

**PROGRAMA
DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES**

ESTUDIO DE FUENTES DE AGUA

**DESARROLLO DE MANANTIALES PARA
PROVISION DE AGUA**



**PROVINCIA DEL CHUBUT
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

1997

Tomo I

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

“ Programa Desarrollo de Pequeñas Comunidades”

AUTORIDADES

PROVINCIA DEL CHUBUT

Gobernador : **Dr. Carlos MAESTRO**

Ministro de Salud y Acción Social: **Dn. Carlos LORENZO**

Director de Planeamiento y Programas : **Arq. Maximiliano LAFOSSE**

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Secretario General: **Ing. Juan José CIÁCERA**

Director de Programas: **Ing. Ramiro OTERO**

Jefe Area Infraestructura Social: **Lic. Ricardo GONZALEZ ARZAC**

TITULO :

ESTUDIO DE FUENTES DE AGUA .

APROVECHAMIENTO DE MANANTIALES PARA PROVISION DE AGUA

Laguna Fría y El Puntudo (Departamentos de Mártires, Telsen y Gastre)

(Tomo I)

AUTOR

Lic. Gustavo Julio Ichazo

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

UBICACIÓN DEL ÁREA

NATURALEZA DEL TRABAJO

RELACIONES GENERALES Y BREVE HISTORIA GEOLOGICA

GEOLOGIA Y DIAGNOSTICO HIDROGEOLOGICO

ESTRATIGRAFÍA

Grupo Chubut (Albiano - Turoniano)

Formación La Colonia (Coniaciano - Maastrichiano)

Grupo Sarmiento (Oligoceno medio a superior)

Formación Somuncura (Oligoceno medio a superior)

Complejo Eruptivo Quiñelaf (Oligoceno - Mioceno)

Formación Pampa de Sastre (Plioceno)

Depósitos Modernos sin consolidar.(Plioceno- Pleistoceno hasta el presente)

GEOMORFOLOGÍA

CLIMATOLOGÍA Y BALANCE HIDRICO

HIDROGEOLOGIA Los parámetros hidrogeológicos de los materiales.

LAS ZONAS DE BASALTO . Estrategias y fundamentos del recurso

CLASIFICACION DE LOS MANANTIALES

HIDROQUIMICA

DESARROLLO DE MANANTIALES .

Las zonas del proyecto. Experiencias anteriores

EL MARCO SOCIAL Y ECONOMICO

EDUCACION

SALUD

CONCLUSIONES

Bibliografía consultada.

ANEXO TABLAS Y ANALISIS QUIMICOS

ANEXO GRAFICOS

ANEXO FOTOGRAFICO

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se origina como parte del Programa Desarrollo de Pequeñas Comunidades que realiza el C.F.I. en el que se propicia el estudio y evaluación de las fuentes de agua para lograr la mejora de la calidad de vida a pobladores rurales dispersos de diferentes provincias.

El caso presente se desarrolla en la Provincia del Chubut y tiende a lograr un uso adecuado de el recurso hídrico para bebida humana , desarrollo de huertas familiares y otros usos ligados a la vida rural (baños sanitarios o bebida de ganado).

Este programa se desenvuelve en la zona centro norte de la provincia y se ha logrado optimizar las tomas de agua de los grupos familiares de Laguna Fría y El Puntudo. El área cubre también parajes denominados Chacay Oeste, Sierra de Los Tehuelches y Sierra de La Colonia.

Los pobladores presentan una organización primaria a través de una cooperativa de productos rurales y artesanales, además la acción de los padres a través de la Cooperadora Escolar de la Escuela Provincial de Chacay Oeste extiende lazos y vinculaciones a toda la microregión. La acción de extensión de los maestros locales y agentes sanitarios (paramédicos) cubren otra gama de aspectos sociales en este grupo de pobladores. Para nuestro trabajo ha sido altamente positiva la labor previa realizada por algunos líderes comunitarios que surgen de esta trama, a través de las diferentes actividades que han encarado por fuera de líneas políticas.

Administrativamente la comarca ocupa los departamentos de Mártires, Telsen y Gastre. Las tres cabeceras municipales de los departamentos llegan con frecuencia a los pobladores para cubrir las tareas administrativas y otras que están en sus funciones.

Se relevó el área para obtener información geológica, topográfica e hidrológica a fin de optimizar las tomas existentes, cavar nuevos pozos, realizar conducciones de agua a viviendas o huertas y clausurar los manantiales para evitar el acceso de animales que contaminan las fuentes.

El relevamiento incluyó la escala regional de trabajo de campo para interpretar los modelos geológicos y la relación de los materiales con los procesos hirogeológicos, la

circulación subterránea, los procesos diferentes de surgencia y su aplicación en los detalles propios de cada unidad de captación.

De la mayor parte de los afloramientos de agua se tomaron muestras hidroquímicas para determinar la calidad y para identificar la relación entre las rocas portadoras y su contenido salino. Las muestras fueron realizadas en el laboratorio de la Dirección de Medio Ambiente del Sistema Provincial de Salud (Siprosalud) de Trelew.

Se tomó especial cuidado en clasificar la forma de presentación de los distintos manantiales y preparar una serie de perfiles esquemáticos para difundir estos modelos hidrogeológicos. La definición de estos modelos naturales pueden servir en el futuro para prospección u optimizar otros aprovechamientos .

Una parte significativa de los pobladores no tienen un toma apropiada y estas se presentan como propensas a contaminarse por agentes externos, heces de animales, polvo y arena o crecimiento de algas. Se verificó que muchos pozos y tomas de manantiales no presentan las mínimas condiciones para considerarlas fuentes seguras de agua.

En la mayor parte de los sitios analizados se realizó un relevamiento de tipo expeditivo y se confeccionó un croquis de las instalaciones existentes, en otros casos se señalaron las futuras mejoras. Con cada poblador se acordó como realizar la mejora de toma en el manantial y las razones de cerrarlo para evitar el ingreso de ganado o animales menores.

En los sitios que no tenían complejidad de desarrollo de obras se señaló solamente la localización de el futuro pozo y las mínimas normas de construcción par tener una fuente segura. También hubo casos en que solo se inscribió el requerimiento de un aporte de cañería para mejorar lo existente. Para cada caso se formuló un detalle de los materiales necesarios a fin de hacer un cómputo para todo el programa.

Algunos pobladores visitados no quisieron entrar en un sistema como el presente por razones variadas. Algunos de ellos han desistido por tener ya ejecutado un desarrollo que les entrega agua a su casa y huerta. Otros no desearon incorporarse por que su establecimiento tiene problemas legales o sucesorios complejos.

Finalmente se ha realizado un cómputo de materiales para las dos áreas clave de la comarca y se procedió a formular un presupuesto para acotar la valorización de los

materiales. Estos datos permitirán en un futuro próximo definir el diseño de aplicación de los Programas de acción .

La zona relevada presenta unidad territorial en lo geológico y se manifiesta con elementos constantes en lo hidrológico, por estos motivos no se separó el análisis del medio geohidrológico de las dos zonas .El trabajo se estructuró con un tomo que contiene las generalidades hidrogeológicas y aspectos socioeconómicos afines, con el se puede interpretar la problemática propia de la comarca y comprender los fenómenos del medio físico natural. En este tomo consta la cartografía general técnica geológica y de ubicación geográfica. Por otro lado se prepararon otros dos tomos individuales con la descripción de los trabajos y cómputos de cada área de la comarca : uno para El Puntudo y otro para Laguna Fria.

UBICACIÓN DEL ÁREA

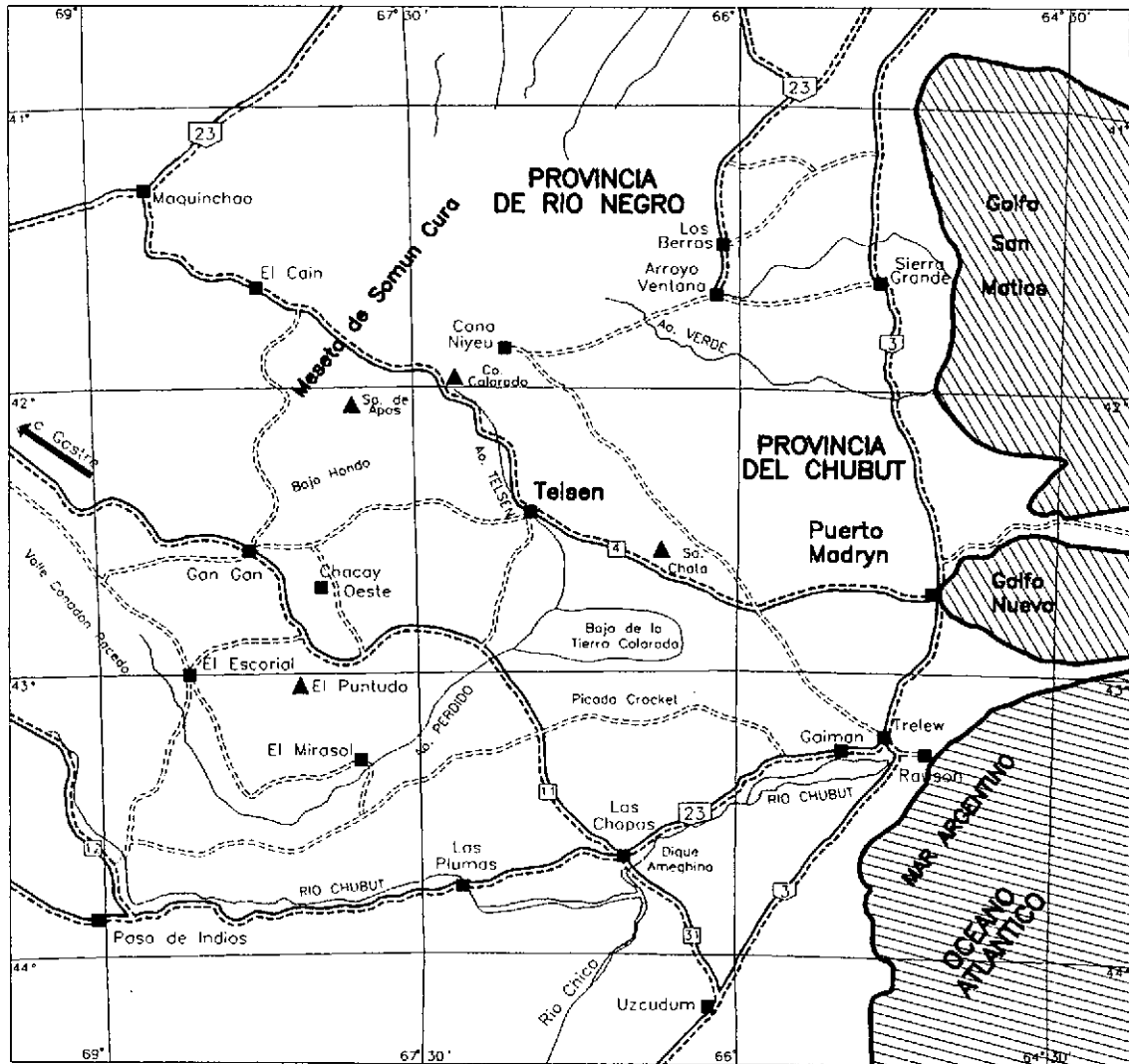
El proyecto se desarrolló en la Provincia del Chubut, en los Departamentos de Telsen, Gastre y Mártires, que cubren una superficie de 52.478 km². Todos ellos ubicados en la zona centro y norte de la provincia con su límite septentrional sobre el paralelo 42° de latitud sur, sobre la Provincia de Río Negro. El área de trabajos geológicos y relevamientos ocupó 2500 km² situados en la zona de convergencia geográfica de los tres departamentos y que se desarrolla en cuadrilátero irregular de unos 50 kilómetros de lado.

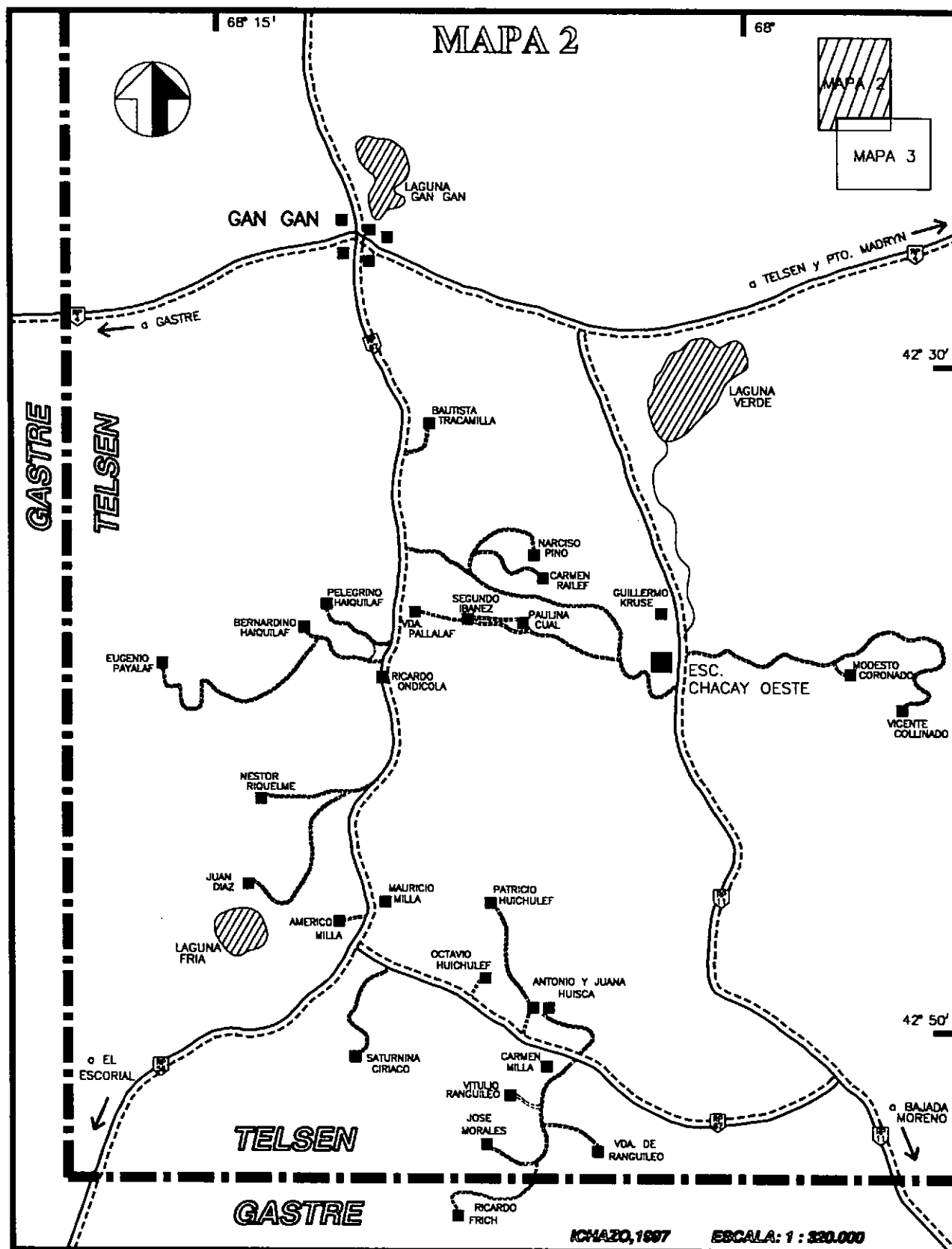
NATURALEZA DEL TRABAJO

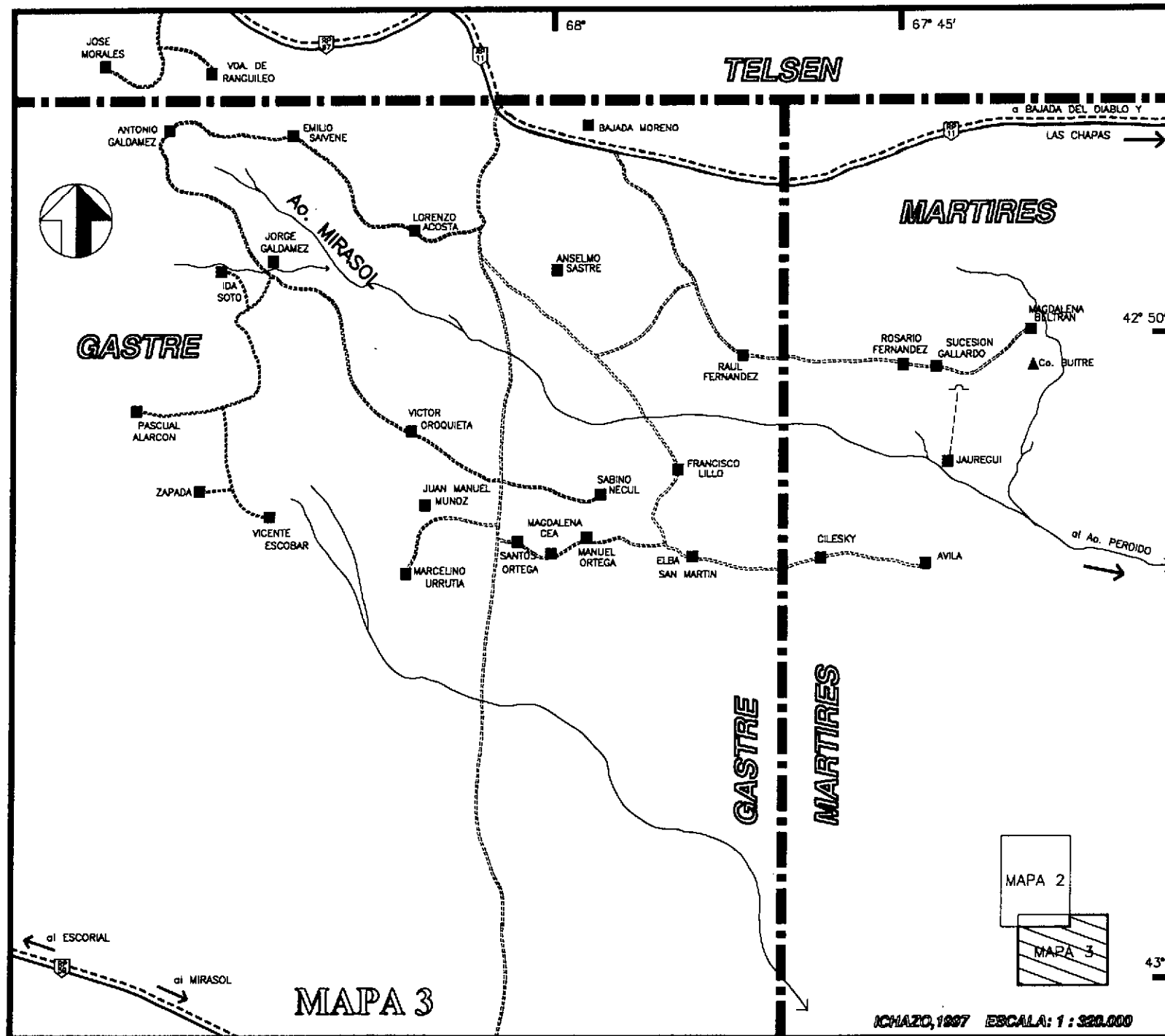
El trabajo realizado se basó fundamentalmente en un relevamiento expeditivo de campo y se complementó con la recopilación de la información bibliográfica.

También se consultaron mapas geológicos e informes con material inédito a escalas diversas. El relevamiento de campo se orientó hacia la comprensión del modelo geológico de la zona y a la interpretación hidrogeológica de este modelo.

MAPA DE UBICACION DE LA ZONA DE TRABAJO







Se elaboraron perfiles geológicos a modo de transectas para esquematizar los depósitos de diferente edad y para determinar la geometría de disposición de las formaciones. También se diferenciaron los modelos de presentación de las surgencias de aguas subterráneas con la finalidad de difundirlos para futuras campañas de prospección en zonas similares.

Se recurrió a antecedentes geológicos de la Secretaría de Minería y se consultó la Hoja geológica Telsen elaborada a escala 1: 250.000 por el Dr. Ardolino .

Esta información fue volcada al mapa a escala 1: 750.000 , además fue complementada con los perfiles y mapas generales de ubicación, lo que permitió identificar con claridad las relaciones de la geología y los sedimentos con el comportamiento hidrogeológico, la recarga por precipitaciones y la dinámica del agua subterránea en los diferentes manantiales.

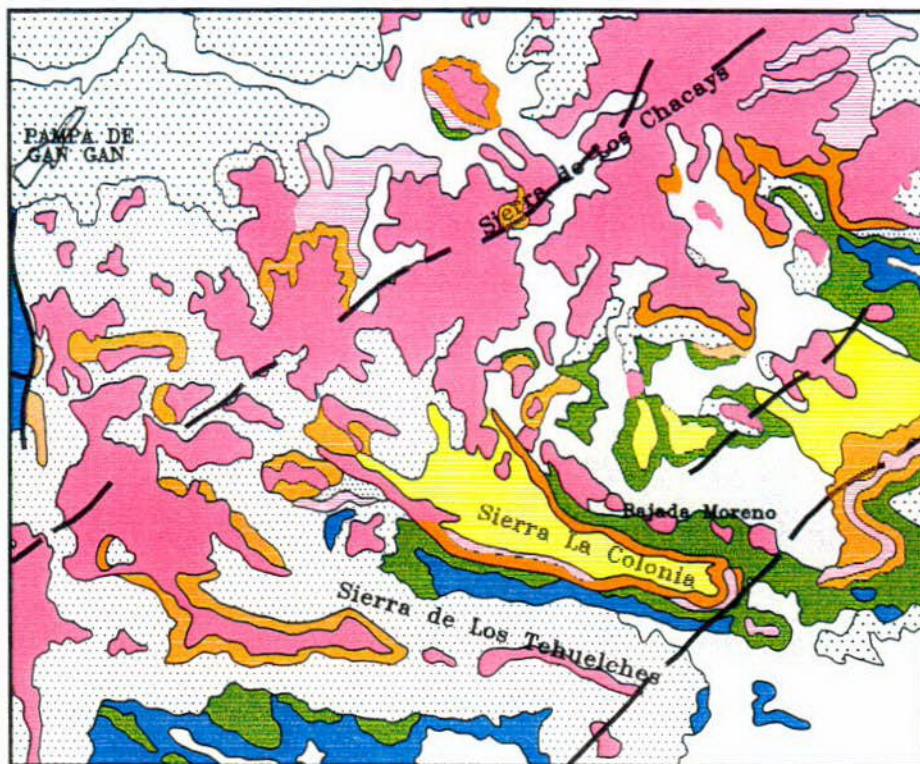
RELACIONES GENERALES Y BREVE HISTORIA GEOLOGICA

Las vulcanitas ácidas de la **Formación Marifil**, del Triásico superior-Jurásico medio, son las rocas mas antiguas de la región. Rellenaron cuencas formadas por el rifting que afectó al Gondwana a partir del Triásico.

Un fenómeno de peneplanización afectó a la zona durante un lapso no muy preciso, involucrando entre otros a los depósitos de la Formación Marifil. Los movimientos araucánicos afectaron profundamente al sustrato y a las vulcanitas jurásicas, acentuando el relieve por reactivación de , fallas y profundizando las cuencas. Ello ha controlado durante el Albiano-Turoniano, el depósito de sedimentitas clásticas y piroclásticas continentales del **Grupo Chubut**, que apoyan en discordancia sobre las Formaciones Marifil. Durante el Senoniano se depositaron pelitas lacustres y marinas de la **Formación La Colonia**, que siguen a los estratos continentales del grupo Chubut en concordancia, se apoya discordantemente sobre el Grupo Chubut y la Formación Marifil.

Durante el Oligoceno y Mioceno hubo significativas efusiones volcánicas, representadas por tobas del **Grupo Sarmiento**, basaltos de la **Formación Somun Curá**

MAPA GEOLOGICO DE CHUBUT



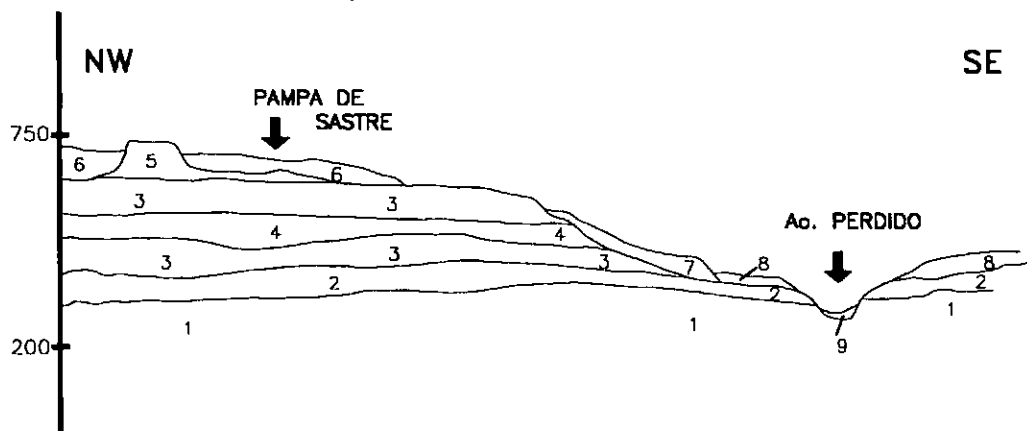
GEOLOGIA

	NIVEL TERRAZADO II Y ALUVIO DEL AO. PERDIDO		VULCANITAS, BASALTOS Y TRAQUITAS (F. QUIÑELAF Y EQUIVALENTES)
	NIVEL TERRAZADO I		a) SEDIMENTITAS CONTINENTALES (F. SARMIENTO Y EQUIVALENTES) b) ROCAS BASALTICAS (F. SOMUN CURA)
	DEPOSITO DE REMOCION EN MASA		SEDIMENTITAS MARINAS Y CONTINENTALES (F. LA COLONIA Y EQUIVALENTES)
	F. PAMPA DE SASTRE		SEDIMENTITAS CONTINENTALES (GRUPO CHUBUT)

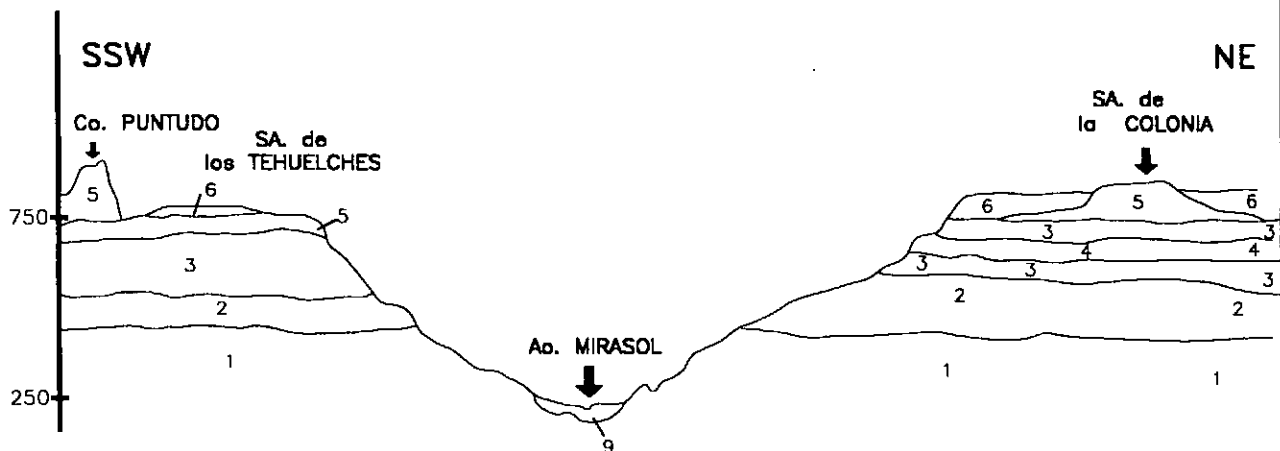
FUENTE: Secretaria de Minería de la Nación

ESCALA: 1 : 750.000

PERFIL ESQUEMATICO SA. DE LA COLONIA – Ao PERDIDO



PERFIL ESQUEMATICO SA. DE LA COLONIA – SA. DE LOS TEHUELCHES



REFERENCIAS

9	DEPOSITOS ALUMONALES GENERALIZADOS DE RELLENO DE VALLES DE ARROYOS TEMPORARIOS			
8	SEGUNDO NIVEL TERRAZADO, ARENAS, GRAVAS, Y LIMOS		HOLOCENO	CUATERNARIO
7	PRIMER NIVEL TERRAZADO, ARENAS, GRAVAS Y LIMOS			
6	F. PAMPA DE SASTRE, DE ORIGEN CONTINENTAL CONGLOMERADO DE BLOQUES, CON ARENAS Y ARENISCAS		PLIOCENO	TERCIARIO
5	FACIES LAVICAS FINALES, BASALTOS Y TRAQUIBASALTOS SE ASOCIAN AL COMPLEJO ERUPTIVO QUINELAF		MIOCENO	
4	GRUPO SOMUNCURA, BASALTOS OLIVINICOS		OLIGOCENO	
3	GRUPO SARMIENTO, DE ORIGEN CONTINENTAL, TOBAS BLANQUESINAS, CIRENITAS Y ARENISCAS, CON ALGUNOS CONGLOMERADOS INTERCALADOS. COLORES BLANQUESINOS			CRETACICO
2	F. LA COLONIA, DE ORIGEN CONTINENTAL MARINO. PELITAS VERDES CON YESO Y ESCASAS ARENISCAS		SENONIANO	
1	GRUPO CHUBUT, ARENISCAS, CONGLOMERADOS Y TOBAS, DE ORIGEN CONTINENTAL, CON TRONCOS Y RESTOS DE DINOSAURIOS, DE COLORES ROJIZOS Y PARDOS		CENOMANIANO BARREMIANO	

y emisiones centrales de piroclastitas y lavas traquíticas, riolíticas, andesíticas y traquibasálticas del **Complejo Eruptivo Quiñelaf**.

La erosión de las sierras de Apas, Telsen, de La Colonia, de Los Tehuelches y de los Chacays produjo depósitos psefiticos-psamíticos que en algunos sectores forman el tope de la meseta occidental que configuran la denominada **Formación Pampa Sastre**. En el Plioceno-Pleistoceno se produjo un importante ciclo de agradación representado por los **Rodados Patagónicos**. Una elevación generalizada del área y consecuentes fenómenos erosivos en el resto del Pleistoceno, originaron tres **Niveles Terrazados** de pedimentación. Los fenómenos mas modernos de erosión hídrica condicionaron los rellenos de valles con material **sedimentario aluvional** en los que también es importante el aporte eólico.

GEOLOGIA Y DIAGNOSTICO HIDROGEOLOGICO

Para la comprensión y definición de la dinámica del agua en el subsuelo se analizaron las principales características de las formaciones aflorantes y se definieron mecanismos que dan origen a los manantiales del área.

A partir del conocimiento de los sedimentos, de la valoración de la recarga y de la definición de sus permeabilidades se puede iniciar la interpretación de la dinámica de la surgencia.

En los modelos hidráulicos clásicos los sedimentos o las rocas sedimentarias poco diagenizadas configuran los reservorios, las zonas de conducción del agua subterránea debido a su permeabilidad y definen la capacidad de almacenamiento. La permeabilidad de estos cuerpos sedimentarios o acuíferos es una propiedad primaria propia de los procesos primarios que actuaron en la formación de los mismos y el almacenamiento se realiza en los espacios interporales.

En esta zona sin embargo la prioridad en la reserva y conducción de agua subterránea no está ubicada en los cuerpos sedimentarios, sino que se ubica en las rocas volcánicas. Estas no poseen permeabilidad en forma original debido a la mecánica de su formación a partir del enfriamiento de lavas fluidas emitidas por los volcanes. Los

procesos posteriores post formacionales le han introducido modificaciones a su estructura, se presenta entonces la particularidad de que a través de fisuras, pueden almacenar agua y conducirla hacia lugares distantes.

Esta propiedad de los medios rocosos fisurados se denomina permeabilidad secundaria o adquirida ya que se ha sobreimpuesto a las características originarias propias de su formación..

ESTRATIGRAFIA

Grupo Chubut

Los afloramientos están distribuidos en la mitad occidental de la zona mapeada, asomando general mente los espesores mas importantes debajo de las rocas basálticas de la Formación Somún Curá, que los protegen de la erosión. Se los puede observar en el amplio valle del arroyo Telsen y del cañadón Williams, al oeste de Chacras de Telsen, y en el cañadón Trapaluco. Afloran también debajo de los niveles aterrizados que convergen hacia la zona del bajo de la Tierra Colorada, y en los alrededores de la laguna Cona.

Se manifiestan como el afloramiento mas importante en la zona baja del área de Chacay y de El Puntudo, siendo el lugar mas caracterizado la parte inferior del valle del arroyo Mirasol Chico.

Litología

La litología de esta formación es muy variada. Abundan las areniscas, areniscas sabulíticas, areniscas conglomerádicas y conglomerados, en general de colores rojizos. También se hallan rocas de grano fino, tobas, tufitas, pelitas y areniscas finas, de colores blanquecinos, amarillentos, verdosos, rosados y anaranjados, todas de tonos claros en general.

La diversidad de colorido y la estratificación distinguen a esta formación. Además, dado que capas de escasa consistencia, muy deleznales, se intercalan con otras más compactas y mejor aglutinadas, el paisaje adquiere rasgos particulares, con lomadas suaves, cerros mesa, pedestales, cerros con enormes voladizos, torres y algunas "movedizas" en precario equilibrio.

Sobre la margen izquierda del valle del arroyo Telsen, tres kilómetros al norte del pueblo se ha medido un espesor de 136 metros para el Grupo Chubut. Ello sumado a perforaciones profundas para agua ponen en evidencia un espesor combinado de alrededor de 300 metros. En la zona de El Buitre se ha podido relevar un espesor parcial de 40 metros.

Ambiente de sedimentación.

Corresponde a un régimen continental donde se alternan baja y alta energía, hacia arriba de la columna, un importante espesor de estratos limo arenosos, sin estructura interna, denotan la presencia de un ambiente de mediana energía que persistió hasta el techo de la Formación. Se une al cuadro ambiental el depósito de ceniza volcánica, simultáneo con el material epiclástico.

No se descartan períodos en los cuales se desarrollaron ambientes límnicos de agua dulce, e inclusive salobre y alcalina, según la asociación de ostrácodos no marinos y carofitas encontrados por Musacchio y Chebli (1975).

En la región situada al sur del río Chubut el clima se ha determinado que el clima era húmedo por las asociaciones vegetales de fósiles. Los niveles psefiticos están constituidos fundamentalmente por clastos de vulcanitas ácidas, lo que indicaría claramente que las áreas de aporte estaban formadas por las vulcanitas jurásicas

Formación La Colonia

Este nombre fue propuesto para las pelitas verdes con yeso aflorantes en la margen derecha del arroyo Telsen por debajo de los basaltos de la meseta de Somún Curá, partes altas del cerro Ponte y de la sierra de los Tehuelches.

Las mejores exposiciones se hallan en la sierra de La Colonia. Están dispuestas en la parte superior de los estratos del Grupo Chubut, en toda la zona sur de la Meseta de Somún Curá, por encima se encuentran los sedimentos del Grupo Sarmiento.

La mayoría de las veces su continuidad se ve enmascarada a causa de la propia consistencia de la unidad, que por su alta fluencia ocasiona intensos fenómenos de remoción en masa que la sepultan parcialmente. Esta formación es la responsable de la mayoría de los deslizamientos basálticos ocurridos en la región, los cuales aumentan en dimensión a medida que aumenta su espesor. Los mejores afloramientos se encuentran en el cañadón Trapaluco, el sector comprendido entre Bajada del Diablo y Bajada Moreno, en el faldeo sur de la sierra de la Colonia, en la margen izquierda del arroyo Mirasol Chico y en la zona de Telsen.

Litología

Su litología es bastante homogénea, con muy ligeras variaciones, está compuesta por arcilitas, escasa limolita y arenisca fina. En general se trata de sedimentos de granulometría arcillosa de color gris verdoso, con manchas y guías color ocre. En otros sectores el color cambia a pardo, amarillento y a veces morado. ,

El yeso rellena fisuras de unos 2 centímetros de espesor, formando numerosas placas que se atraviesan entre sí en forma intrincada, localizándose allí los colores ocre.

En el arroyo Mirasol Chico, en las proximidades del puesto San Cayetano, sobre un estrato de unos 35 metros de espesor de areniscas finas limolíticas color amarillo oro, con matriz arcillosa, perteneciente al Grupo Chubut, afloran unos 40 metros de la Formación La Colonia

Al norte del puesto El Buitre, el espesor de la formación alcanza los 205 metros, y en el arroyo Mirasol Chico, cercano al puesto de la familia Sastre, se han medido 130 metros.

Ambiente de sedimentación

Los fósiles hallados en Bajada Moreno, arroyo Mirasol Chico y Sierra Rosada permitieron asignar un origen marino a las arcillas en cuestión. Además, en las localidades donde las arcillas se apoyan sobre el Grupo Chubut, observó que las mismas lo suceden en transición (sin discordancia)

El basalto y las tobas cineríticas blanquecinas suprayacentes reciben el nombre de Grupo Sarmiento y rocas efusivas asociadas.

Estas condiciones sedimentarias se mantuvieron en los sectores basales y medios de la secuencia pelítica, con depósitos de granulometría fina, con intercalaciones limocalcáreas, posiblemente correspondientes a una zona lacustre o litoral , con intervalos húmedos y áridos.

El dinosaurio *Carnotaurus sastrei* (famoso ejemplar hallado en los campos de la familia Satre por el Dr. Ardolino en 1982 y extraído por Bonaparte en 1984) se halló en estos niveles inferiores, en sedimentitas de origen lacustre. En los sectores mas altos de la secuencia, los depósitos pasan a ser gradualmente de carácter marino. Los sedimentos y la fauna hallados indican un ambiente somero y marginal, la relativamente buena conservación de la fauna brinda un buen de criterio de confiabilidad en la interpretación paleontológica .

Grupo Sarmiento

Corresponde a sedimentos del Terciario , ubicados cronológicamente en el Oligoceno. Este grupo se conoce desde antigua data y se extiende por un amplio sector de Chubut y Santa Cruz. En la zona se extiende por el borde suroriental de la meseta de Somun Cura, desde Sierra Negra, Telsen , Bajada Moreno y los Chacay. Hacia el sureste se presenta en los bordes del Valle inferior del Río Chubut.

En la zona oeste y norte del Bajo de la Tierra Colorada se presenta una intercalación de basalto entre las tobas e ignimbritas.

El conjunto se presenta aflorando en Bajada Moreno, rodeando la meseta de La Colonia, en el arroyo Mirasol Chico y Sierra de los Tehuelches.

Los sedimentos del Grupo Sarmiento se apoyan sobre las sedimentitas de la Formación La Colonia y subyacen a los Basaltos de la Formación Quiñelaf por un lado y a la Formación Pampa de Sastre por otro. En la zona media de la columna se presentan , con espesores variables los basaltos de la formación Somun Cura.

Litología

Se trata de tobas, tufitas e ignimbritas de colores blanquecinos, amarillentos, con estratificación poco definida y en partes masivas. Se pueden ubicar limos, areniscas y conglomerados intraformacionales de colores claros intercalados con los sedimentos dominantes. También se han detectado algunos bancos de areniscas finas y restos de antiguos desarrollos edáficos.

Se han medido hasta 90 metros de espesor a partir del piso formado por la formación La Colonia, con la que presenta un contacto difuso.

En medio del desarrollo sedimentario se intercalan los basaltos de la Formación Somun Cura, de modo tal que el miembro superior del Grupo Sarmiento sobreyace a los basaltos llegando a totalizar un espesor adicional de 95 y hasta 160 metros la zona de Cerro Buitre.

Ambiente de sedimentación

El ambiente de depositación es continental. Desde el punto de vista paleogeográfico s e puede representar el área como una extensa región llana o suavemente ondulada, con bajo gradiente regional, con cauces someros y vegetación herbácea predominante , aunque no excluyente.

La formación de los depósitos presenta una activa participación eólica y un aporte de material volcánico de tipo cenizas. La formación de este paisaje terciario sería semejante o asimilable al Pampeano de nuestra actual región pampeana. La participación

del aporte volcánico- eólico puede haber sido aportado por la Meseta de Somun Cura y por los eventos volcánicos del oeste.

La actividad volcánica debió haber sido intermitente, permitiendo la remoción del material y el retrabajo erosivo del material. La sedimentación se habría ocurrido bajo la forma de lluvias de cenizas, teniendo en cuenta la abundancia de estratos macizos sin estructura definida, por los flujos de cenizas y por depósitos de ignimbritas.

Formación Somun Cura

Representa una serie de basaltos y otras rocas volcánicas afines que presentan una amplia distribución en el área de trabajos y zonas aledañas. Forman parte de un extenso campo lávico que constituye la meseta de Somun Cura y que ocupa la parte centro norte del Chubut y centro sur de Río Negro. Esta unidad morfológica conforma una entidad particular y destacable por sus caracteres geológicos, morfológicos y por la biota (flora y fauna) que en algunos casos constituyen relictos únicos en el mundo. Los trabajos mas modernos sobre la geología del área volcánica asocian a los basaltos de esta zona con el tectonismo regional y crearon el concepto de Plateau de Somun Cura . En este se asocia la zona de tensión en la Placa americana, las efusiones tranquilas , no explosivas , asociadas a fracturas regional de tensión y a la formación de extensos mantos de lavas muy fluidas.

Los afloramientos se extienden desde Telsen hasta la zona de trabajos, Bajada del Diablo y Sierra de los Chacays. En la misma se confunde con las efusiones mas modernas del Basalto de la Formación Quiñelaf. Sobre Sierra de La Colonia y arroyo Mirasol Chico se intercala con el complejo volcánico-sedimentario del Grupo Sarmiento.

En la zona vecina a Telsen y en sitios cercanos se han datado muestras de basaltos por métodos radimétricos resultando con edades entre 26 y 33 Ma.

Litología

Se presentan como lavas oscuras, afániticas, se han clasificado como basaltos alcalinos. Se han producido varios pulsos de coladas hasta constituir un extenso manto, en los trabajos consultados se han podido definir hasta seis coladas diferentes.

Las coladas presentar bordes de contacto en su base, variaciones de diaclasamiento, fisuras tensionales y de enfriamiento, diaclasamiento, vesículas con y sin orientación. A veces hay pedogénesis entre las coladas señalando un intervalo de tiempo de media magnitud para que interactúen los procesos externos.

Los valles rellenos de lava (por inundación) desarrollan mayores espesores , hasta 110 metros , pero el resto del área presenta capas de lava de unos 5 metros en promedio.

Complejo Eruptivo Quiñelaf

Esta denominación comenzó a usarse para definir a los basaltos tardíos o mas jóvenes de la alta sierra de Somun Cura y se extendió su denominación hacia las rocas de igual composición de las serranías de Telsen. Los trabajos posteriores extendieron su uso hacia los afloramientos en las serranías de Apas y de los Chacays. Las erupciones no se presentaron como una unidad representando un evento único, sino que se fueron desarrollando por pulsos y con condiciones de formación diferentes. Hay etapas de importante presencia de piroclastos de una fase explosiva, expulsión de lavas, intrusiones cercanas a superficie y derrames de lavas de valor regional amplio de tipo “aporte por fisuras”.

Las coladas en la zona de evaluación hidrogeológica afloran en una amplia franja orientada SO-NE y que se ubica en el área central.

El cerro Puntudo que representa un accidente geográfico de interés en la zona está formado por los restos de una chimenea volcánica de un centro emisor del Complejo Eruptivo. Los materiales periféricos circundantes han sido erosionados y solo se mantiene la estructura mas competente y resistente a la erosión correspondiente a la chimenea.

Un centro emisor de lavas se encuentra al oeste de las nacientes del arroyo mencionado, donde las lavas fluyeron hacia cotas inferiores y están cubiertas por los materiales conglomerádicos de la formación Pampa de Sastre de edad terciaria (mioceno - plioceno). Allí las lavas se apoyan en discordancia sobre los sedimentos lagunares del Grupo Sarmiento.

Las dataciones radimétricas realizadas sobre vulcanitas de localidades vecinas a Telsen, que son equivalentes a esta formación resultaron con valores entre 15 y 17 Ma.. Estas resultaron mas juveniles que las vulcanitas de la formación Somun Cura.

Litología

La mayor parte de las rocas del Complejo son rocas alcalinas, principalmente traquitas y traquibasaltos. La composición química y petrográfica evolucionó en el tiempo a medida que disminuían las efusiones.

En nuestra zona de trabajos predominan los afloramientos de la Facies lávica final , siguiendo el criterio de clasificación de estas rocas de Ardolino (1997). El basalto es olivínico, color gris oscuro a negro, con pasta fina, con presencia de fenocristales de feldespato y minerales féficos rojizos. La actual sierra de los Chacays se comportó como un centro emisor de lavas que partieron hacia zonas vecinas. Formaron coladas de espesor variable llegando a tener en la margen izquierda del arroyo Mirasol Chico unos 60 metros de espesor.

Formación Pampa de Sastre

Constituye una serie de afloramientos ubicados en la falda oriental de la Sierra de los Chacays y cubriendo la parte superior de la Sierra de La Colonia, llamada Pampa de Sastre. También se presenta en la zona este de las Sierras de Telsen, en Bajada Moreno y en Bajada del Diablo.

Configuran un antiguo piedemonte o superficie de pedimento , al que los autores que se ocuparon con mayor profundidad, le atribuyen una edad tardío terciaria (

plioceno). En todas las localidades que se observó se presentan cubriendo al Complejo Eruptivo Quiñelaf o equivalentes, salvo en Bajada Moreno y Bajada del Diablo que se apoyan discordantes sobre las tobas y sedimentos del Grupo Sarmiento. Mas alejado, en Laguna de Vacas y Ranquil Huao se apoyan sobre las vulcanitas de la formación Somun Cura.

Los espesores medidos registran 40 metros en Bajada Moreno y 30 metros en Bajada del Diablo.

Litología

Está constituido por depósitos de rodados y arenas con matrix arenosa. En general la estratificación está poco definida y tiene intercalación de lentes de areniscas.

En la zona de Bajada Moreno se observa que los clastos mayores presentan rodamiento y transporte, los de tamaño medio son subangulosos y de composición basáltica con traquitas oscuras y claras en forma subordinada.

En Bajada del Diablo predomina el basalto con clastos de tamaño bloque , los de mayor diámetro promedio se ubican hacia arriba en la columna local, a veces presentan cemento carbonático. Las intercalaciones de areniscas presentan estructura entrecruzada indicando condiciones de energía media a alta en la depositación fluvial.

En Pampa de Sastre es relevante la horizontalidad de los mantos de rodados con ondulaciones muy suaves, tienen un desarrollo de entre 5 y 10 metros, con baja selección. Los clastos mayores llegan hasta 20 cm.de diámetro y el conglomerado presenta matrix arenosa de poca selección. La composición es basáltica , con traquitas presente en menor escala.

Ambiente de depositación

Constituyen depósitos de talud serrano, de origen fluvial predominante, son característicos de la erosión de la Sierra de los Chacays y otras vecinas, no tienen buena selección sedimentológica por lo que se los considera de baja madurez composicional y

textural. A partir de su fuente de origen se han depositado rápidamente y tienen poco transporte.

Uno de los mayores intereses desde el punto de vista de la geología del cuaternario, lo representa el concepto de que pueden ser un relicto o señalar un sitio original de nacimiento de los rodados patagónicos o pedimentos que se extienden hacia el borde oceánico.

Depósitos de Sedimentos Modernos sin consolidar

Se incluyen en este grupo a los depósitos cuaternarios, del pleistoceno y del holoceno que incluyen pedimentos, pedimentos de flanco , depósitos terrazados regionales y rellenos fluviales de arroyos .

Los materiales modernos se encuentran formando depósitos de talud en las serranías, bajadas y niveles terrazados resultantes de los cambios en el nivel de base regional . En esta zona se presenta un nivel de base local que está representado por el Bajo de la Tierra Colorada al E y SE de la sierra de los Chacays y por las lagunas de Gan Gan hacia el NO de las sierras. Hacia el este, mas sobre la zona costera los niveles de base regionales están regidos por las variaciones del nivel del mar.

Se estima que los diferentes comportamientos en la depositación tuvieron un origen común y se fueron diferenciando por movimientos de aislación originados en la tectónica y los movimientos de los bloques geológicos. Los depósitos mas modernos se han formado a expensas de la erosión de otros mas antiguos y ubicados a cotas superiores. Las edades de los depósitos inconsolidados mas antiguos se ubican hacia fines del terciario (plioceno) y sus geoformas asociadas se desarrollan hasta el presente.

Litología

En general se trata de rodados y gravas de origen polimíctico , con predominancia volcánica. Las matrix son arenosas, con limos y arcillas subordinadas. Los rellenos de cauce son complejos, se alternan variaciones de energía del medio

deposicional que producen intercalaciones de rodados, arenas y limos. Es importante la movilización y depósitos de materiales eólicos del grupo de arenas y pelitas.

Ambiente de sedimentación

Los trabajos realizados por diversos autores en general coinciden en atribuir los depósitos de pedimentos y niveles terrazados a una antigua red de cauces fluviales de gran extensión. El ambiente de depositación fue áqueo o subáqueo distribuido en una red de canales con frecuentes desbordes.

Los depósitos presentan estructuras propias de congelamiento intenso del suelo y crioturbaciones por lo que se han asignado condiciones ambientales periglaciales o glaciales asociadas a su dinámica de formación.

En los bordes de las mesetas de coladas basálticas se han producidos deslizamientos de degradación de taludes por efecto de la remoción en masa, sobre todo en las coladas que se apoyan sobre las formaciones La Colonia y los Grupos Sarmiento y Chubut.

Sobre los valles de arroyos o de las unidades mayores como el arroyo Perdido, Mirasol Chico y Chacay Oeste se desarrollan depósitos encausados fluviales con aporte de material eólico en forma subordinada. La presencia de agua desarrolla algunos mallines cuando se combinan aguas subterráneas con trampas estratigráficas o cambios en la permeabilidad del relleno.

GEOMORFOLOGIA

El desarrollo del paisaje de la zona de trabajos es el resultado de una compleja acción de ciclos de erosión, depositación y de formación de relieve. El principal agente de aporte de material se ha realizado por el aporte de masas de rocas volcánicas y la modelación se hace a partir de la erosión fluvial predominante.

La zona central está dominada por serranías y mesetas de origen volcánico y domina las sierras de Los Chacays, de La Colonia y de Los Tehuelches. La mayor parte

conforma, merced a la erosión, lomadas y sierras pequeñas que desagotan a través de arroyos temporarios. Hacia el SO desagua la escorrentia superficial hacia la gran depresión zonal del Bajo de la Tierra Colorada. Al NO, la sierras drenan hacia los bajos y lagunas de la Pampa de Gan Gan.

Se analizaron las grandes unidades a fin de completar el esquema hidrogeológico del área, y de definir los modelos regionales. Los trabajos de captación puntuales se diseñaron con las observaciones detalladas en cada sitio, todo ello contribuyó a organizar el modelo del sistema de funcionamiento hídrico subterráneo .

La zona central y sus estribaciones serranas se ha desarrollado a partir de las erupciones lávicas de magmas fluidos de gran extensión areal que conforman la gran unidad de la **Planicie estructural lávica** que se ha generado por el aporte de los basaltos de la Formación Somun Cura y del Complejo eruptivo Quiñelaf y la posterior erosión sobreimpuesta.

Las superficies elevadas topográficamente presentan límites abruptos y se forman por sucesivas coladas que se derramaron por una planicie antigua de características planas. Las rocas de base en general son blandas y friables. Los espesores de material sedimentario cubiertos por las coladas son una constante en el diseño morfológico de la zona. Estas formas mayores son denominadas también como **Mesetas estructurales**.

En el ambiente de los basaltos es frecuente encontrar una reiteración de geoformas mesetiformes, solo se ve cortado por cañadones, como el del arroyo Mirasol Chico, Telsen Trapaluco .

En el centro de las coladas los centros emisores configuran núcleos orográficos del tipo de **Serranías mayores** que se proyectan por encima de la meseta con alturas de hasta 1500 metros. A partir de los grupos volcánicos se definen planicies aluviales pedemontanas generadas por la erosión de estas sierras que cubren coladas inferiores y a los materiales sedimentarios de su base constituyendo **pedimentos sensu strictu, niveles terrazados y rellenos aluvionales** en los cauces.

En los bordes de mesetas de altos barrancos se produce un mecanismo frecuente de remoción en masa por deslizamiento rotacional de grandes bloques. El basalto colapsa en bloques de cientos de metros de ancho por hasta 2 o 3 kilómetros , se deslizan hacia

abajo y el plano es en general curvado en forma cóncava y ello le produce una rotación al bloque. La repetición del fenómeno produce un retroceso erosivo del frente hasta la total modificación de la geoforma primaria.

Los materiales mas modernos de los pedimentos y sus formas asociadas se desarrollan con particularidades hacia el Bajo de la Tierra Colorada que actúa como nivel de base local.. Estas formas tienen su equivalencia con las que se generaron hacia el Valle Inferior del río Chubut que tienen un nivel de base regional vinculado con las variaciones del nivel del mar en el oriente.

Durante el pleistoceno y en los finales del terciario (plioceno) se elaboró esta superficie de erosión-depositación que configura el fenómeno de los rodados patagónicos . El río Chubut ha tenido un curso divagante desde el punto de vista de la traza de su cauce y se canalizó a través de los niveles terrazados diferentes. La formación del Bajo de la Tierra Colorada y de los niveles convergentes ocurrió a posteriori, reflejando el ascenso general del área .

CLIMATOLOGÍA Y BALANCE HIDRICO

Las condiciones hidroclimatológicas constituyen un escollo en la interpretación local debido a la falta de datos puntuales y a los resultados de tipo regional. Estos hechos presentan imprecisiones que deben ser salvadas con datos locales de pobladores calificados y a través de interpolaciones desde estaciones próximas. Para el análisis se siguieron los trabajos de Arbuniés de Mac Karthy, R. (1994) para la zona del Valle Inferior del río Chubut.

La región está caracterizada por un clima muy árido, con precipitaciones exiguas menores de 200 mm anuales en promedio, el sistema presenta en general déficit hídrico y solo presenta superávit en los meses de invierno.

En los ciclos plurianuales de análisis se registra una alternancia de ciclos húmedos y secos que pueden producir restricciones o aportes por encima de los valores calculados como standard.

La estación climatológica de referencia es la correspondiente a la ciudad de Trelew , la precipitación media anual es de 163, mm., con una media mensual de 13,5 mm. y valores extremos de 18,5 mm.en mayo y 10 mm. en diciembre. Las lluvias no presentan agrupación predecible a lo largo del año.

Los registros de temperatura señalan una media de 14,3 °C, con un máximo medio para enero de 20 °C y mínimos medios para junio y julio de 5,9 °C y 5,8 °C.

Los vientos presentan una velocidad media de 22 km/h para la zona de meseta o terrazas y de 7 km/h para la zona de referencia que tiene forestación y cortinas de álamos como barreras.

La evapotranspiración potencial de Thornthwaite llega a 762,5 mm/año, con un déficit en relación a la precipitación máxima anual de 599 mm /año. En el balance hídrico para el invierno, se registra superávit promedio de 3,1 mm para el mes de julio, con días nublados y el sol con bajo ángulo de incidencia por la latitud.

La existencia de volúmenes de agua acumulados en subálveos y en los complejos volcánicos sedimentarios ratifica la existencia de ciclos de acumulación positiva de aguas meteóricas.

La situación de internalidad continental de la comarca que nos ocupa, hace que las condiciones extremas del clima sean mas rigurosas o extremas. Se debe tener presente que la zona de referencia tiene atenuaciones de los extremos climáticos por la proximidad con el océano.

Para el cálculo de las dotaciones de riego se ha tomado como indicativo un valor de 1,0 litro por segundo por hectárea (1,0 lt / seg / Há.) para los meses de diciembre y enero, a fin de establecer un patrón limitante en las superficies a desarrollar.

Estas variables climáticas inciden en los hábitos de vida de los pobladores, que deben recurrir a la calefacción durante gran parte del año. Para la calefacción y cocina se utiliza leña arbustiva autóctona.

A pesar de que las precipitaciones son escasas y se presentan en forma irregular, es bastante alta la infiltración debido a los efectos de permeabilidad secundaria de las coladas volcánicas, su alto grado de meteorización, los suelos esqueléticos con alta retención específica y por la presentación de intervalos de tiempo ocasionales con escasa evapotranspiración. Las cotas topográficas de las serranías locales, mas elevadas que en

el VIRCH contribuyen a una mayor acumulación de nieve y por lo tanto generan una mayor acumulación por deshielos.

También influyen fenómenos micrometeorológicos (condensación, nieblas, etc.) que pueden acumular volúmenes de agua sobre los macizos rocosos fisurados en períodos de alta humedad ambiente, escaso vientos y baja intensidad solar.

HIDROGEOLOGIA

Los parámetros hidrogeológicos de los materiales.

Grupo Chubut.

Las características de los sedimentos pelíticos y psamíticos dispuestos en alternancia le confieren permeabilidad mixta a los sedimentos del Grupo Chubut. La permeabilidad horizontal predomina sobre la vertical y en general la baja conducción del conjunto hace que la poca agua que se presenta tenga un alto tenor salino.

En general no hay surgencias en este grupo sedimentario y solo se aprecian afloramientos de humedad superficial, generación de costras de sales y casi no hay escorrentía superficial.

No hay establecimientos que aprovechen el agua procedente del Grupo Chubut.

Formación La Colonia.

Las características pelíticas de los sedimentos y la existencias de cementación carbonática o sulfatos hacen que los materiales presenten muy baja permeabilidad. El origen marino de una parte importante de la columna estratigráfica de la formación La Colonia aporta gran cantidad de sulfatos y cloruros en la lixiviación de los suelos.

Las escasas precipitaciones no logran infiltrarse en los suelos originados por meteorización de estos sedimentos y por ende no hay acuíferos regionales en estos

materiales. La presencia de agua subterránea es localizada y asociada a tectónica, cambios de facies o deslizamientos gravitacionales de remoción masa.

Los manantiales formados dentro de esta unidad, a expensas de la infiltración en sedimentos mas modernos o basaltos (ubicados por encima) pueden tener un valor salino tolerable por la eliminación de sales por el efecto reiterativo de lixiviación.

En la mayor parte de las localidades de la zona, la formación La Colonia se comporta como basamento hidrogeológico o piso límite de la infiltración regional.

Grupo Sarmiento.

Los caracteres propios de la sedimentación continental permiten definir a los materiales como de permeabilidad media a baja. Hay lugares donde el Grupo Sarmiento actúa como piso o basamento impermeable. Otros se definen con permeabilidad media y hasta alta dónde se infiltran los caudales aportados por lluvias y nieve en forma directa o a partir de los basaltos.

De este modo se generan manantiales en los planos con permeabilidad horizontal alta o favorecidos por paleocauces u otras particularidades del paleorelieve.

El agua que circula por estos sedimentos tiene una salinidad baja y permite su bebida y uso para riego. A pesar de su origen volcánico que hace suponer un intercambio activo con el agua circulante, el carácter silíceo de los sedimentos no ha permitido un alto intercambio de sales y no altera la calidad del agua.

Las diaclasas , fracturas o deslizamientos gravitacionales han permitido también la presentación de permeabilidad adquirida o secundaria por tensiones post formacionales. Estas vías o espacios tensionales en la masa estructural de las rocas facilita la infiltración, la circulación y la descarga de agua (manantiales) .

Formación Somun Cura.

Los basaltos no presentan permeabilidad primaria o singenética, sino que tienen permeabilidad determinada por los procesos sufridos a posteriori de su solidificación.

Por ello se define a estos cuerpos rocosos como dotados de permeabilidad secundaria o adquirida.

Las coladas basálticas de la formación Somun Cura se han originado a partir de centros emisores del norte de la zona y pueden aportar agua subterránea desde una extensa región. La recarga presentada en un amplio territorio puede converger hacia la zona de interés por desnivel topográfico y generar surgencias.

Por otro lado la intercalación de las coladas con el ciclo depositacional del Grupo Sarmiento (de origen continental y con permeabilidad baja a media) favorece la circulación lejana y la incorporación de agua hacia los manantiales desde áreas vecinas.

Complejo Efusivo Quiñelaf.

Las extensas coladas del Complejo Efusivo Quiñelaf constituyen el elemento principal de la zona en lo referido a la acumulación de agua meteórica, su conducción y la formación de manantiales.

Las coladas tienen aspectos diferentes y todos ellos con significado hidrogeológico. Las zonas de contacto en general favorecen los flujos, los cambios en las densidades forman barreras horizontales y el diaclasamiento de tensión por enfriamiento genera canales de conducción vertical.

La dinámica del flujo de la lava , sobre todo en sus etapas de enfriamiento genera tubos por escurrimiento, que son también áreas de almacenamiento de aguas y de conducción preferencial.

En general, los eventos volcánicos se han iniciado rellenando paleocauces, cubriendo rellenos de valles diferentes en características sedimentológicas y granulares. Es por ello que los manantiales se presentan en puntos singulares del paisaje actual y no como un elemento continuo, regular o de diseño fácilmente predecible.

El relleno de los valles compuesto por material aluvional o eólico depositado en las depresiones, genera un cuerpo permeable alargado de alta permeabilidad. Estos

depósitos tienen una mayor permeabilidad relativa al compararlos con las lavas, se ubican en la parte baja del paleodrenaje y son un recurso preferencial para formar los manantiales por su mayor coeficiente de permeabilidad (k).

Hay casos especiales en que las coladas desarrollan una capa vítrea en su base y techo configurando cuerpos con volúmenes definidos y caracteres propios especiales. Conforman cuerpos tubiformes o con formas de tablas de permeabilidad media a alta en el interior, con bajo nivel de intercambio hidráulico con los materiales geológicos que los circundan. Dicho de otro modo, estos cuerpos de las coladas pueden almacenar agua, la pueden ceder, pero presentan una recarga lenta por el aislamiento de la cubierta vítrea.

Por otro lado, la presencia de niveles de baja permeabilidad entre las coladas a veces permite actuar de nivel límite a la infiltración y se generan zonas de conducción preferencial. Cuando posteriormente la erosión corta el conjunto descrito, se generan manantiales alineados.

Formación Pampa de Sastre.

Estos depósitos de origen fluvial y de baja cementación son de interés hidrogeológico debido a que actúan concentrando y almacenando los volúmenes de agua de precipitaciones en la Sierra de La Colonia y Bajada Moreno, que luego se descargan con regularidad en los manantiales vecinos hacia el norte y sur de la serranía mencionada, en las vertientes del norte del valle del arroyo Mirasol Chico y en la zona de Cerro Buitre.

Los depósitos almacenan el agua en un medio poroso clásico en los espacios intergranulares.

Depósitos Modernos sin consolidar.

Los depósitos del cuartario generalizado permiten la infiltración de las precipitaciones cuando se trata de unidades de granulometría mayor (arenas y rodados) y la matrix tiene bajo contenido en arcillas. Muchas veces el material depositado por acción del viento tiene fracciones muy finas e impide la circulación de agua por el subsuelo. La granulometría generalmente es muy fina y con buena selección, y diámetros de partículas entre 250 y 130 micrones.

En los extensos niveles terrazados o pedimentos puede llegar a acumularse agua subterránea, pero en general es salobre y no puede ser aprovechada.

En los subálveos de los arroyos próximos a las coladas se forman mallines de interés hidrogeológico ya que se pueden explotarlos acuíferos mediante pozos y extraer el agua con bombeo o a balde. La calidad del agua se va degradando por aporte salino de los sedimentos a medida que el desarrollo del valle se incrementa. Hacia las zonas distales el agua es muy salada y no es aprovechable. Por ello conviene captarla en el origen de los pequeños valles donde la calidades aceptable.

En general el agua del subsuelo de estos arroyos tiene mayor tenor salino que la procedente de los manantiales.

La Escuela de Chacay Oeste captaba el agua de consumo a partir de acuíferos del subálveo del arroyo homónimo, pero se presentó un impacto negativo por los aportes de nitratos de las descargas de los servicios domiciliarios de la Aldea Escolar. Por ello se modificó el sistema y un vecino aporta el agua para uso humano captada a partir de un manantial distante a 5 kilómetros al este. La fuente original (pozo) está para prestar servicios secundarios.

LAS ZONAS DE BASALTOS

Estrategias y fundamentos geológicos del recurso.

La región donde se desarrolló el proyecto presenta un déficit en el balance hídrico la mayor parte del año, sin embargo las escasas precipitaciones se infiltran en las mesetas de basalto y escurren subterráneamente por la periferia o entre las coladas

antiguas debido a la presencia de sustratos impermeables, generando de este modo mallines (vegas) y manantiales.

En estos mallines cuando no aflora el agua en superficie se la ubica a profundidad media o baja, entre 1 y 7 metros, de acuerdo con variables geológicas.,

En esta región árida los centros volcánicos, generalmente rodeados de zonas mas bajas actúan como condensadores de humedad de las masas de aire ascendente, provocando frecuentemente lluvias adiabáticas y orográficas localizadas. Son frecuentes fenómenos de micrometeorología que concentran agua y humedad en paredes, grietas o vegetación. En épocas invernales favorecen la acumulación de hielo y nieve.

El agua así precipitada sobre las grandes extensiones de basalto se infiltra por las grietas de la superficie, penetrando a niveles inferiores. Esa agua puede alcanzar la base de las coladas volcánica y formar acuíferos de gran extensión y profundidad cuando por debajo hay rocas o sedimentos impermeables apropiados, o bien son encausadas por paleocanales del sistema de drenaje sub-basáltico anterior a las coladas de lavas.

La Meseta de Somuncura otras vecinas almacenan grandes volúmenes de agua que descarga hacia el Norte (Río Negro) formando los Arroyos de Huantraico, Ramos Mexia y Valcheta. Hacia el sur la descarga más importante es el Arroyo Telsen y conforma también varios arroyos pequeños y lagunas . El agua escurre subterráneamente sobre coladas muy densas, estratos impermeables y por antiguos drenajes.

Al mismo tiempo que el basalto es conductor del agua, es también regulador y almacenador. En los manantiales el caudal no aumenta rápidamente luego de una lluvia, sino que se incrementa lentamente. Así que resulta raro que el agua cese en poco tiempo durante una sequía, sino que lo hace lentamente como se pudo comprobar luego del ciclo extraordinario de bajas precipitaciones registrado entre 1985 y 1990 o el de los años 1996/ 97.

Donde el agua se presenta en superficie y aflora en forma permanente se produce la mayor parte de los asentamientos humanos que interesaron al proyecto.

Debido al régimen de precipitaciones nivales que dominan, se ha verificado que los manantiales incrementan levemente su caudal en la época primaveral y disminuyen gradualmente hacia fines de otoño , cuándo se reinicia un nuevo ciclo de recarga.

Los caudales de los manantiales en general permiten la explotación de huertas pequeñas de 2500 m² (1/4 de Ha) en casi todos los casos, hay algunas excepciones de máxima que permiten regar hasta 4 Ha. con valores de 3,8 lts/seg .

Algunos pobladores ya habían aprovechado sus manantiales para riego de parcelas y el proyecto les permitirá optimizar sus sistemas de riego.

En estas regiones el clima árido permite una mínima alteración de las rocas por efecto de los agentes meteóricos, solo se ejerce sobre las grietas que se van ensanchando, permitiendo la acumulación de los productos de alteración conjuntamente con arena de transporte eólico, que permite el arraigo de hierbas y arbustos. Los restos orgánicos de esos vegetales y potenciales animales silvestres proporcionan un mínimo de humus, que en las grandes áreas basálticas permiten la formación de pastizales. El ecosistema es muy frágil y es muy sensible al sobrepastoreo.

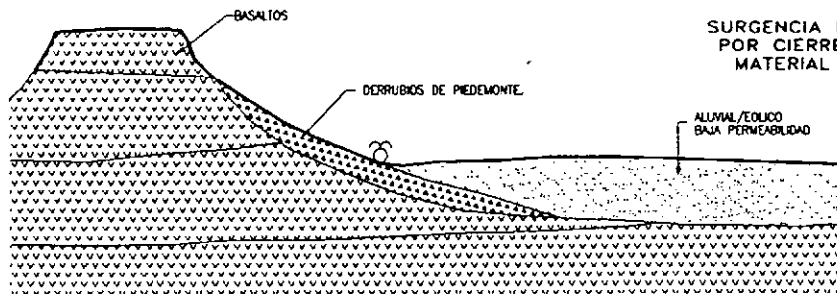
LOS MANANTIALES -

Diferentes tipos de presentación y su relación con la geología local.

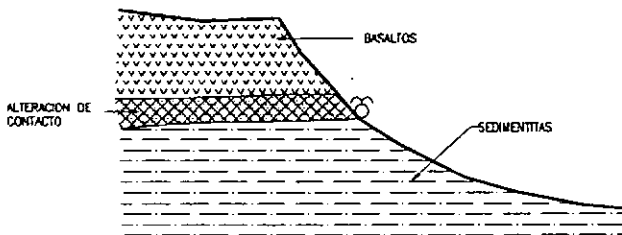
La mayor parte de los manantiales reconocidos se encuentran asociados a coladas de basalto o vulcanitas en general . La percolación profunda y los flujos regionales se producen por la combinación de planos de escurrimiento de permeabilidad preferencial, por la existencia de superficies estructurales regionales, por trampas geológicas o sedimentológicas.

Se construyeron perfiles hidrogeológicos esquemáticos para mostrar las variables que se determinaron sobre este tema. Se identificaron distintos tipos de surgencia asociadas a circunstancias geológicas diferentes:

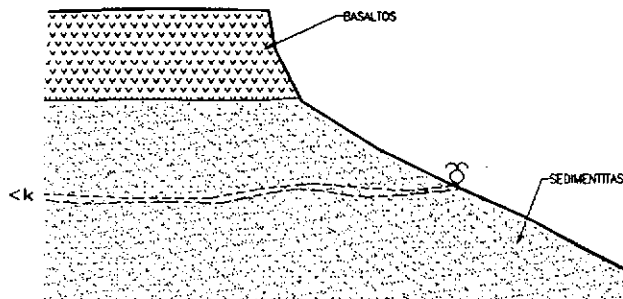
a) Surgencia desde el contacto de derrubios de faldeo de coladas con los depósitos de valle. El agua se desplaza por gravedad por dentro del derrubio de faldeo (coluvio o aluvio) y es retenida lateralmente por el relleno eólico de baja permeabilidad (limos y arcillas). En el contacto se produce la surgencia sobre los bordes de las unidades morfológicas de valle.



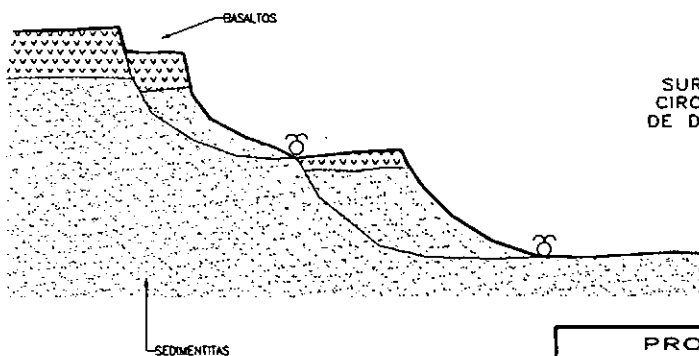
SURGENCIA EN LOS DERRUBIOS
POR CIERRE HIDRAULICO DEL
MATERIAL ALUVIONAL FINO



SURGENCIA FAVORECIDA POR
ALTERACION DE CONTACTO
EN LA BASE DE LAS COLADAS



SURGENCIA EN SEDIMENTITAS
PERMEABLES FAVORECIDA POR
UNA VARIACION DE ESTRATOS
CON MENOR "k"



SURGENCIA FAVORECIDA POR
CIRCULACION EN LOS PLANOS
DE DESLIZAMIENTO ROTACIONAL

REFERENCIAS

☉ MANANTIAL

PROVINCIA DEL CHUBUT
LAGUNA FRIA - EL PUNTUDO

MINISTERIO DE SALUD Y ACCION SOCIAL
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

MODALIDAD DE PRESENTACION DE LOS MANANTIALES

PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUENAS COMUNIDADES

AUTOR: Geol. Gustavo ICHAZO

FECHA: Julio 1997

b) Surgencias por la circulación subterránea favorecida por la permeabilidad secundaria de las zonas de alteración en las bases de las coladas. Generalmente se ubican por debajo sedimentitas de baja permeabilidad y están centradas en lugares de paleogeografía favorable, como por ejemplo paleocauces inundados por las lavas fluidas.

c) Se generan surgencias en el material sedimentario ubicado estratigráficamente mas abajo que el piso de la colada . Hay infiltración profunda desde las coladas, el escurrimiento vertical se mantiene hasta encontrar una capa horizontal de menor permeabilidad que privilegia la movilidad horizontal y es entonces donde se produce la surgencia sobre los planos topográficos o superficies de erosión. La surgencia ocurre entre los estratos sedimentarios y es concordante con los planos de estratificación.

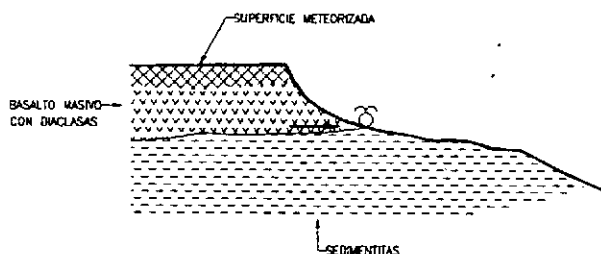
d) Donde se presentan casos de deslizamientos de laderas, se generan planos cóncavos de deslizamiento rotacional de gran desarrollo . Por estos planos, generalmente desarrollados paralelos a los bordes de las coladas, se infiltra el agua que procede de los basaltos y surge al pie de los deslizamientos.

e) Surgencias por la base de una colada masiva en contacto con sedimentitas de baja permeabilidad que constituyen el hidroapoyo. La infiltración profunda es favorecida por la permeabilidad secundaria y por procesos de meteorización en el tope de la formación , la esorrentía subterránea se ve condicionada por las paleopendientes de la base.

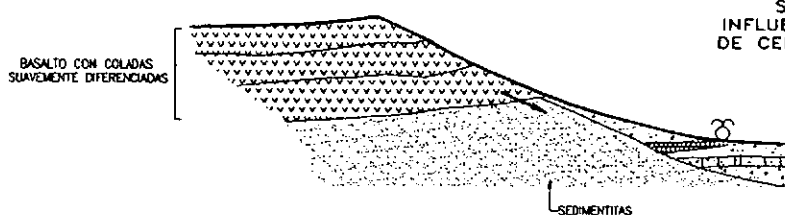
f) En los casos de infiltración hacia un valle fluvial se puede generar surgencia cuando el flujo subterráneo encuentra un nivel de cementación que lo retiene y produce su ascenso hacia superficie. Dicha cementación se suele asociar a cambios estacionales, períodos de sequía o variaciones históricas de las freáticas locales.

g) Se encontraron surgencias asociadas a infiltración sobre extensos mantos de escombros de basalto. El aporte se produce por nevadas o lluvias in situ o por aporte lateral desde coladas mas modernas o de menor grado de destrucción. A veces se encuentra restos de remoción en masa apoyados sobre un plano de alteración que sirve de hidroapoyo o nivel inferior de la percolación profunda.

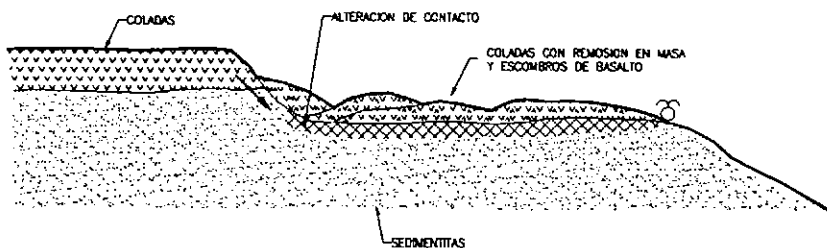
h) El último caso analizado, combina la infiltración desde una peneplanicie lávica (colada moderna) hacia un nivel de sedimentitas con permeabilidad media. Estas a su vez infiltran basaltos intercalados entre su conjunto, las vulcanitas inferiores tienen



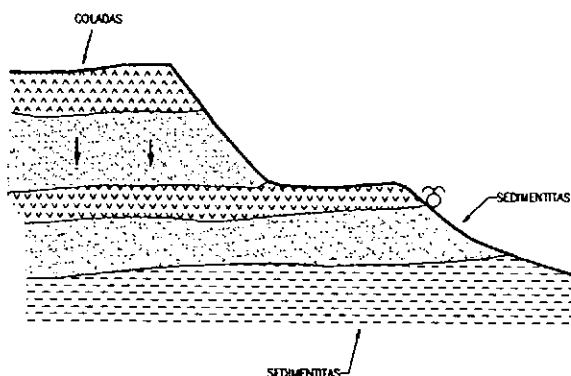
SURGENCIA AL PIE DE LAS COLADAS CON HIDROAPOYO EN LAS SEDIMENTITAS DE BAJA PERMEABILIDAD



SURGENCIA POR INFLUENCIA DE UN NIVEL DE CEMENTACION (CO₂Ca)



SURGENCIA AL PIE DE ACUMULACIONES DE ESCOMBROS DE BASALTO Y RESTOS DE REMOSION EN MASA CON APOYO EN UN NIVEL ALTERADO



SURGENCIA AL PIE DE COLADA MAS ANTIGUA E INFILTRACION DESDE LA PENIPLANICIE LAVICA

REFERENCIA



MANANTIAL

PROVINCIA DEL CHUBUT
LAGUNA FRIA - EL PUNTUDO

MINISTERIO DE SALUD Y ACCION SOCIAL
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

MODALIDAD DE PRESENTACION DE LOS MANANTIALES

PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES

AUTOR: Geol. Gustavo KHAZO

FECHA Julio 1997

una pequeña superficie de afloramiento que no puede aportar valores de agua infiltrada desde superficie. La disposición de estos materiales genera la surgencia en la base de los basaltos mas antiguos o inferiores.

DESARROLLO DE MANANTIALES.

Las zonas del proyecto. Experiencias anteriores

Hacia los años 1988 y 1992 se desarrolló un proyecto de autoría propia que se pudo llevar a cabo gracias a una ONG local (INPADES) en un proyecto de desarrollo social financiado por la Overseas Missions Secretariat (OMS) de origen belga.

Se trabajó sobre una amplia zona que incluyó Telsen, Blancuntre y Cushamen, con llegada a muchos sitios intermedios. Se concretaron 125 aprovechamientos y se determinó que la gran dispersión geográfica dificultaba los relevamientos, la distribución de materiales y la llegada técnica durante la construcción. Es conveniente centrar las acciones en un distrito o comarca menor y luego de concluído ocuparse de la cobertura de otra área .

HIDROQUIMICA

El contenido de sales del agua tiene un aporte de fundamental importancia para la interpretación de fenómenos que actúan en la formación de acuíferos o manantiales y nos permite conocer las tolerancias a su uso. Por otro lado, permite reconocer variaciones y particularidades en una comarca de muestreo y con homogeneidad de litología . La información secundaria que se interpreta permite identificar una parte importante de la circulación, descarga y recarga de las aguas subterráneas.

El recorrido del agua en las rocas y sedimentos permite la dilución y lixiviación de sales y entrega de esta forma los datos del material que estuvo en contacto con ella.

Las aguas de origen natural resultan siempre con una carga química, su contacto con la atmósfera y su contenido de impurezas y la recarga de sales en el suelo, hacen que todas las aguas presenten una carga variable de sales.

En cada circuito de agua subterránea tampoco la carga iónica es constante y se puede medir generalmente una serie de variaciones de contenidos salinos y evoluciones que contribuyen a la interpretación de la dinámica.

Las relaciones con el clima, las variaciones de precipitaciones, los ciclos estacionales influyen en los resultados de los análisis del agua de la comarca. Ya que intensas lluvias, con su aporte al circuito subterráneo, generan dilución y tenores de sales bajos. Por el contrario, extensas sequías, concentran sales por disminución de caudales de surgencia y aumento relativo en las sales.

En nuestra zona se trabajó a la salida de un largo período de pocas precipitaciones y al comienzo de un período de recuperación. De tal modo se considera que el muestreo ejecutado tiene validez técnica y permite cumplir con los conceptos fijados al inicio del apartado. Los resultados y curvas acompañan como un anexo al presente informe.

El ciclo de circulación de agua en el subsuelo se puede acotar y definir con mayor exactitud gracias a la valoración de su contenido salino y como resultado de su interpretación se puede llegar a las siguientes metas u objetivos:

- 1) Determinar factores del medio físico que controlan la composición química.
- 2) Conocer la relación entre recarga/circulación/descarga.
- 3) Acotar la influencia de la acción del hombre y su impacto sobre la hidrología subterránea.
- 4) Determinar las limitantes de uso y las posibles correcciones para optimizar las condiciones de consumo.

La presencia de distintos tipos de acuíferos y de distintas maneras de presentarse la surgencia en los manantiales muestran algunas variaciones de interés. Las condiciones sanitarias de las tomas también inciden en los resultados y permiten acotar otros elementos de juicio técnico.

Para el trabajo presente se determinaron los siguientes parámetros pH, sólidos totales, alcalinidad en carbonatos, alcalinidad en bicarbonatos, alcalinidad y dureza total ,

el primero es adimensional y los cuatro últimos se midieron en mg/l en Co^3 Ca. También se midió cloruros, sulfatos y conductividad, los dos primeros en mg/l y el final en micromohs .

La toma de hierro y flúor se hizo en mg/l al igual que el amoníaco y los nitritos.

Para acotar los tenores y su condicionamiento se usaron las normas de Servicio Nacional de agua potable de la Argentina (SNAP) (aconsejable, aceptable y tolerable), las normas la Reglamentación técnico-sanitaria de España para calidad de aguas de consumo humano (RTSE) (Orientadores y tolerables) y la Instrucción del Consejo del Comunidad Económica Europea para calidad de aguas de consumo (ICCEE) (nivel patrón y concentración máxima admisible).

Resultados

pH

Se encuentra dentro de las normas tolerables del SNAP, de la RTSE y dentro del nivel patrón de la ICCEE

Sólidos totales

Se encuentran en el rango de tolerancia entre aceptable y tolerable del SNAP, aunque hay un 70 % de muestras con valores aconsejables , de 500 mg/l. Son tolerables, hasta 1500 mg/l para el RTSE y hay 79 % de valores óptimos . No hay normativas de la ICCEE para los sólidos totales.

Los 4 valores mayores se ubican en las fuentes de Acosta (pozo), Necul (manantial), Santos Ortega (pozo) y Sucesión Gallardo (manantial). Se interpreta que en los pozos la baja circulación eleva los valores de salinidad total. En el caso de Necul, la

particular posición del surgente en rocas masivas y con poco caudal eleva el tenor salino al igual que en el manantial de Gallardo.

Conductividad

Se encuentra dentro de los límites orientadores de calidad de la RTSE y de la ICCEE. El SNAP no fija normativas para la Conductividad , aunque químicamente se vincula en formas directa con los sólidos totales disueltos que sí están normados.

Nitritos

Hay unas 6 % muestras por encima del valor tolerable del SNAP. Estas también superan las normas Españolas y las de la CEE.

Hay 94 % muestras que se encuentra bajo la aceptación de las tres normas usadas como referencias. De éstas hay 4 que tienen valores medios.

Se estima que el ingreso de materia fecal (de humanos o animales) y deshechos orgánicos varios elevan los tenores de nitritos y es de esperar que se reducirán con el cierre o clausura del manantial y su mejora en la tecnología de toma o captación que se hará durante el programa.

Las que presentaron mayores valores en el muestreo son las aguas obtenidas Acosta, Galdamez, Santos Ortega , Suc. Gallardo y Tracamilla. Se superaron los límites tolerables en el caso de Santos Ortega.

Amoniaco

Los resultados obtenidos para todas la muestras indican valores de aceptación bajo todas las normas de control usadas.

Alcalinidad total

Las muestras relevadas se encuentran dentro de los límites de tolerancia de las normas del SNAP, no tienen reglamentado este parámetro en las normas del RTSE y de la ICCEE.

Dureza

El muestreo revela que solo 2 muestras superan hasta el límite de lo tolerable mientras que el resto está entre lo aconsejable según el SNAP. Lo aceptable para el RTSE es el valor orientador de 150 mg/l y la ICCEE no lo regula. Las muestras que superan los límites son las de Santos Ortega y Suc. Gallardo pero en este parámetro no hay efectos perjudiciales para la salud, sino que simplemente el agua no es buena para el lavado de ropa o baño porque corta el jabón.

Sulfatos

Todas las muestras se encuentran bajo el rango de valores tolerables para el código del SNAP y de RTSE. Solo 2 muestras sobre 34 resultan fuera de norma para la ICCEE.

Las localidades de mayores tenores son las tomas de agua de Acosta y Santos Ortega, aunque son aceptables según las normas.

Cloruros

Solo 3 muestras sobre 34 se salen de la normativa aceptable del SNAP la mayoría cae en el campo de aconsejable. Pero todas están dentro de lo tolerable.

Muy pocas son aceptadas por las normas de ICCEE (25 mg/l) y por el contrario solo 3 no son aceptadas por la norma española. Las muestras de mayor tenor en cloruros son las de las fuentes de Acosta, S.Ortega y Suc. Gallardo.

Hierro

Todas la muestras cubren la aceptación del SNAP. Igualmente son aceptables del punto de vista de lo normado para ICCEE y de RTSE.

Flúor

Se encuentran valores mas bien altos como valor de fondo. Este hecho se debe a la gran abundancia de rocas volcánicas que son ricas en flúor. Hay 10 muestras que superan los máximos admisibles por el SNAP. Hay 44 % en el caso de muestras que superan las dos Normas Europeas.

El problema puede solucionarse utilizando aguas de mezcla con el agua de lluvia recolectada de los techos para cocinar y bebida humana. Este hecho minimiza o anula , si es bien utilizado, los efectos de sobreingesta de flúor en el agua.

EL MARCO SOCIAL Y ECONÓMICO

La zona del proyecto presenta características de marginación y un sistema geoecológico hostil para el desarrollo de la actividad humana a excepción de algunos oasis puntuales.

Los numerosos macizos volcánicos de la zona Centro y la Meseta Norte del Chubut , presentan como constante, gran cantidad de puestos ganaderos deshabitados. No han cambiado mayormente las condiciones físicas o climáticas, pero sí las condiciones comerciales y las oportunidades socio culturales. De allí salían cargamentos de lanas y cueros, yeguarizos y vacunos que se comercializaban en otras regiones.

En el pasado, las condiciones de trabajo eran duras pero se contaban por miles los ovinos y caprinos, además de las tropillas de yeguas y caballos que se sustentaban de los pastizales arraigados a los suelos, permitiendo el mantenimiento de la población. Luego sobrevino el abandono por cambios en la estructura socioeconómica de la región.

La población emigró hacia el Valle de Río Negro y hacia las oportunidades urbanas industriales de la costa en Puerto Madryn , Trelew y Comodoro Rivadavia. Este proceso comenzó desde fines de los años 50 y se mantiene con altibajos, según la

demanda laboral, la oferta socio cultural y las tendencias del latifundismo. Desde hace siete años a la fecha se ha registrado el cierre de algunas escuelas rurales por falta de alumnos.

Paradójicamente el progreso ha traído el despoblamiento de la región. Por ello se consideró prioritario el mantenimiento de la población existente elevando el nivel de vida y las condiciones del hábitat.

Entre los factores de mejora del hábitat se debe dar prioridad al aprovechamiento del agua. En la meseta, más que en otros lados, el agua es vida. Es fundamental para el afincamiento de los grupos familiares, su salud, su dieta y para la ganadería que es la principal actividad de los pobladores.

En la zona conviven un reducido número de grandes y medianos productores y un alto porcentaje de minifundistas. Desde la óptica económica, en la región se considera minifundistas a los productores que cuentan con menos de 3.000 ovejas, pero la ayuda social se dirige a aquellos que cuentan con 1.000 cabezas o menos de ganado menor debido a que son los que cuentan con escasas o nulas posibilidades de evolución. Estos criterios son independientes del número de hectáreas que ocupe el productor, dado que no se puede establecer un criterio uniforme dada la calidad de pasturas, grado de erosión, existencia de alambrados, rotación de pasturas en los potreros y calidad genética del ganado. Estos factores influyen para que varíe la carga de animales por hectárea según el predio, aún en la misma zona.

La migración interna ha producido además la pérdida de la gente con mayor empuje e iniciativa, llevando al abandono de huertas y pozos cavados que los descendientes no son capaces de reconstruir por falta de conocimientos.

Se determinó que en épocas de sequías, en algunos lugares (Cushamen) numerosos pobladores recorrían hasta 12 kilómetros cada 3 días para dar de beber a su ganado. Lamentablemente todos tenían agua en el subsuelo a escasa profundidad y es de muy fácil obtención a bajo costo, pero ante la falta de apoyo técnico no la utilizaban. Todo ello generaba un desgaste de tiempo y de las condiciones sanitarias de los animales que conformaba un círculo vicioso de resultados económicos negativos.

Las distancias entre localidades son grandes y aún en núcleos dispersos la distancia entre vecinos oscilan entre 2 y 10 kilómetros haciendo difícil todo tipo organización y actividades comunitarias.

Laboralmente realizan tareas extraprediales como alambradores, esquiladores, domadores y peones en general. La mujer y los niños ayudan en la cría de ganado y realizan ocasionalmente artesanías con lanas del lugar: oveja, cabra y guanaco. En el invierno y por razones climáticas se produce un receso casi total de actividades laborales.

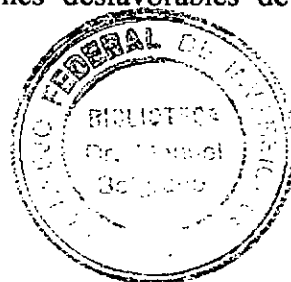
Se debe considerar también la existencia de otros factores que inciden en el retraso de la región como son la falta de capacitación laboral para realizar una adecuada explotación, el no uso de tecnología apropiada, la falta de acceso a líneas de crédito y la falta de un sistema de comercialización eficiente. Aún se conserva vigente el trueque de producto por víveres y prendas de vestir, en el que el primero es mal pago y el segundo supervalorado.

Es una zona de monocultivo (lanero) afectada en el último decenio por sequías y grandes nevadas que han provocado gran mortandad en los rebaños. A ello se suma una baja histórica de los precios internacionales de la lana y la creciente abundancia de zorros predadores.

En la experiencia pasada se obtuvo un efecto no buscado con resultado altamente positivo, ello estuvo representado por una mejora en la calidad de vida de mujeres y niños. En la estructura costumbrista de estos ambientes rurales son ellos los encargados de llevar agua al hogar, generalmente en condiciones desfavorables de distancia y pendiente.

EDUCACION

Sólo existen en la zona escuelas primarias, no hay establecimientos de nivel superior a éste, pero se ha ideado un sistema alternativo que permite superar la falla con formación local y exámenes a distancia. Debido a las enormes distancias se presentan dos modalidades características: las Aldeas Escolares y las Escuelas Internados. En los primeros los pobladores se reúnen alrededor de una escuela para que asistan los hijos en



edad escolar, aunque su fuente de ingresos se desarrolle en tareas rurales o pequeños establecimientos alejados. En las segundas los niños son albergados en la escuela durante el período escolar, regresando a sus hogares durante el receso por vacaciones.

Las escuelas a su vez funcionan como centros de difusión cultural y social , son en general centros de formación cívica, brindan formación informal en lo económico y se transfieren principios de gestión.

SALUD

A pesar del aislamiento se brinda una adecuada cobertura sanitaria, especialmente en lo referente a la prevención de la salud. Se observan problemas derivados de la mala alimentación, sobrecargada de grasas e hidratos de carbono, pobre de proteínas y carentes de vitaminas. Son comunes los problemas de raquitismo.

Hay enfermedades que dependen de los rigores del clima, la precariedad de las viviendas y la falta de atención médica inmediata , producto de las grandes distancias a cubrir . Estas son enfermedades broncopulmonares en general, artritis reumatoidea, reuma, problemas óseos y deficiencias sensoriales (vista y oído).

Hay también enfermedades endémicas como la hidatidosis , tuberculosis y en menor grado bocio.

La cobertura sanitaria preventiva y parte de la atención directa está cubierta a través de puestos sanitarios a cargo de un enfermero con una capacitación media a alta (agente sanitario) que realiza tareas de vacunación y diagnósticos en recorridas periódicas por su área de atención . En las localidades mayores se cuenta con médicos y se realizan derivaciones a centros mas complejos cuándo se lo requiere.

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista geológico se pudo identificar el circuito de recarga entre las precipitaciones (nieve y lluvia) y los diferentes materiales geológicos. Se

caracterizaron las rocas y sedimentos desde el punto de vista hidrogeológico. Se estableció entonces el mecanismo de surgencia natural de aguas en la región.

Ante la gran variedad de formas de presentación de manantiales se estableció una clasificación tentativa en grupos con características hidrogeológicas semejantes, este hecho permite diferenciar mecanismos de flujo subterráneo y de este modo se puede captar el agua con mayor eficiencia.

Se estableció que la mayor parte de los manantiales que se aprovechan tienen regularidad en el suministro, aun en condiciones de extrema sequía y con períodos de larga duración.

Las experiencias detectadas permiten asegurar que el riego para las huertas es factible, además el desarrollo de verduras y frutales resulta exitoso y es un complemento importante en la economía de los pobladores que la encaran como negocio.

Las mejoras en la toma y conducción del agua permiten una importante economía en el recurso y se puede incrementar la superficie de cultivo.

Con los análisis químicos se encontraron valores anómalos que se pueden corregir mediante una adecuada toma de agua. Se debe evitar el ingreso de desechos orgánicos a las fuentes, heces de animales o excretas en general. Se interpreta que con un manejo adecuado el programa permitirá disminuir los valores elevados de nitrógeno orgánico o nitritos.

El flúor que presenta tenores medios altos se asocia a los materiales volcánicos del área. Los terrenos con lavas o vulcanitas en general presentan flúor habitualmente en todo el mundo. Para bajar los valores en forma relativa, se utiliza habitualmente el mecanismo de almacenamiento en aljibes y la dilución con agua de lluvia por mezcla con agua proveniente de los techos.

La mejora de la provisión de agua en las viviendas impacta positivamente en la población, sobre todo en ancianos, niños y mujeres.

Luego de la mejora en las captaciones se puede iniciar a corto plazo el tratamiento de excretas, la reubicación de baños y otras medidas de saneamiento hídrico.

Bibliografía consultada.

- Arbuniés de Mac Karthy, R. - (1994) - Estadísticas Agrometeorológicas del Valle del Río Chubut - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)- Centro Experimental Patagonia Sur - Estación Experimental Agropecuaria Chubut -
- Ardolino, Alberto A. (1983) Descripción geológica de la Hoja 42 f. Sierra de Apas, prov. del Chubut. Dirección Nacional de Minería y Geología. Boletín 203 : 1-91. Buenos Aires.
- Ardolino, Alberto A. (1997) . Hoja Geológica 4366-1 Telsen. Prov. del Chubut. Dirección Nacional; del Servicio Geológico. Boletín 215 . SSMN. Buenos Aires.
- Chebli,G., Nakayama, C. ,Sciutto,J. (1978) Mapa geológico de la Provincia del Chubut. VII Congreso Geológico Argentino . Actas I: 639-655.
- Del Valle, H., Filguera, H.L., Rostagno, C.M. and Corte, A. (1988) Cryoturbated aridsols of northestern Patagonia : Micromorphological features .CENPAT- IANIGLIA CONICET e INTA Alto Valle
- Del Valle,H. y Bentramone,C.(1987) Morfología de las acumulaciones calcáreas en algunos paleosuelos de Patagonia Oriental. CENPAT. CONICET Puerto Madryn. Rep. Argentina.
- Franchi, Lapido, Page, y Pesce (1975)Geología de la Región Nororiental de la Provincia del Chubut. Serv. Geol. Nac., II Congreso Iberoamericano de Geol. Económica. Tomo IV. pp 125.
- Giaconi , Mario y M. A. Hernández .(1995) Síntesis geoambiental para su aplicación en el ordenamiento territorial de los alrededores de la ciudad de Trelew, Prov. del Chubut . Jornadas de Medio Ambiente .Río Cuarto Córdoba.
- Gonzalez Diaz, E. y Malagnino E. (1984) Geomorfología . Relatorio 9º Congreso Geológico Argentino: 347-364.
- Hernandez,M., Ruiz de Galarreta, V. y Fidalgo, F. (1983) Diagnósis geohidrológica aplicada en el VIRCH. CFI - Chubut. Convenio Desarrollo Agropecuario.
- Ichazo, G. (1988) CIUNPAT- UNPSJ Bosco . Análisis de la dinámica geomorfológica determinante del diseño actual del Río Chubut en el VIRCH . Facultad de Hs. y

- Cs. Sociales y Fac. de Ingeniería dentro del Programa "Investigación y desarrollo de técnicas hídricas en el V.I.R.CH. Chubut ".
- Ichazo, G. (1988) CIUNPAT- UNPSJ Bosco . Geomorfología del Valle inferior . Facultad de Hs. y Cs. Sociales y Fac. de Ingeniería dentro del Programa "Investigación y desarrollo de técnicas hídricas en el V.I.R.CH. Chubut ".
- Ichazo, G.(1989) Geomorfología del área de desembocadura del Río Chubut , Playa Unión y Puerto Rawson. Departamento de aguas subterráneas. Dirección de Recursos Hídricos del Chubut .MESOP.(Informe inédito).
- Ichazo, G.(1994)-Séptima Reunión Nacional de Campo del CADINQUA . Puerto Madryn .Centro Nacional Patagónico . CONICET Noviembre de 1994 .Elaboración de la guía de campo y expositor para el Valle Inferior del Río Chubut . "Análisis de la dinámica geomorfológica del diseño actual del río Chubut en el Valle Inferior del Río Chubut (VIRCH).
- INPADES (1990-91) Instituto Patagónico de Desarrollo Económico y Social . Trelew Chubut. "Desarrollo de manantiales en Chubut. República Argentina".
- Musacchio, E. y Chebli, G.A. (1975) Ostrácodos no marinos y carofitas del cretácico inferior en las provincias de Chubut y Neuquén. Ostrácodos y Carofitas del Grupo Chubut. Ameghiniana, XII (1-2) , Buenos Aires.
- SNAP Servicio Nacional de Agua Potable de la República Argentina. Normas de potabilidad para provisión para el consumo humano.
- TOJA SANTILLANA, Julia (1994) Curso sobre técnicas de depuración de aguas potables y residuales .Cuadros y normativas de tolerancia. Departamento de Ecología. Facultad de Biología. Sevilla España.

ANEXO

TABLAS Y ANALISIS QUIMICOS

Localidad	Nro.	Poblador	pH	Sólidos totales mg/l	Alcalinidad en carbonatos mg/l en CO ₃ Ca	Alcalinidad en bicarbonatos mg/l en CO ₃ Ca	Alcalinidad total mg/l en CO ₃ Ca	Dureza total mg/l en CO ₃ Ca	Cloruros mg/l en Cl ⁻	Sulfatos mg/l en SO ₄ ⁻	Conductividad μS
El Puntudo. Sa. De los Tehuelches	1	Sr. Acosta	7.72	1151	0	176	176	350	472	361	1405
	2	Sr. Emilio Saivene	7.52	472	0	187	187	202	49	97	684
	3	Sr. Antonio Galdamez	7.32	498	0	184	184	202	50	96	649
	4	Sr. Jorge Galdamez	7.34	776	0	267	267	228	28	65	740
	5	Sr. Sabino Necul	8.03	1122	0	234	234	168	80	150	1016
	6	Sr. Juan Manuel Muñoz.	7.45	442	0	264	264	178	17	79	554
	7	Sr. Urrutia	7.85	576	0	314	314	176	34	35	882
	8	Sr. Santos Ortega	7.5	1365	0	321	321	596	423	404	1665
	9	Sra. Magdalena Sea	7.79	468	0	263	263	204	25	43	582
	10	Sr. Manuel Ortega	7.54	486	0	265	265	184	30	58	602
	11	Sra. Elba San Martin	7.44	743	0	246	246	162	29	59	743
	12	Sr. Francisco De Lillo	7.38	569	0	195	195	160	45	82	565
El Puntudo. Sa. De La Colonia	13	Sr. Rosario Fernandez	7.67	756	0	235	235	300	94	206	993
	14	Sra. Magdalena Beltrán	7.94	731	0	223	223	150	76	195	964
	15	Suc. Gallardo	7.35	1434	0	141	141	508	472	104	1720
	16	Sr. Raul Fernandez	7.9	503	0	180	180	192	45	85	645
Mirasol Chico - Chacay Oeste - Laguna Fria	17	Sra. Pualina Cual									
	18	Segundo Ibañez	7.67	544	0	317	317	280	34	94	704
	19	Bristela Bravo Vda. de Pallalef	7.6	325	0	180	180	130	15	40	455
	20	Pellegrino Huaiquilaf	7.25	664	0	284	284	320	50	158	1002
	21	Bernardino Huaiquilaf	7.28	411	0	191	191	200	26	63	593
	22	Ricardo Ondicola	7.84	253	0	172	172	120	12	22	404
	23	Nestor Riquelme	7.39	257	0	144	144	140	18	28	362
	24	Mauricio Milla	7.75	565	0	290	290	282	38	107	855
	25	Américo Milla	7.66	309	0	146	146	146	23	42	438
	26	Narciso Pino	7.53	283	0	118	118	112	24	36	398
	27	Carmen Railef	7.63	288	0	157	157	164	18	27	431
	28	Tracamilla	7.9	406	0	178	178	52	38	58	606
	29	Saturnina Ciriaco	7.43	264	0	83	83	23	120	49	292
	30	Antonio y Juana Huisca	7.62	289	0	97	97	92	13	87	242
	31	Patricio Huichulef	7.53	270	0	101	101	88	15	34	298
	32	Guillermo Cruce	7.36	204	0	116	116	110	12	16	247
	33	Suc. Vicente Collinao	6.78	129	0	55	55	66	7	20	154
	34	Coronado	7.38	249	0	95	95	212	10	50	224
	35	Anselmo Sastre	7.46	612	0	173	173	98	101	118	878

			Hierro total	Amoniaco	Nitritos	Fluoruros
Localidad	Nro.	Poblador	mg/l en Fe	mg/l en NH ₄ ⁺	mg/l en NO ₂ ⁻	mg/l en F ⁻
El Puntudo. Sa. De los Tehuelches	1	Sr. Acosta	< 0.01	< 0.05	0.04	2.7
	2	Sr. Emilio Saivene	0.01	< 0.05	0.005	1.4
	3	Sr. Antonio Galdamez	< 0.01	< 0.05	0.07	1.1
	4	Sr. Jorge Galdamez	< 0.01	< 0.05	0.005	1
	5	Sr. Sabino Necul	< 0.01	< 0.05	0.005	2
	6	Sr. Juan Manuel Muñoz	0.01	< 0.05	< 0.005	1.8
	7	Sr. Urrutia	< 0.01	0.05	< 0.005	3.6
	8	Sr. Santos Ortega	< 0.01	0.05	0.12	2.5
	9	Sra. Magdalena Sea	< 0.01	0.05	< 0.05	2.2
	10	Sr. Manuel Ortega	< 0.01	0.05	0.04	2
	11	Sra. Elba San Martin	< 0.01	< 0.05	0.005	2.4
	12	Sr. Francisco De Lillo	< 0.01	< 0.05	0.005	2.7
El Puntudo. Sa. De La Colonia	13	Sr. Rosario Fernandez	< 0.01	< 0.05	< 0.005	2.1
	14	Sra. Magdalena Beltrán	< 0.01	< 0.05	< 0.005	2.9
	15	Suc. Gallardo	< 0.01	< 0.05	0.1	2.5
	16	Sr. Raul Fernandez	< 0.01	< 0.05	< 0.005	1.4
Mirasol Chico - Chacay Oeste - Laguna Fria	17					
	18	Segundo Ibañez	< 0.01	< 0.05	< 0.005	1.39
	19	Bristela Bravo Vda. de Pallalef	0.01	< 0.05	0.005	1.06
	20	Pellegrino Huaiquilaf	0.02	< 0.05	< 0.005	1.75
	21	Bernardino Huaiquilaf	0.02	< 0.05	0.01	1.42
	22	Ricardo Ondicola	< 0.01	< 0.01	0.005	1.05
	23	Nestor Riquelme	< 0.01	< 0.05	< 0.005	0.6
	24	Mauricio Milla	< 0.01	< 0.05	0.005	1.94
	25	Américo Milla	< 0.01	< 0.05	0.005	1.14
	26	Narciso Pino	< 0.01	< 0.05	0.005	1.56
	27	Carmen Railef	< 0.01	< 0.05	< 0.005	1.26
	28	Tracamilla	0.01	< 0.05	0.04	1.63
	29	Saturnina Ciriaco	< 0.01	< 0.05	0.005	0.57
	30	Antonio y Juana Huisca	< 0.01	< 0.05	0.005	0.79
	31	Patricio Huichulef	< 0.01	< 0.05	0.005	0.93
	32	Guillermo Cruce	< 0.01	< 0.05	0.005	0.83
	33	Suc. Vicente Collinao	< 0.01	< 0.05	0.005	0.46
	34	Coronado	< 0.01	< 0.05	< 0.005	0.63
	35	Anselmo Sastre	< 0.01	< 0.05	0.005	1.98

NORMAS DE POTABILIDAD (SNAP)

	ACONSEJABLE	ACEPTABLE	TOLERABLE
Color	< 2	5	12
Turbiedad	< 0.2	1	3
pH	pH ₈	pH ₈ -0.2	pH ₈ -0.5
Sólidos totales disueltos	50-500	1000	2300
Alcalinidad total (mg/l en CO ₃ Ca)	30-200	400	800
Dureza total (mg/l en CO ₃ Ca)	30-100	200	400
Cloruros (mg/l)	< 100	250	700
Sulfatos (mg/l)	< 100	200	400
Nitratos (mg/l)	—	<45	45
Nitritos (mg/l)	< 0.01	<0.1	0.1
Fluoruros (mg/l)	—	0.7-1.2	2.0
Arsénico (mg/l)	< 0.01	0.01	0.05
Hierro total (mg/l)	< 0.05	0.1	0.2
Manganeso (mg/l)	< 0.01	0.05	0.1
Plomo (mg/l)	0	0.01	0.05
Amoníaco (mg/l)	< 0.05	0.2	1



DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA
FACULTAD DE BIOLOGIA
SEVILLA

TECNICAS DE DEPURACION
DE
AGUAS POTABLES Y RESIDUALES

JULIA TOJA SANTILLANA

ANEXO 1.- Límites establecidos en la Reglamentación Técnico-Sanitaria para las aguas potables. Se especifican progresivamente los parámetros que deben ser determinados en los análisis mínimo, normal y completo.

TIPO DE ANALISIS		PARAMETRO	ORIENTACIONES DE CALIDAD		TOLEABLES
MÍNIMO	Organoléptico	Olor y sabor	ausencia de olores y sabores extraños al agua		Ligero olor y sabor característico del tratamiento o de la procedencia natural
		Color Turbidez	Consignar los aparentes Consignar los aparentes		Consignar los aparentes Consignar los aparentes
	Físico-químico	Nitritos en mg/l de NO_2	(2)	ausencia	hasta 0,1
		Amoníaco en mg/l de NH_4	(2)	hasta 0,05	hasta 0,5
NORMAL	Físico-químico	Conductividad (resistividad) en micro S/cm	(1)	hasta 400	la correspondiente a la salinidad del agua
		Cloro residual mínimo	El establecido por las autoridades Sanitarias		
	Microbiológico	Coliformes totales en 100 ml	ausencia		ausencia
		Coliformes fecales en 100 ml	ausencia		ausencia
COMPLETO	Organoléptico	Color en mg/l de Pt-Co	hasta 1		hasta 20
		Turbidez en unidades nefelométricas (U.N.F.)	hasta 1		hasta 6
	Físico-químico	Temperatura en $^{\circ}\text{C}$	Ver Texto		de 6,3 a 9,5
		pH en unidades	(1)	de 7 a 8	hasta 50
	Físico-químico	Nitratos en mg/l de NO_3	(2)	hasta 25	hasta 5
		Oxidabilidad al permanganato en mg/l de O_2	(2)	hasta 2	hasta 5
	Microbiológico	Bacterias aerobias a 37°C en 1 ml	menos de 10		menos de 200
		Estreptococos fecales en 100 ml	ausencia		ausencia
	Físico-químico	Clostridium sulfito reductores	ausencia en 100 ml		ausencia en 20 ml
		Cloruros en mg/l de Cl	(1)	hasta 25	hasta 350
	Físico-químico	Sulfatos en mg/l de SO_4	(1)	hasta 25	hasta 400
		Calcio en mg/l de Ca	(1)	hasta 100	hasta 200
	Físico-químico	Magnesio en mg/l de Mg	(1)	hasta 30	hasta 50
		Dureza total mínima en aguas ablandadas	(1)	150 mg/l de CO_3Ca	-
	Físico-químico	Residuo seco a 110°C en mg/l	(1)	hasta 750	hasta 1.500
		Aluminio en mg/l de SiO_2	(1)	El tratamiento no debe aumentar la concentración natural	
	Físico-químico	Sustancias extraíbles con cloroformo, residuo seco en mg/l	(2)	hasta 0,1	-
		Hierro en mg/l de Fe	(2)	hasta 0,05	hasta 0,2
	Físico-químico	Manganeso en mg/l de Mn	(2)	hasta 0,02	hasta 0,05
		Cobre en mg/l de Cu	(2)	hasta 0,1	hasta 1,5
	Físico-químico	Cinc en mg/l de Zn	(2)	hasta 0,1	hasta 5
		Fósforo en mg/l de P	(2)	hasta 0,17	hasta 2,15
	Físico-químico	Fósforo en mg/l de P_2O_5	(2)	hasta 0,4	hasta 5
		Materia en suspensión	(2)	ausencia	-
	Físico-químico	Sulfuro de hidrógeno	(2)	-	No detectable organolépticamente
		Fenoles en mg/l de $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_4$	(2)	0	hasta 0,001
	Físico-químico	Detergentes (tensoactivos que reaccionan con el azul de metileno)	(2)	0	hasta 0,1
		Fluor en mg/l de F	(2)	-	hasta 1,5
	Físico-químico	Arsénico en mg/l de As	(3)	0	hasta 0,05
		Cadmio en mg/l de Cd	(3)	0	hasta 0,005
	Físico-químico	Cianuro en mg/l de CN	(3)	0	hasta 0,05
		Cromo en mg/l de Cr hexavalente	(3)	0	hasta 0,05
	Físico-químico	Mercurio en mg/l de Hg	(3)	0	hasta 0,001
		Níquel en mg/l de Ni	(3)	0	hasta 0,05
	Físico-químico	Plomo en mg/l de Pb	(3)	0	hasta 0,05
		Antimonio en mg/l de Sb	(3)	0	hasta 0,01
	Físico-químico	Selenio en mg/l de Se	(3)	0	hasta 0,02
		Plaguicidas o productos similares	(3)	0	hasta 0,0001
	Físico-químico	a) por compuesto unitario en mg/l	(3)	0	hasta 0,0005
		b) por el conjunto de todos en mg/l	(3)	0	hasta 0,0002
	Físico-químico	Hidrocarburos aromáticos policíclicos en mg/l	(3)	0	hasta 100
		Radioactividad en picocuries	(3)	-	-
	Microbiológico	bacterias aerobias a 22°C en 1 ml	hasta 100		-

- (1) parámetros referidos a la composición natural de las aguas
 (2) parámetros no deseables
 (3) parámetros tóxicos

PERIODICIDAD Y TIPO DE ANALISIS A REALIZAR

Población con número de habitantes comprendido entre	Interior a 2.000	2.000 y 6.000	6.000 y 20.000	20.000 y 50.000	50.000 y 100.000	Más de 100.000
Análisis mínimo:						
Control salida instalaciones de tratamiento	1 mensual	1 quincenal	1 semanal	1 diario	1 diario	1 diario
Control en sistema de distribución	1 mensual	1 mensual	1 mensual	Cada quincena 1 muestra/5.000 habitantes y mes	Cada 4 días 1 muestra/10.000 habitantes y mes	1 diaria 1 muestra/10.000 habitantes y mes
Análisis normal	2 al año			1 al mes	2 al mes	4 al mes
Análisis completo	1 al año				Cada 6 meses	Cada 3 meses

ESTADO COMPARATIVO DE LA REGLAMENTACION TECNICO-SANITARIA (R. D. 1.423/1972) Y EL CODIGO ALIMENTARIO ESPAÑOL (D. 2.474/1967 Y 2.519/1974) CON LA INSTRUCCION DEL CONSEJO DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (80/778/C.E.E.) EN LO QUE SE REFIERE A LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE CONSUMO HUMANO

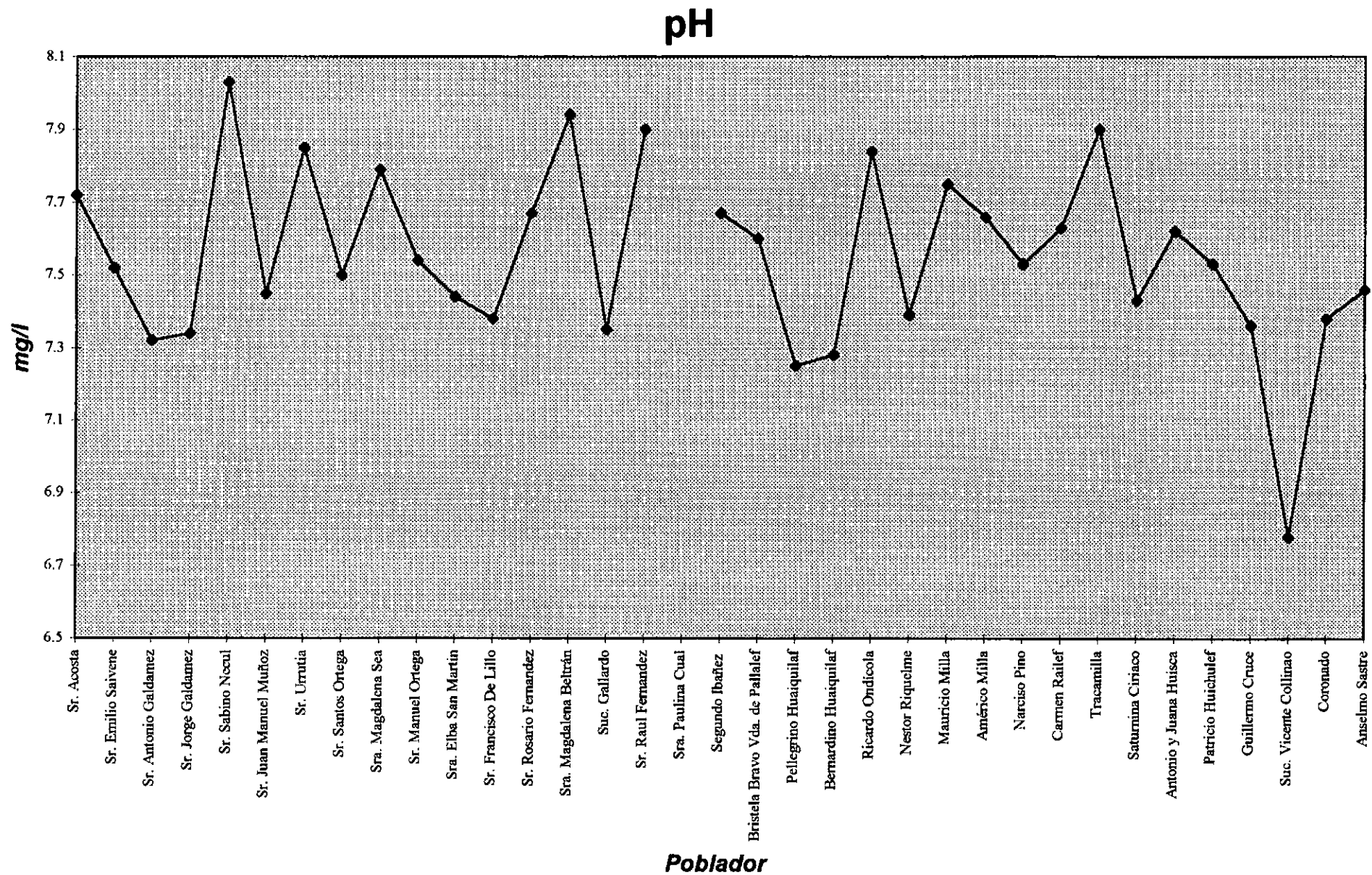
Parámetros	Expresión de resultados	Reglamentación técnico-sanitaria Calidad de aguas de consumo humano		Código alimentario Sección primera, capítulo XXVII Aguas de consumo		Instrucción del Consejo C.E.E. Calidad de aguas de consumo humano	
		Orientadores de calidad	Tolerables	Conveniente	Límite máximo	Nivel patrón	Concentración máxima admisible
CARACTERES ORGANOLEPTICOS							
Olor y sabor	Tasa de dilución	Desprovistas de olor y sabor extraño a las características propias del agua.	Ligero olor y/o sabor característico de los tratamientos empleados o de su procedencia natural.	Inodora e insípida	Inodora e insípida, excepto en agua sometida a tratamiento de potabilización en que se tolerará ligero olor o sabor característico del potabilizante empleado.	0	2 a 12° C 3 a 25° C
Color	mg/l (en p/Co)	Hasta 1	Hasta 20	Hasta 5	Hasta 15	1	20
Turbidez	U.N.F. mg/l (SiO ₂) U.J.	Hasta 1 — —	Hasta 6 — —	— Hasta 5 —	— 10 —	— 1 0,4	— 10 4
CARACTERES FISICO-QUIMICOS (referidos a la composición natural de las aguas)							
pH	Unidad pH	7 a 8	8,5 a 9,5	7 a 8,5	6,5 a 9,2	6,5 ≤ pH ≤ 8,5	—
Temperatura	°C	—	—	—	—	12	25
Conductividad (resistividad) a 20° C	µs cm ⁻¹ a 20° C	Hasta 400	La correspondiente a la mineralización de las aguas.	—	—	400	—

Parámetros	Expresión de resultados	Reglamentación técnico-sanitaria Calidad de aguas de consumo humano		Código alimentario Sección primera, capítulo XXVII Aguas de consumo		Instrucción del Consejo C.E.E. Calidad de aguas de consumo humano	
		Orientadores de calidad	Tolerables	Conveniente	Límite máximo	Nivel patrón	Concentración máxima admisible
Cloruros	mg/l (en Cl ⁻)	Hasta 25	Hasta 350	Hasta 250	Hasta 350	25	—
Sulfatos	mg/l (en SO ₄)	Hasta 25	Hasta 400	Hasta 200	Hasta 400	25	250
Calcio	mg/l (en Ca ⁺⁺)	Hasta 100	Hasta 200	Hasta 100	Hasta 200	100	—
Silica	(en SiO ₂)	—	El tratamiento no debe aumentar el contenido en el agua.	—	—	—	—
Magnesio	mg/l (en Mg ⁺⁺)	Hasta 30	Hasta 50	Hasta 50	Hasta 100	30	50
Aluminio	µg/l (en Al ⁺⁺⁺)	Hasta 50	Hasta 200	—	Exclusivamente en aguas tratadas, índice no superior al inicial.	50	200
RESIDUO SECO	mg/l (a 110° C)	Hasta 750	Hasta 1.500	Hasta 750	Hasta 1.500	—	—
Oxígeno disuelto mínimo	mg/l (a 180° C)	—	—	—	—	—	1.500
	mg/l (en O ₂)	5	—	—	—	Valor de saturación > 75 %, excepto en el caso de las aguas subterráneas.	
Dureza total mínimo (Aguas ablandadas)	mg/l de CO ₃ Ca	150	—	—	—	—	—
	mg/l Ca	—	—	—	—	60	—
COMPONENTES NO DESEABLES							
Nitritos	mg/l (en NO ₂)	Hasta 25	Hasta 50	Hasta 30	Hasta 30	25	50
Nitritos	mg/l (en NO ₂)	Ausencia	Hasta 0,1	Ausencia	Ausencia	—	0,1
Amoníaco	mg/l (en NH ₄)	Hasta 0,05	Hasta 0,5	Ausencia	Ausencia	0,05	0,5
Oxidabilidad (MnO ₄ K)	mg/l (en O ₂)	Hasta 2	Hasta 5	Hasta 3	Hasta 3	2	5
Sulfuro de hidrógeno	µg/l S	No detectable organolépticamente.		Ausencia	Ausencia	—	No detectable organolépticamente.
Sustancias extraíbles por clorolormo	µg/res. seco/l	Hasta 100	—	—	—	100	—
Hierro	µg/l (en Fe)	50	200	Hasta 200	Hasta 300	50	200
Manganeso	µg/l (en Mn)	20	50	Hasta 200	Hasta 300	20	50
Cobre	µg/l (en Cu)	100	1.500	—	1.500	100	—
Cinc	µg/l (en Zn)	100	5.000	—	1.500	100	—
						A la salida de las instalaciones de bombeo y/o de preparación y sus anejos. 3.000 Después de 12 horas de estancia en la tubería y en el punto de suministro al consumidor.	
Fósforo	µg/l (en P) µg/l P ₂ O ₅	170	2.150	Ausencia	Ausencia	—	—
		400	5.000	Ausencia	400	5.000	—
Fluor	µg/l (en F) 8 a 12° C 25 a 30° C	—	1.500	—	1.500	—	—
		—	—	—	—	—	1.500 700
Fenoles	µg/l (en C ₆ H ₅ O ₄)	—	1	—	1	—	0,5
Detergentes	mg/l	—	1	Ausencia	Ausencia	—	0,2
Matenias en suspensión		Ausencia	—	—	—	Ausencia	—
COMPONENTES TOXICOS							
Arsénico	µg/l (en As)	—	50	—	200	—	50
Cadmio	µg/l (en Cd)	—	5	—	—	—	5
Cianuros	µg/l (en CN)	—	50	—	10	—	50

ANEXO

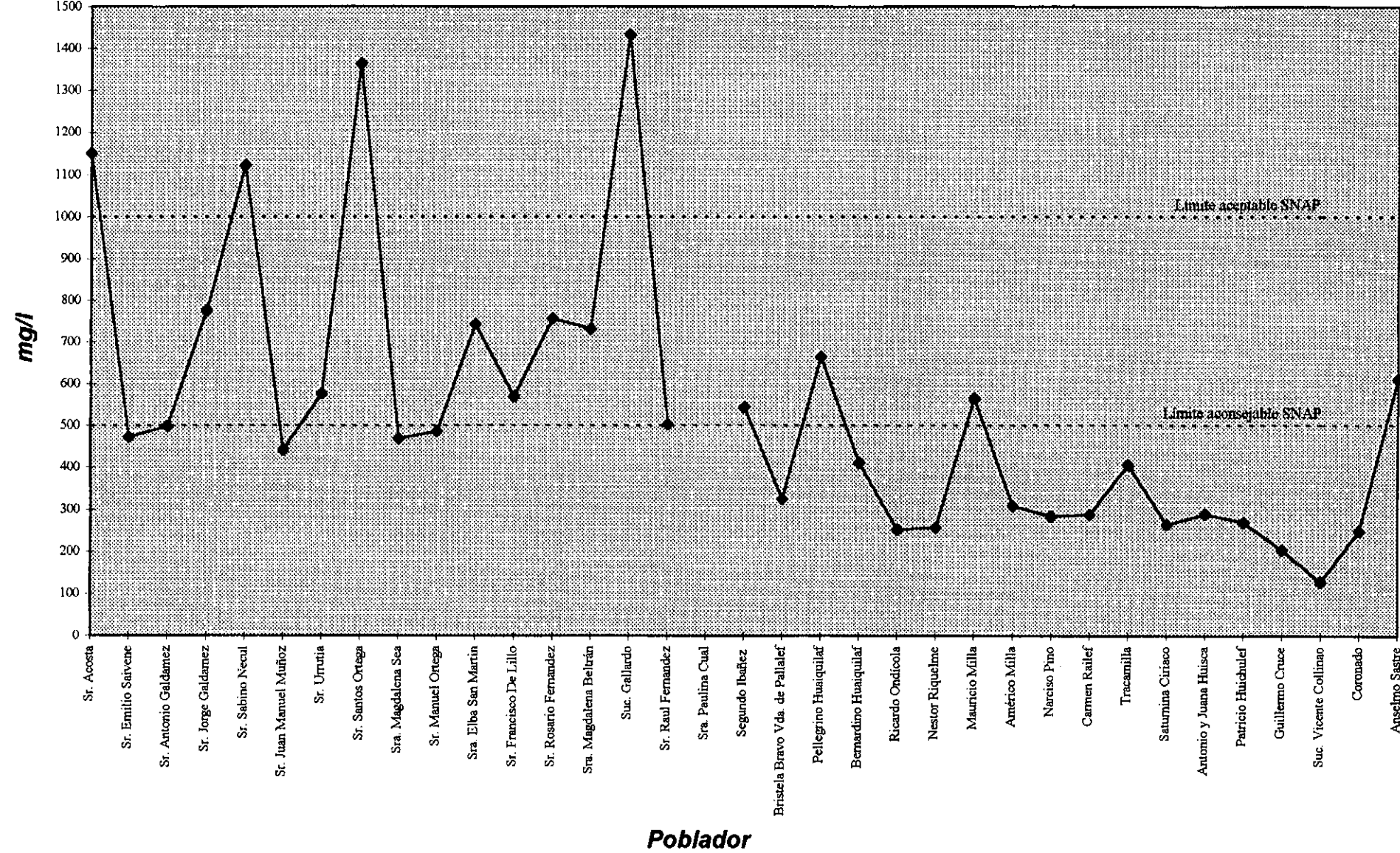
GRAFICOS DE RESULTADOS

DE ANALISIS QUIMICOS



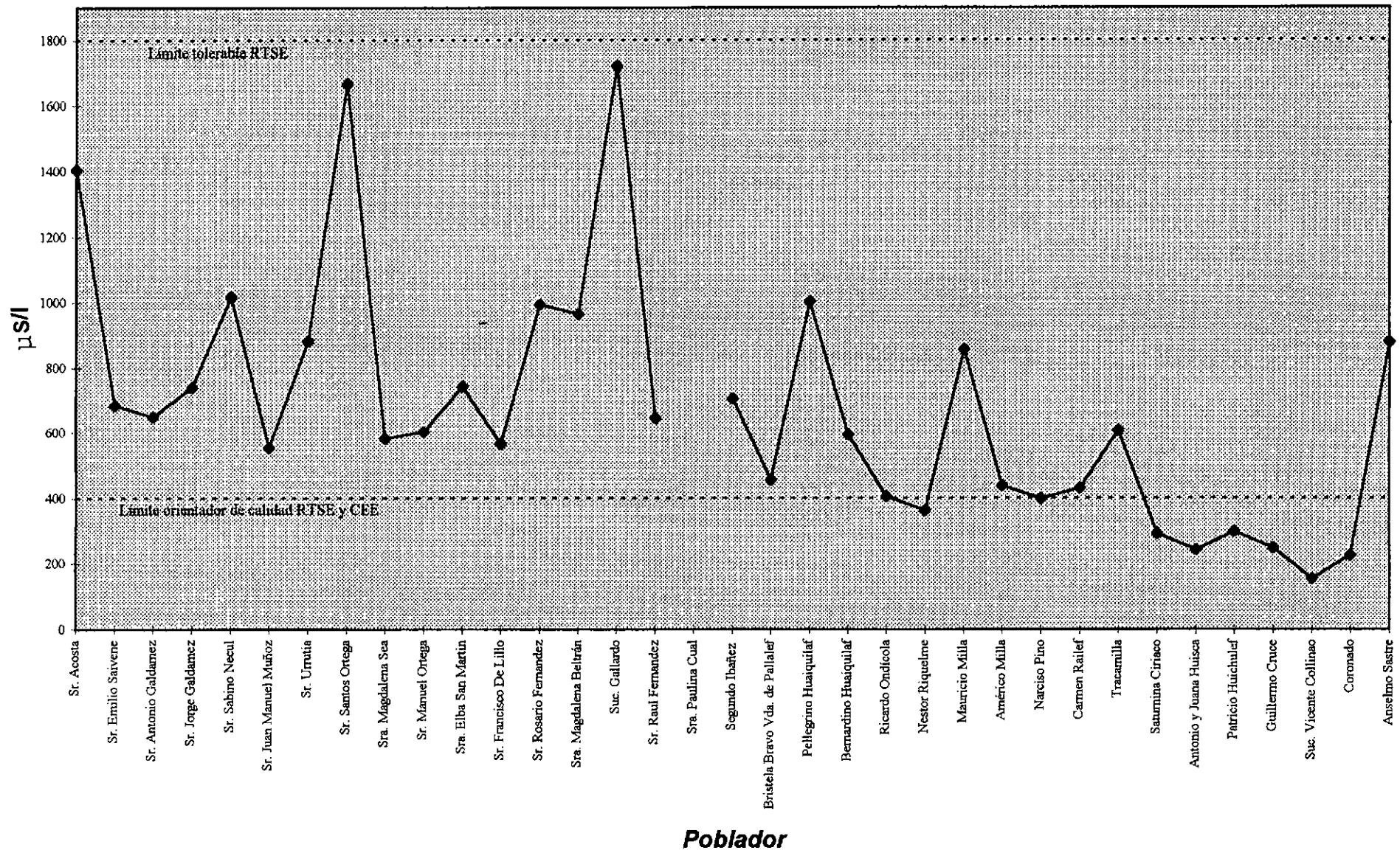
(SNAP) Servicio Nacional de Agua Potable; (ICCEE) Instrucción del Consejo CEE; (RTSE) Reglamentación Técnica Sanitaria para Aguas de España.

Sólidos totales



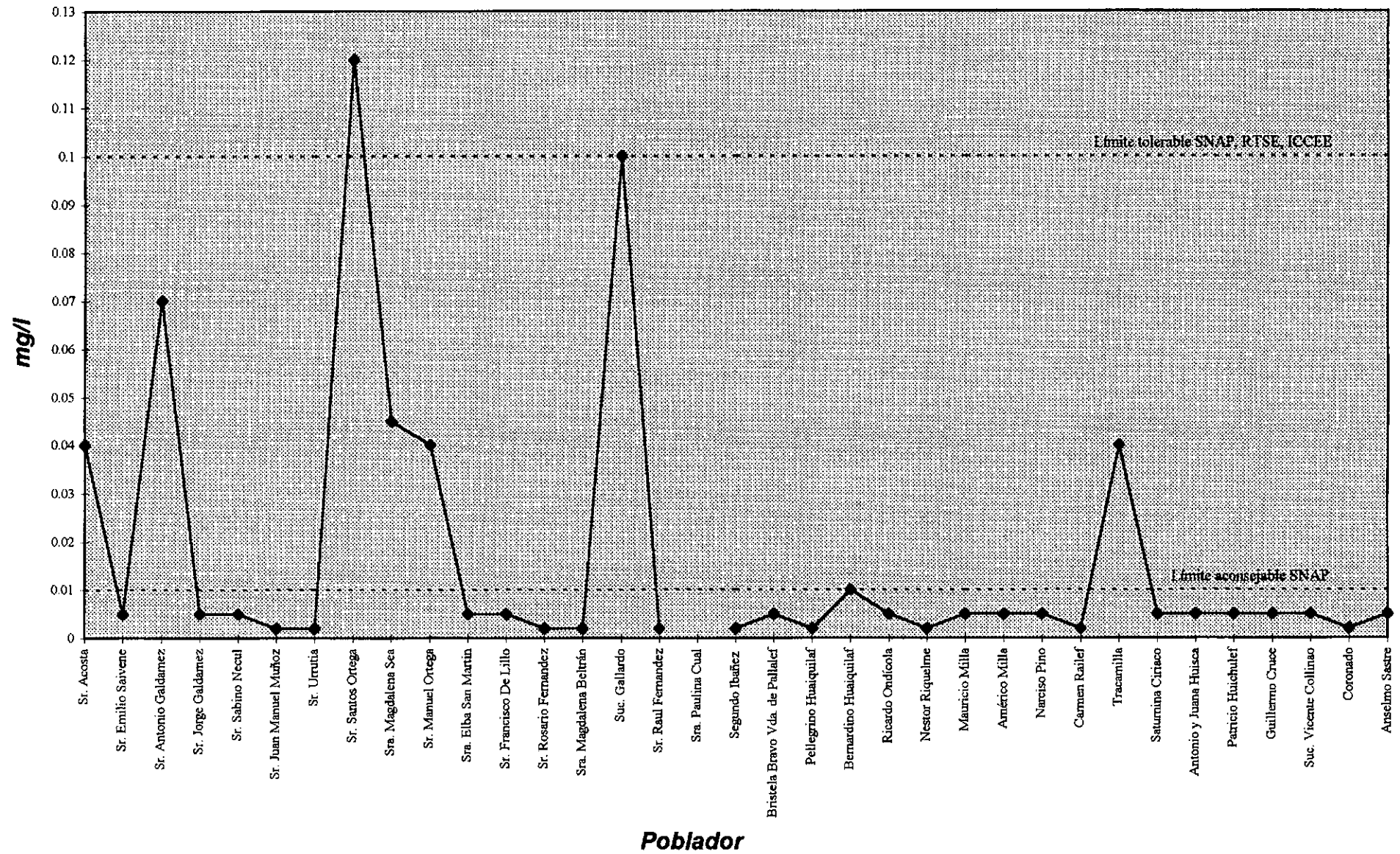
(SNAP) Servicio Nacional de Agua Potable; (ICCEE) Instrucción del Consejo CEE; (RTSE) Reglamentación Técnica Sanitaria para Aguas de España.

Conductividad



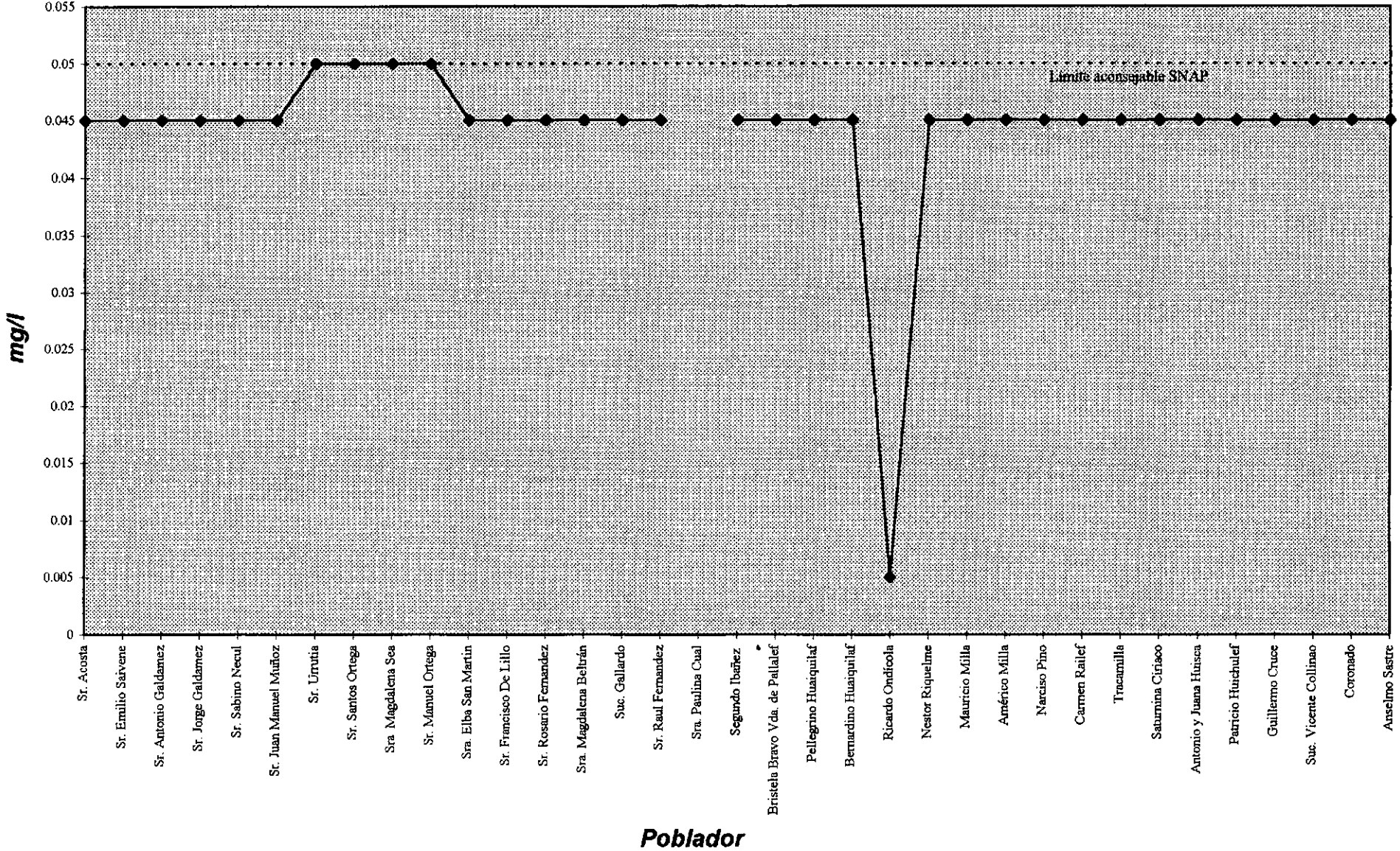
(SNAP) Servicio Nacional de Agua Potable; (ICCEE) Instrucción del Consejo CEE; (RTSE) Reglamentación Técnica Sanitaria para Aguas de España.

Nitritos



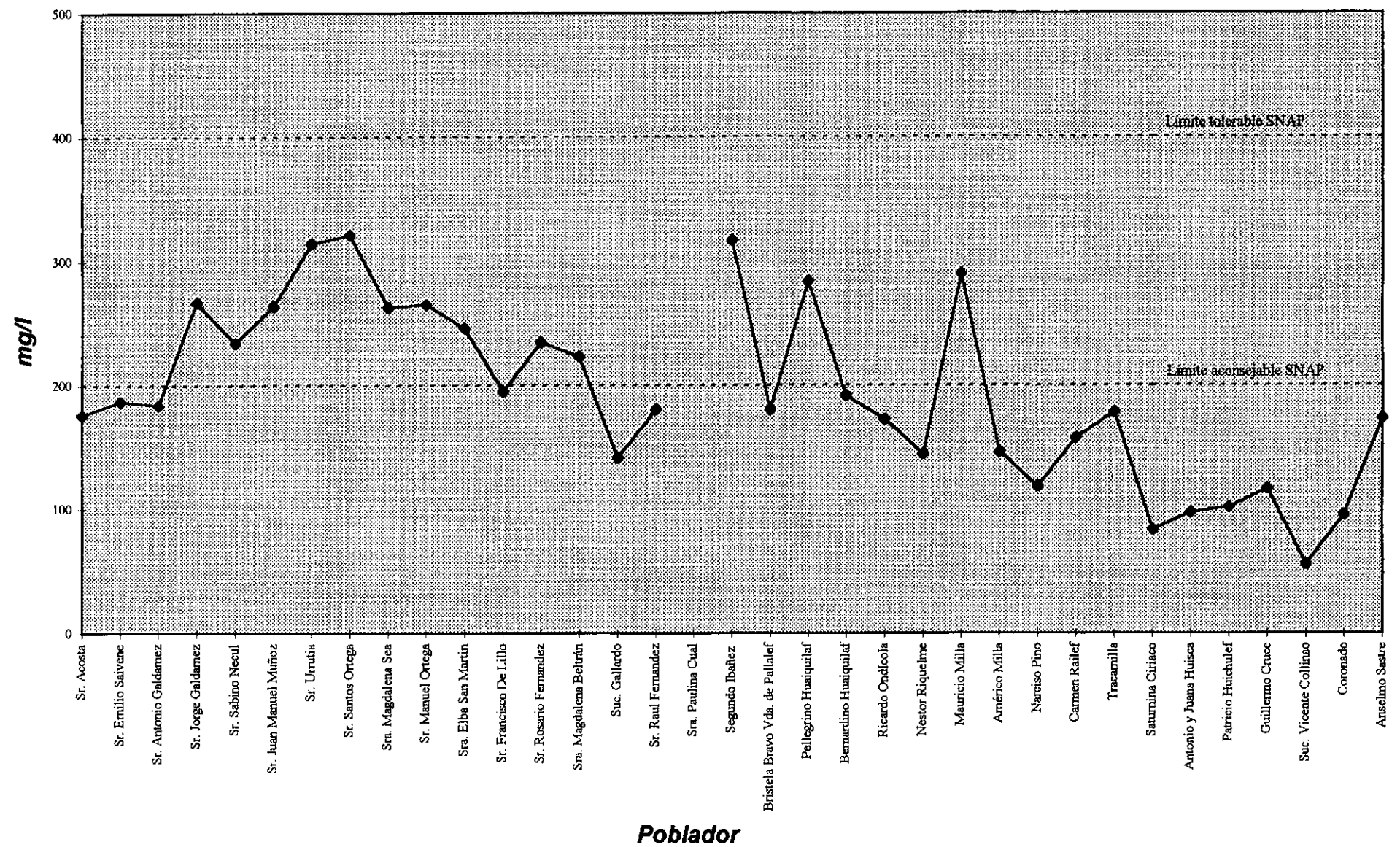
(SNAP) Servicio Nacional de Agua Potable; (ICCEE) Instrucción del Consejo CEE; (RTSE) Reglamentación Técnica Sanitaria para Aguas de España.

Amoniaco



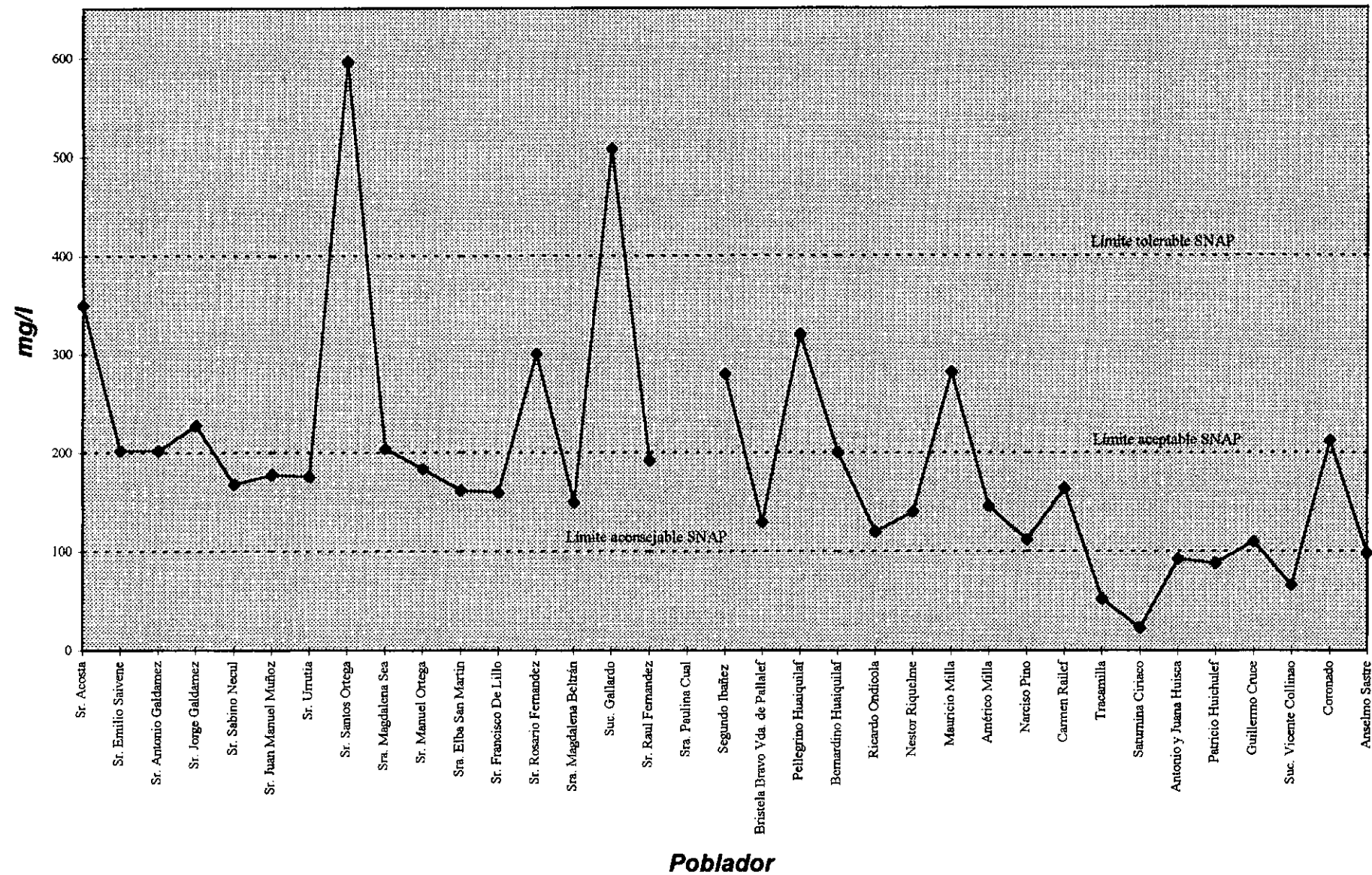
(SNAP) Servicio Nacional de Agua Potable; (ICCEE) Instrucción del Consejo CEE; (RTSE) Reglamentación Técnica Sanitaria para Aguas de España.

Alcalinidad total



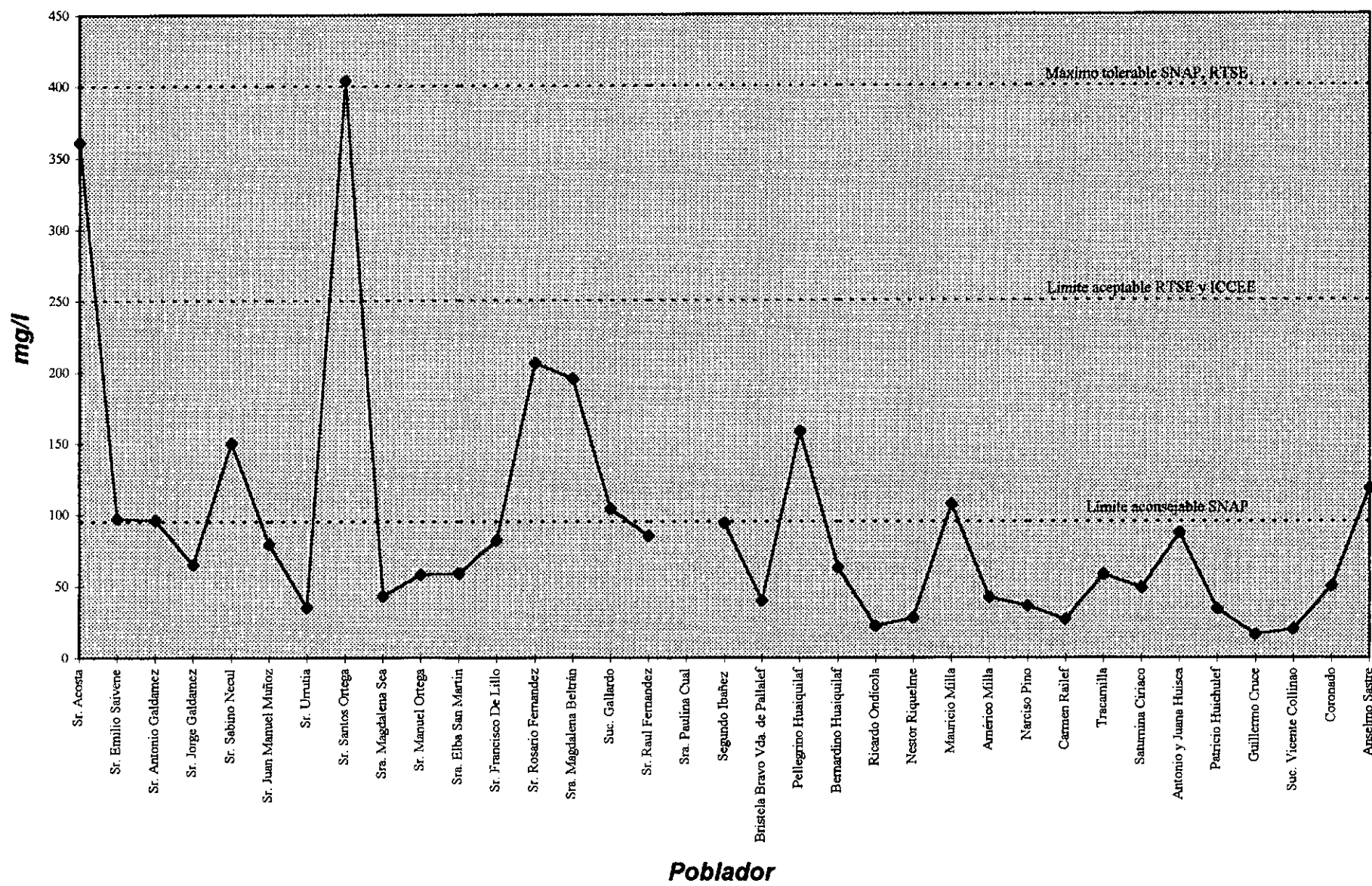
(SNAP) Servicio Nacional de Agua Potable; (ICCEE) Instrucción del Consejo CEE; (RTSE) Reglamentación Técnica Sanitaria para Aguas de España.

Dureza total



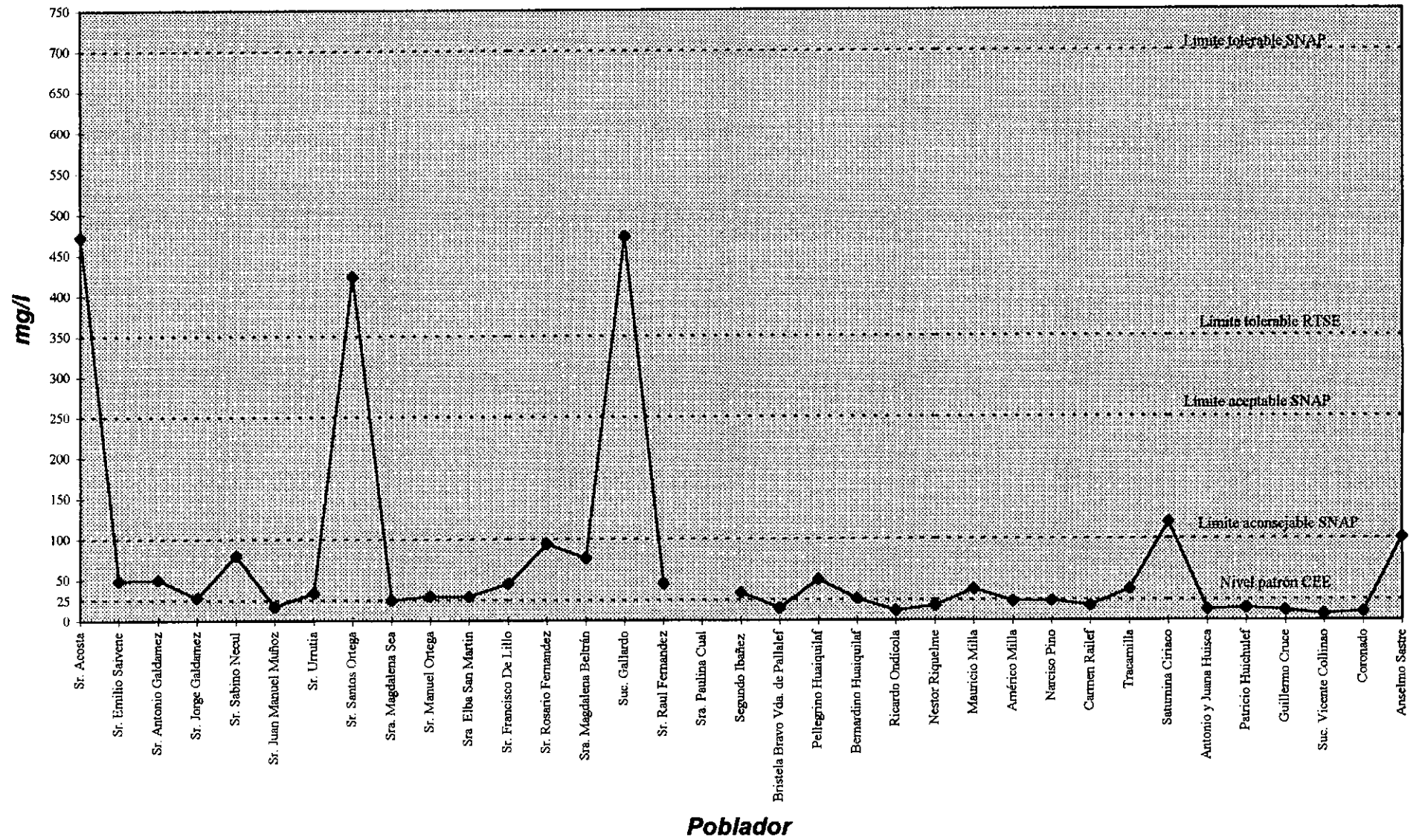
(SNAP) Servicio Nacional de Agua Potable; (ICCEE) Instrucción del Consejo CEE; (RTSE) Reglamentación Técnica Sanitaria para Aguas de España.

Sulfatos



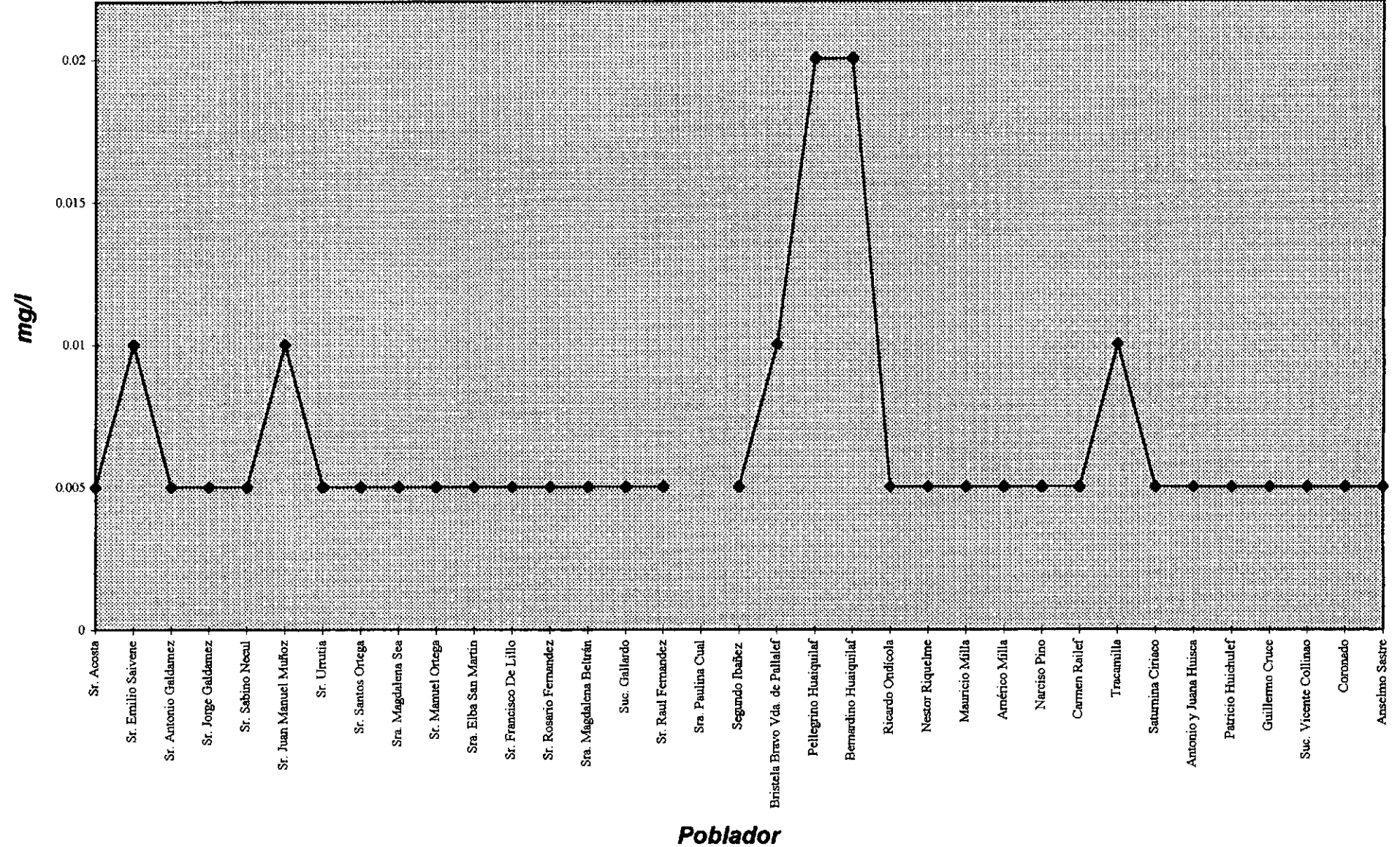
(SNAP) Servicio Nacional de Agua Potable; (ICCEE) Instrucción del Consejo CEE; (RTSE) Reglamentación Técnica Sanitaria para Aguas de España.

Cloruros



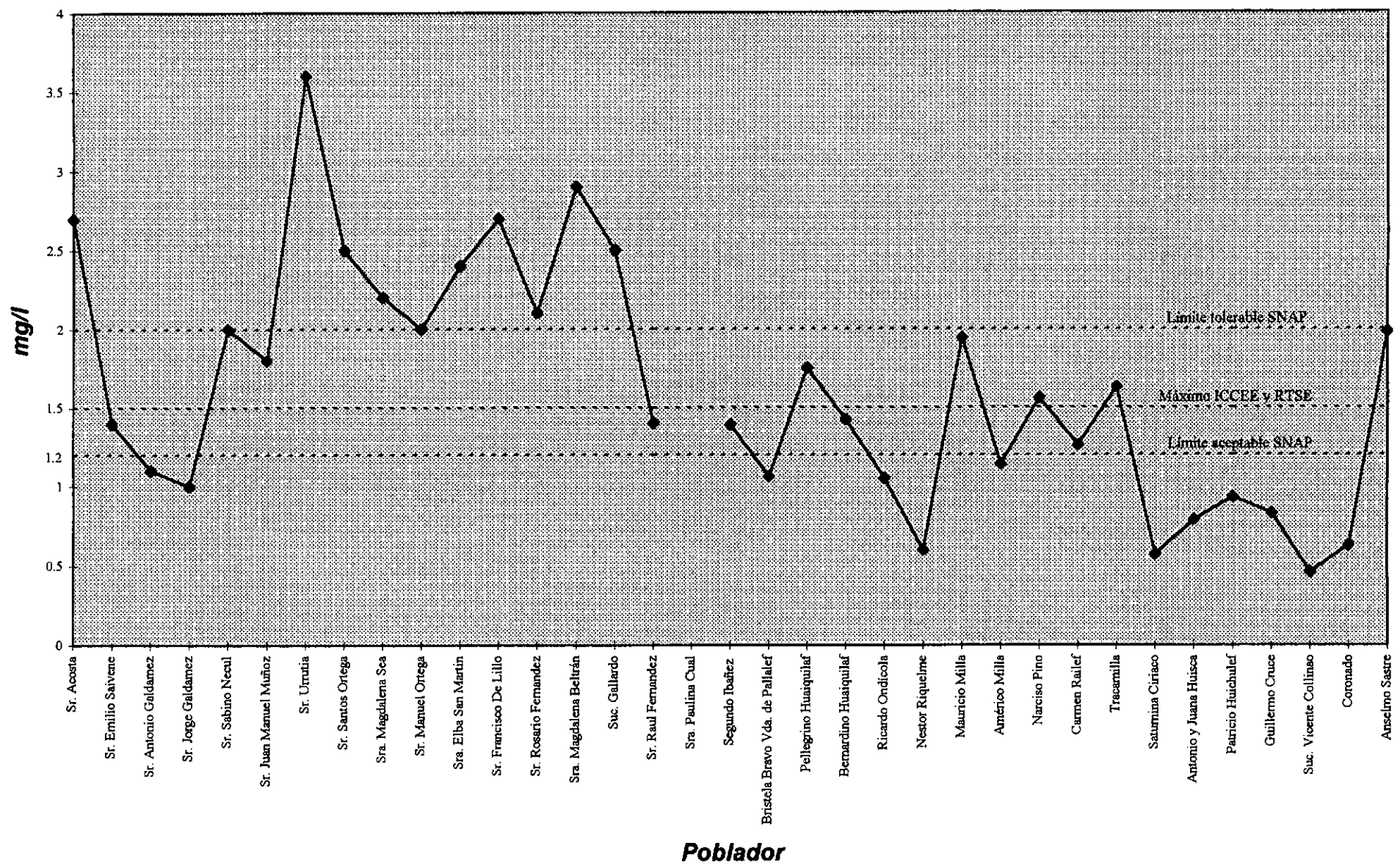
(SNAP) Servicio Nacional de Agua Potable; (ICCEE) Instrucción del Consejo CEE; (RTSE) Reglamentación Técnica Sanitaria para Aguas de España.

Hierro total



(SNAP) Servicio Nacional de Agua Potable; (ICCEE) Instrucción del Consejo CEE; (RTSE) Reglamentación Técnica Sanitaria para Aguas de España.

Fluoruros



(SNAP) Servicio Nacional de Agua Potable; (ICCEE) Instrucción del Consejo CEE; (RTSE) Reglamentación Técnica Sanitaria para Aguas de España.

ANEXO

FOTOGRAFICO

Hidrogeología
Laguna Fría - El Puntudo

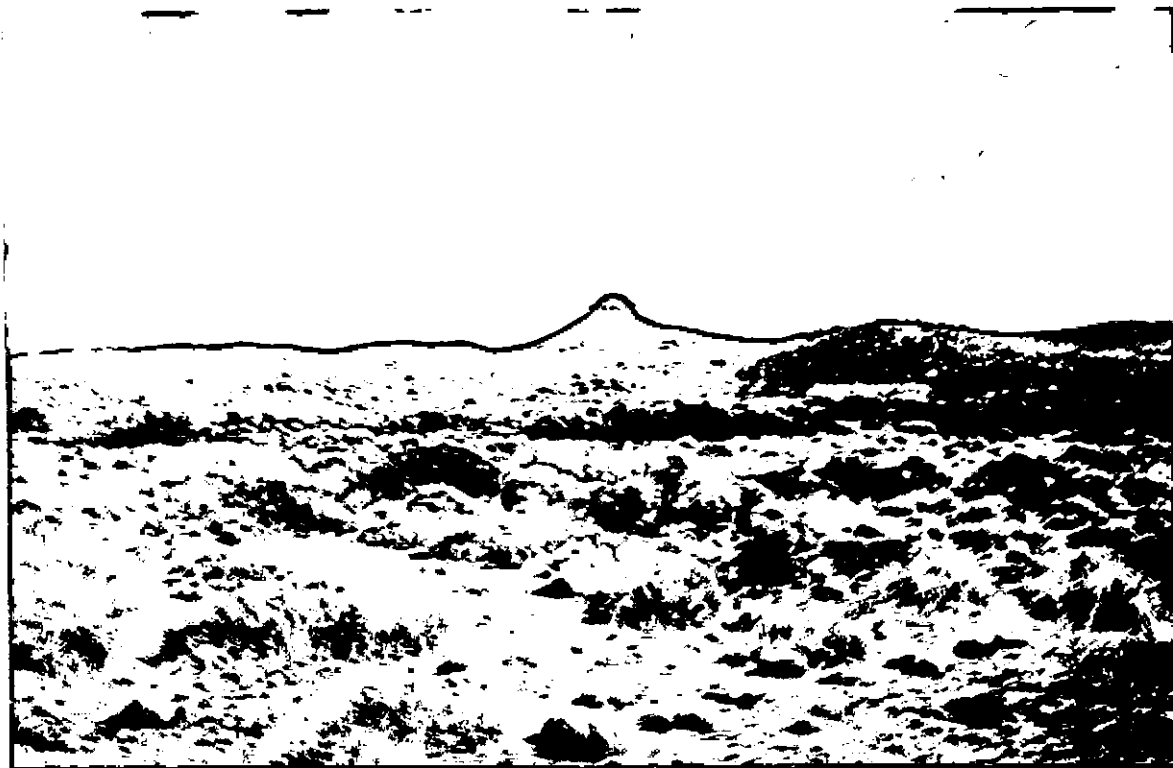


FOTO N° 7/1 Cerro Puntudo desde la Sierra de los Tehulches . El coronamiento está compuesto por un relicto de rocas volcánicas, por debajo se ven los sedimentitas del Grupo Sarmiento.



FOTO N° 36/1 : Basaltos del Complejo Efusivo Quiñelaf apoyados sobre el Grupo Sarmiento, en la zona de Los Toldos, a 5 km al oeste de la Escuela de Chacay Oeste, a mitad de camino entre ésta y el almacén-bar de Laguna Fría, sobre la Ruta Provincial N° 67.



FOTOS N° 28 y 29 : Imágenes del arroyo Perdido mostrando una avenida de agua luego de pasados 3 días de una intensa lluvia de 45 a 60 mm de 2 días de duración, con una gran carga de sedimentos en tránsito hacia el Bajo de la Tierra Colorada. Esta cantidad de agua constituye presentación poco frecuente, el ancho observado era de entre 25 y 35 metros en el momento de la foto. Se ve la acumulación de vegetación contra los pilares indicando unos 2,0 metros por encima del nivel presente. Representa un característico curso de zona árida que permanece seco durante casi todo el año y solo escurre durante algunos períodos . La mayor parte del tiempo el escurrimiento es subterráneo , por el subálveo.



FOTO N° 22 : Los pedimentos se desarrollan hacia el sur y sureste, hacia el arroyo Perdido, desde el borde de sierra de La Colonia . Se desarrollan sobre la parte superior del Grupo Chubut, sobre el Grupo Sarmiento y sobre la coladas basálticas. En la toma se ven apoyando sobre el Grupo Chubut.



FOTO N° 14 y 16 : Paisaje general de la sierra de los Tehuelches en donde se ve la secuencia geológica. Por debajo, hacia el fondo del valle del arroyo Mirasol Chico, se ven los sedimentos rojizos del Grupo Chubut, luego, hacia arriba, sobre el faldeo medio se ven los sedimentos grises del Grupo Sarmiento. Por último arriba y con derrames hacia la derecha, al S.E. se ven las coladas del Complejo Efusivo.

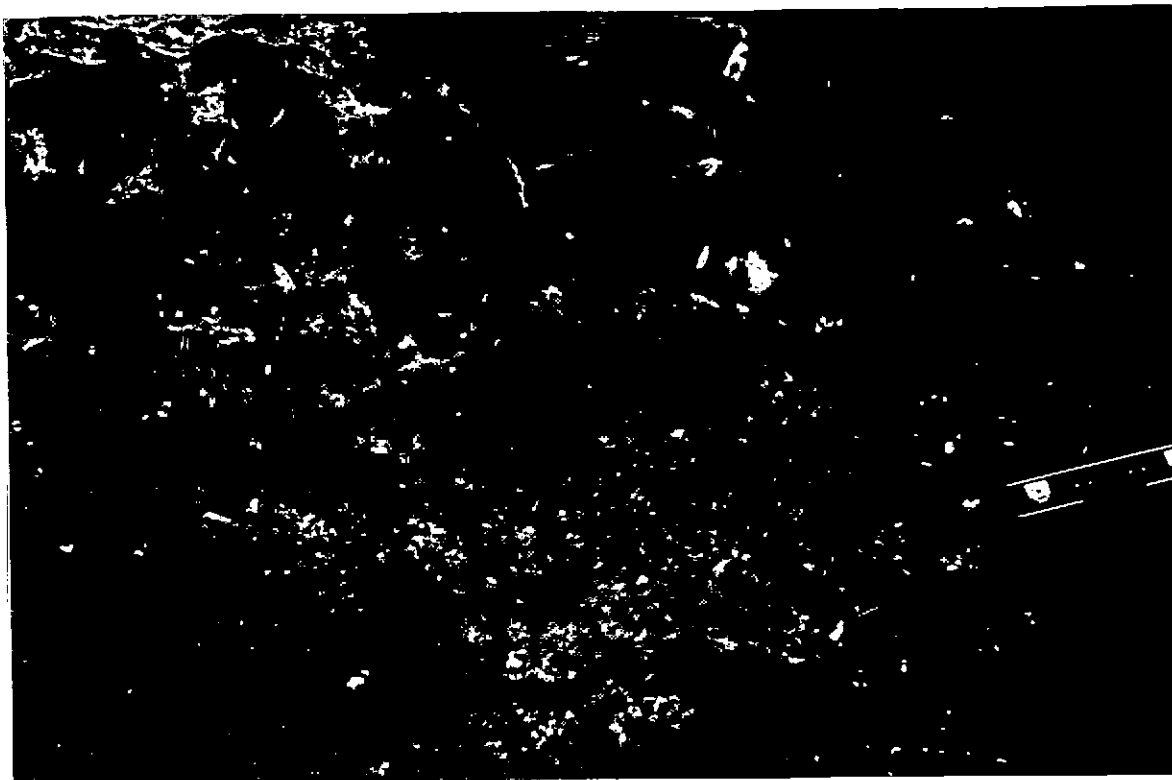


FOTO N° 2A/2 : Detalle de la base de una colada basáltica en Puesto Bautista Tracamilla, sobre la Ruta Provincial N° 67, se observa importante alteración de color rojo , por donde se presenta la surgencia del manantial..



FOTO N° 3A/2 : Vista general del sitio anterior, los basaltos se apoyan sobre la Formación La Colonia , de color verdoso y origen marino. La base de la colada presenta brechas y rodados de rocas volcánicas, que se presentan alterados .