

DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DEL AGUA PARA LA AGRICULTURA EN LA CUENCA NAZAS

Jean Yves LOYER *
Juan ESTRADA AVALOS **
Luc DESCROIX *

RESUMEN

La cuenca del río Nazas es la principal fuente de agua de la Región Hidrológica 36 (RH36); su escurrimiento proviene esencialmente de la parte alta que recibe de 500 a 900 mm anuales de precipitaciones pluviales y posee fuertes coeficientes de escurrimiento (10 a 20 por ciento). Estas aguas superficiales representan, para las áreas semiáridas de la cuenca, un potencial interesante en la agricultura, ya que pueden ser utilizadas como complemento de la lluvia o irrigación total de los cultivos.

Los escurrimientos se presentan bajo una red hidrográfica diversificada, mostrando diferentes morfologías de escurrimiento y almacenamiento:

- Los lechos de los ríos en la cuenca alta, Santiago, Sextin, Tepehuanes, con escurrimiento permanente.
- El lecho intermedio del río Nazas aguas abajo de Palmito.
- Las grandes presas de Palmito y de Francisco Zarco.
- Múltiples arroyos de escurrimiento temporal, pero que pueden alimentar por flujo subsuperficial ciertos depósitos.
- Numerosas presones, cuya reserva de agua puede ser continua en el año dependiendo de las situaciones que guarden.

Dentro de los diferentes usos de las aguas superficiales en la cuenca del Nazas, la agricultura de riego representa un aspecto importante: el agua almacenada en las presas es utilizada en la irrigación de La Laguna; en la parte intermedia del cauce se deriva para alimentar los perímetros de Nazas y Rodeo; el agua de algunos arroyos y presones se dedica de manera temporal para complementar los aportes pluviales.

En este tipo de utilización es indispensable considerar la calidad del agua, sobre todo en los aspectos de salinidad y alcalinidad. La interpretación del análisis efectuado en la parte alta y media de la cuenca mostró ciertas particularidades de facies hidroquímicas (carbonatadas o sulfatadas sodicas), así como algunos grados de salinidad y alcalinidad que requieren, en ciertos casos, precauciones al utilizarse en la agricultura.

* Investigador ORSTOM (Proyecto CENID RASPA-ORSTOM)

** Investigador CENID RASPA INIFAP SARH

INTRODUCCION

La disponibilidad del agua siempre ha representado un factor esencial en el desarrollo y sostenimiento de asentamientos humanos, volviéndose indispensable en aquellas regiones áridas y semiáridas donde, por sus condiciones climáticas, el agua se encuentra limitada, exigiendo una administración y explotación racional de este recurso. En México, cerca del 50 por ciento del territorio nacional presenta condiciones de aridez o semiaridez; sin embargo, es aquí donde se encuentran los principales desarrollos agrícolas del país. Tal es el caso de La Laguna, que inició su desarrollo agrícola a principios de siglo utilizando principalmente los escurrimientos provenientes del río Nazas. En la actualidad esta agricultura se desarrolla con mayor tecnología y diversificación en sus cultivos, aunque para ello se emplea parte de las reservas de agua subterránea existentes en la región.

Dentro del marco de colaboración entre CENID-RASPA* y el ORSTOM**, se desarrolla un proyecto de investigación que tiene como objetivo conocer el potencial hídrico superficial de la RH36 (cuencas Nazas y Aguanaval), para lo cual se han analizado los datos hidrológicos disponibles complementándolos con información cartográfica de INEGI, además de muestreos y recorridos de campo.

HIDROGRAFIA DE LA CUENCA NAZAS

La cuenca del río Nazas representa la principal fuente de los escurrimientos superficiales en la RH 36 (en promedio $1,200 * 10^6 \text{ m}^3$ de un total de $1,500 * 10^6$); se ubica principalmente en el estado de Durango, originándose en la Sierra Madre Oriental a una altitud superior a los 3,000 msnm, (Figura 1). Esta cuenca presenta un sistema de drenaje endorréico en el que se pueden diferenciar los escurrimientos ordenados, que van desde el parteaguas hasta una altitud de 1,150 msnm, y su colector principal denominado Laguna de Mayrán, que presenta escurrimientos difusos, (CENID RASPA - ORSTOM, 1993).

Escurrimiento ordenado.

Este sistema de escurrimiento queda comprendido en su totalidad dentro del estado de Durango; se encuentra formado, hacia la parte alta de la cuenca, por las cuencas de los ríos Santiago, Tepehuanes, Sixtin y Ramos, y hacia su parte media por el río Nazas hasta poco antes de llegar su cauce a la Cd. de Lerdo, Dgo.

* CENID-RASPA, Centro de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera. INIFAP. SARH.

** ORSTOM, Instituto Frances de Investigación para el Desarrollo en Cooperación.

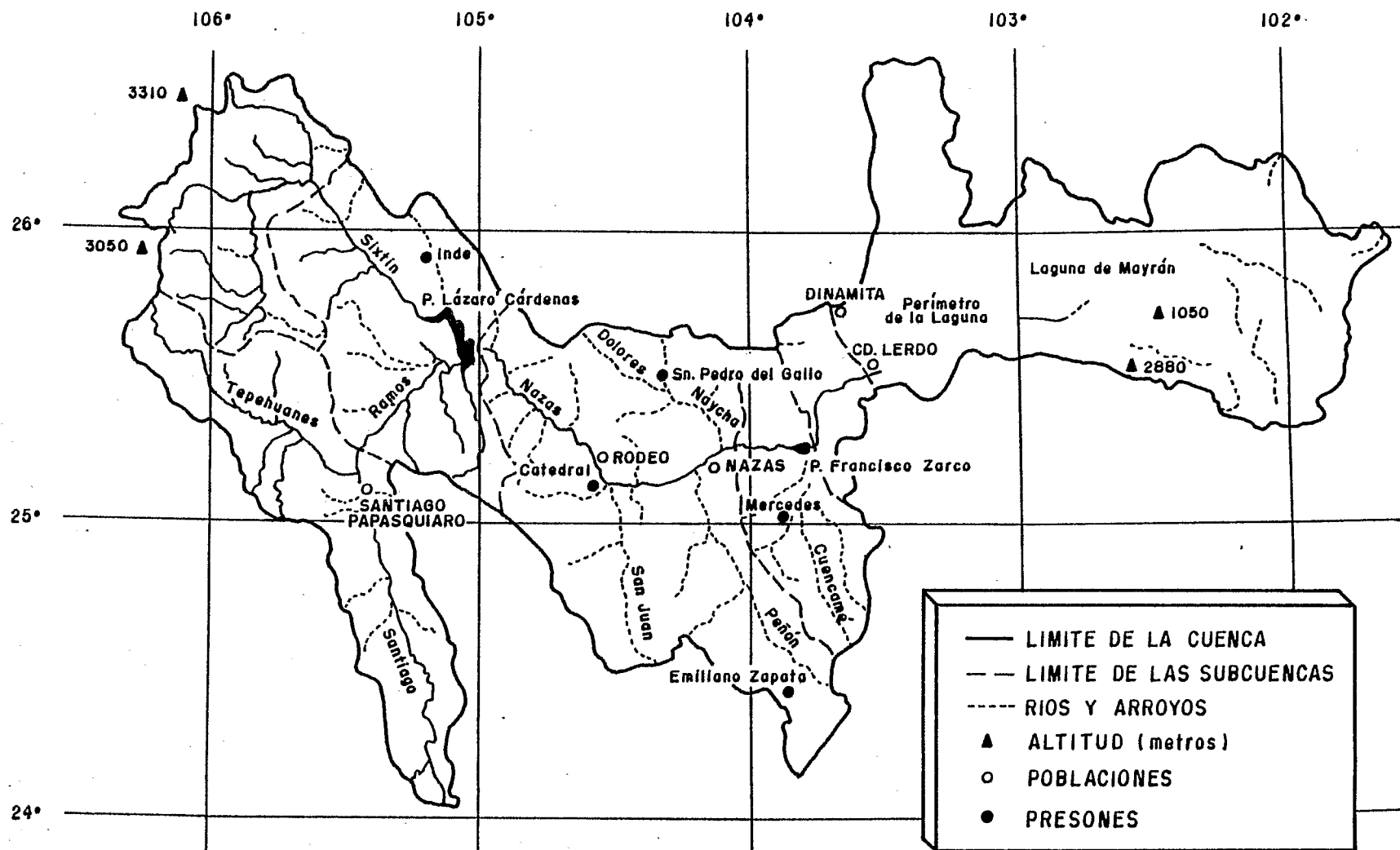


Figura 1.- Mapa hidrográfico de la cuenca del río Nazas.

En esta porción se localizan dos importantes presas: la presa Lázaro Cárdenas que cuenta con una capacidad de 4,000 millones de metros cúbicos y que tiene como principal propósito almacenar los escurrimientos de la parte alta de la cuenca, y la presa Francisco Zarco con 400 millones, que regula el cauce proveniente de la parte alta además de las posibles avenidas generadas en la parte intermedia de la cuenca. En esta última porción del cauce los escurrimientos disminuyen considerablemente, sin embargo, sobresalen las aportaciones de los ríos San Juan, Peñón y arroyo Cuencamé por la margen derecha y el arroyo Naycha que converge por la margen izquierda.

Escurrimiento difuso

Este sistema lo conforma propiamente La laguna de Mayran con una extensión aproximada de 11,500 Km². Los escurrimientos que presenta son difusos y de poca cuantía, pudiéndose explicar esto debido a que las cadenas montañosas ubicadas en esta zona son de menor importancia que las ubicadas en el sistema ordenado, además de presentar precipitaciones que varían entre los 200 y 400 mm anuales. Es dentro de este sistema donde se realiza el mayor aprovechamiento de los escurrimientos del Nazas.

DISPONIBILIDAD DEL AGUA

Desde el punto de disponibilidad del agua, en la cuenca del Nazas se pueden diferenciar tres áreas:

- La parte alta, que comprende desde el parteaguas hasta la presa Lázaro Cárdenas.
- La parte media, que puede ser definida entre las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco.
- La parte baja, que se ubica aguas abajo de la presa Francisco Zarco.

Parte Alta

Esta parte queda conformada por las cuencas de los ríos Santiago, Tepehuanes, Sixtín y Ramos, con una superficie aproximada de 19,000 Km². Es en esta área donde se generan cerca del 85 por ciento de los escurrimientos superficiales cuantificados en la cuenca Nazas. Sin embargo, de este porcentaje el 72 por ciento, promedio 1971-1977, se origina en las cuencas de los ríos Santiago, Tepehuanes y la parte alta del río Sixtín (aguas arriba de la estación hidrométrica Sardinias), teniendo una área total de 11,788 Km².

Al realizar un análisis temporal de la precipitación con la ayuda del programa DIXLOI (LEBEL y BOYER, 1989), se pudieron obtener las láminas esperadas de lluvia y escurrimiento de acuerdo a la función de distribución de Gumbel, (Cuadro 1).

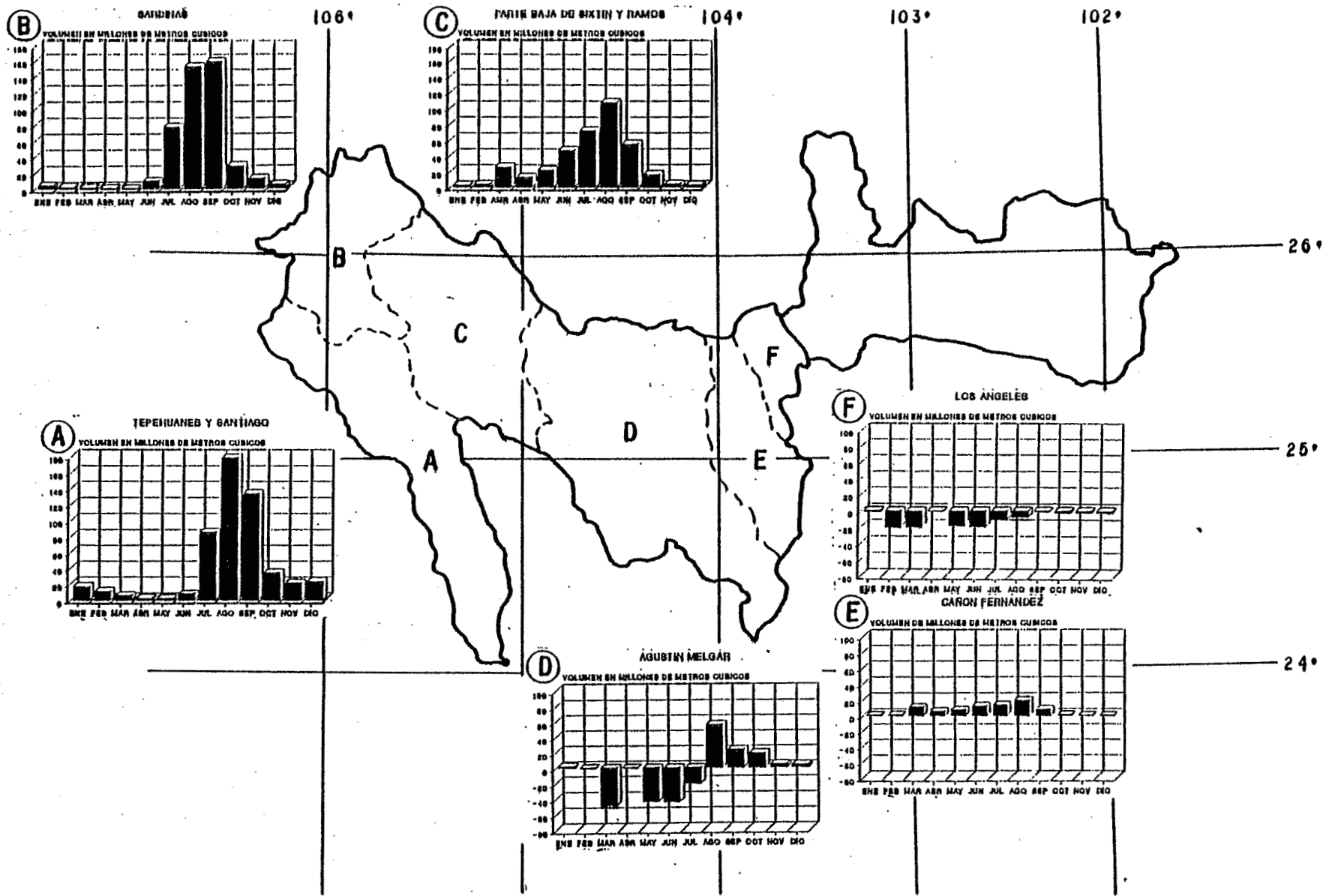


Figura 2.- Volúmenes mensuales aportados para cada subcuenca Promedio (1971-77).

Parte media.

En esta zona se genera poco menos del 15 por ciento del escurrimiento total anual. Asimismo, y principalmente en las poblaciones de Rodeo y Nazas, se realiza un aprovechamiento más intensivo de los escurrimientos con fines agrícolas (9,000 ha en promedio de 1982-1992). Esto se refleja en una disminución de los gastos aforados, sobre todo en el período de poca precipitación, donde los escurrimientos son menores a la demanda para el cauce comprendido desde la presa Lázaro Cárdenas a la estación hidrométrica de Agustín Melgar (Figura 2).

Para esta área se tiene que los arroyos que confluyen por la margen derecha del río son más importantes que aquellos que lo hacen por la izquierda. Esto se puede explicar fácilmente ya que los mayores coeficientes de escurrimiento, (INEGI 1980), se localizan hacia la margen derecha, donde se tienen las mayores elevaciones de las sierras, además de las precipitaciones (Figura 3).

Al realizar el balance del agua se tiene que para la cuenca Agustín Melgar existe una disminución del volumen de agua en el río de 43 millones de metros cúbicos (promedio 1971-1977); sin embargo, en esta cuenca existen pequeños vasos de almacenamiento con fines agrícolas tales como la Catedral, San Pedro del Gallo o la presa Mercedes, que pueden llegar a almacenar un total de 12 millones de metros cúbicos.

En el caso de la cuenca Cañón de Fernández, este balance resulta positivo con una aportación anual de 81 millones de metros cúbicos para el mismo período.

Parte baja

Esta área puede quedar comprendida desde aguas abajo de la presa Francisco Zarco hasta llegar a La Laguna de Mayrán, con una superficie aproximada de 13,500 Km². En esta región los escurrimientos son de poca cuantía y únicamente son aprovechados por obras de abrevadero o captación in situ (terrazas tipo Laguna) localizadas en las orillas de las serranías.

Asimismo, al analizar los escurrimientos observados en las estaciones hidrométricas se pueden establecer que las mayores aportaciones provienen de la parte alta del río Sixtin, con un gasto específico de 3.1 l/s/km² (Cuadro 2).

CUADRO 1. ESTIMACION DE LA PRECIPITACION PLUVIAL Y LAMINA DE ESCURRIMIENTO MEDIANTE LA FUNCION DE DISTRIBUCION DE GUMBEL EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA NAZAS.

LAMINA PRECIPITADA

Máxima Decenal	693 mm
Máxima Centenal	961 mm
Máxima del Milenio	1224 mm
Mínima Decenal	341 mm
Mínima Centenal	262 mm

LAMINA ESCURRIDA

Máxima Decenal	119 mm
Máxima Centenal	192 mm
Máxima del Milenio	263 mm
Mínima Decenal	23 mm
Mínima Centenal	2 mm

Los aprovechamientos de los escurrimientos en esta porción no son significativos dado que la topografía sólo permite realizar la agricultura en pequeñas superficies localizadas, que pueden ser irrigadas por el cauce del río o mediante pequeños almacenamientos como el caso de la presa Indé ubicada en la subcuenca Palmito. De esta forma casi la totalidad de los escurrimientos generados en la parte alta son almacenados en la presa Lázaro Cárdenas.

CUADRO 2. ESTIMACION DE LA DISPONIBILIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA NAZAS.

Subcuenca	Area km ² l/s/km ²	Gasto especifico m ³ /s	Gasto promedio
Parte Alta de la Cuenca			
Santiago y Tepehuanes	7,128	2.3	16.5
Parte alta del río Sixtin	4,660	3.1	14.4
Parte baja del río Sixtin y Ramos	7,288	1.6	11.8
Parte Media de la Cuenca			
Agustín Melgar	11,777	-	-
Cañón de Fernández	3,335	0.8	2.6

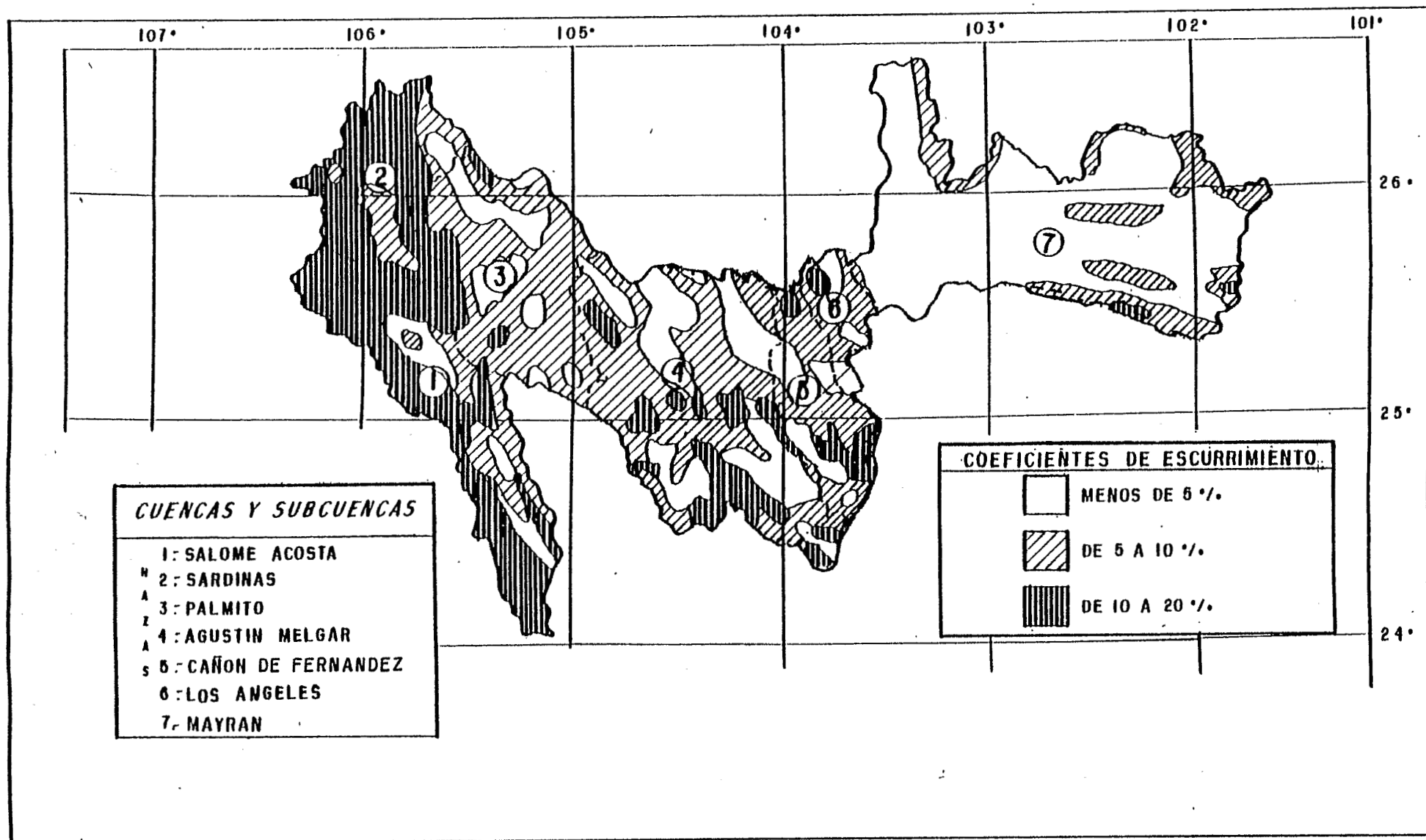


Figura 3: Coeficiente de escurrimiento en la cuenca del río Nazas (INEGI 1980).

CALIDAD DEL AGUA

Se ha demostrado en varias regiones geográficas (cuencas andinas, nor-mediterráneas o del cercano oriente), que la litología es el primer factor que orienta la composición química de las aguas naturales. (RISACHER, 1978; VALLES et al., 1990). De manera general es posible separar así las cuencas vertientes sedimentarias, caracterizadas por sales cloruro-sulfatadas sódicas o cálcicas, de las cuencas vertientes eruptivas donde dominan los carbonatos y el sodio. Luego vienen las interacciones de esas aguas con los sedimentos y los fenómenos resultantes de concentraciones, que orientan y controlan su evolución posterior.

Los diferentes análisis temáticos realizados en el marco del proyecto CENID RASPA - ORSTOM "Manejo y Uso del Agua en la Cuencas Hidrográficas del Norte de México", permitieron interpretar un cierto número de datos que tienen que ver con la petrografía y la calidad de las aguas superficiales concernientes a la cuenca del río Nazas (CENID RASPA - ORSTOM, 1993): cartas geológicas a diferentes escalas, cartas y análisis de aguas superficiales (INEGI, 1980). Estas últimas se completaron con 60 muestras de agua efectuadas en la totalidad de la cuenca y tratadas por el Laboratorio del Cenid-Raspa en Gómez Palacio. En total se pudieron interpretar 190 resultados de análisis.

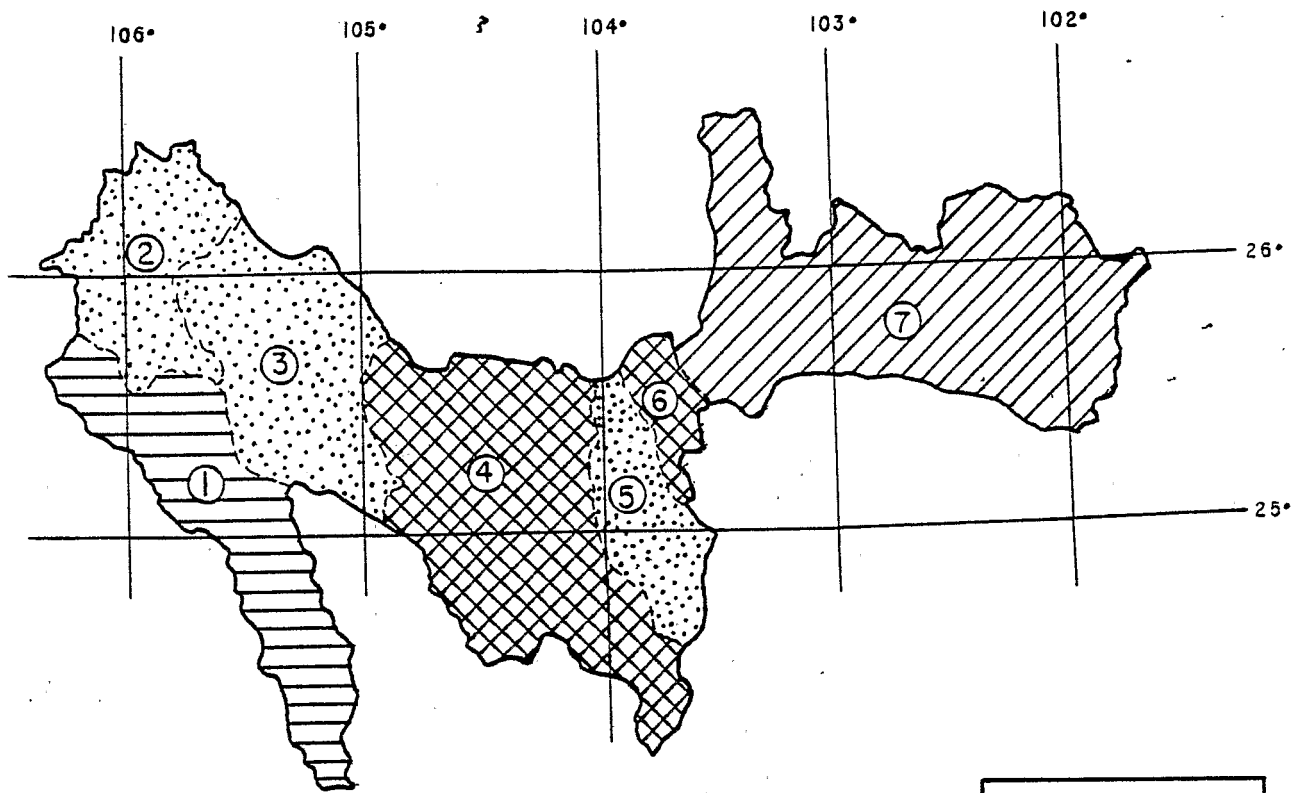
Concerniente a las aguas, los principales parámetros analizados conciernen al balance iónico y a las facies geoquímicas de las aguas, así como los que se refieren directamente a su uso en irrigación: pH, relación de adsorción de sodio (RAS), y alcalinidad residual positiva o negativa.

El uso de la clasificación de Riverside (Richards, 1954), permitió formular una opinión sobre la calidad de esas aguas para la irrigación a nivel de las diferentes unidades de escurrimiento y de almacenamiento de la cuenca vertiente, ríos, arroyos, manantiales, presas, y presones.

Análisis global del sistema de escurrimiento.

La cuenca del río Nazas es, desde el punto de vista geológico, representada en su parte alta por materiales de origen eruptivo, principalmente toba riolítica; por el contrario, a partir de Palmito domina lo sedimentario, constituido por rocas de origen detrítico (conglomerados, arenisca y lutita), que en la parte baja de la cuenca dejan lugar a rocas de origen químico y en particular calcáreos duros (LOYER, 1993); esto respetando el orden de la sedimentación en las grandes cuencas.

El análisis espacial de las aguas superficiales mostró, desde el punto de vista de la facies geoquímica para las siete subcuencas hidrométricas que se suceden desde aguas arriba hasta aguas abajo, una evolución en su composición (Figura 4). Estas aguas pasan progresivamente de la facies bicarbonatada sódico-cálcica a bicarbonatada-cálcica (s/c Salome Acosta, Sardinias y Palmito).



<i>SUBCUENCAS DEL NAZAS</i>	
1:	SALOME ACOSTA
2:	SARDINAS
3:	PALMITO
4:	AGUSTIN MELGAR
5:	CAÑON FERNANDEZ
6:	LOS ANGELES
7:	MAYRAN

<i>CLAVE</i>	
	BICARBONATO SODICO (Ca)
	SULFATO SODICO
	BICARBONATO CALCICO
	SULFATO CALCICO

Figura 4.- Facies quimicas de las aguas superficiales en las subcuencas del Nazas.

En la parte intermedia de la cuenca (s/c Agustín Melgar y Cañón de Fernández), donde se localiza el contacto eruptivo-sedimentario, las aguas están repartidas en promedio entre las facies sulfatada-sódica y bicarbonatada cálcica (Figura 5).

En la parte baja aluvial de La laguna (s/c Mayran), la facies sulfatada cálcica es netamente dominante.

En la **conductividad eléctrica** (cuadro 3), las aguas de la cuenca muestran una evolución sensible de la parte alta a la baja, pasando de 0.15 dS m^{-1} , (pudiendo ser menor en aquellos ríos que tienen contacto con bancos de riolita, 0.06 dS m^{-1}), a 0.5 dS m^{-1} en promedio, al llegar a la planicie. A pesar del papel regulador de las presas, estas conductividades pueden mostrar una evolución estacional sensible según los períodos de crecida o de estiaje: de 0.3 a 1 dS m^{-1} a la entrada del canal Sacramento en la planicie por ejemplo.

La relación conductividad-concentración calculada para las aguas superficiales de la Región es: 1.38 dS m^{-1} para cada gramo de sal por litro (LOYER, 1993).

La gama de variación de **concentración** entre la parte alta y la baja es entonces de 145 mg L^{-1} a 360 mg L^{-1} . Esto significa que la cantidad media de sal que se aporta para una especulación agrícola que consume en promedio $14,000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (DESCROIX y al., 1993), sería de 2 a 5 toneladas por hectárea; esto sin prejuizar sobre el futuro de esas aguas, lavado, concentración, intercambio con las arcillas, según las condiciones de uso y la naturaleza de los suelos.

El RAS, $[\text{Na}/\{(\text{Ca}+\text{Mg})/2\}]^{0.5}$ de estas aguas es generalmente bajo, inferior a 4, es decir que los riesgos de alcalización de los suelos son muy bajos.

Su **alcalinidad total** (carbonatos + bicarbonatos), que se traduce por pH elevados del orden de 8, así como su **alcalinidad residual calco-magnésiana** (alcalinidad total - calcio + magnesio en meq L^{-1}), muestran una evolución sensible de la parte alta a la baja a nivel de las siete sub-cuencas vertientes estudiadas (cuadro 3). Esta alcalinidad residual es muy ligeramente positiva en las aguas superficiales de las tres sub-cuencas de la parte alta ($+0.7$ a $+0.3 \text{ meq L}^{-1}$), lo que significa que esas aguas podrían enriquecerse, después de concentración, en carbonatos de sodio perjudiciales a la calidad de los suelos irrigados; ella llega a ser negativa, es decir, que presenta menos riesgo para los suelos, en la parte intermediaria y baja de la cuenca (s/c Agustín Melgar, Cañón de Fernández y Los Angeles). En la parte baja de La Laguna, esta alcalinidad residual vuelve a ser positiva ($+1.6 \text{ meq L}^{-1}$).

CUADRO 3. PRINCIPALES PARAMETROS CARACTERISTICOS DE LAS AGUAS EN LAS SIETE SUBCUENCAS DEL NAZAS.

S/CUENCAS	pH	C.E. dS.m ⁻¹	Conc. mg.L ⁻¹	RAS	Alc.resid. meq.L ⁻¹
Salomé A.	8.3	0.36	215	1.6	+ 0.7
Sardinas	8.1	0.31	281	0.8	+ 0.4
Palmito	8.3	0.35	254	1.0	+ 0.3
Agustín M.	8.1	0.69	437	3.4	- 0.3
C. de Fdz.	7.9	0.46	359	1.0	- 0.5
Angeles	8.1	1.05	626	4.4	- 0.5
Mayrán	7.8	0.64	495	1.3	+ 1.6

Análisis de los principales sistemas de aprovisionamiento.

Las interpretaciones precedentes fueron hechas a partir de los promedios calculados para el conjunto de las 190 aguas superficiales analizadas en la cuenca. Una interpretación específica de algunas de ellas en relación a los principales sistemas de escurrimiento o de almacenamiento, muestra las principales variaciones de esos parámetros en la cuenca vertiente (Cuadro 4).

CUADRO 4. ANALISIS DE ALGUNAS AGUAS EN LA CUENCA DEL NAZAS.

	pH	C.E. dS.m ⁻¹	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO ₄	CO ₃ + HCO ₃
			miliequivalentes por litro						
R.Nazas a.	7.7	0.15	1.0	0.1	0.4	0.2	0.3	0.1	1.4
R.Nazas b.	7.5	0.90	3.0	1.4	1.7	0.1	0.4	4.7	3.3
A.Naycha	8.0	7.70	11.2	10.2	47.2	0.3	6.7	69.0	4.7
A.Dolores	7.8	10.3	24.5	19.4	60.2	0.2	12.4	94.5	4.4
P.Palmito	7.7	0.15	1.1	0.2	0.3	0.1	0.3	0.1	1.7
P.Zarco	8.0	0.30	1.2	0.3	1.1	0.1	0.1	1.0	2.2
P.Mercedes	7.9	0.43	2.1	0.8	1.3	0.1	0.4	0.6	3.3
P.Inde	7.9	0.47	2.4	1.3	0.9	0.2	0.7	1.1	2.7
R.Santiago	7.2	0.06	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.5

R: Río - a: arriba - b: abajo - A: Arroyo - P: Presa.

En los ríos permanentes de la parte alta (río Santiago, Sixtin y Tepehuanes), las aguas tienen conductividades bajas del orden de 0.2 a 0.3 dS m⁻¹. Algunas de ellas, en el río Santiago en particular, descienden hasta 0.05 dS m⁻¹. Su facies bicarbonatada cálcica no es más perjudicial a la irrigación, ni su RAS del orden de 1. Algunas facies anormales han sido sin embargo encontradas, (bicarbonatadas sódicas), así como las alcalinidades residuales débilmente positivas (+1.5 a 2 meq L⁻¹), que merecerían una atención particular.

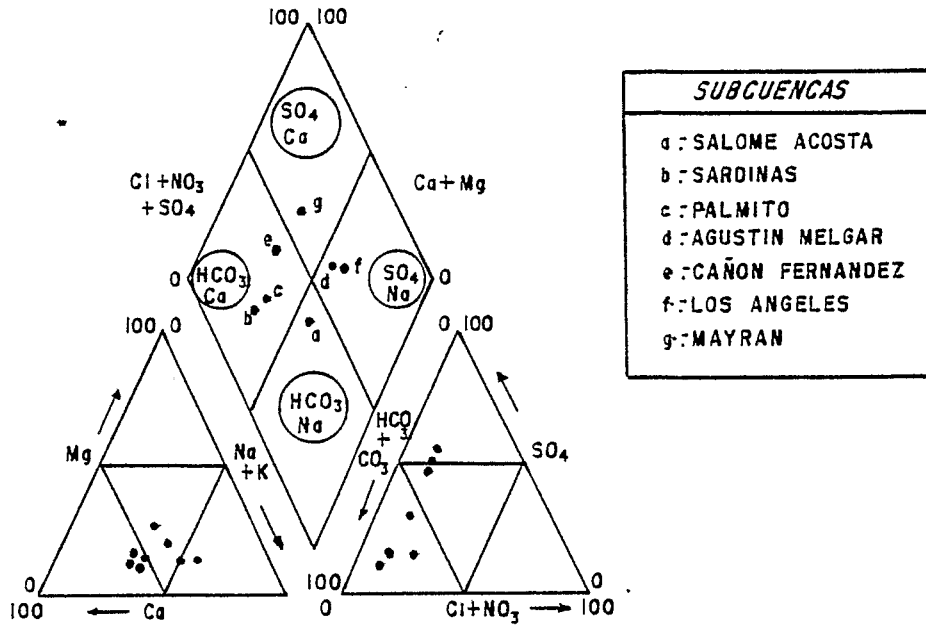


Figura 5 : Diagrama de Piper de las aguas en las subcuencas del Nazas .

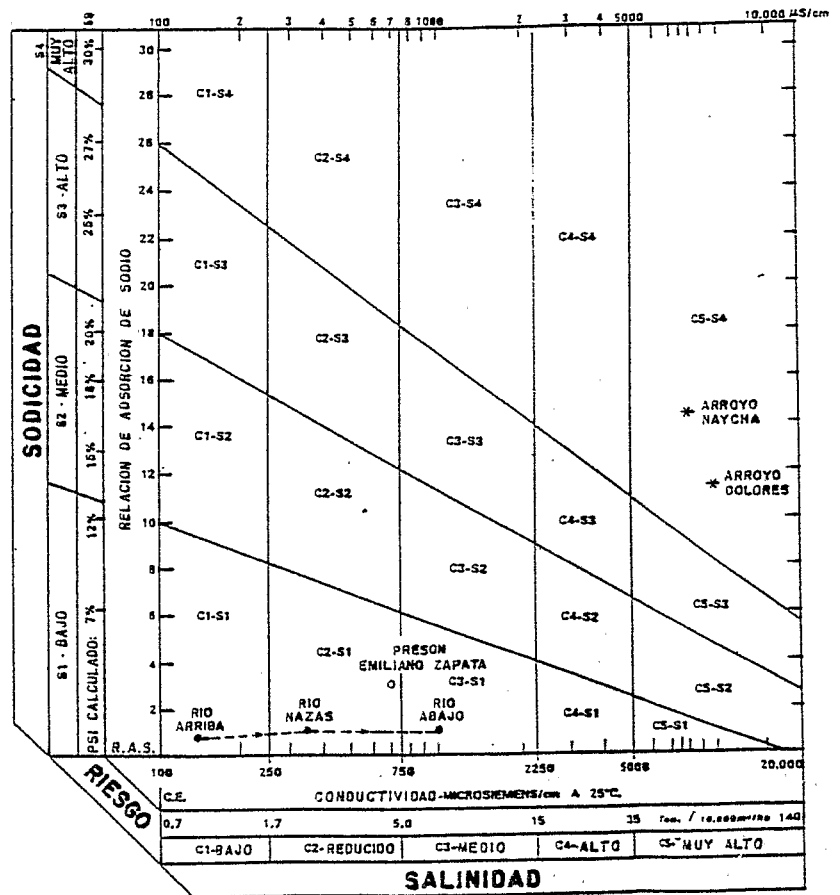


Figura 6:- CLASIFICACION DE AGUAS DE RIEGO
(RIVERSIDE - J.H. DURAND, noétficase)

Las aguas del río Nazas, (nombrado así aguas abajo de Palmito), son poco cargadas (C.E., 0.15 dS m^{-1}), muy poco alcalizantes, (RAS, 0.5) y tienen una alcalinidad residual muy ligeramente positiva, no plantean problemas para la irrigación y son utilizadas en los perímetros de la cuenca intermedia, (Nazas, Rodeo y Carranza); su clasificación en el diagrama de Riverside es C1S1 (DURAND, 1958), (Figura 6).

Hacia la parte baja del río, llegan a ser sensiblemente más alcalinas (C.E. 0.5 dS m^{-1} , RAS del orden de 1 y alcalinidad residual ligeramente positiva $+1 \text{ meq l}^{-1}$); se clasifican C2S1. Su utilización en los perímetros de La Laguna tampoco plantean problema bajo las dosis de uso actual que provocan un importante lavado al suelo (GONZALEZ BARRIOS, 1992). Sin embargo, estas pudieran ser nocivas si se aplicaran medidas de economía del agua, al aumentar su concentración dada una reducción en la fracción de lavado.

Las aguas de la presa Palmito son el reflejo de aquellas de la parte alta de la cuenca: C.E. 0.17 dS m^{-1} , RAS 0.4 y alcalinidad residual a penas positiva, $+0.4 \text{ meq L}^{-1}$. Estas no plantean ningún problema en particular. Las aguas de la presa Francisco Zarco están ligeramente cargadas en sales (C.E. 0.3 dS m^{-1} , RAS del orden de 1 y alcalinidad residual $+7 \text{ meq L}^{-1}$).

Algunas pequeñas presas como Las Mercedes, Catedral y San Pedro del Gallo, alimentadas por los afluentes del Nazas, pueden tener características menos favorables. Las aguas de la presa Mercedes, por ejemplo, tienen alto contenido de sales, C.E., 0.45 dS m^{-1} , pero son poco alcalinas (clasificación C2S1).

Dentro de las presas censadas en la cuenca vertiente, aquellas de la parte alta tienen aguas de muy buena calidad, mismo si algunas, como la presa de Indé situada aguas abajo del pueblo, poseen características bacteriológicas desfavorables. En el plan químico, las aguas de esta presa tienen las siguientes características: C.E., 0.5 dS m^{-1} , RAS, 3, clase C2S1. Algunos pequeños presones están situados sobre las rocas graníticas (región de Dinamita) y no plantean ningún problema serio, a pesar de la presencia de sodio debido a la mineralogía del granito con feldespatos calco-alcalinos.

Por el contrario algunos otros son alimentados por arroyos o manantiales que salen de los masivos sedimentarios de lutita; esta muestra una cierta salinidad original. Las aguas del presón Emiliano Zapata por ejemplo en la subcuenca Agustín Melgar, tienen una Conductividad Eléctrica de 0.6 a 0.7 dS m^{-1} , un RAS de 3 a 4, y una alcalinidad residual positiva de $+4 \text{ meq l}^{-1}$ (Figura 5) Esas aguas concentradas, precipitan carbonatos de calcio o de magnesio, lo que eleva su RAS y su pH.

Ciertas aguas de arroyos mostraron características muy desfavorables a la irrigación. Arroyo Naycha y arroyo Dolores por ejemplo, en la sub-cuenca Agustín Melgar, tienen conductividades elevadas (7.7 y 10.3 dS m⁻¹, respectivamente) y RAS de 14.5 y 12.8. Esas aguas impropias a la irrigación están clasificadas como C5S1 (Fig 6). No sería oportuno captarlas en reservorios para cualquier utilización.

CONCLUSIONES

Desde el punto de disponibilidad del agua se pueden identificar tres zonas en la cuenca del Nazas: la parte aportadora de los escurrimientos, en la cual es necesario conocer más detalladamente sus procesos hidrológicos con el objeto de mantener y conservar sus recursos (suelo, vegetación, etc); la parte intermedia, donde se realiza un aprovechamiento más intensivo de los escurrimientos, y en la cual se pueden realizar algunas obras de captación de uso agropecuario, cuidando siempre las repercusiones que se puedan tener en el balance general de la cuenca, y la parte baja donde se hace necesario realizar un uso más eficiente del agua además de conservar la calidad de la misma.

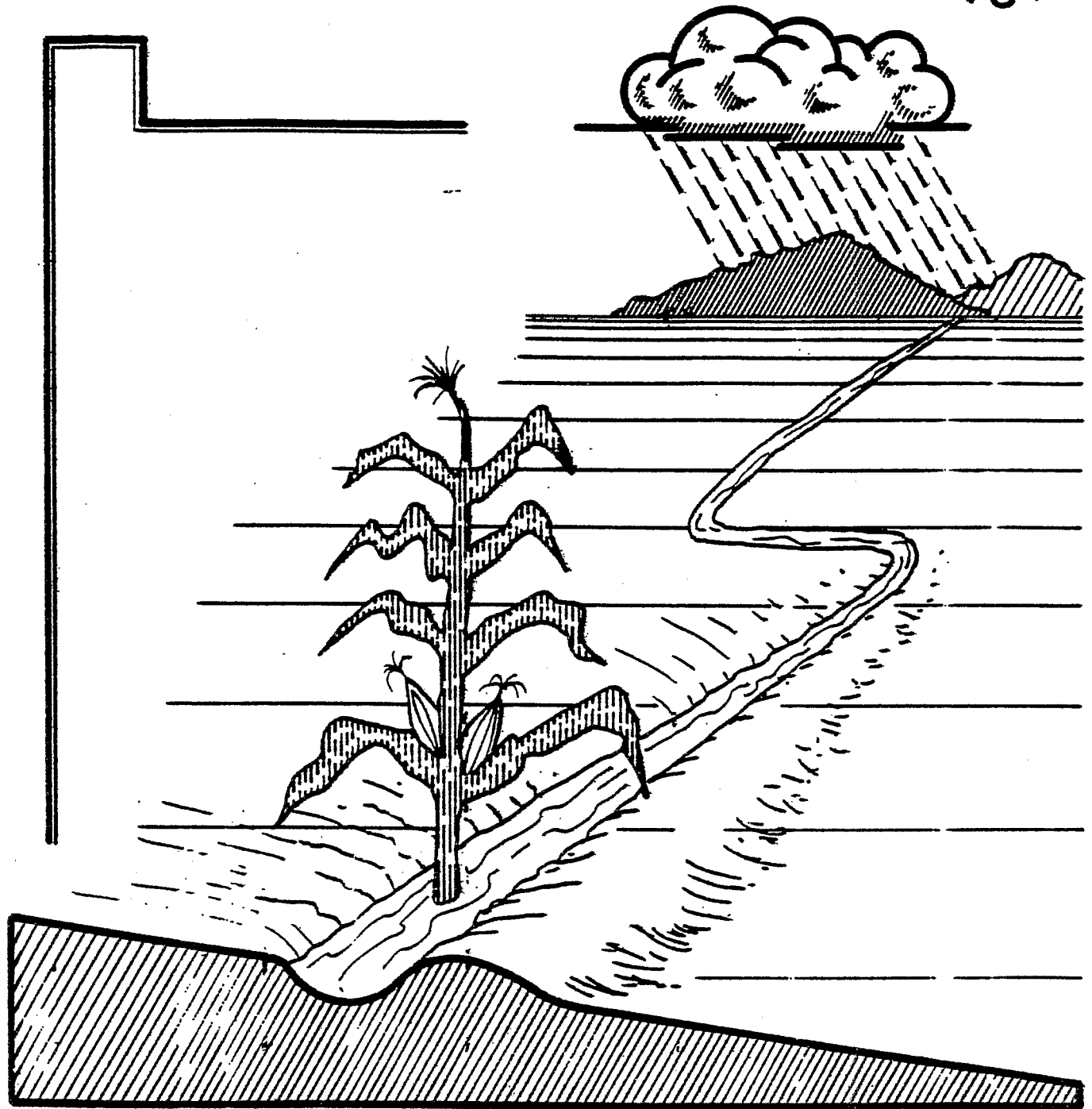
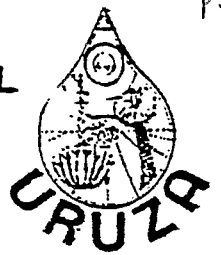
A pesar de algunas reservas concernientes a las características intrínsecas de ciertas aguas y las evoluciones potenciales de otras después de mezclarse en los arroyos y ríos, las aguas de la cuenca Nazas son interesantes de utilizar. Fuera de los grandes perímetros de La Laguna, pequeñas unidades puntuales para una irrigación, podrían muy bien instalar a partir de bordos o presones. Además del aspecto edafológico, dos precauciones esenciales se deben considerar al nivel de las obras de captación y estudiar para cada caso en particular: el contexto general (geológico, humano, etc.) de las cuencas que aportaran los escurrimientos, y la forma y geometría del presón que deberá ser tal que la superficie sea mínima en relación a su profundidad con el objeto de reducir la evaporación. Desde la parte alta hasta la parte baja de la cuenca es fácil estimar, en relación con su régimen evaporativo, la altura mínima de agua almacenada en obras de captación de tal forma que se pueda prever la disponibilidad de esta durante el transcurso del año.

BIBLIOGRAFIA

- CENID RASPA - ORSTOM. 1993. Análisis de los factores que influyen los escurrimientos en la Región Hidrológica 36. - (en prensa).
- Descroix, L., Loyer J.Y., Estrada A.J., 1993. Water resource en arid zones, the hydrological region 36 in northern Mexico. International conference on desert development. Mexico.
- Durand, J.H. (1958) Les Sols Irrigables. Etude pédologique, Alger, 191 pages.
- González B., J.L. 1992. Eaux d'irrigation et salinité des sols en zone aride Mexicaine. Exemple dans la "Comarca Lagunera". Thèse USTL Montpellier, France.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) 1981. Mapas de Geología, (Monterrey, Chihuahua) a escala 1:1.000,000 y guía para la interpretación. (29p.) INEGI, MEXICO.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) 1980. Serie de mapas de Hidrología Superficial escala 1:250,000., MEXICO.
- Lebel, T., Boyer J. F., 1989. DIXLOI: Un ensemble de Programmes FORTRAN 77 pour l'ajustement de lois statistiques et leur représentation graphique. Laboratoire d'hydrologie ORSTOM, France.
- Loyer, J.Y., 1993. Geología y Calidad de agua en la RH36, en Análisis de los factores que influyen los escurrimientos en la RH36. (en prensa).
- Piper A.M., 1944. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses, in transactions, American Geophysical Union. Papers, Hydrology. pp. 914-928.
- Risacher. F., 1978. Le cadre géochimique des bassins à évaporites des Andes Boliviennes. - cah. Orstom, sér. géol.vol.x, No1. 37-48.
- Rieu M., 1980. Sodium adsorption ratio et estimation du pouvoir alcalinisant des eaux. Cah. Orstom sér. pédol. 18 pp 123-128.
- Valles V., M. Gholami., R. Lambert., 1990. Chimie des eaux et alimentation du bassin versant du Djaferud (Iran). Hydrol. Cont. Orstom, vol. No 5. No 1, 61-69.



2º SIMPOSIUM NACIONAL DE CAPTACION (in situ) DEL AGUA DE LLUVIA Y MANEJO DE ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES A NIVEL PARCELA



BERMEJILLO. DGO. 19 Y 20 DE MAYO DE 1993 ORSTOM Fonds Documentaire

20 OCT. 1993

Nº 38.950-ep 1
Cote : B