



6255
INRENA
Biblioteca

**REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA**



**INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
INRENA**

**DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
DE RECURSOS NATURALES**

**EVALUACION DE CAMPO DEL DISTRITO DE SANTIAGO DE TUNA
CON FINES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA**



E
P10
L6S

Lima, Junio de 1999

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
NATURALES - IIGUNA
BIBLIOTECA

Procedencia: _____
Ingreso: **006255**
Fecha: _____
No: _____

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



E
P10
265



6255
INRENA
Biblioteca

MFN 3414

MINISTERIO DE AGRICULTURA

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES

- INRENA-

PERSONAL DIRECTIVO

Dra. Josefina Takahashi Sato : *Jefa del INRENA*

Ing. David Gaspar Velásquez : *Director General de Estudios y
Proyectos de Recursos Naturales*

Ing. Justo Salcedo Baquerizo : *Director de Gestión de Proyectos.*

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



PERSONAL PARTICIPANTE

Ing. Germán Montoya Mendoza : *Profesional Especialista*

Ing. Enrique Medina Martínez : *Profesional Especialista*

Tec. Gladys Wong Vásquez : *Edición e Impresión*

INDICE

	<u>Pág</u>
<i>I ANTECEDENTES</i>	<i>1</i>
<i>II OBJETIVO</i>	<i>1</i>
<i>III UBICACION</i>	<i>1</i>
<i>IV ACCESIBILIDAD</i>	<i>1</i>
<i>V SITUACION ACTUAL</i>	<i>1</i>
<i>VI ACTIVIDADES REALIZADAS</i>	<i>2</i>
<i>VII RESULTADOS</i>	<i>2</i>
<i>VIII CONCLUSIONES</i>	<i>4</i>
<i>IX RECOMENDACIONES</i>	<i>4</i>

ANEXOS

<i>Anexo I</i>	<i>Relación de Figuras</i>
<i>Anexo II</i>	<i>Vistas Fotográficas</i>



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

EVALUACION DE LA ZONA SANTIAGO DE TUNA CON FINES DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

I. ANTECEDENTES

La Municipalidad Distrital de Santiago de Tuna mediante un oficio N° 09-99-MDSTH remitido a la Dirección General de Estudios y Proyectos del INRENA, solicitando se haga una evaluación en la zona para realizar un estudio Geofísico con fines Hidrogeológico para el abastecimiento de agua. Por tal motivo se hicieron las coordinaciones del caso y se programó dicha evaluación del 10 al 12 de junio de 1999.

II. OBJETIVO

El objetivo principal fue realizar la evaluación de la zona que permita obtener información técnica de la topografía, geología y recarga de los canales y quebradas existentes, así como la explotación de las aguas subterráneas.

III. UBICACION

Santiago de Tuna políticamente se encuentra ubicado en:

Departamento	:	Lima
Provincia	:	Huarocharí
Distrito	:	Santiago de Tuna
Ver fig. N° 01 del anexo I		



IV. ACCESIBILIDAD

A Santiago de Tuna se llega por la carretera central asfaltada en dirección Lima a San Mateo a la altura del Km 53, se encuentra el distrito de Cocachacra por donde existe un desvío a Santiago de Tuna a través de una carretera carrozable con una longitud de 23 Km, aproximadamente.

V. SITUACION ACTUAL

Actualmente el distrito de Santiago de Tuna se abastece de agua para uso doméstico y agropecuario a través de pequeñas filtraciones provenientes de la parte alta, el cual lo represan en pequeños reservorios de una capacidad aproximada de 250 m³, debido a su mala construcción se pierde gran parte del agua por infiltración, su actividad principal es la agricultura y en menor escala la ganadería, los principales cultivos rotativos que se siembran en este distrito son maíz, trigo, cebada, alverja, haba y papa; cultivos permanentes melocotón, tuna y ciruelo.

El abastecimiento del agua potable se efectúa a través de un reservorio en la parte Sur – Este en el que se capta agua de una filtración y por medio de una tubería es transportada por gravedad a unos pilones que se encuentran

alrededor de la plaza de armas, su dotación es por horas, en la mañana y en la tarde para abastecer a una población de 600 habitantes aproximadamente.

VI. ACTIVIDADES REALIZADAS

De la evaluación realizada de los sectores donde aflora agua por filtraciones llamados "puquiales" se ha podido apreciar que existe una formación bastante permeable propicia para este tipo de afloramientos de agua y también a la forma del relieve topográfico bastante accidentado, existen caminos de herradura, a diferentes niveles de altitud su formación geológica estaría conformada por rocas fracturadas y sedimentos conglomerádicos de buena permeabilidad, los diversos puquiales se ubican en un mismo nivel de regular caudal y que a continuación se enumera:

De Norte a Sur

- Puquio Shicayaco 2 745 msnm
- Puquio Chilcocoto 2 845 msnm
- Puquio Chilcuayque I 2 810 msnm
- Puquio Chilcuayque II 2 805 msnm
- Puquio Calpachanca 2 850 msnm
- Puquio Quiñuayque 2 735 msnm
- Puquio Mascuñe 2 570 msnm
- Puquio Malparaje 2 515 msnm
- Puquio Yaccan 2 535 msnm
- Puquio Lantahuache 2 560 msnm

De Este a Oeste

- Puquio Calpachayca 2 795 msnm
- Puquio Pachacocha 2 620 msnm
- Puquio Wara Wara Baja 2 605 msnm
- Puquio Tarita 2 620 msnm
- Puquio Sacuike 2 720 msnm

VII. RESULTADOS

a. Muestreo y Análisis del Agua

Esta orientada para definir las características físico-químicas del agua y a determinar la calidad de las mismas.

Se ha tomado tres muestras representativas de agua de los puquiales Quiñuayqui (491), Mascuñi Tama (492) y Chilcuayqui (493). Los resultados de los análisis efectuados de las muestras recolectadas, son los siguientes Ver fig. N° 2 y 3.

- Conductividad Eléctrica (CE, en mmhos/cm a 25°C)
- Dureza (en ppm CaCO₃)
- PH
- Contenido de iones y cationes (me/l)
- Relación de Adsorción de Sodio (RAS)
- Aptitud para el riego

- Potabilidad
- Identificación de familias químicas

- **Conductividad Eléctrica (C.E)**

La conductividad eléctrica es un indicador de la concentración de sales disueltas presentes en las muestras de agua, siendo su valor directamente proporcional a dicha concentración.

Se puede apreciar en el cuadro de resultados que la conductividad eléctrica de las muestras es de 0.22, 0.33 y 0.20 mmhos/cm, es decir aguas de salinidad baja y moderada.

- **Dureza Total**

La dureza es una medida del contenido de calcio y magnesio y se expresa generalmente como equivalente al calcio y carbonatos (CaCO_3).

La dureza que presentan las muestras es de 95 y 130 ppm de CaCO_3 es decir, agua dulce.

- **pH**

El pH es la medida de concentración de iones de hidrógeno en el agua y es utilizado como índice de alcalinidad o acidez de la misma.

Las muestras tienen un pH de 7.72 y 7.73 que indica que el agua es alcalina.

- **Familias de Aguas**

Con los gráficos de Schoeller, Stiff y Piper se ha podido determinar que la muestra pertenece a la familia hidrogeoquímica bicarbonatada sódica. Ver fig. N° 2 al 12.

- **Aptitud para el Riego**

Del análisis del gráfico de Wilcox, se ha determinado que la muestra pertenece a la clase C_1S_1 y C_2S_1 , es decir salinidad baja y moderada y poco sódica. Ver fig. N°13 al 15.

Según Contenido de Boro

La clasificación de las aguas subterráneas para el riego se efectuó teniendo como base a los rangos establecidos por Palacio y Aceves en 1970.

La muestra no presenta ningún contenido de boro.

Potabilidad de las Aguas

La potabilidad de la muestra se ha analizado teniendo en consideración los límites máximos tolerables de potabilidad dado por la Organización Mundial de

la Salud en Ginebra de 1972 (OMS) y empleando el diagrama de potabilidad; determinando que dicha muestra presenta una potabilidad Buena. Ver fig.N°16.

VIII. CONCLUSIONES

Se han realizado observaciones en las zonas de Norte a Sur del área de estudio con un total de diez puquiales y con un caudal promedio de 3 a 4 l/s. aproximadamente.

Se han realizado observaciones en las zonas, Este a Oeste del área de estudio con un total de cinco Puquiales y un caudal promedio de 2 a 5 l/s. aproximadamente.

En la zona evaluada no existe ningún tipo de pozos.

La población se abastece de agua por filtraciones el que almacenan en un reservorio y por gravedad dotan de agua en cuatro pilones. El servicio de agua es de 4 horas al día, lo cual es insuficiente para sus necesidades.

La agricultura es muy pobre en este sector debido a la falta de agua, han cambiado su cultivo de cebada, trigo, maíz, melocotón, ciruela por tunales.

Tiene una población de 600 habitantes aproximadamente y su actividad principal es la agricultura y ganadería.

La zona evaluada presenta una pendiente de 30 a 25 grados y en la parte baja se desarrollan pequeños sectores agrícolas donde aflora poca agua, por la condición de suelo área con condiciones para ser prospectadas.

Por las condiciones topográficas se puede determinar que no hay almacenamiento de agua, se puede notar que solamente se tiene fluidez el líquido elemento en las diferentes filtraciones. Las filtraciones provienen de la parte alta y su recorrido a la parte baja es a través de grietas o fisuras.

De los resultados de los análisis de la muestra de agua se han elaborado los diagramas, determinándose que el agua es de buena calidad tanto como para el uso doméstico y uso de riego para diferentes cultivos y sin peligro de sodio, el agua es dulce y de buena potabilidad.

IX RECOMENDACIONES

Debido a las malas condiciones de contorno geomorfológico del relieve topográfico del lugar se puede ver que no existe retención o almacenamiento de agua, en tal sentido no sería recomendable realizar perforación alguna de pozos tubulares en forma vertical por lo expuesto anteriormente y también por el acceso estrecho e instalación de la maquina perforadora.

Se recomienda captar las aguas superficiales en la parte alta a través de galerías filtrantes y luego almacenarlas en parte media y baja para de esta forma poder incrementar él área agrícola.

ANEXOS
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

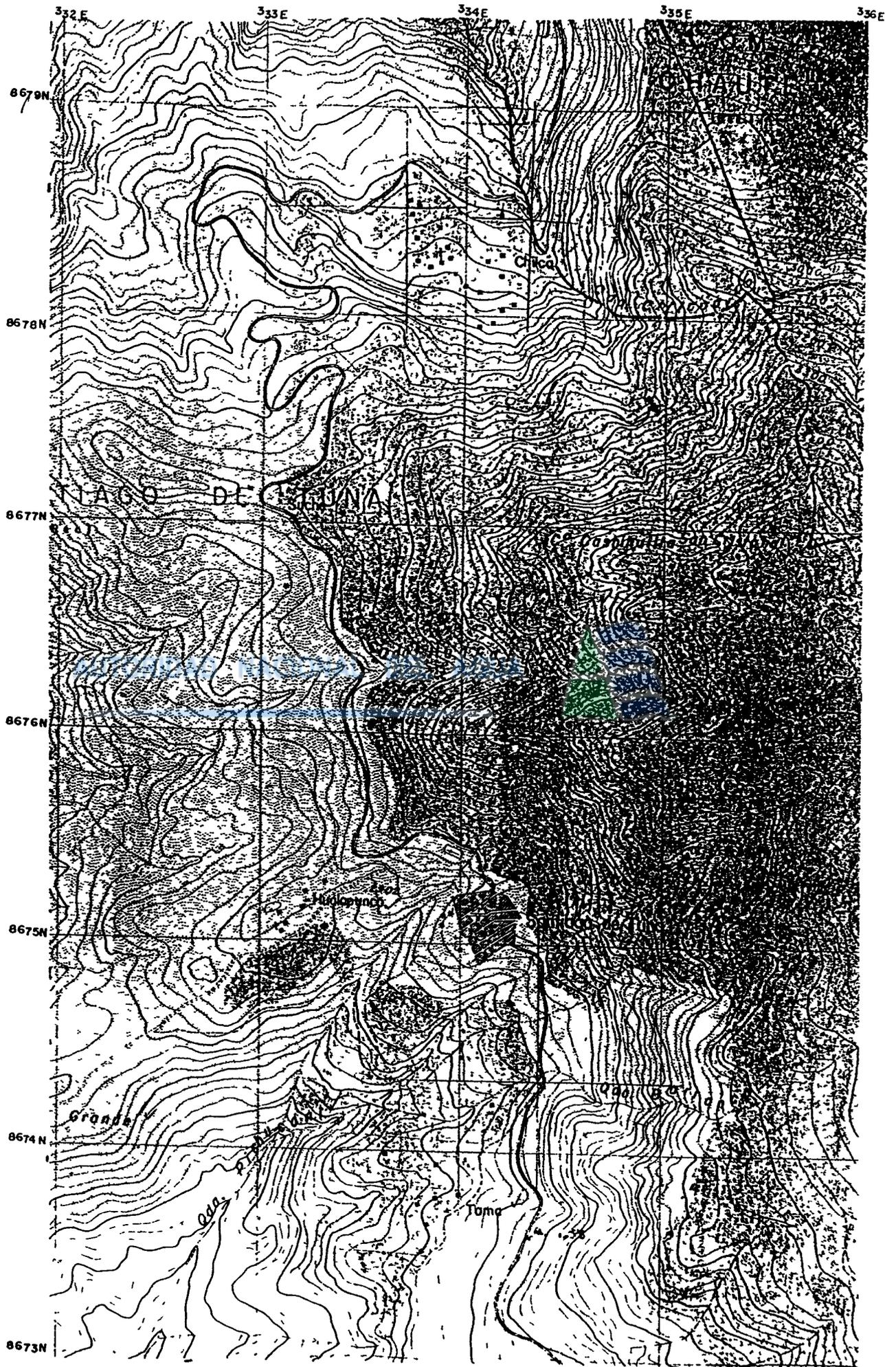


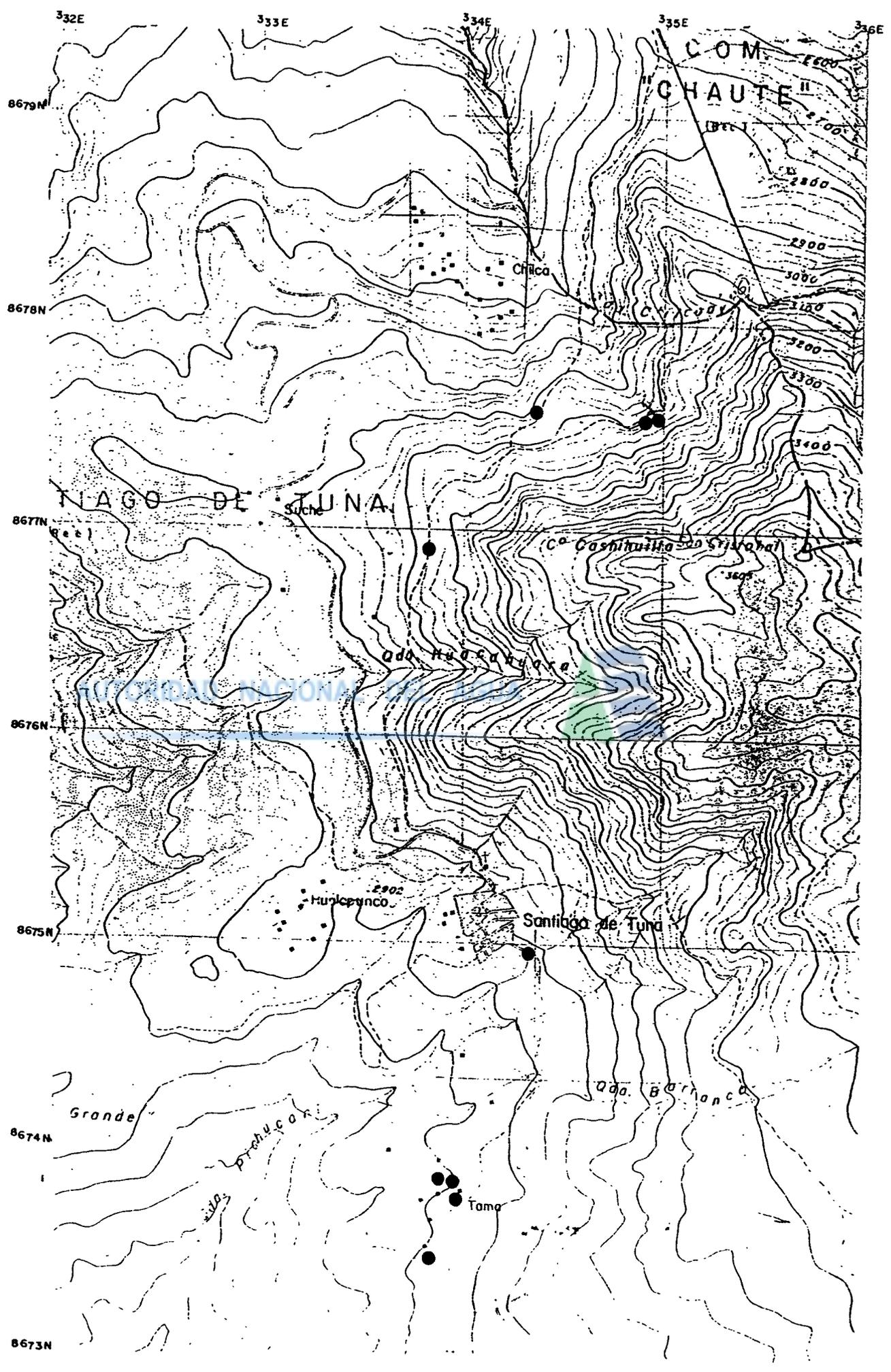
ANEXO I

Relación de Figuras	
<i>Figura N° 1</i>	<i>Ubicación de la Zona Evaluada</i>
<i>Figura N° 2</i>	<i>Resultados del Análisis de Agua</i>
<i>Figura N° 3</i>	<i>Resultados del Análisis de Agua</i>
<i>Figura N° 4</i>	<i>Diagrama del Análisis de Agua Tipo Schoeller</i>
<i>Figura N° 5</i>	<i>Diagrama del Análisis de Agua Tipo Schoeller</i>
<i>Figura N° 6</i>	<i>Diagrama del Análisis de Agua Tipo Schoeller</i>
<i>Figura N° 7</i>	<i>Diagrama del Análisis de Agua Tipo Stiff</i>
<i>Figura N° 8</i>	<i>Diagrama del Análisis de Agua Tipo Stiff</i>
<i>Figura N° 9</i>	<i>Diagrama del Análisis de Agua Tipo Stiff</i>
<i>Figura N° 10</i>	<i>Diagrama del Análisis de Agua Tipo Piper</i>
<i>Figura N° 11</i>	<i>Diagrama del Análisis de Agua Tipo Piper</i>
<i>Figura N° 12</i>	<i>Diagrama del Análisis de Agua Tipo Piper</i>
<i>Figura N° 13</i>	<i>Clasificación de Agua para Riego Tipo Wilcox</i>
<i>Figura N° 14</i>	<i>Clasificación de Agua para Riego Tipo Wilcox</i>
<i>Figura N° 15</i>	<i>Clasificación de Agua para Riego Tipo Wilcox</i>
<i>Figura N° 16</i>	<i>Diagrama Logarítmico de Potabilidad del Agua</i>

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA









UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO

TELEF. 4495647 anexos 226 y 318 LA MOLINA PERU

ANALISIS DE AGUAS

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD SANTIAGO DE TUNA

PROCEDENCIA : HUAROCHIRI - LIMA

FECHA : LA MOLINA, 17 DE JUNIO 1999

N° LABORATORIO	493
N° CAMPO	Chilcuaygui
CE mmhos/cm	0,20
pH	7,73
Calcio meq/l	1,70
Magnesio meq/l	0,20
Sodio meq/l	0,38
Potasio meq/l	0,01
SUMA DE CATIONES	2,29
Cloruro meq/l	0,40
Sulfato meq/l	0,46
Bicarbonato meq/l	1,30
Nitratos meq/l	0,00
Carbonatos meq/l	0,00
SUMA DE ANIONES	2,16
SAR	0,39
CLASIFICACION	C1-S1
BORO ppm	0,00



Ing. ELIABARDO ALALUNA G.
JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO

TELEF. 4495647 anexos 226 y 318 LA MOLINA PERU

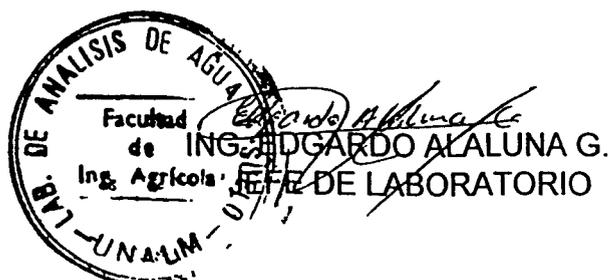
ANALISIS DE AGUAS

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD SANTIAGO DE TUNA

PROCEDENCIA : HUAROCHIRI - LIMA

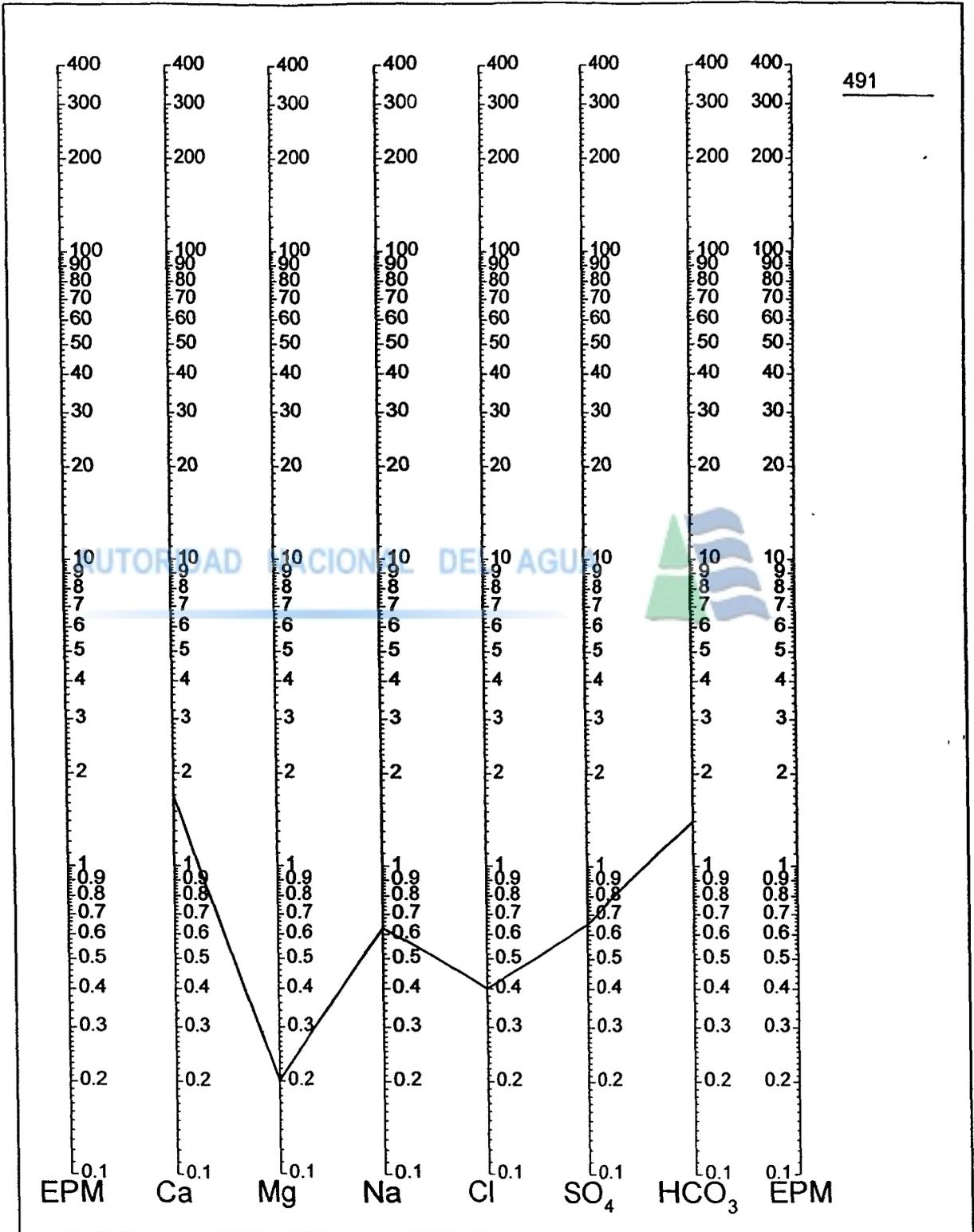
FECHA : LA MOLINA, 17 DE JUNIO 1999

N° LABORATORIO	491	492
N° CAMPO	Quiñuayqui	Mascuñi (Tama)
CE mmhos/cm	0,22	0,33
pH	7,72	7,73
Calcio meq/l	1,70	2,30
Magnesio meq/l	0,20	0,30
Sodio meq/l	0,63	1,07
Potasio meq/l	0,01	0,01
SUMA DE CATIONES	2,54	3,68
Cloruro meq/l	0,40	0,44
Sulfato meq/l	0,65	1,59
Bicarbonato meq/l	1,40	1,60
Nitratos meq/l	0,00	0,00
Carbonatos meq/l	0,00	0,00
SUMA DE ANIONES	2,45	3,63
SAR	0,65	0,94
CLASIFICACION	C1- S1	C2 - S1
BORO ppm	0,00	0,00
Dureza (grados franceses=ppm)	9.48	12,92



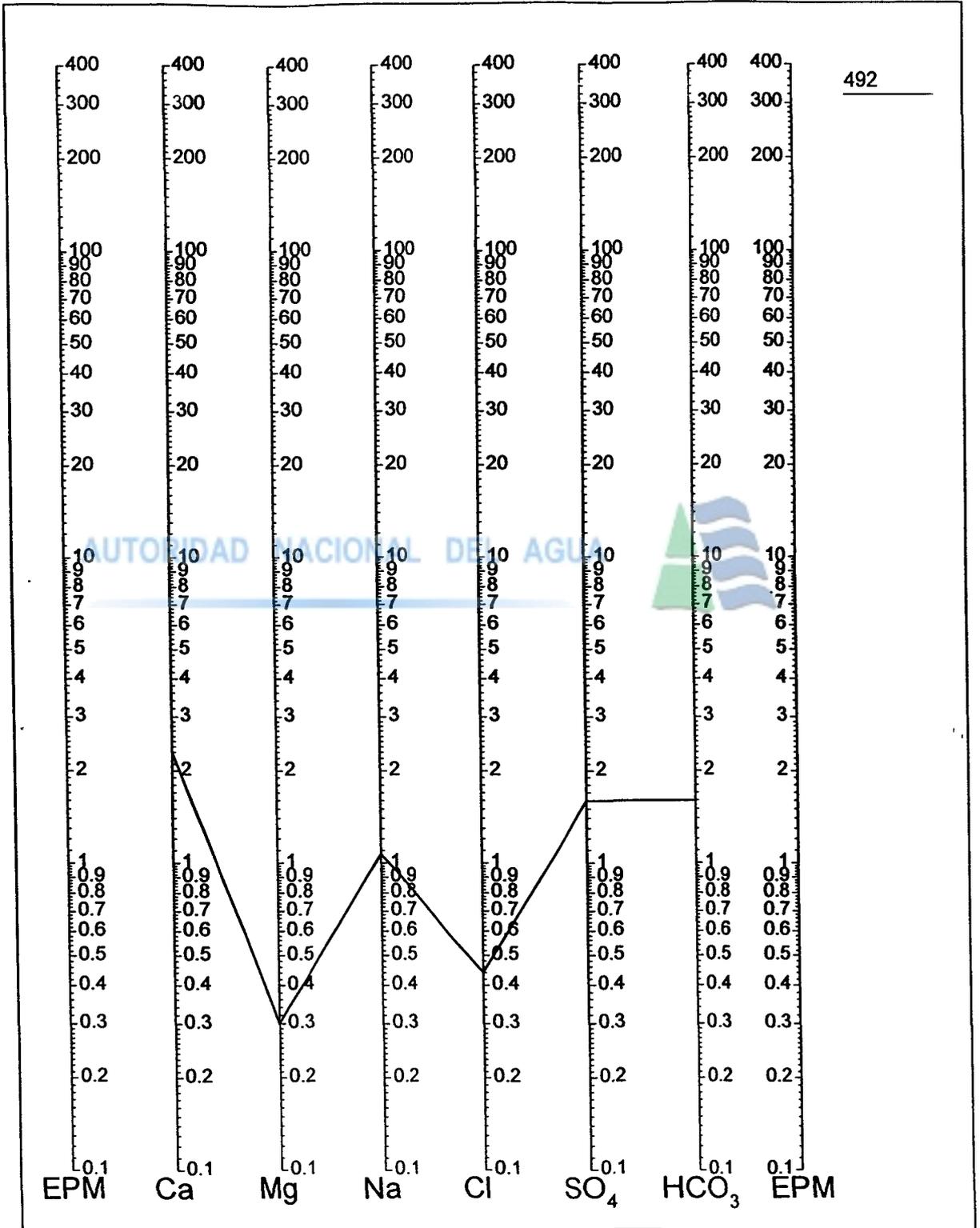
Schoeller Diagram

Schoeller Diagram



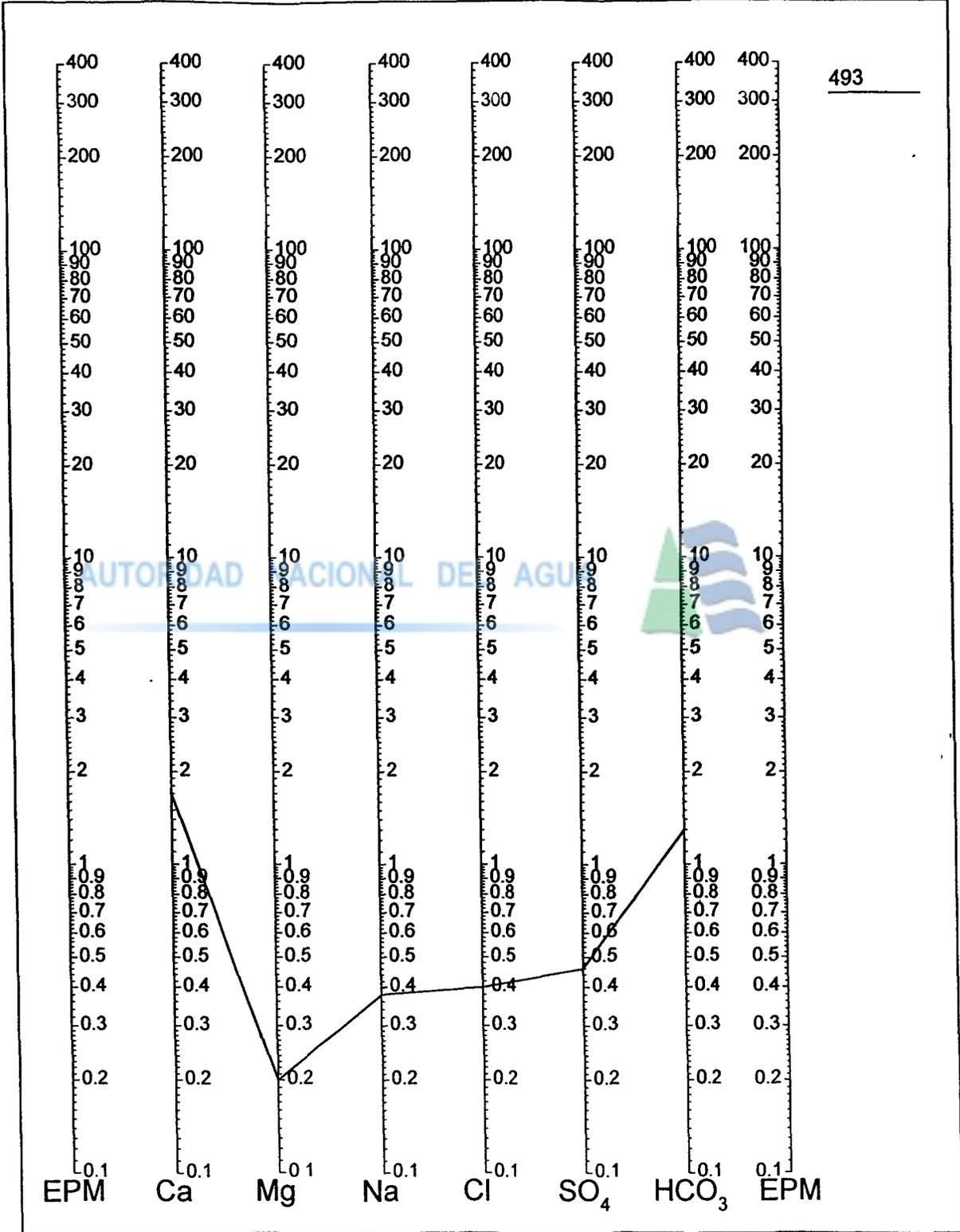
Schoeller Diagram

Schoeller Diagram



Schoeller Diagram

Schoeller Diagram

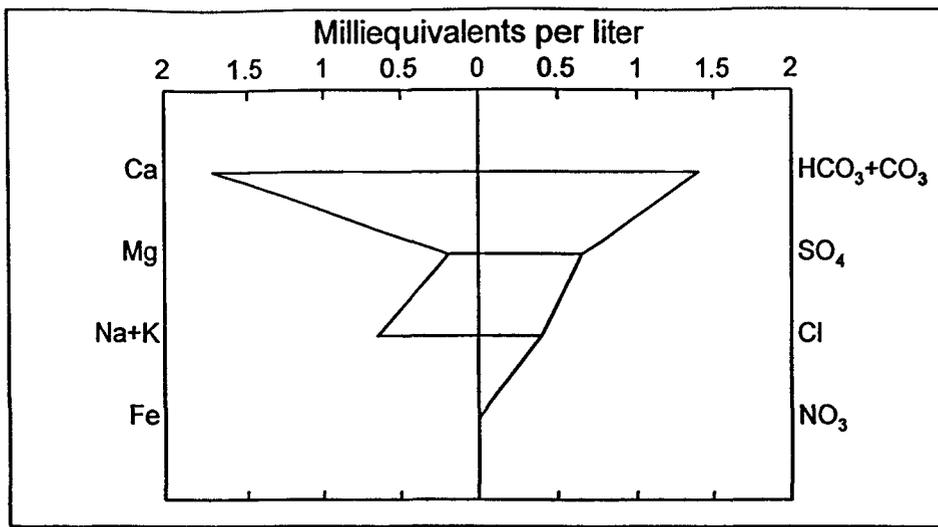


Well Ident

491

STIFF Diagram

Name _____ Type **puquio**



Cations					
	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Na</i>	<i>K</i>	<i>Fe</i>
Milliequivalents per liter	1.70	0.20	0.63	0.01	
Milligrams per liter					

Anions					
	<i>HCO3</i>	<i>CO3</i>	<i>SO4</i>	<i>Cl</i>	<i>NO3</i>
Milliequivalents per liter	1.40		0.65	0.40	0.00
Milligrams per liter					

BOD	COD	Dissolved Oxygen	F	B	SiO2
TDS	Hardness	Alkalinity	Conductivity 220.00	pH 7.72	SAR 0.6464

Water Type
Calcium Bicarbonate

Cations (epm) 2.54 Anions (epm) 2.45

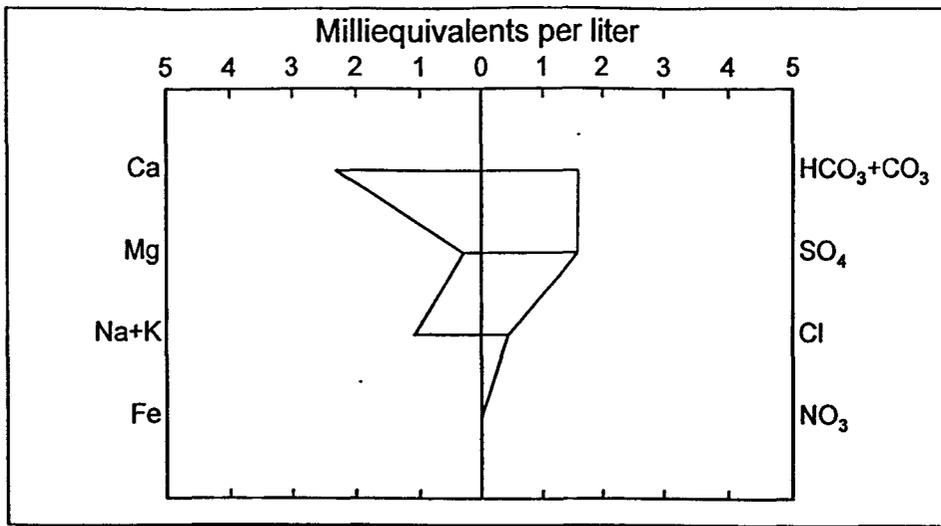
Aquifer

Error Balance (%)
1.80

Well Ident
492

STIFF Diagram

Name _____ Type **PUQUIO**



<i>Cations</i>					
	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Na</i>	<i>K</i>	<i>Fe</i>
<i>Milliequivalents per liter</i>	2.30	0.30	1.07	0.01	
<i>Milligrams per liter</i>					

<i>Anions</i>					
	<i>HCO3</i>	<i>CO3</i>	<i>SO4</i>	<i>Cl</i>	<i>NO3</i>
<i>Milliequivalents per liter</i>	1.60		1.59	0.44	0.00
<i>Milligrams per liter</i>					

BOD	COD	Dissolved Oxygen	F	B	SiO2
TDS	Hardness	Alkalinity	Conductivity 330.00	pH 7.73	SAR 0.9385

Water Type
Calcium Bicarbonate

Cations (epm) 3.68 Anions (epm) 3.63

Aquifer _____

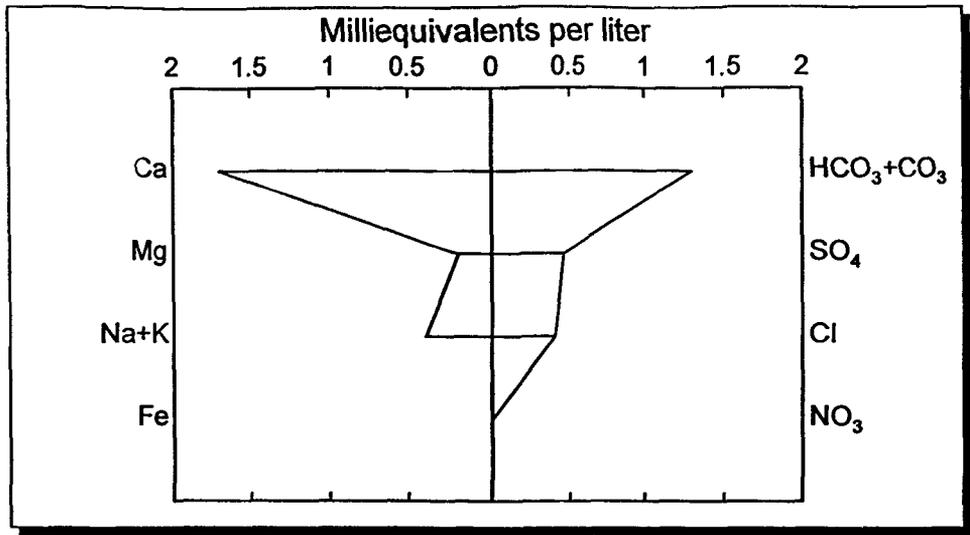
Error Balance (%)
0.68

Well Ident

493

STIFF Diagram

Name _____ Type **PUQUIO**



Cations					
	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Na</i>	<i>K</i>	<i>Fe</i>
Milliequivalents per liter	1.70	0.20	0.38	0.01	
Milligrams per liter					

Anions					
	<i>HCO3</i>	<i>CO3</i>	<i>SO4</i>	<i>Cl</i>	<i>NO3</i>
Milliequivalents per liter	1.30		0.46	0.40	0.00
Milligrams per liter					

BOD	COD	Dissolved Oxygen	F	B	SiO2
TDS	Hardness	Alkalinity	Conductivity 200.00	pH 7.73	SAR 0.3899

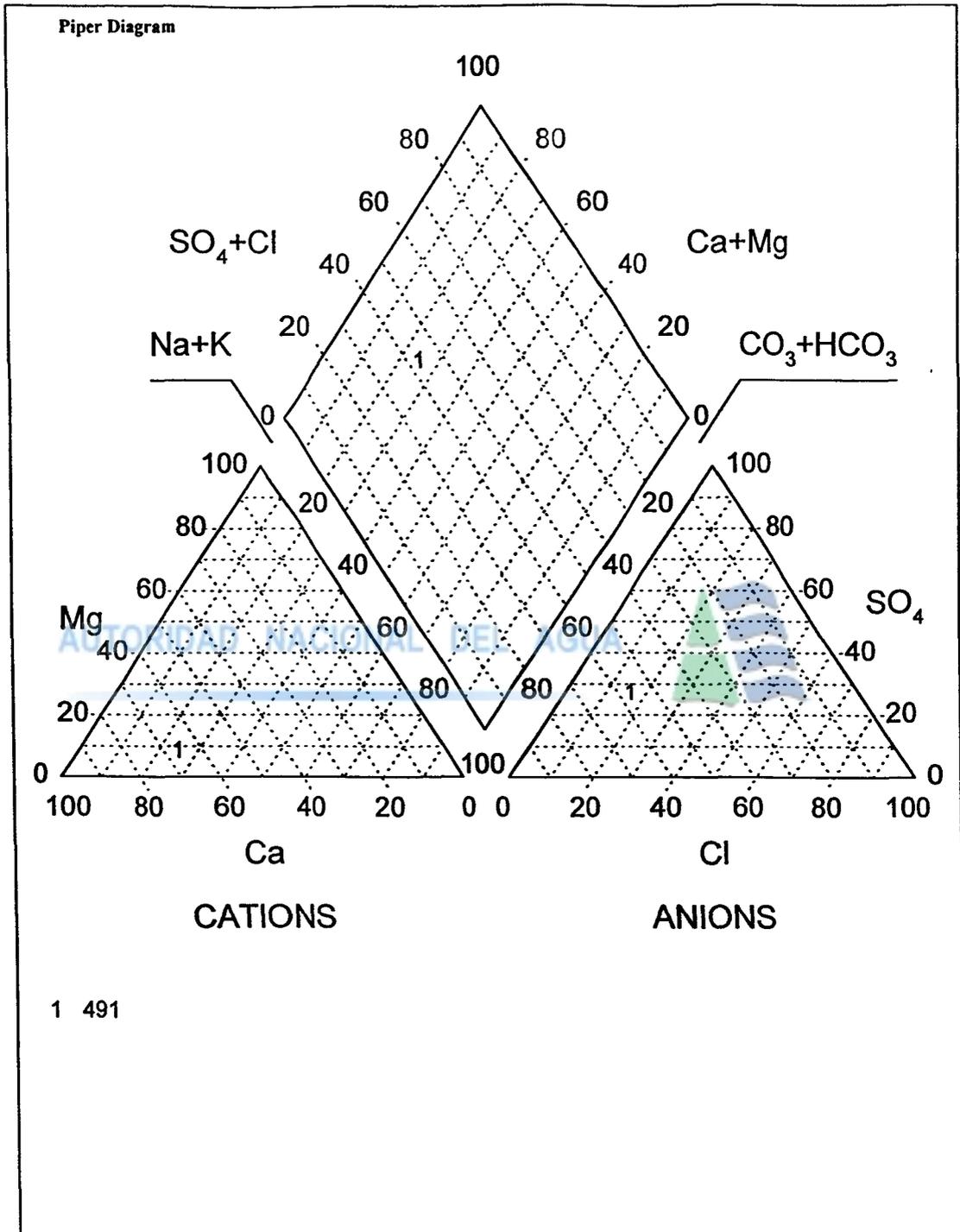
Water Type
Calcium Bicarbonate

Cations (epm) 2.29 Anions (epm) 2.16

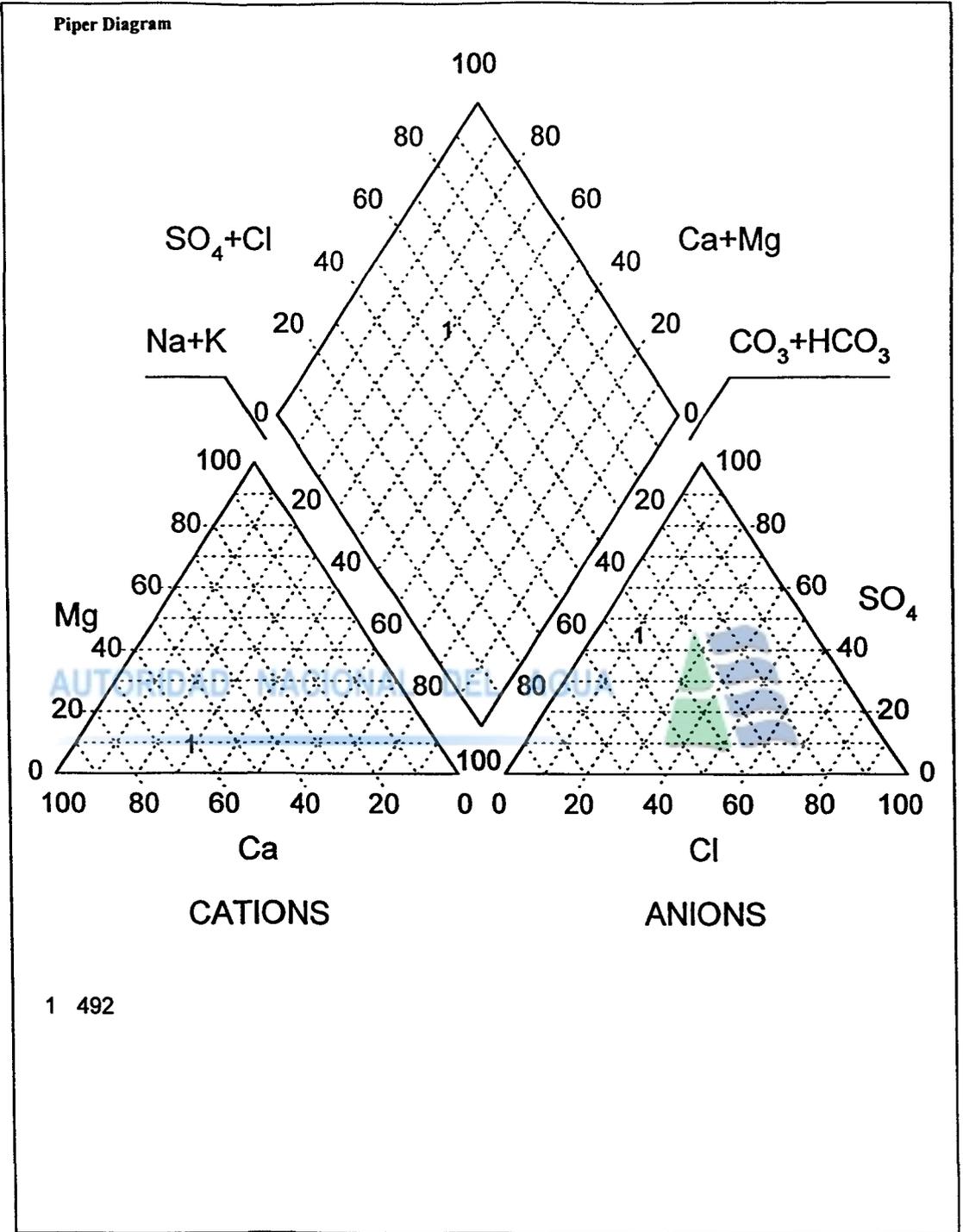
Aquifer _____

Error Balance (%)
2.92

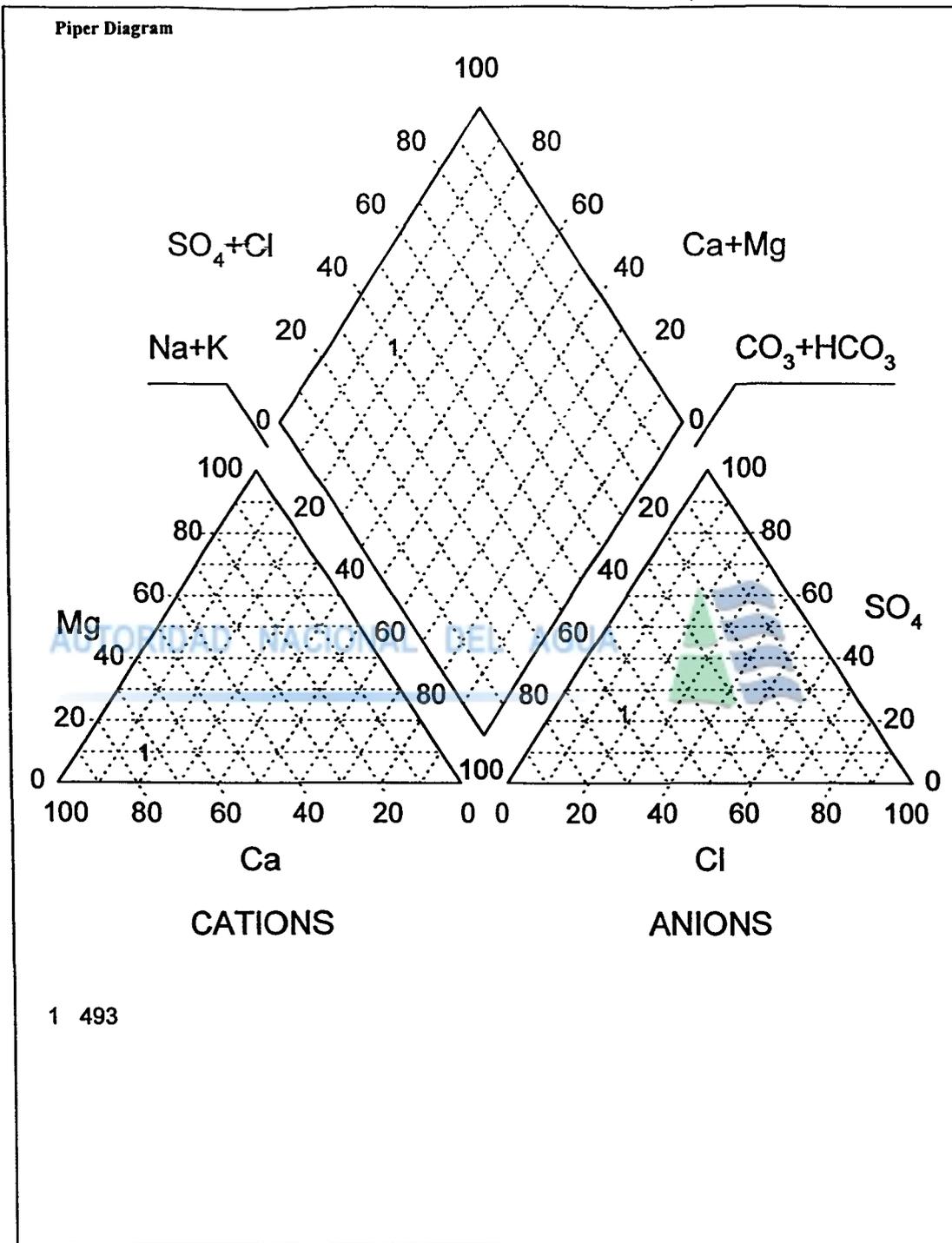
Piper Diagram



Piper Diagram

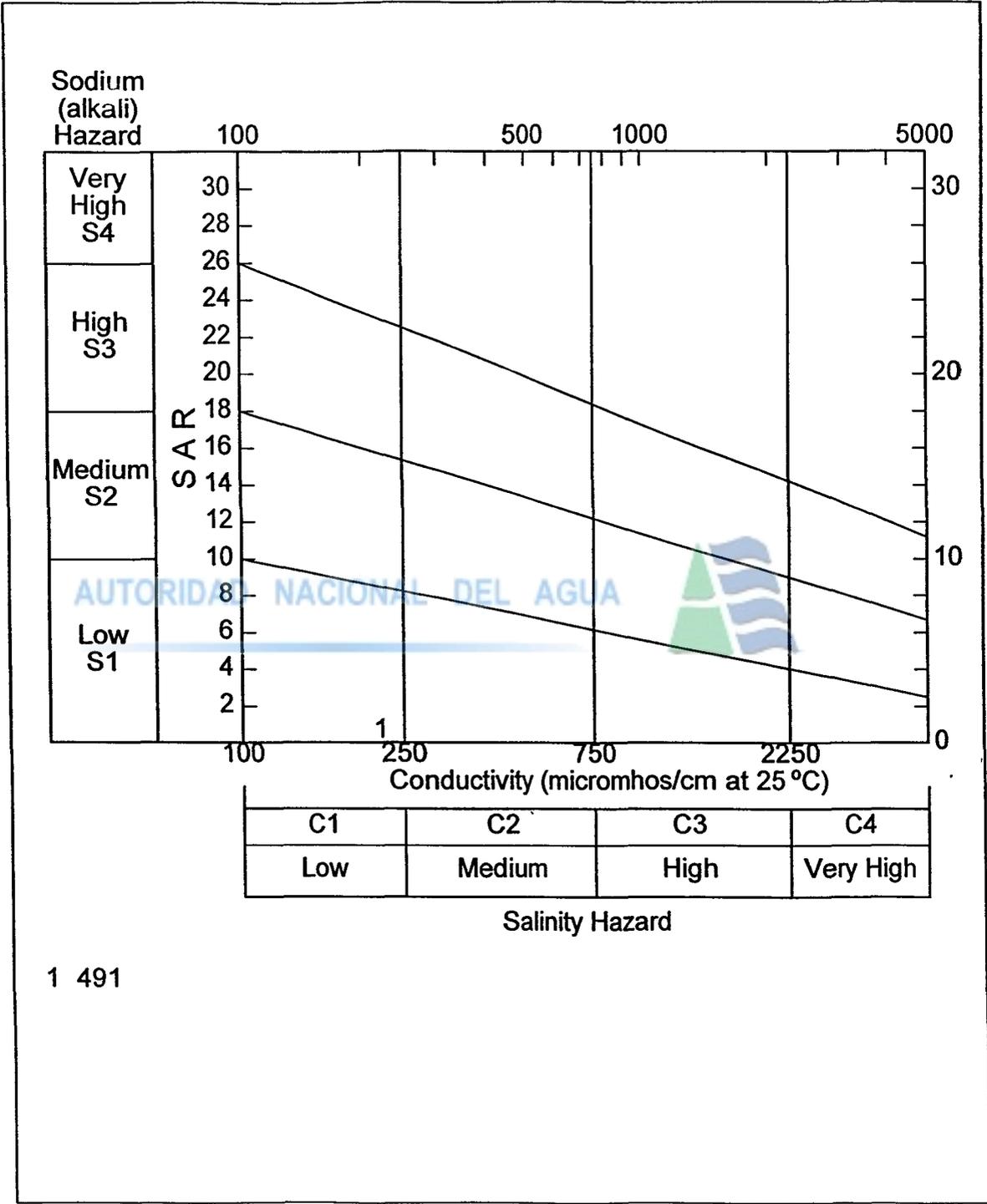


Piper Diagram



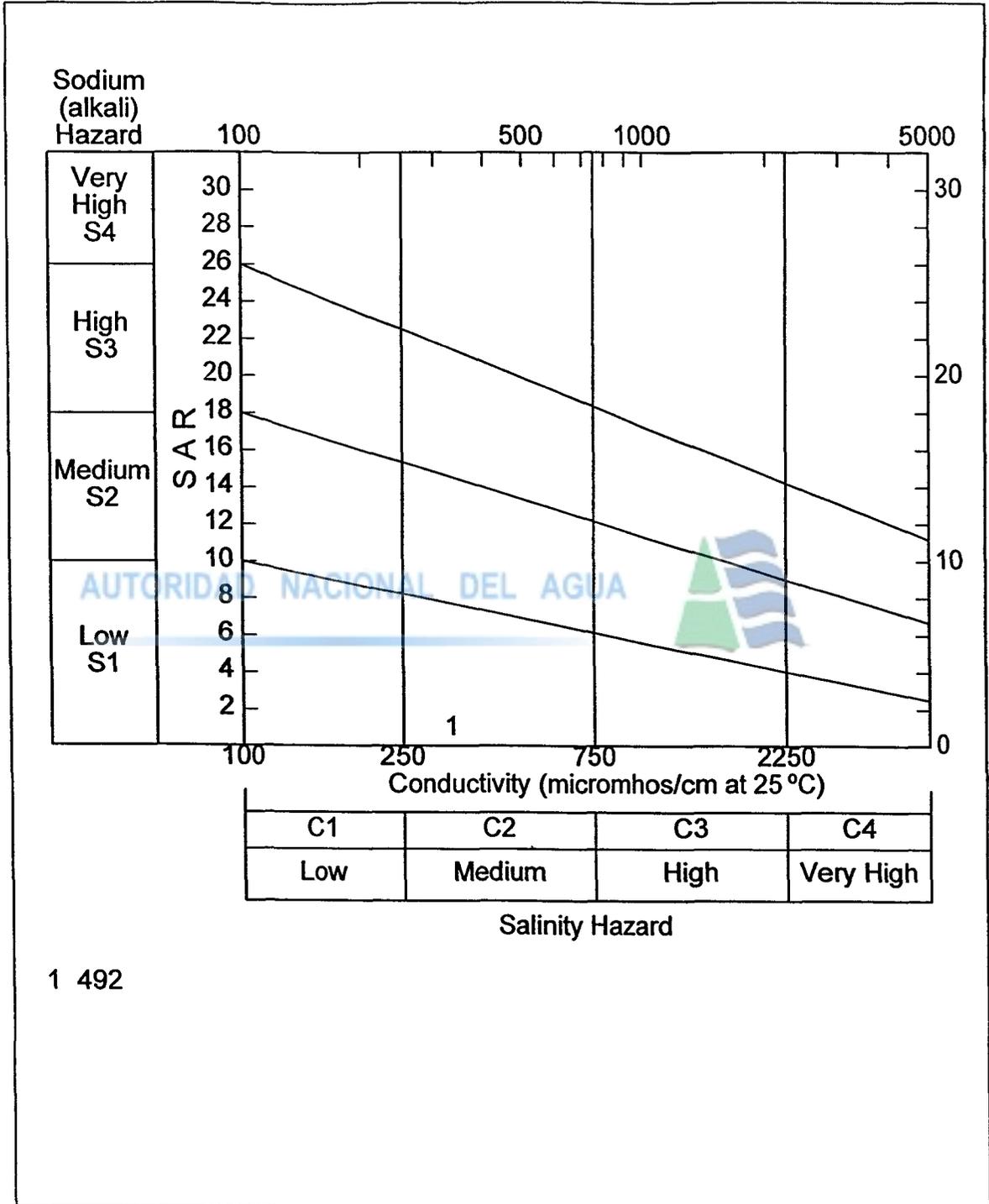
Wilcox Diagram

Wilcox Diagram



Wilcox Diagram

Wilcox Diagram



INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS
NATURALES - IBERNA
BIBLIOTECA

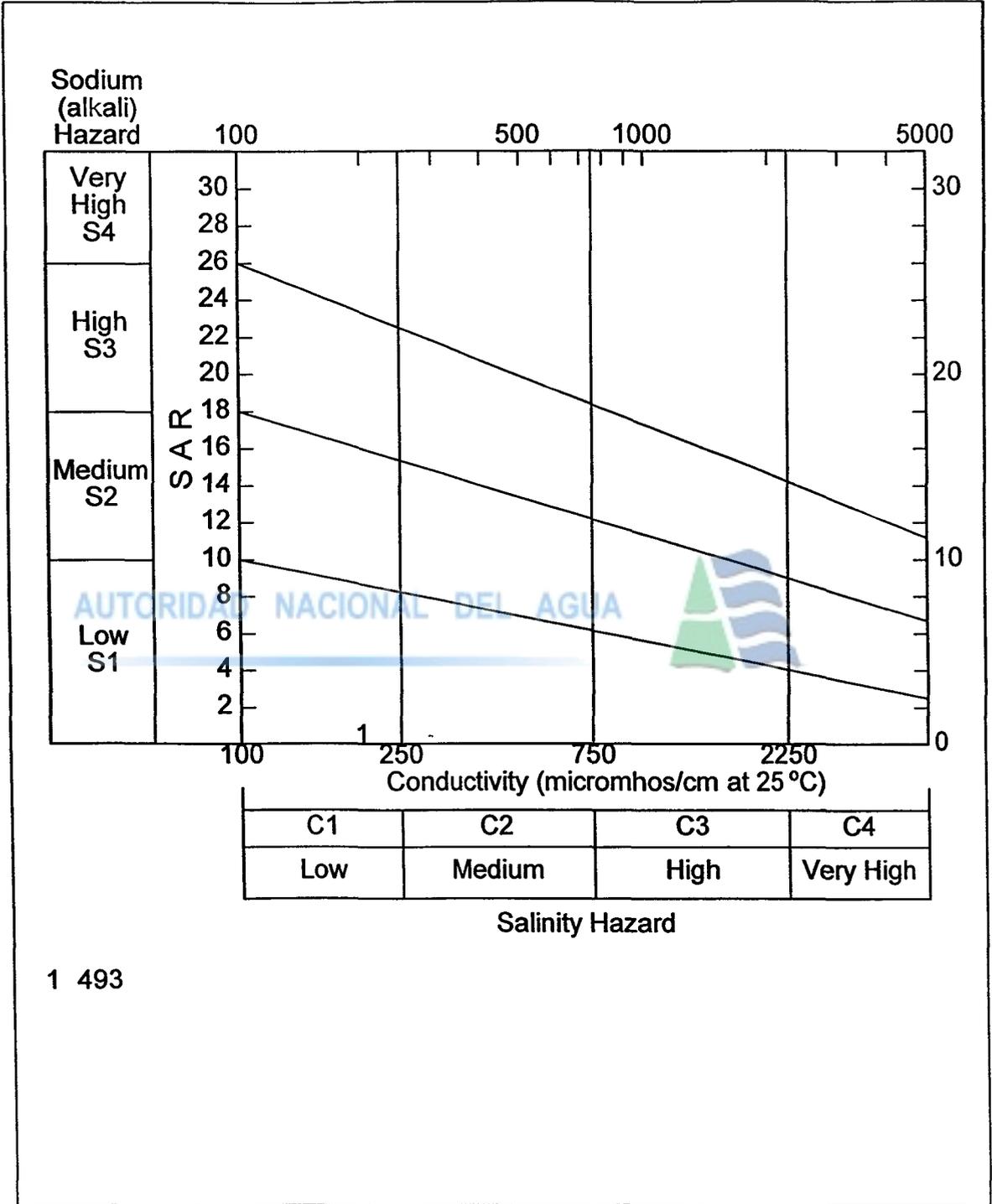
Procedencia: 006255

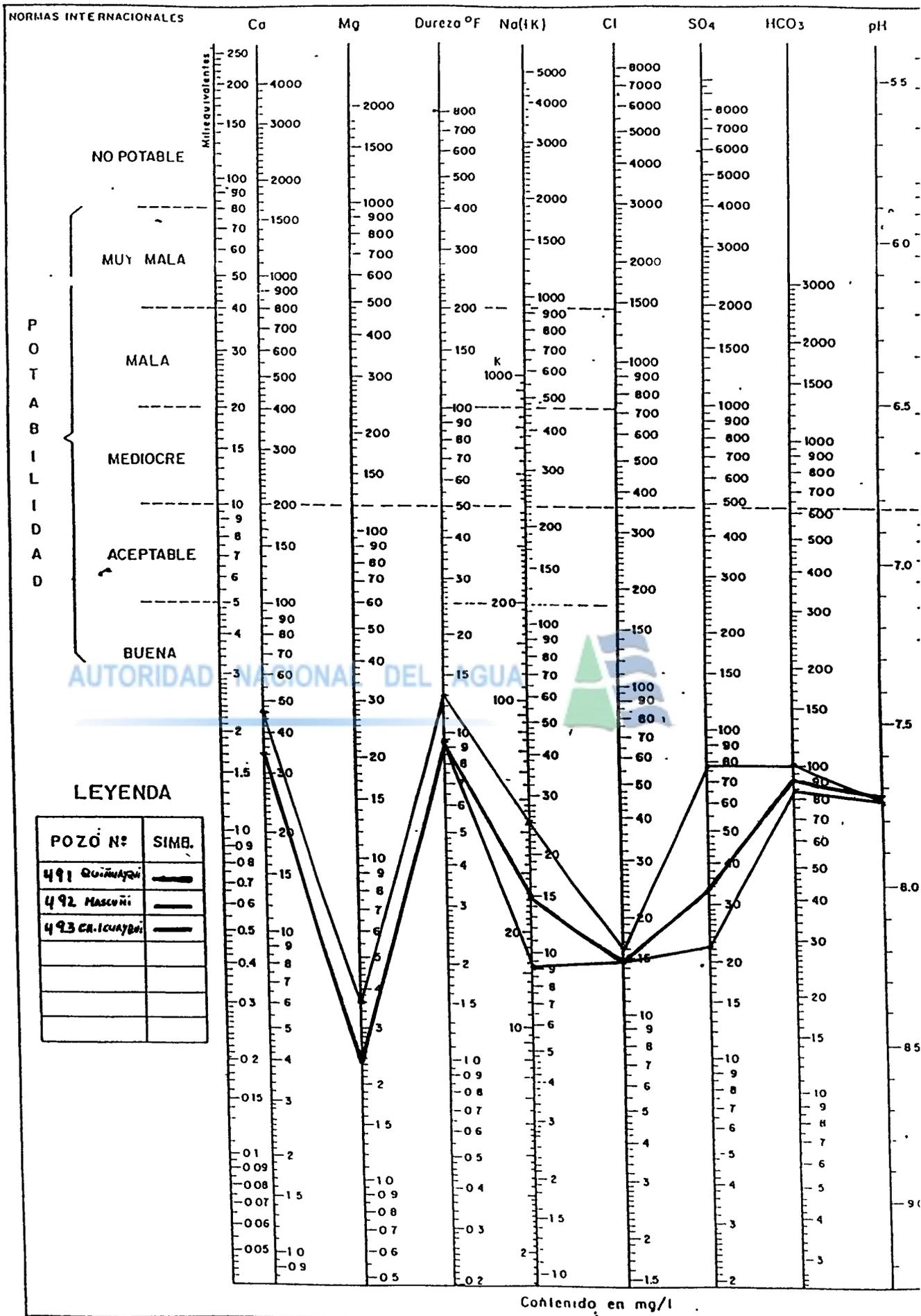
Fecha: _____

Por: _____

Wilcox Diagram

Wilcox Diagram





ANEXO II
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
Vistas Fotográficas





AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

FIG. Nº 1 — PUQUIO SHICAYACO SE OBSERVA LA CONSTRUCCIÓN DE DOS BEBEDEROS PARA EL GANADO VACUNO



FIG. Nº 2 RECOLECCION DE AGUA DEL PUQUIO CHILWAYQUE PARA SER ANALIZADO

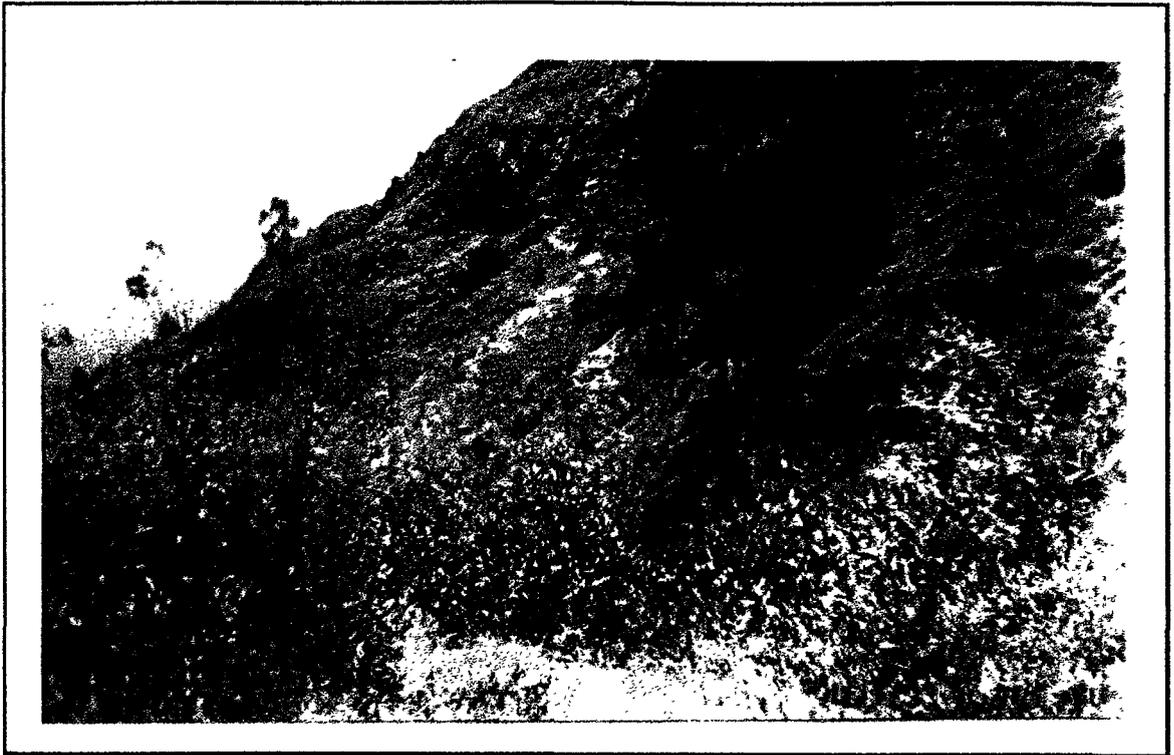


FIG. N° 3 SE APRECIA LA TOPOGRAFÍA PRONUNCIADA DE LA ZONA

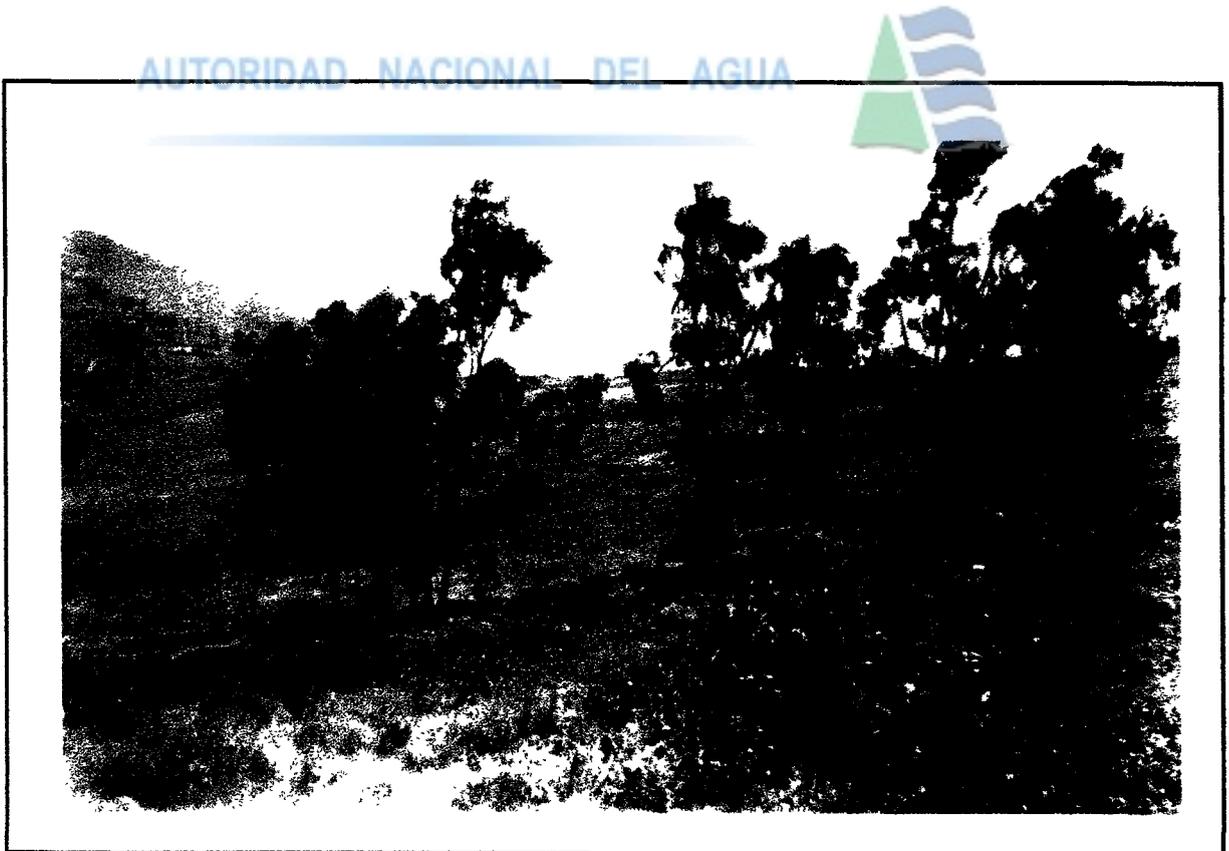


FIG. N° 4 ZONA CASI PLANA CON FALLAS GEOLOGICAS (Suelo agrietado)



FIG. N° 5 PUQUIO QUIÑUAYQUE CAUDAL PROMEDIO DE 3 l/s. SE OBSERVA LA SALIDA CONSTANTE DEL AGUA



FIG. N° 6 PUQUIO MASCUÑE SE OBSERVA EL RESERVORIO CON INFILTRACIONES



FIG. N° 7 PUQUIO LANTAHUACHE. EL AGUA AFLORA DEBAJO DE LA ROCA

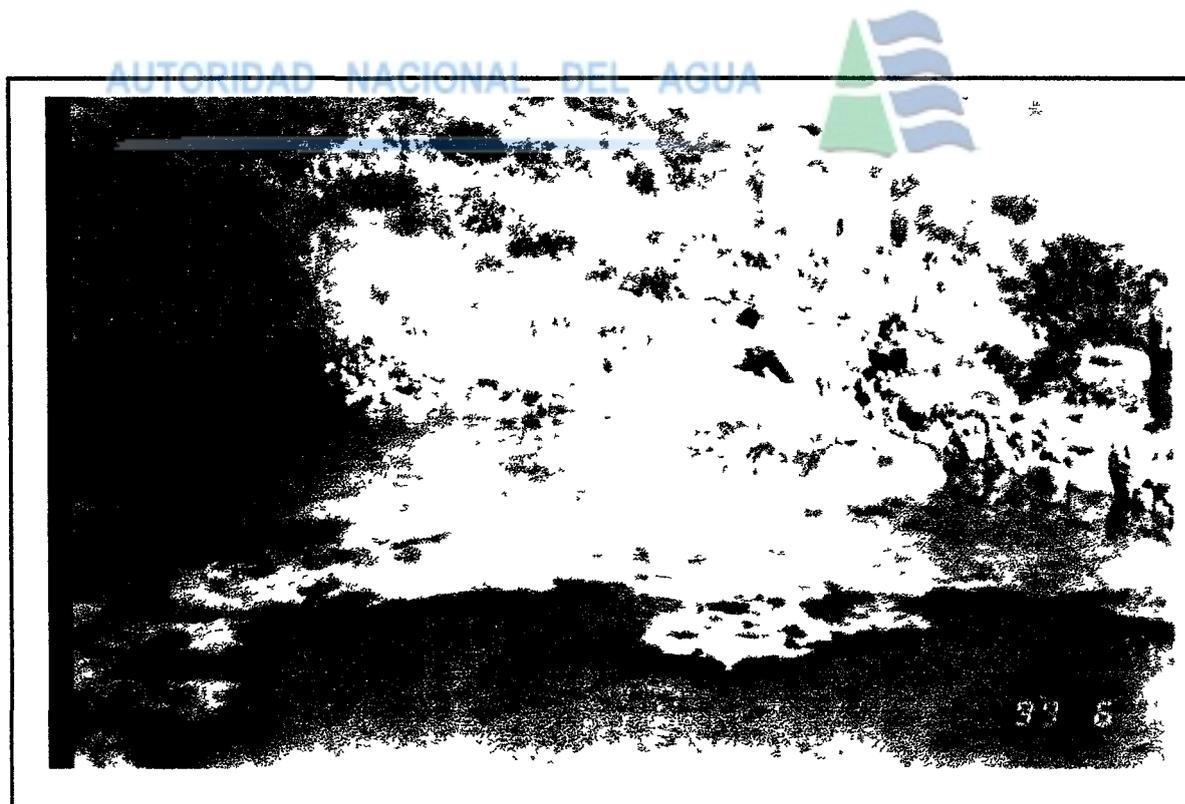


FIG. N° 8 PUQUIO LANTAHUACHE CON UNA REPRESA QUE PIERDE GRAN CANTIDAD DE AGUA POR FILTRACION



**FIG. N° 9 VISTA FOTOGRÁFICA DE LA PARTE BAJA DEL SECTOR NORTE
EXISTE UN RESERVORIO QUE ABASTECE DE AGUA A ESTE SECTOR**
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



**FIG. N° 10 QUEBRADA DE LA PARTE BAJA, SE MUESTRA LA PERDIDA DE
AGUA POR FALTA DE ALMACENAMIENTO**



FIG. N° 11 PUQUIO CHILCUAYTE CAUDAL PROMEDIO 3 l/s