

SINTESIS

DESCROIX Luc
ESTRADA AVALOS Juan
LOYER Jean-Yves
ORONA CASTILLO Ignacio

1. SINTESIS TEMATICA.

El análisis de todos los factores que influyen en el escurrimiento en la RH 36, muestra lo complejo que resulta un gran conjunto de ecosistemas distribuidos espacialmente.

La disponibilidad y el uso del agua en la RH 36 están sometidos a tendencias opuestas:

- * La región de mayor disponibilidad natural del agua es la que menos ocupación humana presenta y por tanto las necesidades de agua son las más bajas.
- * Por el contrario, la zona de mayor densidad de población y de uso del suelo y agua, se sitúa en condiciones áridas y semiáridas con altas tasas de evaporación.

Las condiciones orográficas de la zona más húmeda (Sierra Madre Occidental), son la principal limitante de la densidad de población. En la parte baja (Región Lagunera), donde se encuentran llanuras de grandes extensiones, la disponibilidad de agua depende enteramente de los escurrimientos generados en las zonas altas de la cuenca y de su frágil sistema de abastecimiento subterráneo.

Factores Físicos y Bióticos.

En la Sierra la mayoría de los factores favorecen un importante volumen de escurrimiento anual.

- Factores Físicos: la pluviometría en esta zona se presenta de forma regular e importante (hasta 900 mm en el parteaguas), existe una menor evaporación al disminuir la temperatura y las condiciones orográficas impiden el estancamiento de las aguas.

La geología no es tan favorable, sin embargo, existe capacidad de almacenamiento provisional en aquellos suelos situados sobre toba. Estos suelos, relativamente profundos y muy pedregosos, permiten la restitución posterior del agua regulando así el escurrimiento y limitando, finalmente, sus pérdidas.

- Factores Bióticos: su principal componente son las grandes extensiones de bosques que limitan el escurrimiento instantáneo y regulan el volumen total disponible. Esta forma de almacenamiento natural limita la evaporación. Hacia el Oeste de la RH 36, la cobertura forestal se mantiene en buenas condiciones dada la limitada capacidad de establecimiento de los cultivos y las condiciones climáticas favorables que permiten la reconstitución y un buen mantenimiento del bosque.

- Factores Humanos: estas actividades se limitan al fondo de los valles mediante la explotación agrícola y, con mayor importancia, al aprovechamiento de los recursos forestales que hasta ahora no ha dañado grandemente los bosques.

La situación en *la parte baja* (Región Lagunera) es totalmente contraria: los volúmenes de escurrimiento que se presentan son menores además de irregulares; dadas sus condiciones climáticas de aridez continental, las lluvias son escasas y su repartición espacial y temporal se presenta con gran variabilidad; la temperatura y evaporación son elevadas; existen grandes llanuras con poca vegetación. Esta zona es una región de alto consumo de agua.

La parte media se desarrolla en un clima semiárido que permite, aunque con ciertos riesgos, el establecimiento de la agricultura de temporal.

Los factores físicos son muy heterogéneos presentando condiciones particulares muy variables. Las temperaturas pueden ser elevadas y favorecer la evapotranspiración aunque en menor medida que en la parte baja).

Su litología sedimentaria muestra una alternancia de materiales endurecidos (caliza, por ejemplo), y materiales suaves (lutita). Esta alternancia presentan un comportamiento hídrico muy diferente en el cual el buzamiento de los estratos tiene una gran importancia. La sucesión geomorfomológica característica de esta zonas presenta relieves (cerros y piedemontes), en los cuales se desarrollan bajadas muy largas y llanuras a veces endorréicas. Un factor edafológico que influencia grandemente los escurrimientos es la presencia, ya sea en la superficie del suelo o dentro de este, de una capa de caliche impermeable. Los suelos de piedemontes y de bajadas en relación con relieves de caliza, son frecuentemente petrocálcicos al contrario de las unidades de la parte eruptiva de la RH 36. Este factor también reduce la profundidad y capacidad de retención del agua en los suelos.

- El tipo y la densidad de la vegetación se encuentra fuertemente relacionado con la pluviometría. El matorral y el pastizal son muy extensos compensando en parte la baja proporción de bosques. Existen escurrimientos en esta porción de la RH 36, sin embargo, su volumen total es pequeño en relación al volumen precipitado; una cantidad importante de esta agua se utiliza localmente a partir de derivaciones de los ríos y arroyos o mediante obras de captación como los numerosos presones que existen.

Las áreas de cultivos de temporal son extensas en esta zona y consumen parte de las lluvias. Considerando el área de ocupación, la ganadería es la actividad más importante aprovechando el recurso natural, aunque este se vea afectado por el sobrepastoreo y, en algunas partes de la cuenca media del Aguanaval, por la erosión.

Actualmente, las características naturales que condicionan el escurrimiento no se modifican rápidamente, sin embargo, se sabe que en caso de desequilibrio de estas, las consecuencias que se originan se presentan de forma inmediata. Considerando un adecuado manejo del estado del bosque así como de los pastizales (y de hecho, del agua), se puede esperar conservar las condiciones presentes del escurrimiento.

Las Actividades Humanas y el Uso del Agua.

Aún cuando se desconoce con precisión la distribución del uso del agua entre los diversos sectores de actividad en la RH 36, es posible afirmar que más del 90 por ciento se utiliza en la actividad agrícola, seguida por la destinada al uso doméstico y finalmente para uso industrial.

El deterioro ambiental que trae consigo el crecimiento poblacional y de servicios impacta la disponibilidad del agua, por lo que se requiere encontrar y practicar formas que permitan mayor disponibilidad y uso de este recurso a fin de hacer más sostenible su permanencia.

Actualmente, las estrategias del uso de agua practicadas en las zonas de temporal se pueden ubicar bajo tres condiciones: situación de escasez, de excedentes y de disponibilidad normal de agua.

Bajo la primer condición, al inicio del año pueden ocurrir precipitaciones que permiten la siembra de maíz y frijol, sin embargo, al no presentarse oportunamente las lluvias esperadas, el productor pierde lo sembrado. Bajo esta situación canaliza sus esfuerzos a la producción ganadera que normalmente posee, procurando completar la alimentación del ganado con nopal chamuscado, frutos del maguey (quiote) y palmilla, pues los pastos y matorrales son escasos.

Cuando la sequía se acentúa, las represas de abrevamiento comienzan a agotarse al punto que para abrevar al ganado tiene que acarrear el agua en pipas o tanques, no obstante, cuando el difícil acceso impide al acarreo, el ganado empieza a morir.

De los que no poseen ganado, algunos se dedican a la extracción de leña, carbón y/o si lo permite el medio, a la extracción de plantas útiles (medicinales, comestibles o industriales como candelilla y lechuguilla), con lo que obtienen por la venta de estos productos sufragar sus gastos; otros deciden emplearse en actividades ajenas al sector, emigrando temporalmente a los centros urbanos en busca de empleos temporales, y algunos otros deciden emigrar a los Estados Unidos, donde con suerte llegan a ahorrar dinero para sembrar al siguiente año.

Cuando hay agua en exceso se presenta otro tipo de situaciones. Al ocurrir las primeras lluvias se aprovechan de inmediato para la siembra de maíz y frijol; como el agua es abundante, los cultivos se desarrollan sin problemas, pero con el exceso, aunque ambos cultivos disminuyen sus rendimientos, el frijol se ve más afectado. En todo caso los excesos de lluvia acarrearán más beneficios que problemas.

Bajo la situación de exceso de agua, la actividad ganadera se ve sumamente beneficiada, los pastos y matorrales son abundantes y las represas y estanques disponen de suficiente agua. Así mismo, donde se tienen grandes obras de captación y almacenamiento de lluvia, se puede asegurar la siembra de algún cultivo para el ciclo que viene, como ocurre con presas de tamaño regular que existen en la región. Y donde no existen, de alguna forma la humedad almacenada por el suelo permite la siembra de cultivos de invierno como el trigo y la avena. Bajo esta situación es posible que el fenómeno de emigración disminuya un poco.

Al presentarse el caso de precipitaciones normales, el aprovechamiento del agua tiene lugar mediante la canalización de los escurrimientos o bien de la desviación de arroyos para aprovechar el agua tanto en las parcelas de temporal como en el abrevamiento del ganado.

Otra situación es que a las margenes de ríos que alimentan las presas principales de la RH 36 ocurre el aprovechamiento de los escurrimientos. Para ellos existe una organización social e institucional encargada de hacerlo.

Donde el temporal es suficiente, (parte alta de la zona de estudio), se practica una ganadería con problemas de sequía menos graves que los que se presentan en la parte baja; lo mismo ocurre para la producción agrícola, sin embargo, para la parte alta la limitante al respecto es la baja disponibilidad de superficies aptas para sembrar y hacia la parte baja lo es el agua. Lo que explica la ubicación actual de las presas Lázaro Cárdenas (alimentadora) y Francisco Zarco (derivadora) en la cuenca del Nazas, y las presas Leobardo Reynoso, Cazadero y Los Naranjos, en la cuenca del Aguanaval.

La actividad piscícola se concentra permanentemente en las principales presas de la Región Hidrológica, y cuando las precipitaciones y captación de agua lo permiten, en contados estanques alimentados con agua de ríos y arroyos, utilizándose estas mismas aguas para abrevar ganado y auxiliar el riego de cultivos agrícolas, práctica que podría ser mas difundida mediante programas de sensibilización hacia la producción y consumo de este tipo de productos.

Desde una perspectiva social y económica, lo que faltaría en todo caso, aparte de rehabilitar las obras de captación existentes, sería encontrar nuevas alternativas de uso del recurso que complementen actividades ganaderas, agrícolas y piscícolas, que permitan obtener una mayor productividad del agua, sin olvidar un elemento importante en el ahorro del recurso como es la tecnología disponible sobre sistemas de riego por aspersión, por goteo y producción por acolchados.

Balance Global del Agua.

El Cuadro 1 señala el problema del balance entre uso y disponibilidad total del agua, en la RH 36: un 43.8 por ciento del volumen consumido ($1,013 \text{ Mm}^3$) se consigue con sobreexplotación de las aguas superficiales y sobre todo del acuífero.

El consumo se divide así:

Uso industrial y doméstico: 5%

Uso agrícola, incluyendo pérdidas en conducción: 95%

Pero esta proporción esta cambiando, pues la sobreexplotación del acuífero obliga a disminuir el consumo del agua agrícola. Por el contrario, el crecimiento de la población y del nivel de vida así como de la industrialización en la Laguna, origina un crecimiento acelerado del volumen de agua para uso no agrícola.

Cuadro 1

Balance global del agua en la RH 36.

ABASTECIMIENTO	APROVECHAMIENTO						
<p>AGUAS SUPERFICIALES (Mm³/año).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Promedio anual para el período 1946-1990. <ul style="list-style-type: none"> Río Nazas: 1,038 Río Aguanaval: 131 Total anual: 1,169 - Volumen anual disponible en el río Nazas en 9 de cada 10 años: 900 Mm³ <p>AGUAS SUBTERRANEAS (Mm³/año).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Promedio anual para el período 1982-1991. <ul style="list-style-type: none"> En el perímetro de riego de la Laguna: 1,134 - En 1950. <ul style="list-style-type: none"> Para el mismo perímetro: 1,700 - Recarga subterránea: 300 Mm³/año. 	<ul style="list-style-type: none"> - El riego en la Laguna, utiliza un promedio anual de 2,199 Mm³. Este volumen incluye pérdidas en conducción. - El volumen total de uso local se desconoce, aunque existen algunas presas y varios centenares de obras de captación y retención de agua. - Los usos domésticos e industriales ascienden a 114 Mm³/año. 						
<p>BALANCE GLOBAL (Mm³/año)</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Volumen total utilizado</td> <td style="text-align: right;">2,313</td> </tr> <tr> <td>Volumen renovable</td> <td style="text-align: right;">1,310</td> </tr> <tr> <td>Sobreexplotación</td> <td style="text-align: right;">1,003</td> </tr> </table>		Volumen total utilizado	2,313	Volumen renovable	1,310	Sobreexplotación	1,003
Volumen total utilizado	2,313						
Volumen renovable	1,310						
Sobreexplotación	1,003						

2. SINTESIS POR SUBCUENCA

La RH 36 viene dividida en 13 subcuencas: diez de ellas están determinadas por las estaciones de aforo de la CONAGUA, de las cuales seis componen la cuenca alta y media del Nazas (sin su parte endorreica de la Laguna), y cuatro la cuenca alta y media del Aguanaval. Las tres últimas (Bolsón Sur de Mapimí, Mayrán y Viesca), en la parte baja y con el mayor régimen evaporativo de la RH, no tienen estaciones de aforo debido a la falta de un escurrimiento ordenado y significativo.

- Las tres primeras subcuencas (Salomé Acosta, Sardinas y Palmito) conforman la cuenca alta del Nazas, la cual es una región con gran disponibilidad del agua, pero que poco se utiliza localmente. El agua se almacena principalmente en el vaso de la presa Lázaro Cárdenas con la finalidad de irrigar la zona agrícola de la Laguna, porción central de la parte baja de la RH 36.

- Las siete subcuencas del medio Nazas y Aguanaval tienen una disponibilidad inferior del agua, y su uso se hace localmente por medio de presones, presas y represas que sirven en perímetros de riego de menor tamaño pero que tienen gran importancia local (Nazas y Rodeo). Esta zona tiene mayor potencial de desarrollo agrícola ya que posee grandes extensiones de pastizales, y suelos de poca pendiente. La pluviometría en esta porción permite el desarrollo de cultivos de temporal, existiendo aprovechamientos locales de los escurrimientos para fines de riego.

- Las tres últimas subcuencas, parte baja de la RH 36, tienen poca disponibilidad en agua superficial debido a la poca cuantía de sus escurrimientos. En esta parte emplea la casi totalidad del agua, almacenada y manejada en las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco, en el perímetro de riego de la Laguna (150,000 ha). Este no se puede extender más según el balance hidrológico actual; ya se utiliza todo el agua de escurrimiento, y las aguas subterráneas están además sobreexplotadas.

A continuación se presenta la síntesis de cada subcuenca en materia de parámetros hidropluviométricos (Cuadro 1 y 2), físicos, bióticos y socioeconómicos, que influyen en los escurrimientos, y que a medio término, deben permitir un conocimiento fino y procesado de los escurrimientos a la escala regional, para cada una de las dos cuencas (Nazas y Aguanaval), y para toda la RH 36.

Cuadro 1

Principales características de las 10 subcuencas de la parte alta.

Subcuencas	Salomé A.	Sardinas	Palmito	Agustín M.	C. de Fdz.	Los Angeles	El Sauz	Cazadero	San Fco.	La Flor
Superficie km ²	7,128	4,660	7,288	11,777	3,335	1,389	1,328	3,756	5,109	9,607
Pendiente media %	13.7	13.8	11	7.7	9.5	11.6	5.7	5.4	2.3	4.4
Temperatura media C	13.5	13.3	15.9	17.4	19	19.9	15.7	16.8	17.1	18.6
ETR mm	531	542	477	413	342	286	544	502	414	364
No. de meses con humedad en el suelo	8.7	8.4	4.7	2.9	1.7	1.2	5.8	4.5	2.8	2.2
No. de meses con suelo a cap. de campo	3.5	3.5	< 1	< 1	< 1	< 1	1	< 1	< 1	< 1
Déficit anual mm	202	190	399	486	632	724	269	327	522	562
Vegetación natural	99	98	92	96	93	88	77	70	68	87
% de superficie Agricultura	1	2	8	4	7	12	23	30	32	13
% de superficie Densidad de población hab/km ²	6.5	3.6	4.8	7.4	15.4	78.3	5.4	37	18	49
has disponibles por individuo	15.5	27.6	21	13.5	6.5	1.3	18.7	2.7	5.5	2
% de población en el sector silvoagropecuario	45	63	61	60	37	26	41	44	46	12

Cuadro 2

Principales características hidroluviométricas de las 10 subcuencas de la parte alta.

Subcuenca	Salomé A.	Sardinas	Palmito	Agustín M.	C. de Fdz.	Los Angeles	El Sauz	Cazadero	San Fco.	La Flor
Pluvio mm										
INEGI	636	344	504	408	347	-	639	505	405	362
THIESSEN	504	546	481	389	317	278	455	445	445	356
Pluvio 10 x 6 m3										
INEGI	4,421	3,002	3,511	4,848	1,146	-	818	1,929	2,109	3,460
THIESSEN	3,504	2,546	3,374	4,628	1,045	387	583	1,698	2,316	3,406
Coefficiente de capacidad	2.08	1.55	1.35	1.39	1.23	1.4	1.44	1.47	1.13	1.2
Gasto específico l/s/km2	2.31	2.45	1.25	(*)	0.17	(*)	0.86	0.5	(**)	0.12
Densidad de drenaje	0.33	0.29	0.24	0.3	0.31	0.18	0.29	0.27	0.24	0.27
Coefficiente de escurrimiento	15.1	17.2	9	- 1.1	4.4	- 22.6	8.3	6.6	3.5	2
K % (Thiessen)				(*)		(*)			(***)	(****)
Coefficiente de avenida max m3/seg	8.4	26.8	19.1	-	-	-	7.5	-	-	-

NOTAS:

- (*) Gastos influenciados por la tomas de los perímetros de riego.
 (**) Datos faltantes (1 año de datos solamente en la estación San Francisco).
 (***) Estimación (el promedio conocido de las 2 subcuencas juntas, es 2.8).
 (****) Gastos y avenidas influenciados por existencia de una presa agua arriba.

Cuenca del río Nazas.

LA SUBCUENCA SALOME ACOSTA

La parte más alta de la cuenca del río Nazas (subcuencas Salomé Acosta, Sardinias y parte de Palmito) constituye la zona más favorecida de la RH 36 en cuanto a la pluviometría, humedad y su potencial hidráulico.

De hecho, la subcuenca Salomé Acosta tiene una cubierta forestal del 78 por ciento de su superficie, la cual se puede explicar por la importancia de su sierra: muchas partes son inaptas para los cultivos (pendiente media: 13.7 por ciento), y los principales usos del suelo que se desarrollan en estas partes montañosas son la explotación forestal y ganadera. En varios lugares, el bosque permanece con densidad normal, pero hay pruebas de sobrepastoreo por debajo de estos. En algunas pendientes fuertes, a pesar de la cubierta forestal, se forman pequeñas terrazas originadas por el pisoteo del ganado.

La consecuencia principal de la importante proporción de superficie con bosques, es su potencial hidráulico: el coeficiente de escurrimiento (K), calculado con un volumen precipitado a partir de polígonos de Thiessen, es de 15 por ciento, uno de los más elevados de la RH36. En realidad, si se calculara con la pluviometría total a partir de isoyetas, método mucho más riguroso pero para el cual faltan datos en el presente, el coeficiente K sería menor (alrededor de 10 ó 12 por ciento); ya que los polígonos de Thiessen, generados a partir de las estaciones ubicadas en los valles, atribuyen a los parteaguas (en los que la pluviometría supera 700 mm y hasta 800 mm), una precipitación anual de solo 450 ó 500 mm correspondiente a las ciudades de Santiago Papasquiario de Tepehuanes, las cuales se ubican en el valle. Pero, a pesar de esto, las tres subcuencas ya determinadas, contribuyen el 89 por ciento del total del escurrimiento que entra en la Laguna por los dos ríos mayores (con sólo 20 por ciento de la superficie total de la RH 36). La pluviometría media es de 504 mm (según los polígonos de Thiessen) o de 636 mm (determinado, con pocos años y sólo considerando algunas estaciones, por el método de las isoyetas), con un máximo de 897 mm en la estación de El Tarahumar (en el parteaguas con el Pacífico), y precipitaciones de sólo 450 mm en el fondo de los valles (Tepehuanes y Santiago Papasquiario).

Estas buenas condiciones naturales también vienen comprobadas por los otros datos disponibles: un déficit anual de pluviometría de 200 mm en relación con la evaporación potencial, una buena capacidad de campo (Thurtwaite) durante tres meses y medio en promedio. La temperatura anual media de 13.5 °C, limita la evaporación. La humedad en el suelo también se queda unos 8.7 meses en promedio.

El bosque y los suelos profundos constituyen el mejor regulador de escurrimiento posible; de hecho, el coeficiente de avenida máxima A, (gasto instantáneo máximo por la raíz cuadrada de la superficie de la cuenca), sólo alcanza 8.4, a pesar de una litología favorable al escurrimiento instantáneo por ser impermeable (bancos de riolita). Lo que se puede notar es que en la categoría de "toba ácida" (cartas geológicas de INEGI), pueden contener rocas y materiales de comportamiento hidrológicos muy diferentes y que probablemente muchas de estas son permeables (entre ellas brechas no cementadas), lo que puede explicar la buena disponibilidad del agua y el débil coeficiente de avenida A.

Con una densidad de drenaje bastante fuerte (0.33), debida a las pendientes y en parte a la litología, el gasto específico es de 2.3 l/s/km², que a pesar de ser poco a nivel mundial correspondiendo a regiones áridas o semiáridas, es una de las tasas más elevadas de la RH 36.

La subcuenca, con 7,128 km² de superficie total, presenta una forma muy irregular, ya que sus dos ríos más importantes, el Santiago y el Tepehuanes, confluyen a unos kilómetros solamente aguas arriba de la estación hidrométrica Salomé Acosta. Su índice de compacidad es de 2.08: la avenida de ambos ríos puede acumularse, y en realidad la subcuenca se comporta como una cuenca de forma regular en la que todos los afluentes unen sus avenidas.

La densidad de población es de 6.5 hab /km², y de hecho, la agricultura sólo ocupa el 1 por ciento de la superficie total (sin tomar en cuenta el pastoreo). La explotación forestal es racional, y no daña demasiado la cubierta vegetal, sin embargo, el pastoreo empieza a causar formación de cárcavas en las partes más llanas (dado que son las más utilizadas y que corresponden a la parte constituida de conglomerados, más accesibles y frágiles que la sierra), sobre todo cerca de los poblados, y en la zona de los conglomerados del graben de Tepehuanes-Santiago. La densidad de población rural disminuye, y la superficie disponible por habitante aumenta, lo que lógicamente debe permitir una alza del nivel de vida promedio. El incremento en el consumo de gas debe también explicar una disminución del consumo de leña: actualmente el principal uso de la madera es para la carpintería.

La subcuenca Salomé Acosta, con su gasto medio anual de 16.6 m³/s, es una de las mayores proveedoras de agua de la RH 36. Sus aguas son muy poco cargadas, y en promedio tienen una tendencia bicarbonatada sódica y cálcica, por influencia de la presencia de rocas eruptivas.

LA SUBCUENCA SARDINAS

La subcuenca Sardinias tiene una superficie de 4,660 km² y presenta condiciones similares a la de Salomé Acosta por ser la otra subcuenca enteramente ubicada en la Sierra Madre: es totalmente montañosa, culminando a 3,310 metros de altitud. La drenan importantes arroyos que conforman el río Sextín o del Oro. Varias características presentan similitudes con la subcuenca anterior, particularmente los parámetros más importantes en relación al escurrimiento: pendiente media de 13.8 por ciento y una superficie forestal del 78 por ciento. Estos dos parámetros se encuentran ligados, ya que se explotan menos los terrenos con pendientes fuertes conservándose mejor los bosques en estos. Estos dos parámetros explican en gran parte el importante coeficiente de escurrimiento K de 17.2 por ciento, el mayor de la RH 36. Este valor supera al de Salomé Acosta, dado que la precipitación es más elevada (546 mm según polígonos de Thiessen, 644 mm según isoyetas INEGI), y la litología, similar, está únicamente compuesta de toba riolítica, con quizás más bancos riolíticos impermeables y favorables a los escurrimientos. Esta litología eruptiva también influencia la calidad de las aguas que son, en promedio bicarbonatadas cálcicas.

En los factores climatológicos, resalta que también la evaporación es importante (por ser abundantes las precipitaciones), así como la humedad del suelo (que dura 8.4 meses en

promedio anual), y la capacidad de campo, que permanece durante 3.5 meses en los suelos. El déficit hídrico anual es el menor de la RH 36, con 190 mm, así como su temperatura media anual de 13.3 °C.

Los parámetros humanos se pueden también comparar con los de la subcuenca Salomé Acosta, con una densidad de población aún menor (3.6 hab /km², la más baja de la RH 36): de hecho, la agricultura sólo ocupa un 2 por ciento de la superficie, siendo la explotación forestal y ganadera las más importantes.

Todos estos factores naturales y socio-económicos explican el comportamiento hidrológico de la subcuenca, con el K elevado debido a la importancia del almacenamiento natural del agua, y por la infiltración en los bosques hacia los mantos freáticos.

La densidad de drenaje es de 0.29, el gasto específico de 2.45 (el mayor de la RH 36); la forma de la subcuenca es compacta (Coeficiente de compacidad C=1.55) lo que ayuda a comprender el fuerte coeficiente A máximo (26.8) que supera por mucho al de Salomé Acosta; este se debe también en parte a una litología más impermeable (y posiblemente al buzamiento de la riolita), y a su pluviometría más elevada.

Con la subcuenca anterior, ésta es la que permite el mejor aprovechamiento del agua para las zonas ubicadas aguas abajo. También se presenta el problema del sobrepastoreo, pero se mantiene la cubierta vegetal; siendo preciso que se conserve, y que se intente reducir la presión ganadera, para asegurar el porvenir de esta zona como región de equilibrio natural. Además, sin que aún se pueda comprobar aquí, se supone que los bosques pueden a largo plazo, ser un factor de conservación y tal vez de incremento de la pluviometría; es necesario conservarlos en su estado actual, y obrar a su extensión; limitar el pastoreo para salvar su capacidad de aprovechamiento hídrico.

LA SUBCUENCA PALMITO

En la subcuenca Palmito se unen las aguas de las dos subcuencas precedentes; éstas son almacenadas en el embalse de la presa Lázaro Cárdenas. El vaso tiene una capacidad de más de tres años de volumen promedio anual escurrido en su cuenca vertiente (3,500 x 10⁶ m³).

Se puede definir esta subcuenca de 7,288 km², como una zona intermediaria entre la Sierra Madre y la parte media al nivel del comportamiento hidrológico. De hecho, el coeficiente K disminuye considerablemente (9 por ciento), pudiéndose explicar este hecho con los parámetros naturales y humanos que presenta esta región.

La pluviometría disminuye por estar esta zona más lejana del Pacífico y del parteaguas de la Sierra Madre: el promedio es de 501 mm, llegando está por debajo de los 400 mm en el embalse de la presa. Las pendientes son menores con un promedio del 11 por ciento.

Las condiciones climáticas se hacen, entonces, más secas (clima semi-seco templado), con una ETR de 477 mm, un déficit anual de pluviometría de casi 400 mm, y, sobre todo, lo que

influye más en la permanencia de escurrimientos en estación seca, la capacidad de campo en el suelo no dura más de un mes, y sólo quedan 4.7 meses en promedio con suelo húmedo. La temperatura media anual se incrementa a 15.9 °C, originando una mayor ETP. La forma compacta de la cuenca ($C = 1.35$) debe favorecer una concentración rápida de los escurrimientos. La menor pluviometría, así como de la altitud global y las pendientes inferiores (7.7 por ciento en promedio), explican la baja densidad de drenaje (0.24). La litología está dominada aún por la toba. Siendo la zona menos montañosa, la proporción de pastizales aumenta, al mismo tiempo que disminuye la proporción de bosques (34 por ciento de la superficie). Estos bosques están constituidos de pinos y encinos en las partes altas, y de mezquites y acacias (con *Prosopis* y *Tamarindos*) en la subcuenca baja, que se presenta más como la zona intermedia de la RH 36 incluida entre las isoyetas 300 y 500 mm; la agricultura se incrementa al 8 por ciento de la superficie total de la subcuenca.

La densidad de población sigue siendo baja (4.8 hab/km²) pero se observan en muchas partes señales de sobrepastoreo. El gasto específico es de 1.25 l/s/km², o sea la mitad del de las cuencas superiores, y el coeficiente A de avenida máxima es de 19.1; aunque este último no es representativo ya que desde el 1946 el escurrimiento es influenciado por la presencia del lago artificial del Palmito. En esta presa se conoce un azolve de 5 a 10 millones de m³ por año, lo que no impide su buen funcionamiento ya que su volumen total es de 4,200 Mm³, de los cuales 1,500 Mm³ están previstos para almacenar este azolve; de esta forma la presa tiene teóricamente a lo menos 100 años de utilización normal posible.

En el presente análisis se definió a la isoyeta de los 350 mm como el límite inferior promedio de las zonas con escurrimiento regular: incluyéndose de esta manera toda la subcuenca del Palmito dentro de este límite, siendo las zonas cercanas de la presa que menor disponibilidad de agua presenta en comparación con el resto de la subcuenca.

En estas aguas superficiales, la proporción de calcio aumenta relativamente a la de sodio; su facies está todavía bicarbonatada en relación con la litología eruptiva.

LA SUBCUENCA AGUSTIN MELGAR

Aguas abajo del Palmito, prácticamente toda la cuenca está incluida en el rango de precipitaciones inferiores a 500 mm. Del punto de vista de las topofomas, el sistema montañoso se transforma paulatinamente en un sistema de llanuras, mesetas y lomerío, limitadas por pequeñas pero elevadas, cadenas de montañas.

Del punto de vista geológico, alejándose del eje de la Sierra Madre, la toba ácida viene acompañada con cada vez más conglomerados. En esta subcuenca se hace el contacto entre rocas eruptivas y sedimentarias de origen detrítica con elementos gruesos (conglomerados esencialmente).

La pendiente media en esta subcuenca es de 7.7 por ciento, los bosques son muy pocos, pero el matorral xerófilo, tipo de vegetación natural adaptado a las condiciones semi áridas, representa un 54 por ciento de la superficie.

La superficie de esta subcuenca es de 11,777 km², con una precipitación media de 408 mm, sin embargo, gran parte de la superficie recibe precipitaciones inferiores a los 350 mm. La temperatura media anual se incrementa (17.4 °C) al igual que la ETP, dado que predominan las condiciones más secas. De hecho, el déficit anual de precipitaciones alcanza los 486 mm.

A pesar de una densidad de drenaje elevada (0.3) y de un buen coeficiente de compacidad ($C=1.39$), el coeficiente de escurrimiento K es muy bajo: en lo absoluto, es negativo, es decir que el total de los escurrimientos a la salida de la subcuenca (en la estación de aforo Agustín Melgar), es inferior al volumen que entra por el río Nazas en la estación de aforo del Palmito. Claro que no se puede concebir un coeficiente K negativo, sin embargo, este valor (- 1.1 por ciento) indica la disminución del gasto en la subcuenca. Esto se debe en gran parte a los perímetros de riego de Rodeo y Nazas que consumen cada año $5,4 \times 10^6 \text{m}^3$ de agua, explicando la disminución en el gasto entre Palmito y Agustín Melgar; la existencia de fracturas al nivel del contacto rocas eruptivas/rocas sedimentarias puede también ser una explicación. En realidad, con la pluviometría y los otros parámetros de esta subcuenca, el coeficiente K debe estar próximo a 3 ó 4 por ciento.

Los escurrimientos se utilizan localmente (mediante numerosos presones) y no hay aportaciones significativas al cauce del río Nazas. El volumen escurrido desde el Palmito atraviesa la subcuenca y su utilización sobre todo se realiza en la Laguna. Aquí sólo se usa en el perímetro Rodeo-Nazas.

Las condiciones predominantes se acercan más a las existentes en la parte baja y seca de la RH 36; en materia de humedad en el suelo (con menos de 3 meses de suelo húmedo) y con un período más corto de capacidad de campo en el suelo (menor a 1 mes).

De hecho, la agricultura de temporal sí es posible, pero con bajos rendimientos. La agricultura ocupa el 4.3 por ciento de la superficie total siendo esta sobre todo de temporal, incluyendo, sin embargo, las 8,000 hectáreas del perímetro de riego.

La densidad de población es de 7.4 hab /km², y la superficie disponible por individuo de 13.5 ha. Los pastizales son más importantes que en la sierra, con un 35 por ciento de la superficie que sirve para este uso.

Esta subcuenca presenta condiciones climáticas similares, en forma global (clima semiseco templado), a las de la cuenca del Aguanaval siendo representativa del rango medio de precipitación de los 300 a 500 mm, de la parte intermedia entre la montaña y el desierto.

La tendencia de las aguas superficiales muestra, a partir de esta subcuenca, un cambio ligado a la presencia de rocas sedimentarias (facies sulfatado sódico).

LA SUBCUENCA CAÑÓN DE FERNANDEZ

La cuenca media del río Nazas y la Laguna (parte baja de la RH 36), están separadas por unas cadenas de montañas paralelas, típicas del relieve plegado que caracteriza toda la parte Sur del Altiplano ubicado entre las dos Sierras Madres. Estas cadenas dominan las dos subcuencas Cañón de Fernández y Los Angeles (así como, en el Aguanaval, el Norte de la subcuenca La Flor); el río Nazas y sus afluentes deben franquear estas cadenas por quebradas que hacen comunicar entre ellas las partes más anchas del valle.

A pesar de su aspecto montañoso, la subcuenca es aún más seca (clima seco semi-cálido), dada la cercanía que presenta con respecto a la Laguna. Su pluviometría media alcanza los 347 mm; la temperatura aumenta en relación con las subcuencas más altas (19 °C) de manera que la ETP también se incrementa al igual que el déficit anual de lluvias estimado en 632 mm. En forma contraria la ETR disminuye a 342 mm, y el número de meses con suelo húmedo es de 1.7, siendo menos de un mes en el año, los días en los que se puede tener capacidad de campo.

La litología comprende únicamente rocas sedimentarias (lutita y caliza): esta zona de caliza permite la recarga parcial del acuífero terciario que se supone esta comunicado con el manto freático cuaternario lagunero.

Con estas cadenas aumenta de nuevo la pendiente media (9.5 por ciento), que puede compensar parcialmente la permeabilidad del suelo calcáreo y favorecer el escurrimiento: de hecho, la densidad de drenaje permanece elevada (0.31) y el coeficiente K es de 4.4 por ciento, superando al de la subcuenca Agustín Melgar, aún si se considera en esta el volumen utilizado por el perímetro de riego Rodeo-Nazas. La forma de esta subcuenca es muy compacta ($C = 1.23$), y tiene una superficie aproximada de 3,335 km².

El clima (seco semicalido) permite la presencia maciva del matorral xerófilo (85 por ciento) como vegetación natural; los suelos con pendientes fuertes predominan, sólo 5 por ciento de la superficie lleva pastizales.

La densidad de población aumenta (15.4 hab /km²), debido probablemente a su proximidad con las ciudades de Lerdo, Gómez Palacio, Dgo. y Torreón, Coah. y a la ciudad de Cuencamé que se ubica al Sur de la subcuenca. El uso agrícola del suelo ocupa el 7 por ciento de su superficie total; el embalse de la Presa Francisco Zarco (construida en 1968) tiene un volumen útil de 400 x 10⁶m³, y tiene por objeto regular los escurrimientos provenientes de la presa Lázaro Cárdenas así como los que pueden ser generados en esta subcuenca como en la de Agustín Melgar. Ubicado en medio de estas cadenas de caliza, el lago tiene un uso turístico y la pesca se ha desarrollado con buen provecho.

Se puede decir que esta subcuenca, y aguas abajo, estando incluida en el rango de precipitaciones inferiores a los 350 mm, presenta un escurrimiento organizado y continuo sólo en aquellos eventos paroxísmicos. En esta subcuenca se pueden comparar las condiciones geográficas con las de las sierras calcáreas incluidas en la Laguna.

La facies de las aguas superficiales es de tendencia bicarbonatada-sulfatada cálcica.

Aunque se desconoce gran parte de la hidrología en esta región, es posible que el escurrimiento karstico sea proveedor de abundantes recursos en aguas subterráneas de buena calidad, pero frágiles, ya que la contaminación es mucho más fácil en este tipo de acuíferos.

LA SUBCUENCA LOS ANGELES

Esta pequeña subcuenca de 1,389 km², se ubica prácticamente al final de río Nazas; es la última porción del lecho que conduce el agua en forma natural. Dos kilómetros río abajo de la estación hidrométrica Los Angeles, el agua es derivada hacia los canales de distribución, permaneciendo seco su cauce a partir de este punto, a excepción de aquellos años con avenidas extraordinarias (1968 y 1991).

Las condiciones climáticas son más áridas: el clima es muy seco semi cálido; se tiene una pluviometría de 278 mm en promedio anual. La temperatura media anual es 19.9 °C, implicando una mayor ETP. Debido a la sequía, la ETR sólo es de 286 mm, con un déficit anual de lluvia de 724 mm. De hecho, la humedad del suelo sólo dura 1.2 meses con una capacidad de campo en el suelo inferior a un mes.

Las condiciones hidrológicas son directamente dependientes de estos últimos datos, y del relieve, que, como en la subcuenca Cañón de Fernández, es montañoso con cerros de caliza dominante; la pendiente media es de 11.6 por ciento; el matorral xerófilo ocupa un 79 por ciento del espacio:

El coeficiente K es negativo (- 22.6 por ciento) debido al aprovechamiento del agua que se realiza aguas arriba de la estación Los Angeles. El perímetro de riego en la Laguna empieza en esta subcuenca (León Guzmán, La Loma, Juan E. García, Los Angeles), pero son sobre todo canales que salen para alimentar la Laguna los que hacen disminuir el gasto medio entre Cañón de Fernández y Los Angeles. La densidad de drenaje es muy baja debido a la predominancia de la caliza (infiltración), a pesar de que existen pendientes fuertes.

La densidad de población es mayor debido a la proximidad de las ciudades de Lerdo y Gómez Palacio, Dgo.

La agricultura ocupa el 12 por ciento de la superficie total, comenzando a tener importancia la agricultura debido a los buenos rendimientos del perímetro de riego.

Cuenca del río Aguanaval.

LA SUBCUENCA EL SAUZ

La cuenca del río Aguanaval es mucho más meridional que la del Nazas. También es globalmente más elevada en altitud, lo que contribuye a explicar su clima más templado y subhúmedo.

La pequeña cuenca de El Sauz (1,328 km²), ubicada completamente al Sur de la RH 36, tiene una altitud media elevada, y, a pesar de su aspecto llano, trae las características de una cuenca montañosa: con mesetas y sierras semejanteras a la alta cuenca del río Nazas.

La pendiente media es de 5.7 por ciento, pero la pluviometría, con 639 mm, es similar a la que se presenta en las dos subcuencas más altas del Nazas. También la importante cubierta forestal hace comparable esta alta cuenca con las otras: el 52 por ciento de la superficie total es ocupado por los bosques.

De hecho, el coeficiente K es de 8.3 por ciento, siendo el mayor de toda la cuenca Aguanaval. La forma compacta ($C = 1.44$) puede ayudar a una rápida concentración de los escurrimientos, pero a pesar de esto, la avenida máxima tuvo un gasto instantáneo de $274 \text{ m}^3/\text{s}$, lo que corresponde a un coeficiente A de avenida de sólo 7.5. La densidad de drenaje es bastante elevada (0.29).

La construcción de la presa Leonardo Reynoso (finalizada en 1948), influencia todo el régimen del río aguas abajo. Los otros datos hidrológicos confirman la buena disponibilidad de agua: el gasto anual medio es de 1 ó $2 \text{ m}^3/\text{s}$ (según los períodos de observación), con un gasto específico de 0.85 ó 1.7 l/s/km^2 . Se puede explicar con los datos climáticos, que además de una pluviometría elevada, esta subcuenca se caracteriza por una temperatura moderada de 15.7°C en promedio anual, una ETR de 544 mm/año , y de hecho una ETP moderada con un déficit anual de agua de sólo 269 mm. La humedad del suelo permanece durante 5.8 meses en promedio, y la capacidad de campo en el suelo 1 mes.

Las pendientes moderadas que limitan el escurrimiento instantáneo, están en parte compensadas por la presencia predominante de toba con bancos de riolita.

En esta pequeña cuenca se presentan condiciones naturales aptas para el desarrollo de la agricultura (debido a la presencia de suelos Feozems). El uso del suelo para esta actividad es del 23 por ciento del total de la superficie, lo que es elevado sabiendo la altitud media.

La baja densidad de población (5.4 hab/km^2), permite una mayor disponibilidad de tierra por individuo. El clima templado permite el desarrollo y producción de los cultivos temporales; dentro de esta subcuenca no existen zonas importantes de riego, siendo las subcuencas aguas abajo las que aprovechan el almacenamiento del embalse de la presa Leonardo Reynoso.

En relación con el alto Nazas, la altitud compensa aquí las pendientes en la moderación del clima y la buena disponibilidad de agua: esta subcuenca es mucho más característica de la parte sur del altiplanicie Central-Norte por tener realmente condiciones templadas. De hecho, en el alto Nazas, los valles tienen condiciones menos favorables para la agricultura, disminuyendo la pluviometría debido a la posición de sotavento: más bajos en altitud, estos valles tienen en el verano la mayor evaporación, lo que origina una disminución en el volumen de la presa, que puede almacenar hasta $75 \times 10^6 \text{ m}^3$, y por tanto una disminución del gasto total anual aguas abajo de esta subcuenca.

LA SUBCUENCA CAZADERO

A excepción de la subcuenca anterior, todos los escurrimientos del resto de la cuenca Aguanaval se encuentran influenciados por la presencia de las presas. La subcuenca Cazadero se caracteriza por su altitud media elevada, que disminuye hacia el Norte. La subcuenca tiene una superficie de $3,756 \text{ km}^2$, observándose elevaciones considerables que influyen el clima (semi seco templado) y los escurrimientos.

Siendo una zona con montañas de elevaciones similares, la pendiente media sólo es de 5.4 por ciento. La mayor diferencia con la subcuenca El Sauz es su menor cubierta forestal, ya que sólo alcanza el 17 por ciento, dado que el clima se va haciendo mucho más seco hacia el Norte.

La pluviometría media anual es de 505 mm con una temperatura de 16.8 °C. La ETR disminuye alcanzando un valor de 502 mm anuales, incrementándose la ETP y en consecuencia también el déficit de agua con 327 mm anuales.

Las consecuencias en la capacidad agrícola son contradictorias, dado que sólo presenta 4.5 meses con humedad de suelo suficiente y menos de un mes con capacidad de campo. Sin embargo, se incrementa la proporción de superficies con uso agrícola (30 por ciento): esta zona tiene también vocación ganadera muy marcada, ya que, como en la cuenca media del Nazas, se observan grandes extensiones de pastizales naturales de suficiente calidad.

Alejándose de las zonas más altas compuestas de toba, se vuelve importante la proporción de materiales sedimentarios endurecidos que pueden favorecer los escurrimientos. Los materiales sedimentarios poseen una fase lítica así como los suelos Feozems, Castañozems, que presentan la fase petrocálcica.

De hecho, el coeficiente de escurrimiento K sigue siendo bastante elevado (6.6 por ciento), que se ve favorecido por la evaporación moderada que se presenta debido a la altitud. La subcuenca tiene una forma bastante compacta ($C = 1.47$), lo que facilita la concentración de los escurrimientos; se observa una densidad de drenaje elevada de 0.27.

El gasto específico hasta la estación de aforo de Cazadero (a la salida del embalse de la presa), es de solo 0.51 l/s/km², siendo este un gasto que corresponde a zonas semiáridas. Sin embargo dado que se localizan perímetros de riego aguas arriba de la presa, se puede suponer que este valor se vería incrementado si no presentara este tipo de aprovechamientos.

La densidad de población es elevada (37 hab /km²), lo que se debe en gran parte a la ciudad de Fresnillo (100,000 hab), incluida en la subcuenca. El embalse de la presa Cazadero tiene una capacidad máxima de 30×10^6 m³, y debe influir en la evaporación y el gasto aguas abajo.

LA SUBCUENCA SAN FRANCISCO

Aguas abajo de Cazadero, el río Aguanaval drena con dirección Norte, dentro de la subcuenca San Francisco (5,109 km²), acercándose a condiciones más áridas, rumbo a la Laguna. El escurrimiento sobre el cauce se encuentra muy influenciado por las dos presas que fueron construidas en las dos subcuencas precedentes (El Sauz y Cazadero).

Los parámetros físicos contribuyen a la aridez del clima, dado que la pendiente media sólo es de 2.3 por ciento, lo que facilita la infiltración. Por el contrario, el índice de compacidad ($C = 1.13$) y la densidad de drenaje (0.24), pueden ser factores de concentración rápida de las aguas, así como la presencia de una costra de "caliche" a media profundidad en numerosos suelos. Pero, en cambio, la diferencia principal entre esta subcuenca y las dos más altas es la

desaparición de los bosques. Con estas condiciones más áridas el matorral predomina en la subcuenca.

La pluviometría media anual es de 405 mm y una temperatura de 17.1 °C, incrementándose la evaporación al igual que la ETP. De hecho, la ETR disminuye a los 414 mm; la humedad del suelo sólo permanece durante 2.8 meses, y la capacidad de campo menos de un mes. El déficit anual de lluvia es de 522 mm en promedio.

A pesar de esto, la densidad de población es elevada (18 hab /km²), ocupando la agricultura el 33 por ciento de la superficie total, siendo esta esencialmente de temporal sobre suelos de buena calidad (Castañosems y Feozems).

La estación de aforo de San Francisco, sólo existe desde 1976; por lo que los datos de esta subcuenca se analizan con los de la estación La Flor ubicada aguas abajo.

De esta forma, conociendo el coeficiente K global de La Flor y San Francisco, y observándose el gradiente de aridez que se presenta hacia el Norte, se puede estimar en forma aproximada un coeficiente de escurrimiento K, de 4 por ciento para la subcuenca San Francisco. Este valor también se puede observar en la cuenca media del Nazas, por ejemplo en la subcuenca Agustín Melgar, con el mismo rango de precipitación.

LA SUBCUENCA LA FLOR

Esta subcuenca de 9,607 km² de superficie, se ubica hacia el final del río Aguanaval antes de que este desemboque en la Laguna de Viesca. Sobre el cauce del río se ubican las presas derivadoras de Sombreretillo y la Flor, constituyendo estas el aprovechamiento del agua en la Laguna.

La cuenca del Aguanaval se encuentra separada de la Laguna de Viesca por una elevada cadena montañosa (Sierra de Jimulco). Esta sierra además de otras incrementan la pendiente media, que a pesar de esto es de sólo 4.4 por ciento, ya que la mayor parte de la subcuenca presenta condiciones llanas. Como la subcuenca San Francisco, esta tiene una forma muy compacta ($C = 1.2$). La presencia de importantes afluentes por su margen izquierda incrementan la densidad de drenaje que alcanza un valor de 0.27. Como en la subcuenca anterior, en esta se presentan condiciones semi-secas, condicionando la temperatura media para un clima semi-cálido.

Ya que la pluviometría sigue disminuyendo con sólo 362 mm en promedio anual y se tiene una temperatura media de 18.6 °C, la evaporación y la ETP se ven incrementadas. La ETR disminuye a los 364 mm por lo que se definen mayores condiciones de aridez: sólo durante 2.2 meses la humedad del suelo es suficiente, y la capacidad de campo durante menos de un mes en el suelo, se estima el déficit de agua en 562 mm.

Los bosques son inexistentes, y el matorral xerófilo representa el 78 por ciento de la superficie total. Las condiciones para la agricultura de temporal se vuelven menos favorables, y sólo

un 13 por ciento de la superficie tienen uso agrícola, a pesar de las grandes extensiones de bajadas y planicies con Xerosoles profundos. Como en la subcuenca San Francisco, esta región se tiene potencial para la ganadería extensiva. La cantidad del agua de infiltración, por sus pendientes moderadas, genera un flujo subsuperficial y un manto freático relativamente abundantes, los cuales son aprovechados en La Flor, ya que aguas arriba de esta zona, cerca del poblado Barrial de Guadalupe, aflora este recurso durante todo el año.

Sin embargo, se puede estimar el coeficiente K de sólo 2 por ciento en La Flor; el gasto específico es muy débil con 0.12 l/s/km², acercándose a los valores de los países muy secos.

La alta densidad de población se debe a las poblaciones de Santa Clara y Juan Aldama, ya que las zonas rurales son poco pobladas. En la parte más baja de esta subcuenca se desarrollan importantes perímetros de riego alrededor de La Flor y del Barreal de Guadalupe.

Parte baja de la RH 36.

Cuadro 3
Principales características
de las tres subcuencas
de la parte baja.

Subcuencas	Bolsón Sur	Mayrán	Viesca
Superficie km ²	7,552	15,172	13,604
Pendiente media %	3.1	3.3	8.2
Pluviometría			
INEGI	296	253	299
Estaciones	311	227	220
Temperatura media	19.4	20.3	18.8
ETR mm	295	282	311
Meses de humedad en el suelo	1.1	1	1.3
Meses a capacidad de campo	< 1	< 1	< 1
Déficit medio anual de agua	668	826	650
Vegetación natural	93	76	94
% de superficie			
Agricultura	7	24	6
% de superficie			
Densidad de población hab/km ²	31	28	23
has disponibles por individuo	3.5	3.2	4.3

SUBCUENCAS BOLSON SUR, MAYRAN Y VIESCA

La porción sur del Bolsón de Mapimí y las subcuencas de Mayrán y Viesca, constituyen la "parte baja" de la RH 36; esta zona árida y endorréica funciona como una serie de lagunas de evaporación en las cuales se pierden las aguas de escurrimiento procedentes de la parte alta.

Tienen en general una pluviometría inferior a los 300 mm, pudiendo llegar en algunas zonas a valores inferiores de los 200 mm. En las sierras que vienen incluidas en las lagunas, la precipitación puede ser mayor, como en Parras, donde se llega a los 354 mm anuales. La pluviometría va aumentando también en dirección del Noroeste, y, de hecho, el Bolsón Sur de Mapimí recibe lluvias cercanas de 300 mm en promedio. Las partes más secas son las del centro de las grandes lagunas: las estaciones pluviométricas de Viesca, El Cuije, Las Nieves, San Pedro y Estanque de León sólo reciben alrededor de los 200 mm en promedio.

Como consecuencia de lo anterior, en esta porción se carece de un escurrimiento organizado y jerarquizado. En la sierra de Parras, que separa las dos grandes lagunas, recibe mayores precipitaciones, las cuales pueden ser aprovechadas mediante la construcción de presones no obstante de lo aleatorio que puedan ser los escurrimientos. En esta se presentan los más fuertes coeficientes de variación interanual de las lluvias, además de la más elevada ETP. La ETR alcanza los 300 mm anuales dada la escasez de la lluvia. La temperatura media es de 19 a 20 °C, (18.8 °C en Viesca, 19.4 °C en Bolsón y 20.3 °C en Mayrán). El clima es, en ambas partes, muy seco semiárido. En las tres subregiones de la parte baja, no existen áreas que logren mantener un mes al año el suelo a capacidad de campo. La aridez es muy elevada con apenas más de un mes con humedad en el suelo, y aún menos en Mayrán. El déficit medio anual de agua va de 650 mm en el Bolsón de Mapimí y 668 mm en Viesca hasta los 826 mm en Mayrán, que se confirma así como la porción más árida de la RH 36; este último punto se explica fácilmente por ser la altitud media de la laguna inferior a 1,100 metros.

Siendo las condiciones naturales muy secas, la vegetación dominante es el matorral xerófilo (74 por ciento de la superficie en Mayrán, 93 por ciento en Bolsón, 94 por ciento en Viesca); en los suelos predominan Xerosoles y Litosoles (60 a 82 por ciento de la superficie), ocupando los suelos salinos una gran parte sobre todo en la Laguna de Mayrán.

Dado que el escurrimiento no tiene organización ni jerarquía, su valor es solo relativo; el índice de compacidad (C: 1.41 en Bolsón, 1.57 en Mayrán, 1.93 en Viesca), ni la densidad de drenaje (0.11 a 0.13) que se explican por la intensa evaporación.

De hecho, además del fuerte régimen evaporatorio, la geología (caliza y caliza-yeso) incrementan la escasez de escurrimiento: ya que las lagunas, muy llanas (menos de 1 por ciento de pendiente), están rellenas de aluviones cuaternarios, que, a excepción de la capa superficial, deben ser en su mayoría muy permeables. Las sierras en esta región están constituidas esencialmente de calizas, lo que contribuye a la reducción del escurrimiento a pesar de tener fuertes pendientes (20 ó 30 por ciento).

La pendiente promedio de cada subcuenca depende más de la proporción de sierras; en el Sur del Bolsón de Mapimí la pendiente media es de 3.1 por ciento, en Mayrán de 3.3 por ciento, y 8.2 por ciento en Viesca. Dadas estas condiciones y al hecho de ser una región endorréica, el coeficiente de escurrimiento tiene un valor de cero.

Esta parte baja tiene como vocación el uso pecuario extensivo (se puede poner una vaca para 35 a 50 hectáreas), y el matorral sirve de pastizal.

La densidad de población es mucho más baja en las lagunas y en las sierras que lo indican los promedios (31 hab /km² en Bolsón, 28 hab /km² en Mayrán y 23 hab /km² en Viesca), esto se debe a que las cifras incluyen parte de municipios urbanos centrales de la Laguna. A pesar de la aridez y de la gran escasez de agua, se pueden realizar obras para el aprovechamiento de los escurrimientos alrededor de los relieves, sin embargo, el problema siempre será la rentabilidad de estas inversiones debido a lo aleatorio de las lluvias.

Al nivel hidrológico, lo más importante en las lagunas, es que son el colector final de los dos ríos provenientes de la parte alta (Nazas para Mayrán y Aguanaval para Viesca); desde la construcción de las presas en ambas cuencas, han dejado de llegar escurrimientos a las lagunas por sus cauces naturales, a excepción de aquellos años en los que se presentan avenidas extraordinarias. Se destaca también en esta región el grave problema de la sobre explotación de los acuíferos, dada la extracción que se realiza para complementar las aguas superficiales que se encuentran íntegramente utilizadas. De esta forma, el porvenir del perímetro de riego en la Laguna (150, 000 hectáreas) se encuentra amenazado a mediano plazo, a menos que se tomen las medidas pertinentes en su sistema productivo.

CONCLUSION GENERAL

La RH 36 tiene un sistema complejo de escurrimientos de las aguas, pero sí es bastante representativa de las regiones semi-áridas endorréicas del Norte de México. Su ubicación en el altiplano continental la hace completamente dependiente, en términos de abastecimiento del agua, de sus zonas más elevadas de la Sierra Madre Occidental y de otras sierras de menor tamaño.

De las observaciones que se acopiaron en este reporte, se puede concluir que las subregiones geoclimáticas tienen cada cual su comportamiento propio, y su forma de aprovechamiento del agua (Figura 1):

- La parte alta, que es la cuenca alta del río Nazas (arriba del Palmito), es antes de todo una zona de abastecimiento del agua; su pluviometría más elevada (de 500 a más de 800 mm, sus fuertes coeficientes de escurrimiento, debidos en parte a los pendientes, la litología y a una importante cubierta forestal, la hace proveedora de una gran parte de las aguas superficiales de toda la Región Hidrológica: del volumen total que entra en la Laguna (parte baja), un 89 por ciento proviene de esta zona; por ser esta región más húmeda, poco poblada y con pendientes bastante fuertes, hay poco uso local del agua, sino a las orillas de los ríos principales (ríos Santiago, Tepehuanes, Sextín y Matalotes);

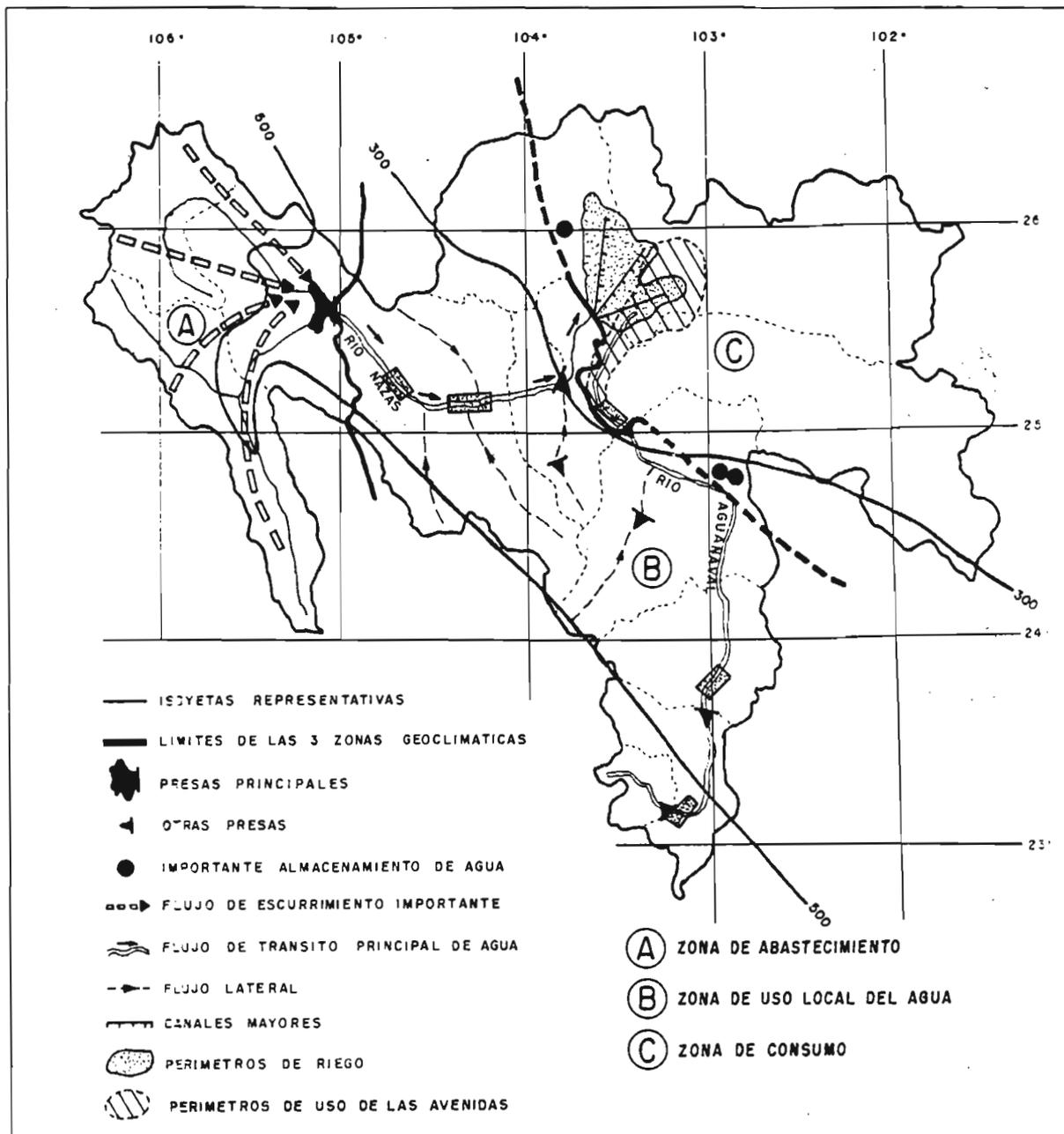


Figura 1

Regionalización del abastecimiento y del aprovechamiento del agua en la RH 36.

-
- La parte intermedia, que se compone de la cuenca del río Aguanaval y de la cuenca media del río Nazas, es una región en que sí se usa la mayoría de las aguas superficiales; la pluviometría ya baja mucho (de 300 a 500 mm), pero permite en muchas partes los cultivos de temporal; los escurrimientos se escasean y por esto se trata de sacar el mejor provecho de las aguas superficiales, construyendo presones y presas, que tienen antes de todo un uso local. Esta zona provee en parte a un flujo lateral de agua que entra en el sistema global de la RH 36, sobre todo con el río Aguanaval, que tiene escurrimientos más irregulares aún que el río Nazas, pero que sí trae agua a la Laguna; pero la vocación de esta zona es antes de todo el temporal y la ganadería; el río Nazas atraviesa esta subregión sin ver crecer su gasto pues una parte se consume en el perímetro de Rodeo-Nazas; así que es también zona de tránsito del agua;
 - La parte baja, de las Lagunas de Mayrán y Viesca y del Bolsón Sur de Mapimí, es una zona endorréica de intensa evaporación en la que antes se perdían las aguas de escurrimiento; desde más de un siglo se aprovecha de las aguas de escurrimiento para el riego, y esto con más seguridad y regularidad desde la construcción del vaso de almacenamiento de El Palmito en 1946; pero hace cincuenta años ya no bastando el volumen total de agua de la cuenca, se bombean grandes cantidades de aguas subterráneas, así que el nivel piezométrico hoy día baja de más de un metro por año. Esta parte baja tiene escasos escurrimientos, que se pueden difícilmente aprovechar; es pura zona de consumo de agua de la sierra.
-