

## Contaminación química de aguas para consumo en la periferia urbana de la localidad de Miramar, Provincia de Buenos Aires, Argentina

Ana Verónica Martín\* y María Celia García\*\*.

**Resumen:** Se intenta caracterizar la distribución espacial y la evolución temporal del deterioro en la calidad química (por Nitrato, Cloruro y Sulfato), de las aguas subterráneas de la periferia urbana de la localidad de Miramar.

Para ello, se analizan y cartografían en SIG datos químicos provenientes de un muestreo de aguas subterráneas de los ámbitos urbano y periurbano para el año 2004 (provistos por el Centro de Geología de Costas y del Cuaternario de la U.N.Mar del Plata), así como registros químicos históricos de pozos de la localidad (para años 1970, 1980 y 1990), obtenidos y publicados por el Consejo Federal de Inversiones (1995).

El análisis químico que aquí se presenta incluye las determinaciones de algunos aniones principales que pueden contaminar el agua en concentraciones que superen las establecidas por el Código Alimentario Nacional como el Cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) el Sulfato ( $\text{SO}_4^-$ ) y Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ).

Se observa que espacialmente estos contaminantes se encuentran en la periferia urbana y por tanto la fuente de dicha contaminación estaría dada por la prolongada ausencia de servicios cloacales en dicha periferia; así como también la presencia de fuentes puntuales de contaminación antrópica como es la existencia del basural y matadero municipal aguas arriba de la localidad.

\*Becaria CONICET. Centro de Investigaciones Geográficas. Facultad de Cs. Humanas. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Argentina.

\*\*Dra. en Geografía. Centro de Investigaciones Geográficas. Facultad de Cs. Humanas. Universidad Nacional de la Provincia de Buenos Aires. Argentina.

## Introducción

La ciudad de Miramar es cabecera del Partido de General Alvarado. Se encuentra ubicada sobre el litoral atlántico S.E. de la Provincia de Buenos Aires, emplazada entre las cuencas de los arroyos *El Durazno* (el cual se encuentra en el sector central y atraviesa la planta urbana en su tramo inferior y desembocadura), *La Totorá* y *Las Brusquitas*, situadas en la porción nororiental del partido de General Alvarado, siendo este último arroyo el límite administrativo con el Partido de General Pueyrredón (ver Figura N°1 en anexo cartográfico).

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), el Censo Nacional de Población y Vivienda para 1991 denunciaba un total de población de 19.533, incrementando su población para 2001 a 24 317 habitantes.

El abastecimiento de agua potable (ver Figura N° 2 en Anexo cartográfico) se realiza exclusivamente a partir de agua subterránea, mediante un sistema de captación integrado por 17 pozos (según información Municipal para el año 1995), que se hallan ubicados en distintos puntos de la ciudad, cuyas profundidades varían desde los 72 m. hasta los 116 m. que explotan el Acuífero Multiunitario de carácter freático (CFI, 1995).

En cuanto al sistema de desagües cloacales, (Ver Figura N° 2 de anexo Cartográfico) en la ciudad de Miramar se lo denomina de doble colectora, esto significa que existen cañerías en ambas veredas. Actualmente el efluente cloacal recorre las colectoras por gravedad y descarga en el mar sin tratamiento alguno en el sector correspondiente al predio del Vivero Florentino Ameghino.

A partir de datos aportados desde trabajos elaborados por el Consejo Federal de Inversiones que analizan las características químicas del agua subterránea para la localidad de Miramar, (CFI, 1995) es posible identificar a partir de la década de 1970, el control del contenido iónico de las extracciones de los pozos de Obras Sanitarias y que evidencia un importante incremento del contenido de Nitratos, a partir de la década de 1980 en amplias zonas de la localidad, superando el límite máximo de  $\text{NO}_3^-$  de 45 mg/l ó partes por millón (ppm), permitido según el Código Alimentario Nacional Argentino (Res MSyAS N° 494 del 7/07/1994). Este hecho, junto con el aumento del contenido de otros iones en la zona urbana, indica claramente la contaminación de las aguas subterráneas a partir de la falta de sistemas de saneamiento en el área periurbana y la existencia de fuentes puntuales de contaminación antrópica aguas arriba de la localidad.

El interés particular de este trabajo es conocer la calidad del agua de aquellas áreas de la ciudad que no contaban con agua de red ni cloacas ya que constituyen poblaciones de la periferia urbana de Miramar que poseen las peores condiciones de vida según lo establecido en anteriores trabajos por Martín, A. V. (2005 a y b).

## **Metodología**

En la primera etapa de trabajo se realizó un proceso de búsqueda de cartografías de base analógica y material de actualización del área urbana y periurbana de la localidad de Miramar; la recopilación y análisis de documentos y bibliografía que abordaran la problemática planteada, así como también se ha consultado el material bibliográfico suministrado por la Dra. Alicia Campo de Ferreras en el transcurso del curso de Posgrado dictado dentro del Doctorado en Geografía de la Universidad Nacional del Sur.

Entre los trabajos antecedentes y específicos correspondientes al área seleccionada, se analizaron datos y propuestas realizados por Massone H. y Sagua M. (1999) desde la Universidad Nacional de Mar del Plata; así como el Informe sobre Evaluación del Recurso Hídrico Subterráneo de la localidad de Miramar (C.F.I., 1995).

Se ha empleado un Sistema de Información Geográfica (SIG) de tipo vectorial (Atlas Gis 2.0) donde se ha digitalizado la siguiente información: a) base de manzanero y radios fracciones para 1991 según INDEC; b) construcción de las diferentes áreas de cobertura del servicio de agua y cloacas para la ciudad de Miramar (Dirección Gral. de Obras Sanitarias, 1999); c) mapas temáticos construidos en base a archivos de datos de análisis de mediciones de cloruro, sulfato y nitrato, indexados a puntos de muestras.

La definición de las características hidrogeológicas obtenidas por el CFI para los años 1970, 1980, 1990 y 1995 corresponden a los informes de los 15 pozos de explotación de la Dirección de Obras Sanitarias del Partido de Gral. Alvarado y a las 3 perforaciones de estudio realizadas para el año 1995 por el CFI. En dichos informes se detalla que las determinaciones químicas del muestreo realizado en los diferentes años (1970, 1980, 1990 y 1995), se efectuaron con técnicas estándar y consistieron en la medición de las concentraciones de todos los componentes mayoritarios así como de las determinaciones de los parámetros físicos.

También se consideró que para el año 2004 el Centro de Geología y Costas y del Cuaternario de la UNMdP, realizó un muestreo de 24 pozos domiciliarios (ver Figura N° 2 de anexo cartográfico), localizados en la periferia urbana de Miramar a fin de determinar las características químicas y de parámetros físicos de las aguas subterráneas para consumo de aquellas zonas de la localidad que carecen del servicio de agua corriente. Mediante un trabajo de pasantía (CIG-CIC; 2004) realizado desde el Centro de Investigaciones Geográficas (de la Facultad de Ciencias Humanas de la UNCPBA), en colaboración con el Centro de Geología de Costas y Estudios de Cuaternario de la Universidad Nacional de Mar del Plata, se ha realizado la toma de estas 24 muestras de agua subterránea, las que correspondían a perforaciones domiciliarias (tanto de molinos de agua, perforaciones para riego, bombas manuales o sapo y moto-bombas eléctricas). De cada uno de los lugares de muestreo, y para el presente trabajo, se tuvieron en cuenta datos presentados en planillas, en las que se incluye entre otros: sobre la perforación, el análisis físico y químico de la muestra de agua y la georreferenciación del pozo con GPS.

En cada punto de muestreo se determinó la profundidad del pozo, profundidad de la bomba, profundidad del agua en boca de pozo, estado actual del pozo, si poseía encamisado, y si funcionaba actualmente: tipo de uso (consumo familiar, riego, bebedero de animales, etc), PH,

Conductividad ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) y Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ). En el caso de extraer muestras de bomba de mano (o sapo), el agua fue bombeada previamente varios minutos antes de recoger las muestras. En el caso de los moto-bombardadores fue necesario desarmar parcialmente la bomba, a fin de también realizar la medición mediante la sonda de la profundidad de la capa freática. Para el traslado al laboratorio, todas las muestras se ubicaron en heladera hasta el momento de su análisis, siendo transportadas en vehículos de la CIC-CGCyC hasta los laboratorios y no superando las 24 hs desde el momento de la toma de muestras hasta su llegada al laboratorio.

De acuerdo a los técnicos químicos que realizaron la medición de parámetros (Bernava, G. 2004), la metodología en laboratorio para la determinación de la concentración de cada anión se detalla a continuación:

1. ION CLORURO,  $\text{Cl}^-$  *Análisis en laboratorio*. Valoración con  $\text{NO}_3\text{Ag}$  usando como indicador cromato potásico (viraje de amarillo a naranja).
2. ION SULFATO,  $\text{SO}_4^{2-}$  *Análisis en laboratorio*. Técnica Turbidimétrica, en el que se utiliza como reactivo el Cloruro de Bario ( $\text{BaCl}_2$ ).
3. ION NITRATO,  $\text{NO}_3^-$  *Análisis en laboratorio*. Método de Brucina.

Los datos del Laboratorio fueron traducidos a bases de datos relacionadas con la capa digitalizada de los puntos de muestra de agua. Luego trabajados dentro del SIG vectorial se obtuvieron mapas temáticos, aplicando método de intervalos discontinuos a fin de mostrar en 4 cortes las situaciones más desfavorables de los contaminantes químicos analizados.

Los intervalos se detallan a continuación para cada contaminante:

CLORUROS (Mg/l) (en rojo el límite permitido por CAN 1994)	
67	110.47
110.48	167
167.01	345
345.01	378.50

SULFATOS (Mg/l)	
13.4	30
30.01	38.9
39	65
65.01	150

NITRATOS (Mg/l) (en rojo el límite permitido por CAN 1994)	
10.45	45
45.01	126
126.01	177
177.01	230

## Desarrollo

La ciudad de Miramar es una ciudad de tamaño pequeño, cabecera del Partido de General Alvarado, se encuentra ubicada sobre el litoral atlántico de la Provincia de Buenos Aires, emplazada entre las cuencas de los arroyos El Durazno, el cual se encuentra en el sector central y atraviesa la planta urbana en su tramo inferior y desembocadura., La Totorá y Las Brusquitas, situadas en la porción nororiental del partido de General Alvarado, siendo este último arroyo el límite administrativo con el Partido de General Pueyrredón (ver Figura N° 1 en anexo Cartográfico).

Poseía según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC) correspondientes al Censo Nacional de Población y Vivienda 1991 un total de población de 19.533, de los cuales 9.581 eran varones y 9.952 mujeres.

### Características Hidrogeológicas:

Al analizar las características hidrogeológicas del emplazamiento de la localidad de Miramar es posible identificar dos unidades hidrogeológicas bien definidas: el Basamento Hidrogeológico y el Acuífero Multiunitario.

El Basamento Hidrogeológico se encuentra integrado por un conjunto de rocas de composición variada que incluye granitoides y cuarcitas, y constituye un medio discontinuo, heterogéneo y sin porosidad primaria, en el cual únicamente la presencia de superficies de debilidad (estratificación y diaclasas), puede otorgarle una porosidad secundaria que le posibilite almacenar o transmitir agua. Por lo tanto se caracteriza por su comportamiento acuífugo (del latín fugere: huir) pues se enmarca dentro de aquellas formaciones que no contienen agua ni la pueden transmitir.

El Acuífero Multiunitario de carácter freático, está integrado por un paquete sedimentario cuyo espesor varía con la profundidad del Basamento Hidrogeológico (CFI, 1995), y se compone de dos secciones superpuestas: la inferior principalmente arenosa y la superior en la que predomina la fracción limosa. La importancia de la determinación del límite entre las dos secciones es importante pues va a determinar la ubicación de pozos de extracción de agua con buenos rendimientos en términos de caudal específico (CFI op cit)

En cuanto a la recarga del acuífero se produce regionalmente a partir de las precipitaciones que recibe toda la llanura pedemontana que se extiende entre las Sierras de Los Padres (perteneciente al Sistema de Tandilia ó Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires) y la costa atlántica. Localmente debe considerarse el ingreso de agua inducido artificialmente desde el arroyo El Durazno por los efectos del bombeo.

### Contaminación de aguas con Sulfatos, Cloruros y Nitratos:

En la región del sureste bonaerense las aguas subterráneas constituyen la única fuente de abastecimiento para fines urbanos, agrícolas e industriales. *“Una gran cantidad de actividades humanas es potencialmente capaz de generar importantes cargas contaminantes, aunque solamente unas pocas son responsables por la mayoría de los casos de contaminación de las aguas subterráneas”* (Hirata, 2002,p4) Se hace necesario, entonces, evaluar las características hidrogeológicas específicas de cada área de esta región y especialmente se ha tomado aquí el análisis de tres tipos de contaminantes químicos: Nitratos, Cloruros y Sulfatos, y los efectos que producen las altas concentraciones de éstos elementos que se detallan a continuación:

Los sulfatos constituyen un peligro serio para la salud, habiéndose demostrado que concentraciones muy bajas de ellos (de 8 a 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ejercen efectos adversos sobre los asmáticos, los ancianos y otras personas susceptibles con problemas respiratorios crónicos.

El ión sulfato es uno de los iones que contribuyen a la salinidad del agua, y se encuentra en mayor o menor cantidad dependiendo de los terrenos que hayan drenado. Las aguas con un contenido alto en este ión tienen efecto laxante (Grupo de Tratamiento de Aguas Residuales. Universidad de Sevilla.p1).

Los valores establecidos por el Código Alimentario Nacional Argentino como máximos de tolerancia para el agua potable es de 400 mg/l. (Código Alimentario Nacional: Artículo 982 - (Res MSyAS N° 494 del 7.07.94. P. 1).

El sulfato también es realmente importante en el estudio del poder corrosivo de las aguas, ya que puede producir grandes deterioros en las obras de hormigón, como ser canalizaciones, tanques, etc.

Los cloruros: Los valores establecidos por el Código Alimentario Nacional Argentino como máximos de tolerancia para el agua potable es de 350 mg/l. (Código Alimentario Nacional: Artículo 982 - (Res MSyAS N° 494 del 7.07.94. P. 1). El efecto nocivo de los cloruros para la salud es prácticamente nulo, pero el contenido en cloruros es interesante por varios motivos. En primer lugar, los cloruros comunican al agua sabor desagradable ya que el gusto salino se manifiesta a partir de los 500 mg/l. Un aumento brusco de la concentración de cloruros suele indicar que el agua está contaminada, pues las aguas negras y residuales tienen un contenido mayor de cloruros. Las aguas fuertemente cloruradas pueden ser corrosivas o combinarse con ciertos materiales, ya que ciertas sales son mucho más solubles en esta agua que en agua pura. (Grupo de Tratamiento de Aguas Residuales.p1). Su existencia en agua potable puede estar asociada a filtraciones del agua marina por avance de un frente marino ante la explotación por bombeo en urbanizaciones costeras

Los nitratos: Los valores establecidos por el Código Alimentario Nacional Argentino como máximos de tolerancia para el agua potable es de 45 mg/l. (Código Alimentario Nacional: Artículo 982 - (Res MSyAS N° 494 del 7.07.94. P. 1). Si se bebe agua con elevadas concentraciones de nitratos, *la acción de determinados organismos en el estómago puede transformar los nitratos en nitritos, que al ser absorbido en la sangre convierte la hemoglobina en metahemoglobina* (Miliarium, 2004. P2)). La metahemoglobina se caracteriza por inhibir el transporte de oxígeno en la sangre, y aunque es reversible, puede ser mortal en menores de 5 años (“síndrome del bebe azul” o metahemoglobinemia). Un niño con una metahemoglobinemia leve o moderada puede sufrir letargo (sueño profundo y continuo), diarrea y vómito. Esto se puede diagnosticar equivocadamente como un estado nutricional pobre o un trastorno estomacal. Aunque la metahemoglobinemia se diagnostica fácilmente a partir de un análisis de sangre, frecuentemente se reconoce cuando ya está en etapas agudas cianóticas, es decir cuando el niño adquiere un color café azulado (este signo puede no notarse en niños con piel oscura) y tiene dificultad para respirar. Los niños de menos de un año de edad no deben beber agua que tenga más de 10 partes por millón (ppm) de nitrato expresado como nitrógeno (equivalente a 45 ppm de nitrato expresado como nitrato), que es la norma para agua potable. Aunque no existen normas de salud para el caso de adultos, los individuos con acidez gástrica reducida y las mujeres embarazadas pueden estar en riesgo.

Fuentes de contaminación de nitratos:

En los centros urbanos o suburbanos, carentes de servicios cloacales, los  $\text{NO}_3^-$  derivan de la degradación de la materia orgánica, mayormente de origen fecal.

Los pozos ciegos o negros, en los que se vierten los desechos fecales, son las fuentes principales de emisión (Auge, M., 2001. P2), También en las ciudades con servicios cloacales, los  $\text{NO}_3^-$  derivan de pérdidas en las redes, de aportes provenientes de las áreas que carecen o tienen poca cobertura cloacal, de viejos pozos ciegos que estaban situados en los cascos urbanos y fueron reemplazados posteriormente por las redes sanitarias y, en algunos casos, de antiguos basureros que estuvieron instalados en las cercanías del ejido urbano y que luego de desactivados, fueron empleados como terrenos para viviendas o parqueados.

En las grandes ciudades es frecuente que la contaminación con  $\text{NO}_3^-$  no sólo deteriore la calidad del agua freática, sino también la de acuíferos más profundos, como sucede en gran parte del Conurbano de Buenos Aires y en La Plata (Auge Op.Cit, p.3), donde la contaminación es de tipo areal o regional y llega al acuífero inferior (semiconfinado), luego de atravesar el acuitardo que lo separa de la capa freática, por el proceso de filtración vertical descendente. Este proceso se genera por la disminución de presión hidráulica en la base del acuitardo, derivada de la importante extracción a que está sometido el acuífero semiconfinado, para agua potable y uso industrial.

En el campo, los  $\text{NO}_3^-$  derivan de fertilizantes a base de abonos, sulfato de amonio o urea, en los sitios cultivados, y de la bosta y orín existentes en corrales, tambos y en los alrededores de bebederos. La nueva práctica de cría de ganado mediante feed lot, concentra una alta carga de materia orgánica en superficies reducidas, constituyendo una peligrosa fuente de contaminación para el agua subterránea asociada. También es común encontrar tenores altos de  $\text{NO}_3^-$ , derivados de los pozos ciegos que se utilizan para las descargas fecales de las viviendas rurales. En general

este tipo de contaminación es puntual o localizada, particularmente la vinculada a corrales o pozos ciegos.

Periferia Urbana y el estudio de caso Miramar:

Desde la Geografía, numerosos trabajos abordan el estudio de las condiciones de vida de la población, y dentro de ellos, de aquellos procesos de exclusión y marginación crecientes en los que se inscriben las ciudades latinoamericanas. Es así como *“para medir si existe desigualdad social o de condiciones de vida de la población, se puede trabajar evaluando Calidad de Vida de la población urbana a partir del empleo de variables que incluyan necesidades básicas de la población, en el sentido que lo considera la CEPAL, es decir, que se puede hablar de Calidad de Vida cuando de han satisfecho todas las NECESIDADES BASICAS de la población”*. (García, M.C; 2005 p 2). Es decir, que es imposible hablar de Calidad de Vida urbana donde existen tantas inequidades sociales de condiciones de vida y donde grupos sociales no puede acceder a las mínimas requeridas para hablar efectivamente que gozan de calidad de vida (Martin, 2005,b p25). Por tanto, si el concepto de Calidad de Vida intenta cuantificar el nivel de satisfacción de las necesidades básicas, ya que se trata de un indicador de bienestar, es posible considerar a los servicios (en nuestro caso el aprovisionamiento de agua de red y cloacas) como una parte importante de los satisfactores que tienden a cubrir necesidades básicas, ya que *“su carencia o presencia afecta directamente las condiciones de vida de la población urbana involucrada”*.(Martin, A.V 2005 b.p4)

Fue así como en trabajos anteriores se confeccionaron mapas o cartografías en el que se correlacionaron los mapas del Índice de Calidad de Vida (ICV) (ver Figura N° 9 en anexo cartográfico), discriminado por radios censales 1991, con las áreas cubiertas con los servicios de agua y cloacas, demostrando que aquellas áreas que poseen las peores Condiciones de Vida, se corresponden espacialmente con las unidades censales (radio fracciones) de la periferia urbana de Miramar, incluyendo los barrios: Parquemar (al noreste), Las Flores, Los Pinos y El Paraíso, ubicados al norte de Miramar y los barrios Belgrano y Oeste, emplazados al oeste, y que carecían de ambos servicios, ya que la red de agua cubría solo el área central de la ciudad, abarcando (para 1991) un área de 5,08 Km<sup>2</sup> y el sistema cloacal de mucho menor cobertura contando con solo 3,41 Km<sup>2</sup>, también excluía a la periferia miramarense. (Martin, A. V. 2005,a p5).

En la localidad de Miramar, aquellos grupos inscriptos en procesos de pobreza estructural; coinciden con las áreas periféricas, ubicadas al noroeste, también deben convivir con un basural a cielo abierto ubicado aguas arriba, poniendo en peligro de contaminación el agua que consumen diariamente y que es extraída de forma manual, a través de bombas sapo, o en el mejor de los casos con moto bombeadores. Por tanto a la *vulnerabilidad social (como el grado de exposición de los diferentes actores sociales a eventos o situaciones adversas y en distintos niveles, en virtud de la afectación con que factores de diversa índole, se amalgaman con efectos sinérgicos en la definición de escenarios que reducen o postergan sus oportunidades de acceso a condiciones de vida deseables”* (Garamendy, Sagua y otros, 1999- 2000)), es llevada a una situación de máxima fragilidad, ya que dicha población vulnerable socialmente, no está capacitada para afrontar y recuperarse de los altos costos de situaciones adversas que afectan directamente su salud. (Martin, A. V 2005.a. p6)

## **Resultados**

- ❖ Evolución histórica de la contaminación de aguas para abastecimiento domiciliario con Cloruros, Sulfatos y Nitratos para los años 1970, 1980, 1990 y 1995.

Si analizamos los datos provenientes de los estudios del CFI para el año 1995 observamos que el agua es químicamente potable con respecto a los cloruros y los sulfatos, (CFI, op.cit, p51), encontrándose dentro de los rangos aceptables según el Código Alimentario Nacional Argentino.

Pero de acuerdo con la información existente, los contenidos de Nitratos son los que presentaban las mayores restricciones para consumo humano.

Sobre el total de las muestras obtenidas durante el censo de fuentes para ese año, el 53% se encontraba por encima del límite de aptitud de 45 mg/l, alcanzando máximos de 181 mg/l.

Si se observan los mapas presentados por el CFI para los años 1970, 1980 y 1990 puede señalarse que existió un importante aumento en el tiempo de los tenores de nitratos (CFI, op.cit, p55) a lo largo de los años.

Como se observa en el Figura N° 3 el mapa de la década del 70 evidencia bajas concentraciones de este anión en agua. Se plantea la isolínea de 15 mg/l que define valores mayores hacia el norte (pozos 4 y 7) y el centro de la planta urbana (pozos 1,2, 6,8 y 9).

En la década del 80 (ver Figura N° 4 de anexo cartográfico) ya se distingue un sector cuyos contenidos superan los 45mg/l dentro del cual se puede incluso trazar una isolínea de 60mg/l que contiene a los pozos 1,2, 6 y 9 (todos céntricos).

Y finalmente según los estudios del CFI entre los años 1990 y 1993 (Figura N° 5 de anexo cartográfico) se destaca la definición de una segunda isolínea de 60mg/l, al norte, abarcando los pozos 4 y 7 y un aumento en la zona central de la ciudad que permite establecer la isolínea de un valor muy importante de 75mg/l sobre los pozos 1 y 6.

Ya en 1995 según los datos del CFI el promedio de contenido de nitratos en el área de estudio es del orden de los 50 mg/l.

Las posibles causas de estos importantes tenores de contaminación por nitratos en los pozos analizados por el CFI para los diferentes años, son analizadas en el informe presentado para el año 1995, denunciando una falta de mantenimiento de los pozos de extracción, un mal diseño de las perforaciones, y la falta de estado de conservación de las aislaciones (CFI, op.cit, p64).

Según el informe, el incremento de las concentraciones de nitratos tendría su origen en el desarrollo urbano y la actividad agrícola. En este caso, las fuentes de aporte serían: A) probables pérdidas en la red cloacal; B) existencia de zonas con saneamiento mediante pozos ciegos; C) la instalación del basural agua arriba en donde el contenido de nitratos son *anormales e indicadores de su influencia sobre el agua subterránea* (CFI op.cit., p.66) y D) la aplicación de fertilizantes.

- ❖ Características químicas del agua de abastecimiento privado en la periferia urbana de la localidad para el año 2004.

El contenido de sulfatos y cloruros para el año 2004 denuncian valores que en promedio no superan los límites permitidos por al CAN.

Si se analiza el Figura N° 6 (en anexo cartográfico) en el que quedan representadas las muestras de Cloruros, encontramos que solo la muestra N°3, ubicada en el Barrio El Paraíso al norte de la ciudad, superando los 300mg/l que corresponderían al máximo tolerables para el agua potable. Esta muestra llama la atención porque además de presentar elevada concentración de cloruros, presenta también altos índices de contaminación con nitratos (226,60mg/l) y nitritos (0,11mg/l). Se trata de una bomba sapo en muy malas condiciones de mantenimiento (se encuentra rata en su base, y en su boca), de poca profundidad (3,80m), sin encamisado y cuyo dueño denuncia que el agua se encuentra contaminada desde hace varios años (según comentarios verbales a la autora, durante el 2004, en ocasión de realizar el muestreo y encuestas para el Centro de Geología y Costas y del Cuaternario de la UNMdP).

El resto de las muestras se encuentran dentro de los rangos aceptables. El promedio de Cloruros para la localidad es del orden de los 174,115 mg/l para el año 2004.

El contenido de Sulfatos para el año 2004 alcanza un promedio de 50,42 mg/l, por lo que el agua es químicamente potable con respecto a los sulfatos. Si observamos la Figura N° 7 las muestras de mayores contenidos de sulfatos se encuentran al norte de la localidad, ubicados en los barrios 25 de Mayo, Los Pinos, Belgrano y El Paraíso, pero ninguna supera el máximo tolerable de 400mg/l que permite el Código Alimentario Nacional.

Para el año 2004, la situación empeora en lo que respecta a la carga contaminante de Nitratos. El contenido promedio de nitratos de las muestras de pozos domiciliarios de la periferia urbana (ver Figura N° 8) indican el orden de los 123,4mg/L en el área de estudio; alcanzando valores máximos de 230mg/L en la muestra N° 9 y la muestra N°3 con valores de 226 mg/L (ambas en el Barrio Las Flores ubicado en la periferia al noroeste de Miramar aguas debajo del Basural Municipal a cielo abierto, que puede ser considerada una fuente de aporte de contaminación de tipo puntual.

Otra característica observada durante el muestreo realizado en este barrio lo constituye la probabilidad de contaminación de los pozos de extracción de agua con los pozos de desagüe en aquella población que carece del servicio y debe obtener el agua para su consumo familiar a partir de perforaciones manuales, muchas veces mal construidas, o viviendas construidas en terrenos de pequeña extensión (como es el caso de las viviendas en el Barrio Las Flores y Oeste), que debido a la proximidad o mala ubicación (en un mismo lote) de los pozos de descarga de efluentes y excretas (pozos negros) respecto a las perforaciones para extracciones de agua, se produce una auto-contaminación, es decir que el pozo de descarga de aguas servidas de la vivienda, contamina al pozo de extracción de agua para el consumo familiar de los que viven en la misma vivienda; situación que aumenta el riesgo de sufrir enfermedades.

El alto nivel de peligrosidad de contaminación por nitratos (ver Figura N.10) en los acuíferos existentes en la periferia norte, noroeste y oeste de la localidad de Miramar se combina con los más críticos niveles de vulnerabilidad social, (Martin, 2005 p.8) para crear un grave contexto de riesgo en el espacio urbano, mostrando áreas periféricas urbanas en condiciones de vida muy desfavorables y

con alto riesgo a sufrir daños a su salud por la contaminación de sus aguas subterráneas, de las que se abastecen para beber y cocinar.

## Conclusiones

Según los análisis establecidos por el CFI para los años 1970, 1980, 1990 y 1995, el contenido de Cloruros y Sulfatos no presentan manifestaciones de elevados tenores de contaminación en los pozos de abastecimiento público, considerándose como agua potable químicamente respecto de estos componentes.

Para el año 2004 los muestras de agua realizadas en la periferia urbana de la localidad en pozos de extracción de agua para abastecimiento particular no denuncia presencia de contaminante Sulfato, existiendo un promedio de concentración que no supera los 50,42 mg/l, por lo que no representa significatividad a la hora de considerar al sulfato como contaminante de aguas para ese año.

En el caso de los Cloruros, es posible identificar solo una muestra de agua en la periferia de Miramar que posee valores superiores a 300mg/l, como límite establecido por el Código Alimentario Nacional Argentino, ubicándose al norte de la localidad, más precisamente en el Barrio El Paraíso, alcanzando un valor de 378,50mg/l. El 55 % de las muestras se ubica en el rango de 167,01 mg/l a 345 mg/l, por debajo del límite permitido.

Para el caso de los nitratos y de acuerdo con lo analizado en los mapas, las manifestaciones de elevados tenores de este contaminante en los pozos de abastecimiento, ya sean públicos (de acuerdo con los datos del CFI para 1970, 1980, 1990 y 1995) y pozos particulares, recavados en la periferia urbana de Miramar por el Centro de Geología y Costas y del Cuaternario de la UNMdP, puede vincularse con las características de las explotaciones, el diseño de las perforaciones y el estado de conservación de las aislaciones.

Por tanto si analizamos la evolución temporal de los nitratos vemos que los valores de contaminación han ido aumentando y superando ampliamente los tenores permitidos por el Código Alimentario Nacional, demostrando la condición de no potable de amplias zonas de la localidad, donde se destacan tres sectores con contenidos superiores a 80mg/l cuyo origen puede considerarse vinculado a fuentes de aporte de tipo puntual (ubicación de la perforación cerca de la fosa séptica), o la influencia de un basural. Los datos recavados indican que el contenido promedio de nitratos en el área de estudio es del orden de los 123,4mg/L, alcanzando valores máximos de 230mg/L en la muestra N°9 y la muestra N3° con valores de 226 mg/L, ambas en el Barrio Las Flores ubicado en la periferia al noroeste de Miramar. También los barrios periféricos Oeste, La Bauza, Parquemar, Los Pinos y El paraíso presentan valores de nitratos muy altos, no permitidos por el Código Alimentario Argentino.

La condición de no potable del agua en la zona del basural (al noroeste de la ciudad) plantea la necesidad de abastecer agua de mejor calidad al sector, cuya población mayormente es de bajos recursos económicos. Los valores son indicativos de la magnitud de la carga contaminante que aporta el basural cuya influencia deberá determinarse al considerar la ubicación, aguas abajo, del sistema de captación que abastece a la localidad.

Para la ubicación de nuevas perforaciones deberá tenerse en cuenta la conveniencia de ampliar el área de captación, situando los pozos fuera del área de la localidad que carece de cloacas o se encuentra cercana del basural.

Otro aspecto a considerar será el desarrollo actual o futuro de actividades que impliquen un riesgo potencial de contaminación de las aguas subterráneas (radicación de industrias, depósito de residuos, aplicación de fertilizantes y agroquímicos en general, etc)

Es necesarios que desde los organismos oficiales se encaren líneas de ordenamiento urbano y la destinación de presupuesto tendientes a la solución inmediata de la falta del servicio de agua corriente y cloacas en el área norte, noroeste y noreste, así como también se recomiende el traslado del basural, por representar una fuente importante de contaminantes ubicada aguas arriba de la localidad, el nuevo sitio de ubicación deberá localizarse fuera de la zona de influencia de los pozos de extracción domiciliarios y de distribución pública.

#### BIBLIOGRAFÍA.

AUGE, M. 2001. "Vulnerabilidad del agua subterránea a la contaminación con nitratos. Ejemplo de un acuífero semiconfinado en Argentina". Toluca, México.

CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO. Capítulo XII. "Bebidas hídricas, agua y agua gasificada". Agua potable. Artículo 982 (Res MSyAS N° 494 del 7/07/1994) Pp 42.

CAMPO DE FERRERAS, A.; 2005. Dossier de clase del curso de Posgrado Doctorado en Geografía "Hidrografía aplicada". Departamento de Geografía y Turismo. UNS. Bahía Blanca.

GRUPO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Escuela Universitaria Politécnica. Universidad de Sevilla. 2004. "Aguas, concentraciones de Aniones". Pag.2. de la web: [www.ambientum.com](http://www.ambientum.com)

FOSTER, S; HIRATA, R; GOMES, D; DÉLIA, M; PARIS, M. 2002. "Protección de la calidad del agua subterránea". GW-MATE. Banco Mundial, Washington D.C., 118pp.

FOSTER, S & HIRATA, R. 1998. "Determinación del riesgo de contaminación en aguas subterráneas". CEPIS, 80pp.

FOSTER, S., 1987. Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy. Procc. of International Conference: Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants. Netherlands

GARAMENDY, J. 1997. "Corredor Sur .Escenarios de desarrollo desde una perspectiva ambiental". CIAM FAUD UNMDP

GARAMENDY, J; BURMESTER, M; SAGUA, M y otros: "El Partido de General Alvarado como laboratorio urbano. regional de ecología política". Informe de avance 1999-2000. CIMA.UNMDP.

GARAY, A. 1998. "Gestión ambiental de Infraestructura de Servicios Urbanos". Módulo 8. Maestrías Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano. Centro de Investigaciones Ambientales. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Mar del Plata. Pps120.

GARCÍA, M. C. (2005) "Vulnerabilidad de la población al Riesgo por contaminantes en agua en la ciudad de Tandil, Argentina". Ponencia en VII Encuentro Internacional Humboldt. Merlo, San Luis. Argentina. Pp15.

GARCIA, M. C. Y VELÁZQUEZ, G. A. (1999). "Percepción y "medición" de calidad de vida con sistemas de información geográfica". En *Revista Serie Geográfica 8 La formación de postgrado en técnicas de análisis territorial*. ISSN1136 5277. Dep. Geografía, Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Alcalá. Alcalá., nº 8, 121-128.

HARDOY, J Y SATTERTHWAITE, D.1987."Las ciudades del tercer mundo y el medio ambiente de la pobreza". Grupo Editor Latinoamericano. Buenos Aires. Pps123.

HIRATA, R. 2002. "Carga contaminante y peligros a las aguas subterráneas". II Seminario-taller. protección de acuíferos frente a la contaminación: caracterización y evaluación. De la Web. HidroRed.

MARTIN, A. V. 2005.a) "Vulnerabilidad social a la contaminación por nitratos en aguas subterráneas. un estudio de caso en la periferia urbana de la localidad de Miramar, provincia de Buenos Aires, Argentina". VII Encuentro Internacional Humboldt. Merlo. San Luis. Argentina.

MARTIN, A.V 2005.b) Informe final de Tesis de Grado."Vulnerabilidad Social al Riesgo por contaminación con nitratos en aguas subterráneas. Un estudio de caso en la periferia urbana de la localidad de Miramar, Provincia de Buenos Aires, Argentina; aplicando Sistemas de Información Geográfica". Licenciatura en Geografía. Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

MASSONE, H. 2003. "Geología y planificación territorial en la cuenca superior del Arroyo Grande". Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. 211pp.

MESCHINI, P. 2001 "Repensando la ciudad desde la gente, un análisis desde la sustentabilidad política y social de la ciudad de Miramar. Gral. Alvarado Argentina" Seminario Regional "ONGs, Gobernanza y Desarrollo en América Latina y el Caribe", Programa Management of Social Transformation (MOST), UNESCO. Montevideo, 28 al 30 de noviembre.

MILIARIUM AUREUM, S. L. 2004."Fuentes de contaminación de nitratos y otros compuestos nitrogenados".Pp 4. De la Web: [www.miliarium.com](http://www.miliarium.com)

Anexo Cartográfico:

Figura N.1 Miramar. Prov. De Buenos Aires. Argentina.

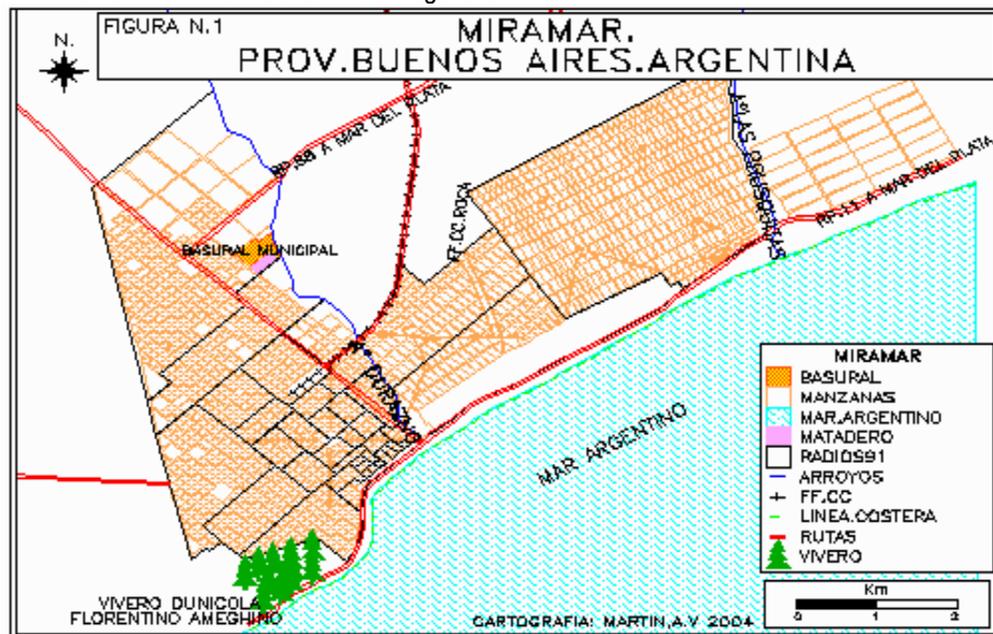


Figura N. 2. Áreas cubiertas por servicios de agua corriente y cloacas, y muestreo de pozos de agua. Miramar 2004.

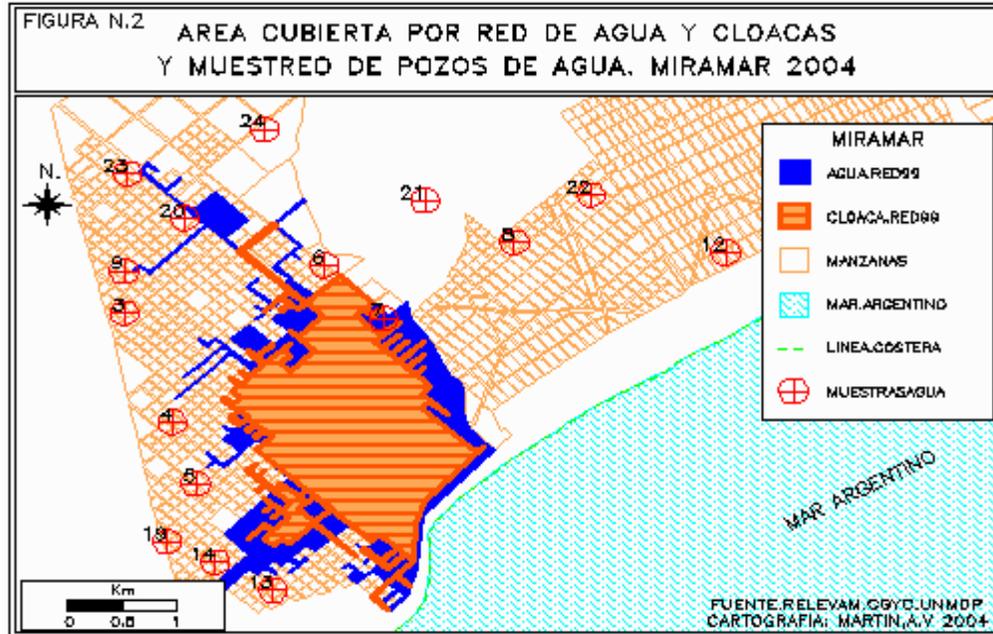


Figura N.3 Mapa de isocontenidos de nitratos en la Localidad de Miramar. 1990-1993. Fuente: CFI. 1995. Pp34. datos para el período: 1970-1979

NITRATOS 1970-1979  
 Figura 34

Referencias

- Pozo de explotación D.O.S.
- 24 Nitratos mg/l
- 15 Iso línea mg/l



Figura 4 Mapa de isocontenidos de nitratos en la Localidad de Miramar. 1980-1989. Fuente: CFI. 1995. Pp34. datos para el período: 1980-1989

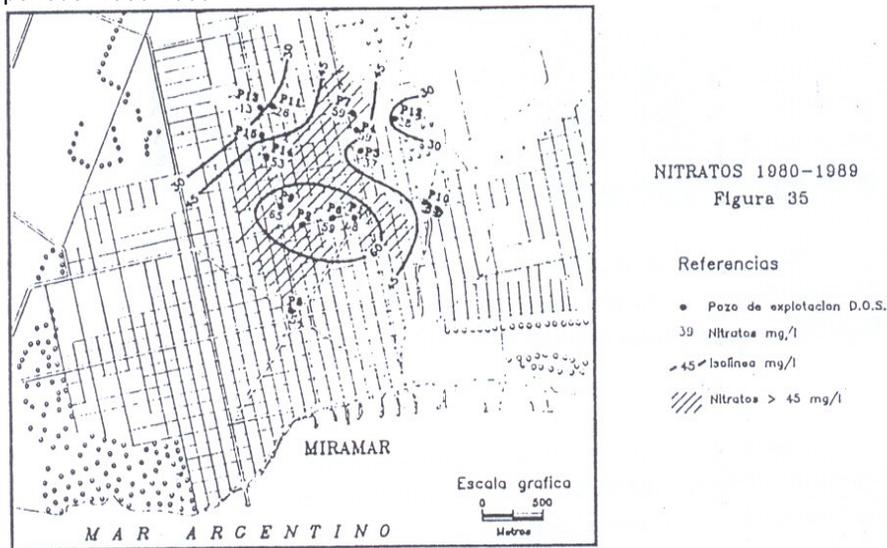


Figura 5. Mapa de isocontenidos de nitratos en la Localidad de Miramar. 1990-1993. Fuente: CFI. 1995. Pp34. datos para el período: 1990-1993

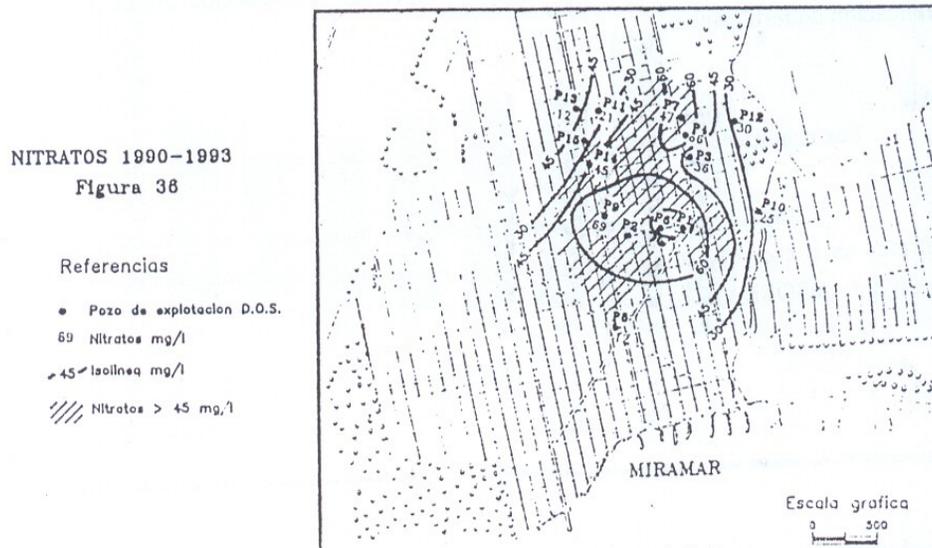


Figura N.6. Contenido de cloruros en agua de pozos domiciliarios de la periferia de Miramar. 2004.

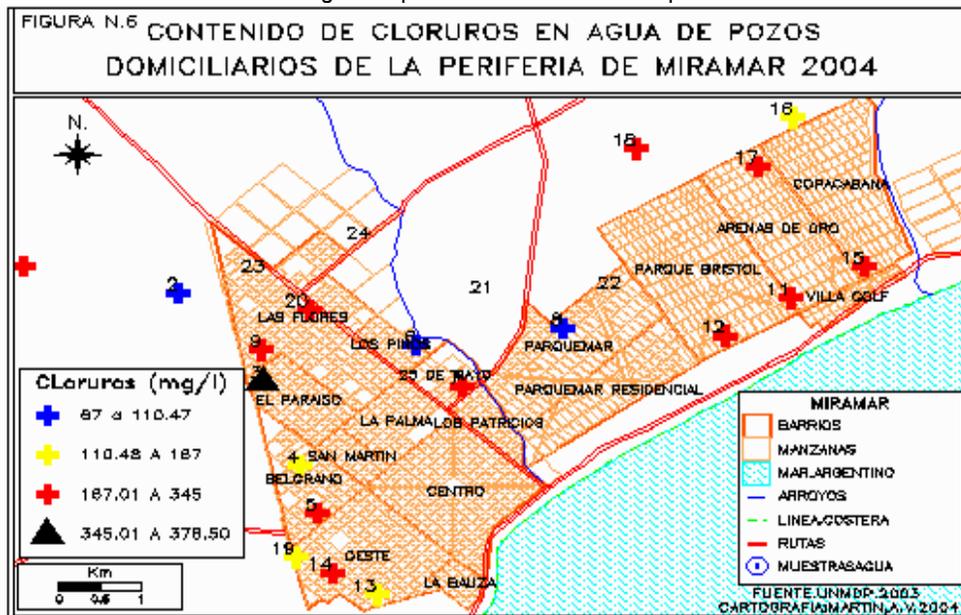


Figura N.7. Contenido de sulfatos en agua de pozos domiciliarios de la periferia de Miramar. 2004.

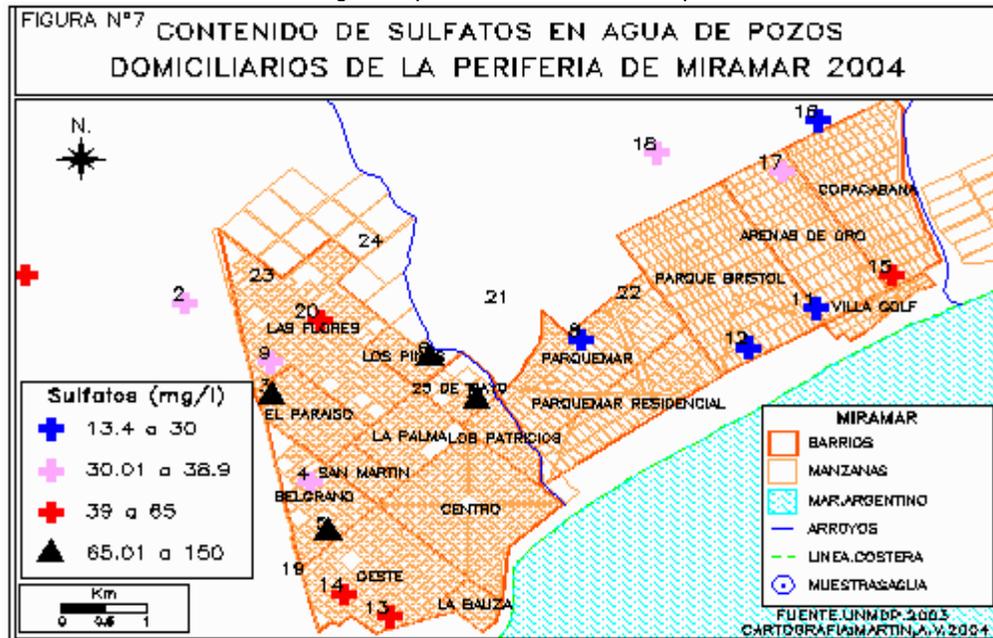


Figura N. 8. Contenido de nitratos en muestras de agua. Miramar 2004.

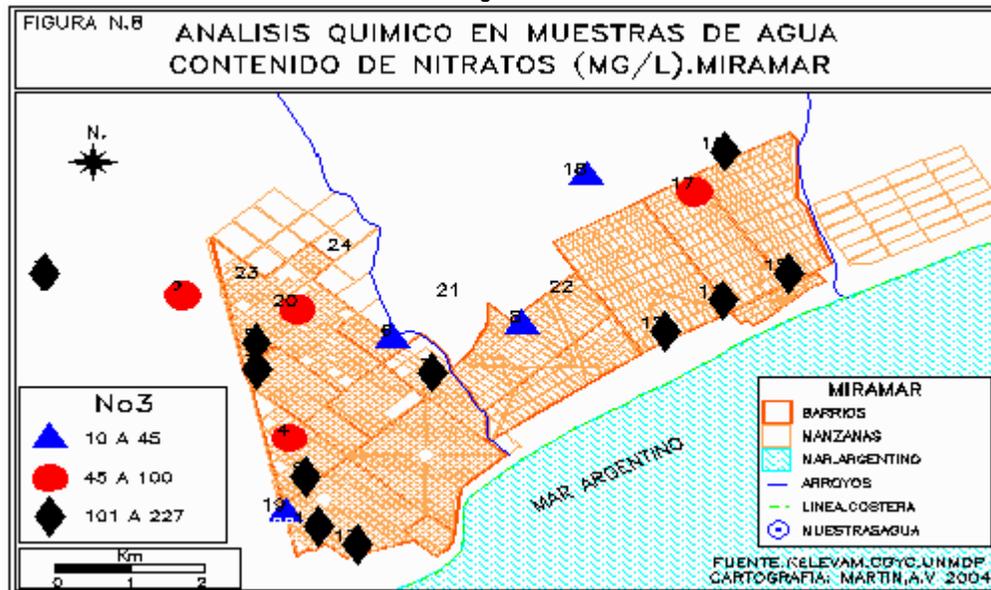


Figura N.9. Índice de Calidad de Vida. Miramar 1991.

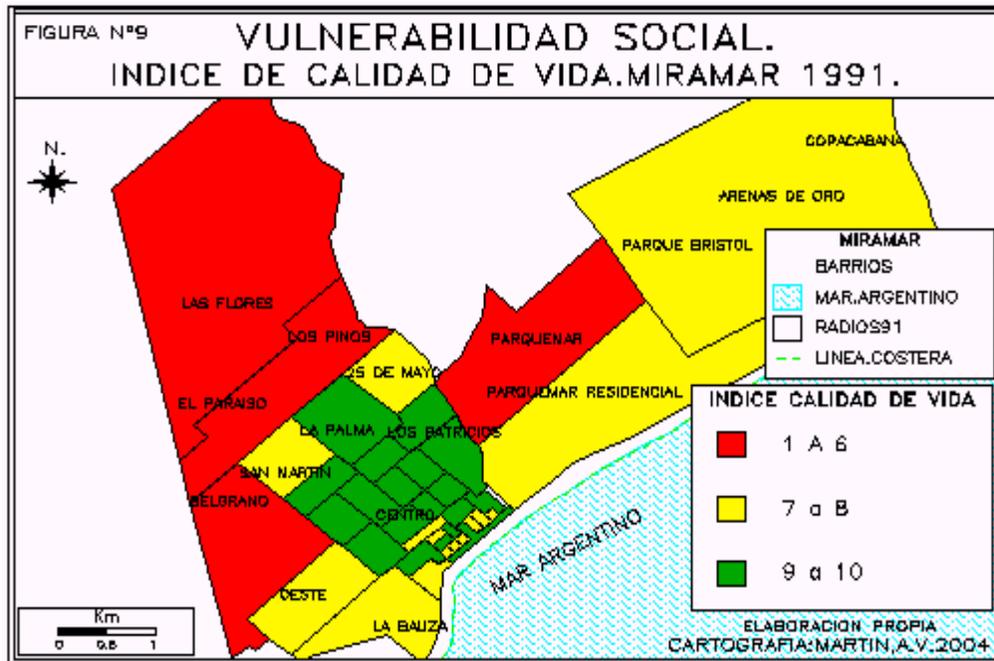


Figura N.10 Índice de Peligrosidad. Miramar.1991.

