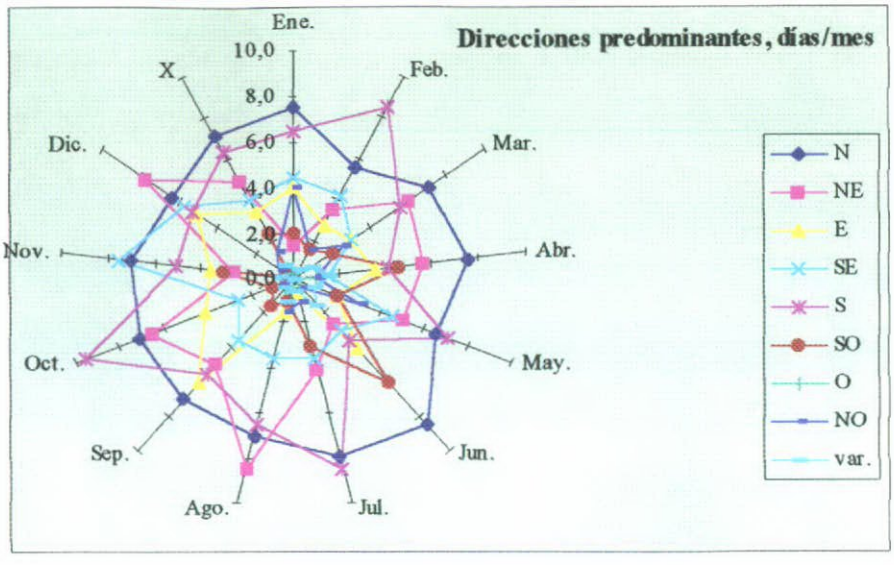

Velocidades nocturnas, m/seg
N
NE
E
SE
S
SO
O
NO
var.
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
Ene.
Feb.
Mar.
Abr.
May.
Jun.
Jul.
Ago.
Sep.
Oct.
Nov.
Dic.
X


Direcciones predominantes, días/mes
N
NE
E
SE
S
SO
O
NO
var.
10,0
8,0
6,0
4,0
2,0
0,0
Ene.
Feb.
Mar.
Abr.
May.
Jun.
Jul.
Ago.
Sep.
Oct.
Nov.
Dic.
X

La visualización de los datos meteorológicos, especialmente los de velocidades diurnas y nocturnas del viento nos permiten observar cómo cada mes del año presenta características particulares que lo hacen único en cuanto se refiere al diseño de los sitios de monitoreo.

Por ejemplo, en nuestro caso el realizar las mediciones en noviembre hace que debamos estudiar detalladamente la influencia de los vientos predominantes para ese mes, tanto en períodos diurnos como nocturnos, de manera de poder elegir días que presenten vientos predominantes, para que resulte válido el resultado obtenido, esto es, para que las concentraciones medidas sean representativas de la calidad del aire en los sectores más afectados durante el mes de las mediciones. Pero cuando observamos que noviembre durante el día presenta una homogeneidad importante en cuanto a direcciones de viento se hace importante desglosar la información en relación a la cantidad de días del mes que presentan determinada dirección, por lo cual se graficaron estos datos de dos maneras diferentes, de modo de mostrar diferentes enfoques que puede darnos la misma información

Aquí graficamos la cantidad de días por mes en función de las direcciones predominantes con lo que obtenemos que en noviembre la mayor cantidad de días presenta viento del SE.



Veamos entonces qué nos muestra graficar la dirección del viento en función de la cantidad de días por mes, aquí la gráfica se hace más clara y observamos que una de las direcciones más frecuente es la NE pero no es constante durante todos los meses, en la cantidad de días en que se repite, la dirección N es también frecuente y más constante, la velocidad del SE es poco constante pero en noviembre es la predominante, seguida por el viento del N, el del S, el del E, del SO y del NE.

De esta manera vemos que el viento del NE que es uno de los más importantes en cuanto a la cantidad de población expuesta a las emisiones industriales no es uno de los que ocupa mayor cantidad de días en el mes de noviembre, pero a la vez es un viento de gran importancia ya que en gran parte de las ciudades del proyecto MAP1 las industrias se encuentran ubicadas cerca del río y parte de la población habita en zonas afectadas por el viento del NE.

Debido a estos estudios es que se seleccionaron días de monitoreo de aire en que se encontraban presentes vientos del SE y del NE, con los siguientes resultados:

MUESTRA DE AIRE CERCANA A CELULOSA (CAP. BERMUDEZ)

MUESTRA DE AIRE CERCANA A MOLINOS RIO DE LA PLATA (ROSARIO)

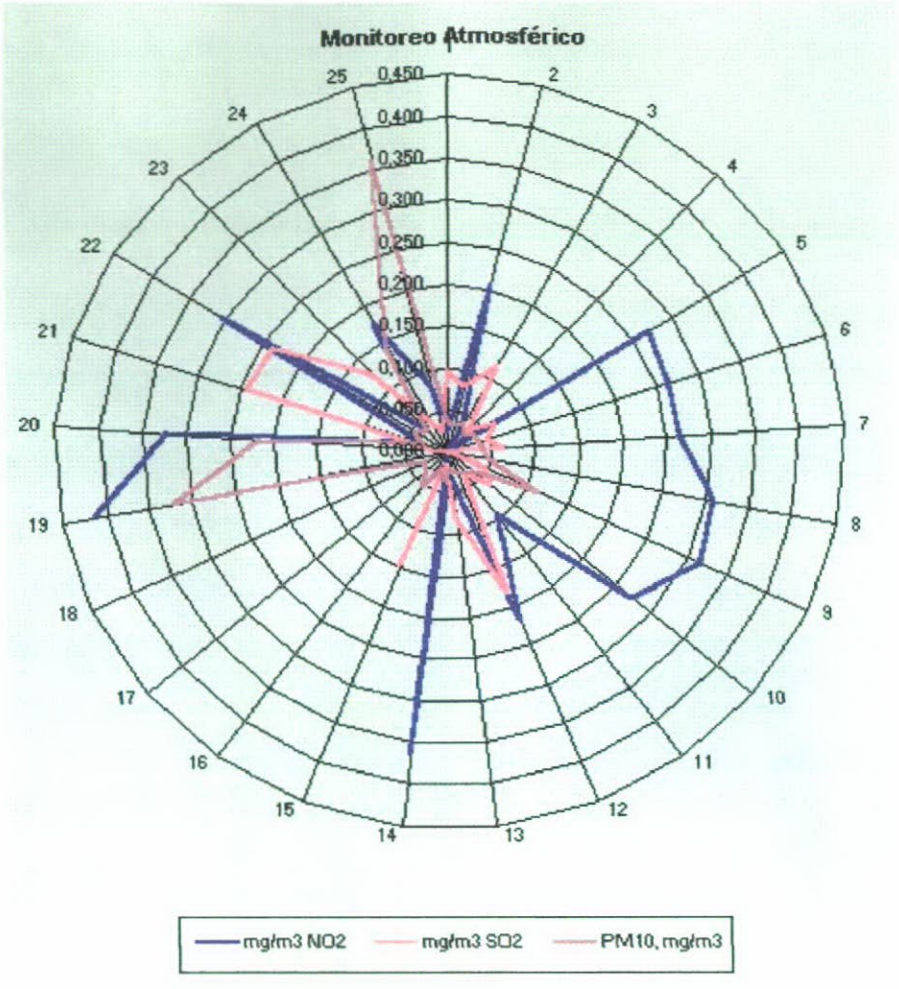
MUESTRA DE AIRE CERCANA A FRIGORIFICO SWIFT (VILLA GDOR. GALVEZ)

MUESTRA DE AIRE CERCANA A DREYFUSS Y BASF (GRAL. LAGOS)

MUESTRA DE AIRE CERCANA A METCON (VILLA CONSTITUCION)

MUESTRA DE AIRE EN PUNTA ALVEAR (ALVEAR)

Muestra	Dirección	Dirección	Velocidad , m/s	mg/m3 NO2	mg/m3 SO2	PM10, mg/m3
1	Luis Braile y Libertad - SL	SSE	0,2	0,023	0,097	0,0380
2	Ruta 11 frente Destilería - SL	SSE	8	0,205	0,080	0,0300
3	Av . América y 25 de Mayo - PGSM	SSE	0,2	0,032	0,114	0,0380
4	Eva Perón y 25 de Mayo - FLB	SSE	0,2	0,000	0,032	0,0280
5	J. González y Eva Perón - CB	ENE	1	0,273	0,064	0,0360
6	Eva Perón y San Lorenzo - GB	ENE	0,2	0,265	0,048	0,0400
7	Córdoba y Rodó - Rosario	ENE	0,3	0,265	0,064	0,0390
8	Av. Sorrento y Casiano Casas - Rosario	ENE	2,9	0,307	0,000	0,0460
9	Avellaneda al 4800 - Rosario	ENE	0,1	0,316	0,048	0,1160
10	Frente al Swift	ENE	1,5	0,273	0,064	0,0380
11	Libertad al 100 (frente Paladini) - VGG	ENE	2,4	0,093	0,032	0,0300
12	Cerca de Unilever - VGG	NE	1,3	0,219	0,183	0,0270
13	Parque Industrial - Alvear	NE	2,7	0,027	0,080	0,0220
14	Cerca de Basf y Dreyfus - G.Lagos	NE	3	0,364	0,016	0,0360
15	Cerca de Metcon y Acindar - VC	NE	4,8	0,000	0,148	0,0240
16	Cerca Silos (frente a la plaza) Villa Const.	NE	4,9	0,000	0,000	0,0520
17	Cerca de Ecology	NE	3	0,000	0,000	0,0320
18	Zona urbana - Arroyo Seco	NE	2,5	0,000	0,000	0,0280
19	Acceso norte Autopista San Lorenzo - SL	NE	0,8	0,410	0,000	0,3200
20	Córdoba y Ruta 11 - PGSM	NE	0,6	0,320	0,015	0,2150
21	Ruta 11 cerca Sulfacid - FLB	NE	0,2	0,030	0,241	0,0310
22	Ruta 11 cerca Celulosa - CB	NE	0,8	0,305	0,235	0,0450
23	Ruta 11 frente escuela B° Bouchard - SL	NE	0,2	0,035	0,127	0,0320
24	Acceso sur Autopista San Lorenzo - SL	NE	0,3	0,174	0,039	0,1420
25	Ruta A012 frente a Vicentín - SL	NE	0,2	0,080	0,023	0,3580



Si graficamos cada uno de los contaminantes por separado podremos apreciar con más detalle la cercanía o no a los valores máximos permisibles que en la mayoría de las ordenanzas de la región sur de Santa Fe establece lo siguiente:

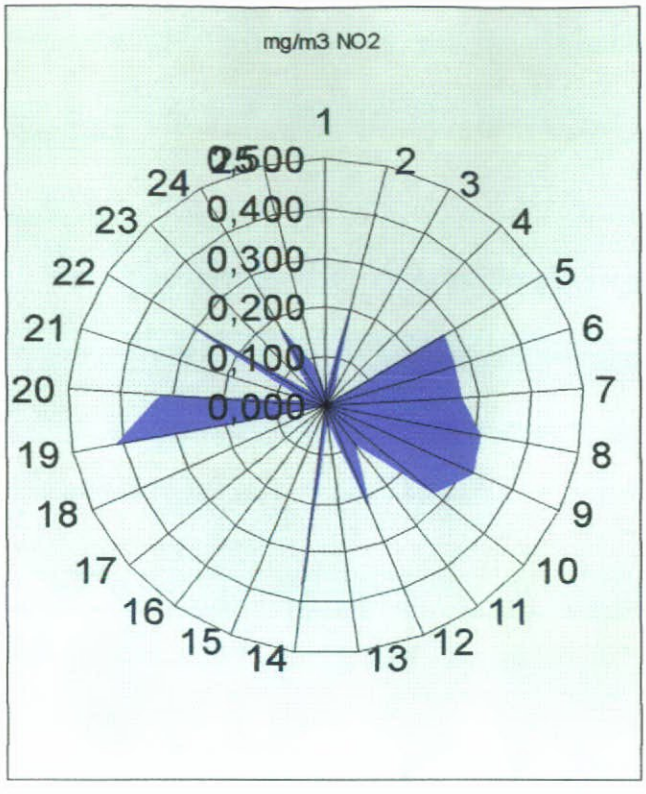
CONTAMINANTES	C.A.P.C. mg/m^3	C.A.P.L. mg/m^3
Partículas en suspensión	**0,5**	0,15
Monóxido de Carbono	15	3
Óxido de Nitrógeno (como NO_2)	**0,4**	0,1
Dióxido de Azufre	**0,5**	0,05
Oxidantes, O_3	0,1	0,03
Plomo	0,01	0,001
Polvo Sedimentado		0,5 mg/cm^2 . 30 ds.

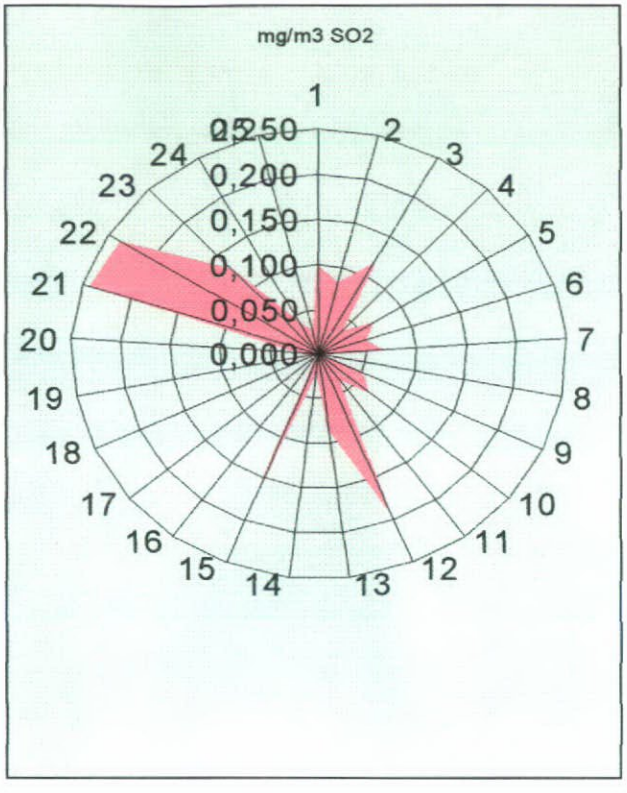
Por C.A.P.C se entiende Concentración Admisible Período Corto (20 minutos) y por C.A.P.L. se entiende Concentración Admisible Período Largo (24 horas).

En cuanto a las partículas menores de 10 micrómetros tomaremos el valor de Partículas en Suspensión como referencia y el valor guía de la OMS (0,100 mg/m3)

La selección de estos tres contaminantes ambientales se debió exclusivamente al hecho de tener que realizar la evaluación de calidad del aire en un Mapa Ambiental Provincial en la etapa de evaluación industrial, por lo que no podíamos incorporar al monóxido de carbono y plomo como parámetros de evaluación ya que su presencia se encuentra asociada al tránsito vehicular. El polvo sedimentado no se tomó como parámetro porque el período de muestreo es de 30 días y se requieren de numerosas experiencias en el mismo sitio para poder extraer algún tipo de conclusión. Otros contaminantes como hidrocarburos y oxidantes (como ozono) tampoco se evaluaron por estar vinculados primordialmente al tránsito vehicular.

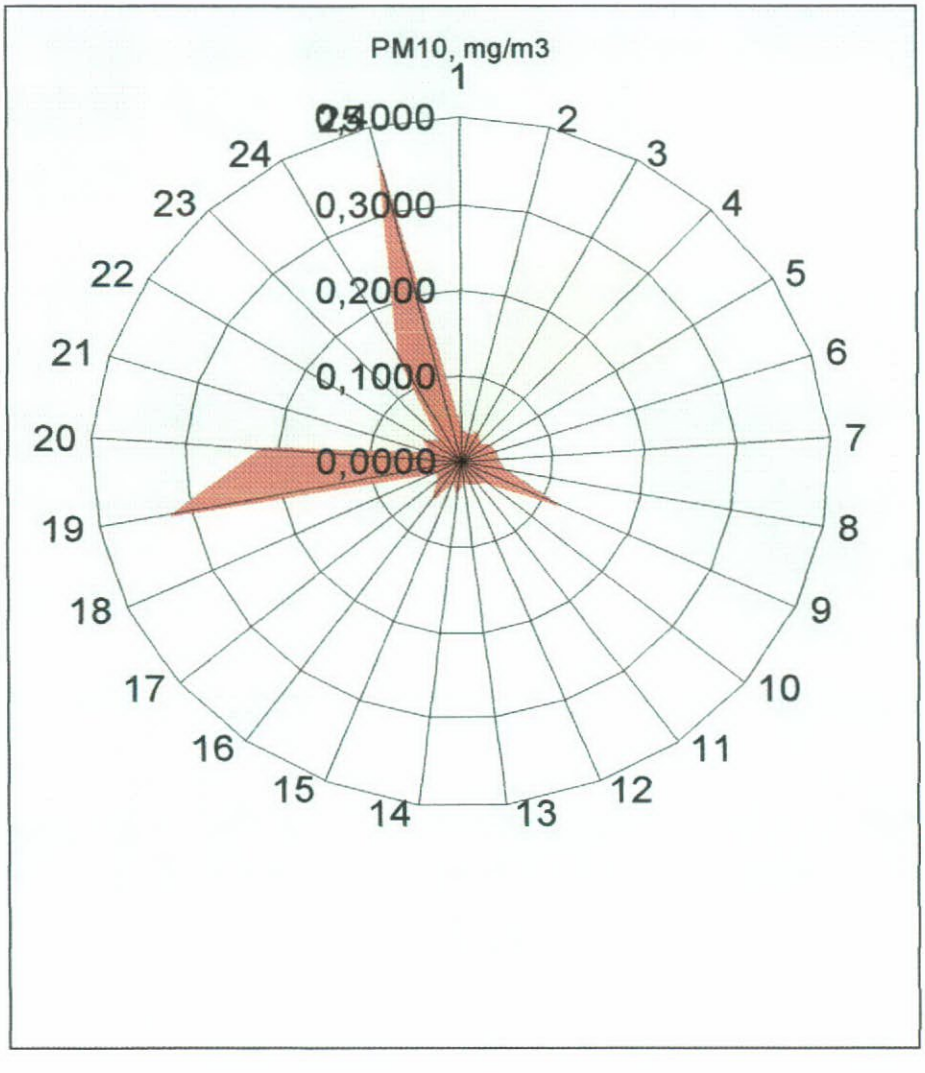
Si bien los óxidos de nitrógeno son producidos por el tránsito también se emiten por industrias, especialmente vinculados a la composición de los combustibles utilizados, sus valores nos permitirán conocer la validez de las declaraciones de combustibles realizadas por las empresas.





En cuanto al dióxido de nitrógeno, una sola muestra superó el valor CAPC de 0,4 mg/m3, mientras que en cuanto al dióxido de azufre no hubo ninguna muestra que superara el valor de CAPC de 0,5 mg/m3. El hecho de que no se encontraran valores excedidos de las normas locales vigentes no significa que no exista tal problema, sino simplemente que un monitoreo tan escaso como el hecho de 25 muestras entre tantas ciudades, con realidades industriales tan disímiles, sólo sirve para validar modelos matemáticos. Además no podemos saber en qué condiciones estaban trabajando las industrias en el momento de la toma de muestra, ya que el Mapa Ambiental Provincial se basa en declaraciones juradas en base a la producción y consumo de materias primas, combustibles y energía anuales, con el fin de seguir la metodología de los inventarios de emisiones, de esta manera el muestreo realizado en un día y hora determinados no representa en sí la producción de un año ni la influencia de las emisiones en la calidad del aire. De aquí la necesidad de desarrollar sistemas de evaluación ambiental adecuados a los tiempos que corren y a las innovaciones

tecnológicas de que disponemos. Es imprescindible conocer la emisión de las grandes industrias en forma continua, ya que son ellas las que más combustible consumen, las que producen mayor cantidad de productos y las que tienen acceso a mayor tecnología. Si bien también es cierto que estas grandes empresas son las que pueden implementar mayores avances en pro del cuidado ambiental, es una realidad que un proceso de gran porte puede generar también grandes emisiones en el caso de salirse de control, por lo cual la importancia de los inventarios de emisiones aplicados a la gestión ambiental es primordial.



Procesamiento de imágenes satelitales

Respecto al punto 2-6 del Contrato, "Prueba piloto del procesamiento de imágenes satelitales" provenientes del Convenio firmado entre la Provincia de Santa Fe y la CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales) informamos que:

El proyecto consiste en lograr el análisis de imágenes satelitales provistas por satélites geoestacionarios como el GOES (Geoestationary Operational Enviroment Satellite) y METEOSAT (European Space Agency), así como de rastrear satélites de órbita polar como los de la serie NOAA (National Oceanic and Atmosfheric Administration) y METEOR (Rusia).

El análisis de la información es un elemento crucial en la percepción remota. La correcta interpretación de las imágenes se basa en un detallado estudio de la información junto a un tratamiento adecuado de la misma por medio de sofisticados programas de procesamiento de imágenes, eventualmente acompañados por la comparación con los archivos históricos zonales o por variación basado en la verdad terrestre.

Se deberá elegir cuál es el sistema que se utilizará para trabajar ya que no existe una única manera de realizar el análisis y producción de las imágenes. En el mercado hay numerosas opciones, y es necesario realizar un pormenorizado relevamiento de las mismas en base a la factibilidad operativa y económica de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.

El procesamiento digital de información satelital, para proceder al monitoreo y control del medio ambiente, se constituirá en una herramienta valiosa.

Al no tener un sistema de procesamiento de imágenes, en esta primera etapa es imposible concretar tal punto.

DIAGNOSTICO Y RECOMENDACIONES

Del trabajo de campo realizado surge el siguiente diagnostico:

1°- Los formularios de encuesta que utiliza la Secretaria de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la provincia de Santa Fe, carecen de especificidad en algunos aspectos, no contando con un instructivo para su llenado que encuadre las respuestas dentro de parámetros que pueden ser fácilmente incorporados a la Base de Datos del S.I.G.A.

2°- Si bien las mediciones sobre los recursos aire, suelo y agua fueron realizados respetando las normas especificas vigentes, sus resultado no son indicativos de la situación real de los mismos puesto que no constituyen un monitoreo permanente sino un dato puntual que indica en muchos casos un situación de anomalía momentánea sin que pueda definirse la causa de la misma.

3°- Las anomalías detectadas en el recurso agua, principalmente en los arroyos, son sin lugar a dudas producidas por agentes externos que impactan negativamente sobre ellos, constituyendo un motivo de profundización de investigación de los mismos, con la finalidad de detectar fehacientemente las causas que originaron tal deterioro, atendiendo principalmente a todos los factores exógenos tales como efluentes industriales y cloacales, lixiviación y arrastre de productos destinados a la explotación agrícola (herbicidas, pesticidas, etc.) presentes en las zonas que involucran las respectivas cuencas. Las investigaciones deberían efectuarse a través de un sistema de monitoreo permanente y por el tiempo necesario como para tener un muestreo que cubra una importante diversidad de horarios y las variaciones estacionales causadas por los diferentes regímenes de precipitaciones de la región.

4°- En el recurso aire, dada la preeminencia de los vientos noroeste, se observa que los sectores mas perjudicados son los ubicados en esa dirección, lo cual debería

tenerse en cuenta para futuras urbanizaciones y proveerlas de elementos que minimicen el impacto.

5°- En el recurso suelo es claro que el panorama resultante solo puede dar una visión muy reducida del estado de los mismos, pero es un ejercicio valido desde un punto de vista practico, ya que a partir de los datos y experiencias registradas se estaría en condiciones de encarar un estudio profundo que permita elaborar un mejor diagnostico.

6°- No existe una fluida relación de intercambio de datos entre los distintos organismos provinciales, lo cual origina una importante dispersión de esfuerzo para obtener un estado de situación lo mas completo posible.

7°- Debido a lo expresado en el ítem anterior, resulta dificultoso el acceso a las bases de datos existentes en distintos organismos, notándose una marcada reticencia a compartir los mismos.

En base a lo expresado en los puntos anteriores, se propondrán sistemas óptimos de evaluación en toda la región mediante la instalación de estaciones remotas, sistemas de almacenaje y tratamiento de datos y unidad móvil en el recurso aire , y en los otros dos, sistemas de control periódico, de forma tal que tales controles permitan definirlas políticas ambientales a aplicar.

Debe quedar en claro que los resultados obtenidos permitirán a la Secretaria de Estado detectar a los posibles emisores.

Se recomienda que la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Santa Fe implemente un mecanismo para mantener actualizada la base de datos de las industrias radicadas en el corredor considerado (trabajo efectuado por este grupo), realizando controles periódicos sobre los efluentes de las mismas a los efectos de detectar los causales de las alteraciones observadas en los parámetros en los tres recursos: aire, suelo y agua, con especial énfasis en este último.

Esta tarea se debería realizar interactuando con los otros organismos, tanto nacionales, provinciales o municipales con incumbencia sobre el tema en la zona.

Las alteraciones observadas en los recursos agua y suelo se encuentran resaltadas en los resultados de los respectivos análisis, como así también en la síntesis de las Tablas I y II (páginas Nros. 210 y 211) que da una idea geográfica de esas alteraciones.

Tabla I:

Alteraciones en el recurso agua

Parámetros		pH	Cloruros	Fósforo	DBO	OD	Coliformes totales
Sitio de extracción	Referencia	Cantidad de alteraciones	Cantidad de alteraciones	Cantidad de alteraciones	Cantidad de alteraciones	Cantidad de alteraciones	Cantidad de alteraciones
Arroyo San Lorenzo		6	3	9	3	8	2
	SL1	-	283,67	0,82 – 1,05	7,20	4,60	-
	SL2	8,87 – 8,75	307,96	0,75 – 1,07	-	4,50	11.000
	SL3	8,81 – 8,70	253,56	0,87 – 1,10 0,86	5,50	3,90 – 4,20 3,60	-
	SL4	8,90 – 8,80	-	1,04 – 0,90	5,20	3,30 – 2,60 4,00	11.000
Arroyo Ludueña		4	6	6	1	8	-
	LU1	8,83 – 8,53	461,41/376,94 309,63	0,77 – 0,77	-	4,30 – 4,20 4,40	-
	LU2	8,86 – 8,52	541,61/390,40	0,82 – 0,80	7,40	4,10	-
	LU3	-	303,86	0,87 – 1,05	-	1,70 – 1,00 2,50 – 3,20	-
Canal Ibarlucea		-	-	2	1	3	1
	CI	-	-	1,06 –1,08	8,10	3,00 – 3,00 3,90	11.000
Arroyo Saladillo		2	8	10	-	6	1
	SA1	8,58	534,71/625,02	0,96 – 1,03 0,91 – 1,14	-	4,18 – 4,80 4,90	19.000
	SA2	-	349,73/553,69 275,01/619,25	0,88 – 1,11 0,86 – 1,13	-	4,50	-
	SA3	8,95	349,80/261,55	0,99 – 0,76	-	4,90 – 4,90	-
Arroyo Frías		1	-	4	-	5	1
	FR1	-	-	0,79	-	4,10 – 3,90 4,80	-
	FR2	8,92	-	2,27 – 1,66 1,23	-	4,10 – 3,40	11.000
Arroyo Seco		1	-	3	1	6	3
	SE1	-	-	1,14 – 0,79 0,73	-	4,80 – 3,70 3,90	11.000 11.000
	SE2	8,53	-	-	5,10	4,00 – 4,00 1,90	11.000
Arroyo Pavón		6	4	5	-	3	-
	PA1	8,69 – 8,96 8,72	273,08/298,09	0,88 – 0,89 0,77	-	4,70	-
	PA2	8,53 – 8,69 8,66	288,47 /303,86	0,87 – 0,96	-	4,50 – 3,90	-
Canal Villa Constitución		3	-	2	-	3	1
	VC1	9,53 – 9,04	-	0,83	-	4,70	-
	VC2	8,54	-	0,73	-	4,50 – 3,90	11.000
Río Paraná	Gran capacidad de oxigenación						

TABLA II:

Interpretaciones en el recurso suelo

	Parámetros	pH	Conductividad Iónica	Materia Orgánica	N Nítrico	P	Capacidad de canje de cationes
	Unidades	Unidad de pH	R=MS/c,m	gr.%	ppm	ppm	meq/100 gr.
Sitio de extracción	Referencia	Interpretación	Interpretación	Interpretación	Interpretación	Interpretación	Interpretación
Puerto General San Martín	Industrias químicas, petroquímicas aceiteras cerealeras S_1 a S_6	Ácido $S_1 - S_2$	Indica suelos no salinos	Muy bajo S_1, S_2, S_3, S_5	Bajos S_1, S_2	Todos muy bajos	Dentro de los valores medios
San Lorenzo	Industrias químicas, aceiteras S_7 a S_{12}	Ácido S_9, S_{10} Alcalino S_{12}	Indica suelos no salinos	Medio todas	Dentro del rango	Todos muy bajos	Dentro de los valores medios
Alvear	Industria automotor S_{13} a S_{14}	Alcalino S_{13}, S_{14}	Indica suelos no salinos	Medio todas	Bajos S_{13}, S_{14}	Todos muy bajos	Dentro de los valores medios
Alvear / General Lagos	Industrias químicas, cerealeras S_{15} a S_{22}	Alcalino S_{16}, S_{21} S_{22}	Indica suelos no salinos	Medio todas	Bajos S_{19}, S_{20}	Todos muy bajos	Dentro de los valores medios
Fray Luis Beltrán	Industrias químicas S_{23} a S_{25}	Alcalino S_{24}, S_{25}	Indica suelos no salinos	Medio todas	Bajos S_{23}, S_{24} S_{25}	Todos muy bajos	Dentro de los valores medios
Rosario	Industrias alimenticias S_{26} a S_{28}	Alcalino S_{26}, S_{27} S_{28}	Indica suelos no salinos	Medio todas	Dentro del rango	Todos muy bajos	Dentro de los valores medios
Villa Constitución	Industrias cerealeras S_{29} a S_{30}	Alcalino S_{29}, S_{30}	Indica suelos no salinos	Medio todas	Dentro del rango	Todos muy bajos	Dentro de los valores medios
Villa Constitución	Industrias Siderúrgicas S_{31} a S_{35}	Alcalino S_{31}, S_{34} S_{35}	Indica suelos no salinos	Medio todas	Dentro del rango	Todos muy bajos	Dentro de los valores medios
Villa Constitución	Incineración de residuos S_{36} a S_{38}	Ácido S_{36}, S_{37} S_{38}	Indica suelos no salinos	Medio todas	Bajo S_{38}	Todos muy bajos	Dentro de los valores medios

Rosario	Industrias aceiteras, cerealeras S_{39} a S_{41}	Alcalino S_{41}	Indica suelos no salinos	Medio todas	Dentro del Rango	Todos muy bajos	Dentro de los valores medios
Villa Gobernador Gálvez	Industrias Frigoríficas S_{42} a S_{44}	Ácido S_{42} Alcalino S_{44}	Indica suelos no salinos	Medio todas	Bajos S_{42}, S_{43} S_{44}	Todos muy bajos	Dentro de los valores medios
Villa Gobernador Gálvez	Industrias Químicas S_{45} a S_{47}	Alcalino S_{45}, S_{46} S_{47}	Indica suelos no salinos	Medio todas	Bajos S_{45}, S_{46} S_{47}	Todos muy bajos	Dentro de los valores medios
Capitán Bermúdez	Industria Papelera S_{48} a S_{49}	Ácido S_{48}, S_{49}	Indica suelos no salinos	Medio todas	Bajos S_{48}, S_{49}	Todos muy bajos	Dentro de los valores medios

Niveles de interpretación de los parámetros del recurso suelo

pH

Extremadamente ácido: menor de 4,5
Muy fuertemente ácido: de 4,5 a 5,0
Fuertemente ácido: de 5,1 a 5,5
Medianamente ácido: de 5,6 a 6,4
Neutro: de 6,5 a 7,3
Ligeramente alcalino: de 7,4 a 7,8
Moderadamente alcalino: de 7,9 a 8,4
Fuertemente alcalino: de 8,5 a 9,0
Muy fuertemente alcalino: más de 9,1

Nitrógeno nítrico

Cantidades variables entre 2 y 60 ppm en suelos cultivados, según la estación del año.

Materia orgánica

Bajo: menos de 1 gr. / 100 gr. de suelo
Medio: de 1 a 3 gr. / 100 gr. de suelo
Alto: más de 3 gr. / 100 gr. de suelo

Conductividad

Suelo salino: pH menor a 8,5 / Conductividad superior a 4000 MS/cm
Suelo alcalino: pH menor a 8,5 / Conductividad inferior a 4000 MS/cm
Suelo alcalino no salino: pH superior a 8,5 / Conductividad inferior a 4000 MS/cm

Capacidad de canje de cationes

Suelo arenoso: 0 – 5 meq / 100 gr
Suelo franco arenoso fino: 5 – 10 meq / 100 gr
Suelo franco y franco – limoso: 10 – 25 meq / 100 gr
Suelo franco arcilloso: 25 – 30 meq / 100 gr
Suelo arcilloso: más de 30 meq / 100 gr

Fósforo

Muy bajo: menor de 3 ppm
Bajo: entre 3 y 7 ppm
Medio: entre 8 y 12 ppm
Alto: entre 13 y 17 ppm

FUENTE: INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) – Valores adoptados por el MAGIC (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Industria y Comercio de la Provincia de Santa Fe sobre Toma de muestras y determinaciones analíticas en suelos y aguas).

LEY N° 11.220 - ANEXO 3
NORMAS DE CALIDAD DE FUENTES SUPERFICIALES DESTINADAS A POTABILIZACIÓN POR PROCESOS CONVENCIONALES

A . PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS

	PARÁMETRO	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO TOLERABLE
1	Color	Mg/l escala Pt/Co	100

B . PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS

	PARÁMETRO	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO TOLERABLE
2	pH	Unidades de pH	6,5 < pH < 8,5
3	CLORUROS	mg/l Cl	250
4	SULFATOS	mg/l SO_4^{2-}	200
5	MANGANESO	mg/l Mn	0,2
6	COBRE	mg/l Cu	1,0
7	ZINC	mg/l Zn	5,0
8	BARIO	mg/l Ba	1,0
9	AMONIO	mg/l NH_4^+	0,7
10	NITRÓGENO (excluido el N en forma de nitritos y nitratos)	mg/l N	3,0
11	OXIDABILIDAD (permanganato de potasio)	mg/l O_2	15
12	DETERGENTES ANIÓNICOS	mg/l	0,5
13	FÓSFORO	Mg/l P_2O_5	0,7
14	OXÍGENO DISUELTO	mg/l O_2	> 5,0
15	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l O_2	5,0

C . SUSTANCIAS TÓXICAS INORGÁNICAS

	PARÁMETRO	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO TOLERABLE
16	ARSÉNICO	Mg / l As	100
17	CADMIO	Mg / l Cd	5
18	CROMO TOTAL	Mg / l Cr	50
19	CIANUROS	Mg / l CN-	50
20	MERCURIO	Mg / l Hg	1
21	PLOMO	Mg / l Pb	50
22	SELENIO	Mg / l Se	10
23	ANTIMONIO	Mg / l Sb	10
24	PLATA	Mg / l Ag	50
25	ALUMINIO	Mg / l Al	200
26	NITRATOS	mg / l NO3-	45
27	FLUORUROS	mg / l F	1,0

D . SUSTANCIAS TÓXICAS ORGÁNICAS Y PESTICIDAS			
	DETERMINANTE	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO TOLERABLE
28	HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLINUCLEARES (HAP)	Mg / l	0,2
29	HIDROCARBUROS TOTALES	Mg / l C_6H_5OH	0,5
30	FENOLES	Mg / l	1,0
31	BENCENO	Mg / l	10
32	TOLUENO	Mg / l	500
33	ESTIRENO	Mg / l	100
34	ETILBENCENO	Mg / l	500
35	XILENO	Mg / l	300
36	ALDRIN Y DIELDRIN	Mg / l	0,03
37	CLORDANO (total de isómeros)	Mg / l	0,3
38	DDT (total de isómeros)	Mg / l	1,0
39	HEPTACLORO Y EPTACLORO EPÓXIDO	Mg / l	0,1
40	GAMMA HAH (Lindano)	Mg / l	3
31	METOXICLORO	Mg / l	30
42	MALATION	Mg / l	100
43	METIL PARATION	Mg / l	7
44	PARATION	Mg / l	35

E . PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS			
	DETERMINANTE	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO TOLERABLE
45	COLIFORMES TOTALES	NMP por 100 ml (tubos múltiples)	5.000
		N° por 100 ml (membrana filtrante)	5.000
46	COLIFORMES FECALES	NMP por 100 ml (tubos múltiples)	5.000
		N° por 100 ml (membrana filtrante)	5.000

Ref.: mg / l = miligramos por litro

Mg / l = microgramos por litro

NMP = número más probable

BIBLIOGRAFIA

- APHA – AWWA – WPCF. METODOS NORMALIZADOS PARA EL ANALISIS DE AGUA POTABLE Y RESIDUALES. XVII ED.. EDITORIAL: DIAZ DE SANTOS. MADRID.
- BURGOS, J. J. Y VIDAL A. L. (1951). LOS CLIMAS DE LA REPUBLICA ARGENTINA SEGÚN LA NUEVA CLASIFICACION DE THORNWAITE. METEOROS I, 1:12. EDITORIAL BUENOS AIRES.
- CACERES, L. (1980). CARACTERIZACION CLIMATICA DE LA PROVINCIA DE SANTA FE. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. SANTA FE.
- CONTI, M. (1998). PRINCIPIOS DE EDAFOLOGIA CON ENFASIS EN SUELOS ARGENTINOS. PRIMERA EDICION.
- ENTE ADMINISTRADOR DEL PUERTO ROSARIO (ENAPRO) (2001). LA CIUDAD DE ROSARIO EN EL MUNDO.
- I.N.T.A. ESTACION EXPERIMENTAL OLIVEROS. REGISTROS METEOROLOGICOS 1970 – 2001.
- I.N.T.A. . MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA DE SANTA FE (1981). MAPAS DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE SANTA FE.
- FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS (U.N.R.). REGISTROS METEOROLOGICOS 1991 – 2000.
- JACKSON, M. L. . ANÁLISIS QUÍMICOS DE LOS SUELOS. OMEGA. BARCELONA.
- JUNTA DE CASTILLA Y LEON. CONSEJERIA DE MEDIO AMBIENTE (ESPAÑA) (2001). RED DE CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA.

- KORC, M. E. (1999). CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE METEOROLOGÍA DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE. CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE. LIMA. PERU.
- MARTINEZ BOLIVAR, A. Y ROMIEU, I. (1997). MANUAL DE INTRODUCCIÓN AL MONITOREO ATMOSFÉRICO. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA, INDUSTRIA Y COMERCIO DE SANTA FE (1997). RELEVAMIENTO DEL SECTOR PRODUCTIVO.
- ODUM, E. (1999). ECOLOGÍA: EL VINCULO ENTRE LAS CIENCIAS NATURALES Y SOCIALES. COMPAÑÍA EDITORIAL CONTINENTAL. MÉXICO.
- RODIER, A. (1998). ANÁLISIS DE LAS AGUAS: AGUAS NATURALES. OMEGA. BARCELONA.
- SECRETARIA DE DESARROLLO SUSTENTABLE Y POLÍTICA AMBIENTAL (2001). SIAN (SISTEMA DE INFORMACIÓN NACIONAL AMBIENTAL). COORDINADORA VIVIANA GOLDSMIDT. BUENOS AIRES. ARGENTINA.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. OBSERVATORIO ROSARIO. REGISTROS METEOROLÓGICOS 1990 – 2001.

APORTARON DATOS PARA ESTE INFORME EL INDEC, IGM (MATERIAL EN SOPORTE DIGITAL), MUNICIPIOS Y COMUNAS INVOLUCRADOS EN EL ESTUDIO.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA