

**MODELACION DE LOS ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES PARA EL USO DEL
AGUA EN LAS GRANDES CUENCAS DEL NORTE DE MEXICO**

(PROYECTO CENID-RASPA GOMEZ PALACIO Y ORSTOM PARIS)

**METODOLOGIA Y PRIMEROS RESULTADOS DE INVENTARIO
EN LA REGION HIDROLOGICA 36**

DESCROIX Luc¹
ESTRADA A. Juan²
LOYER Jean Yves¹
ORONA C. Ignacio²

I) JUSTIFICACION FISICA Y SOCIO-ECONOMICA DEL PROYECTO.

Las zonas áridas y semiáridas del país ocupan cerca del 50 por ciento de la superficie del territorio nacional. La baja disponibilidad del agua en estas regiones condiciona fuertemente al sostenimiento y desarrollo de sus comunidades rurales. Esto ha originado que los estudios y políticas encaminados a un uso más racional del agua sean prioritarios en esta parte de México.

El proyecto tiene por objetivo definir el potencial hídrico superficial de una Región Hidrológica del norte de México (RH36), con la finalidad de optimizar el uso del agua al nivel de las diferentes unidades de escurrimiento que la componen.

Este objetivo se realizará por medio de un análisis de todos los factores que puedan influenciar los escurrimientos y la estructuración de un modelo de funcionamiento hídrico para diferentes situaciones en el tiempo y en el espacio. Este sistema debe ayudar a plantear alternativas para la población.

1investigador orstom (instituto francés de investigación para el desarrollo en cooperación)

2investigador cenid-raspa, inifap, sarh

La orientación científica del programa después de la fase de inventario toma en cuenta todos los factores del escurrimiento para concluir en un balance de la disponibilidad del agua.

Las condiciones actuales de las cuencas son consideradas como el primer parámetro de escurrimiento, el cual depende de los siguientes factores:

1) Factores físicos: que son fijos, como la litología, edafología, topografía, fisiografía, forma y parámetros físicos de las cuencas, forma de los lechos, así como todos los elementos de climatología (pluviometría y temperatura).

2) Factores bióticos: la vegetación natural o la modificada por las actividades del hombre.

3) Factores humanos: uso del suelo, densidad de población, sistemas de producción y factores socioeconómicos externos como el precio de los productos agrícolas, las políticas agrícolas internacionales, etc.

La combinación de estas tres series de parámetros conduce a un coeficiente de escurrimiento variable en el tiempo y el espacio.

La meta es tratar de conocer y de influenciar en el coeficiente de escurrimiento para llegar a un manejo óptimo de las aguas; el favorecer el escurrimiento inmediato (por la deforestación y el sobrepastoreo) hace más difícil el almacenamiento y el manejo a largo término (por destrucción de los suelos y de los almacenes naturales del agua); mientras que una mejor conservación de los suelos y de las aguas hace más lento el escurrimiento inmediato, pero regulariza su régimen y lo hace más fácilmente utilizable.

Debido a lo anterior, el proyecto es multidisciplinario, no olvidando a todos los factores del estado de la cuencas de los cuales dependen los coeficientes de escurrimiento, tanto en las condiciones naturales como en el uso del suelo.

La conservación del medio ambiente se integra completamente en este programa de investigación, tanto en la cuenca alta de los ríos (erosión) como en las lagunas (degradación química)

II) SITUACION GEOGRAFICA DEL PROYECTO.

De las 37 regiones hidrológicas del territorio nacional, tres tienen un régimen endorréico, situándose al centro del país bajo condiciones climáticas similares.

La Región Hidrológica (RH36), que constituye el área del proyecto, está formada por una extensa zona cerrada que se ubica en la parte árida y semiárida del país, entre 22° 40' y 26° 35' de latitud norte y 101° 30' y 106° 20' de longitud oeste. (Fig. 1).

Se forma por las cuencas altas de los ríos Nazas y Aguanaval, además de una amplia zona baja que representa la porción Sur del Bolsón de Mapimí o desierto Chihuahuense. La RH36 tiene una superficie aproximada de 95000 km², con escurrimientos superficiales cuantificados cercanos a los 1500 millones de m³ por año. Las elevaciones del terreno van desde los 3220 hasta los 1000 msnm, con precipitaciones anuales relacionadas con la altitud y que van de 800 mm en la parte alta de la cuenca del Nazas (Sierra Madre Occidental), llegando a los 200 mm en su parte más baja de las lagunas (Mayrán y Viesca).

La población es de 1'800,000 habitantes, de los cuales el 65 por ciento se ubica en la parte baja de uso agrícola intensivo (Comarca Lagunera alrededor de las aglomeraciones Gómez Palacio, Torreón y Lerdo). La RH36 queda comprendida en tres estados federativos del país (Durango, Coahuila y Zacatecas).

III) PROBLEMATICA DEL PROYECTO.

El banco de datos funcional así como el inventario ya terminado deben servir para conocer muy precisamente los parámetros humanos y físicos de la RH36. La idea fundamental es demostrar que para el manejo de cuencas hidrográficas, el punto de vista ecológico y el económico son compatibles y pueden llevar a un mejoramiento de la disponibilidad de agua y de su utilización.

Eso lleva a analizar el manejo de la parte alta hacia la parte baja, dividiendo la RH36 em dos áreas, que son (Fig 2):

- 1) La alta cuenca del río Nazas y río Aguanaval.
- 2) La parte baja: Bolsón Sur y las Lagunas Mayrán y Viesca.

IV) DESCRIPCION DEL PROYECTO.

Dentro de la RH36 existe un gran número de información en los aspectos hidroclimatológicos, físicos, bióticos y sociales, además de la información generada por diferentes centros de investigación en la región, tales como la Reserva de la Biósfera de Mapimí, que cuenta con ocho años de estudios experimentales con los aspectos agua, suelo, vegetación y ganadería (Inst. de Ecología).

El proyecto se propone desarrollar un programa regional y después experimental que consta de las siguientes etapas (Fig. 3):

A. Inventario y análisis crítico de toda la información regional disponible.

A partir de los datos de CONAGUA y mapas de INEGI, el objetivo de esta primera fase es realizar un análisis especial de todos los factores físicos, bióticos y humanos que influyen los escurrimientos superficiales a una escala regional.

Las variables estudiadas por el proyecto son las precipitaciones pluviales e hidrometría, temperatura, evaporación, topografía, geología, suelos, vegetación natural y cultivos. Del lado del aspecto social, además de una primer fase de aproximación demográfica se tiene planeada la identificación del manejo y utilización de los escurrimientos superficiales en diversas comunidades ubicadas en diferentes situaciones pluviométricas en el espacio de la RH36 (bandas pluviométricas), tomando en cuenta la variabilidad de las lluvias en el tiempo, así como determinar cuál es la lógica de las tecnologías empleadas en la explotación de sus recursos. Este análisis estará referido a los aspectos agrícolas (riego y temporal), ganadería, recolección, etc.

El instrumento para la adquisición de la información anterior lo constituye una encuesta de campo, y con la información así generada se realizarán inferencias que permitan elaborar un plan de aprovechamiento de los escurrimientos superficiales, necesidades y expectativas de sus pobladores.

Finalmente, para llegar a la fase de modelación de los escurrimientos superficiales y su uso, el aspecto socioeconómico planea, a nivel de diferente secuencia de topofomas, suelos y vegetación, llevar a cabo el levantamiento de una encuesta a los habitantes de estos lugares a fin de simular los diferentes usos alternativos que pueden darse a dichos escurrimientos para con base a ello proponerse su mejor utilización.

B. Elaboración de una base de datos y de un sistema de información geográfica e hidrológica.

Esta segunda etapa se apoyará sobre los resultados experimentales de la Reserva de la Biósfera de Mapimí, ubicada en una región adyacente a la del proyecto, además de algunos otros resultados disponibles sobre los elementos del balance hídrico a escala regional.

Los dos objetivos de esta etapa son de traducir los factores de influencia sobre los escurrimientos en términos de comportamiento hídrico, y elaborar un sistema funcional espacial por cruzamiento de los tres tipos de información: datos hidrodinámicos, socioeconómicos e información espacial de los mapas e imágenes Satélite Landsat.

Esta segunda etapa requiere un enfoque metodológico importante, utilizándose el sistema UNIX-SUN y los paquetes MIGALE, SAVANE y PLANETES.

Dadas las grandes extensiones áridas y semiáridas del país, es importante que el modelo generado se pueda extrapolar a otras regiones hidrológicas similares; esto será posible a medida en que la base de datos pueda ser integrada y que los aspectos sociales se definan en el entendimiento y necesidades de las comunidades y el conocimiento de sus sistemas de producción.

C. Proposiciones de manejo regional.

Se realizarán a partir de los resultados anteriores con el objeto de hacer un uso óptimo de las aguas superficiales. Estas proposiciones deberán ser prudentes y racionales, además de tomar en cuenta la conservación del medio ambiente. Se harán en relación con la partición regional expuesta anteriormente y según la problemática específica de cada subregión.

D. Fase experimental piloto.

Estas propuestas deberán ser experimentadas en dos microcuencas representativas, considerando los siguientes objetivos:

- Precisar su eficiencia física y para la población.
- Evaluar sus impactos sobre la conservación del agua, suelos y cobertura vegetal natural.



Figura 1. Mapa de situación geográfica de la RH 36

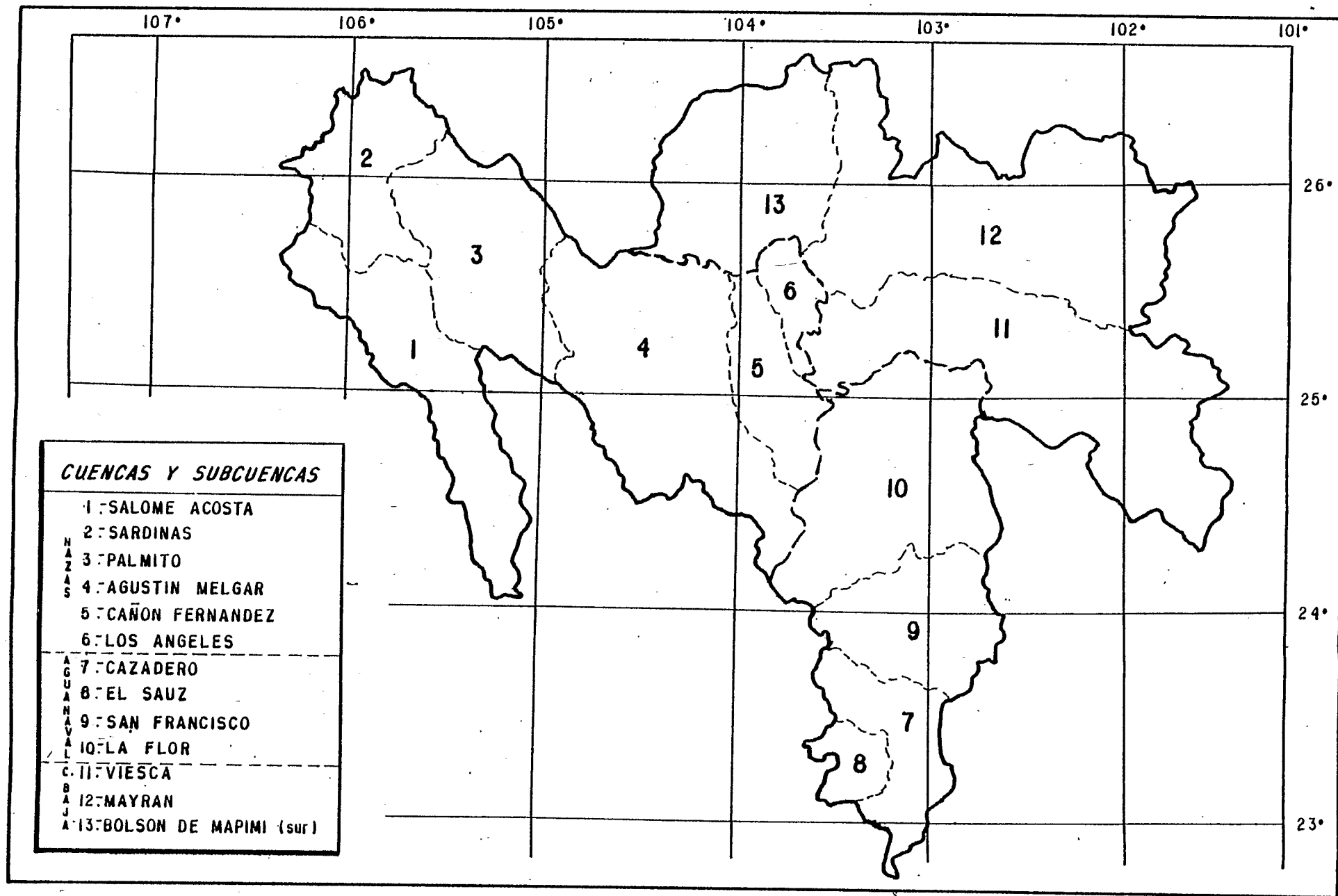


Figura 2. Divisiones de la RH 36 en Cuencas y Subcuencas.

La hidrometría se ve modificada por las presas Lázaro Cárdenas en el Nazas y varias pequeñas existentes en el río Aguanaval), así como por los presones en todas las subcuencas.

En esta parte se puede desarrollar la agricultura de temporal y de riego en algunos valles principales (Nazas y Aguanaval), y en todas las cuencas, el pastoreo y algunos cultivos por la multiplicación de los presones.

- Los problemas que se plantean son:

- * El riego de erosión alrededor de los presones.
- * El azolve de los presones, que impone prever un tiempo de amortización corto.

- Las áreas de intervención serían:

- * El control de los presones y del sobrepastoreo, y la calidad de las aguas.

3) La cuenca baja; es decir, el conjunto de las lagunas de Viesca y Mayrán así como la parte sur del Bolsón de Mapimí es una zona árida o semiárida de la parte Norte de México. En esta región se desarrolla una llanura, con unos relieves poco sobresalientes. La pluviometría es inferior a los 300 milímetros; el escurrimiento es muy esporádico y se produce en las bajadas sin recorrer mucha distancia; aún, ciertos años llegan a las lagunas las avenidas del Nazas y del Aguanaval (como en 1968 y en 1991).

Los problemas de esta región provienen de la escasez del agua:

- Abatimiento muy fuerte del manto acuífero (1.75 m/año).
- Degradación de la calidad química del agua.

Las áreas de intervención podrían ser:

- La recarga de los acuíferos, pero ésta resulta imposible hoy en día debido a que la disponibilidad de agua para este uso resulta escasa.
- Disminución del abatimiento anual.
- La construcción de presones al límite del monte y de las bajadas en una zona en que el espacio resulta poco costoso.

Estas dos microcuencas experimentales se situarán lógicamente en la primera región descrita anteriormente (cuenca alta); la tercera que está representada por los datos experimentales del Instituto de Ecología para la estación de Mapimí (cuenca baja).

V) DIVISION EN 3 SUBREGIONES.

Después se puede dividir la RH36 en tres subregiones, que corresponden más o menos a una división climatológica:

1) La cuenca alta del Nazas (en la estación de Palmito), que es la zona de mayor aportación del agua, con fuertes pendientes y una pluviometría superior a los 500 milímetros; es la zona más excedentaria en materia de escurrimiento.

- Los problemas que se plantean en esta subregión son posiblemente:

- * La deforestación.
- * La degradación de los suelos y sus consecuencias, tales como el azolve de las presas y presones, así como una mayor irregularidad en los escurrimientos.

- Las áreas de intervención posibles son:

- * La conservación del medio ambiente (agua, suelo, bosque).
- * La construcción de presones con doble utilidad: almacenamiento de aluviones para disminuir el azolve en las presas aguas abajo.

2) La cuenca media del Nazas y la cuenca del Aguanaval, que es una zona intermediaria que poco participa en la aportación del escurrimiento. El río Aguanaval conduce en promedio anual 300 millones de m³, y algunos años el gasto del río Nazas disminuye entre la estación de aforo de Palmito y la de A. Melgar; esta región tiene pendientes medias, y la pluviometría está comprendida entre 300 y 500 milímetros por año.

V) EN RESUMEN.

- Un proyecto científico, que es la definición del potencial hídrico y la modelación de los escurrimientos, con la meta de optimizar el uso del agua.

- Un conjunto de herramientas: uso de paquetes de tratamiento estadístico de datos, recorridos y experimentaciones de campo, teledetección y, a largo término, un sistema de información geográfica (con uso de los paquetes MYGALE, SAS, SAVANE y PLANETES; uso ulterior de ARCINFO), que permita la extensión de la metodología determinada a otras partes similares del Norte de México.

VI) CONCLUSIONES.

Actualmente se tienen recabados y capturados todos los datos considerados en la primera fase de inventario para la parte alta de la RH36 (ríos Nazas y Aguanaval), y su parte baja formada por la porción Sur del Bolsón de Mapimí y las lagunas de Mayrán y Viesca.

Toda la información se encuentra en proceso de análisis e interpretación espacial y temporal, la cual será publicada en un documento de presentación de la RH36, conteniendo además un análisis de todos los factores que influyen los escurrimientos superficiales.

En la segunda etapa del proyecto se traducirán estos datos en términos funcionales con respecto al balance hídrico, integrándose en un sistema de información geográfica que permita la elaboración de un modelo de escurrimiento, a través del cual se puedan proponer alternativas con la finalidad de hacer una mayor optimización del uso del agua.

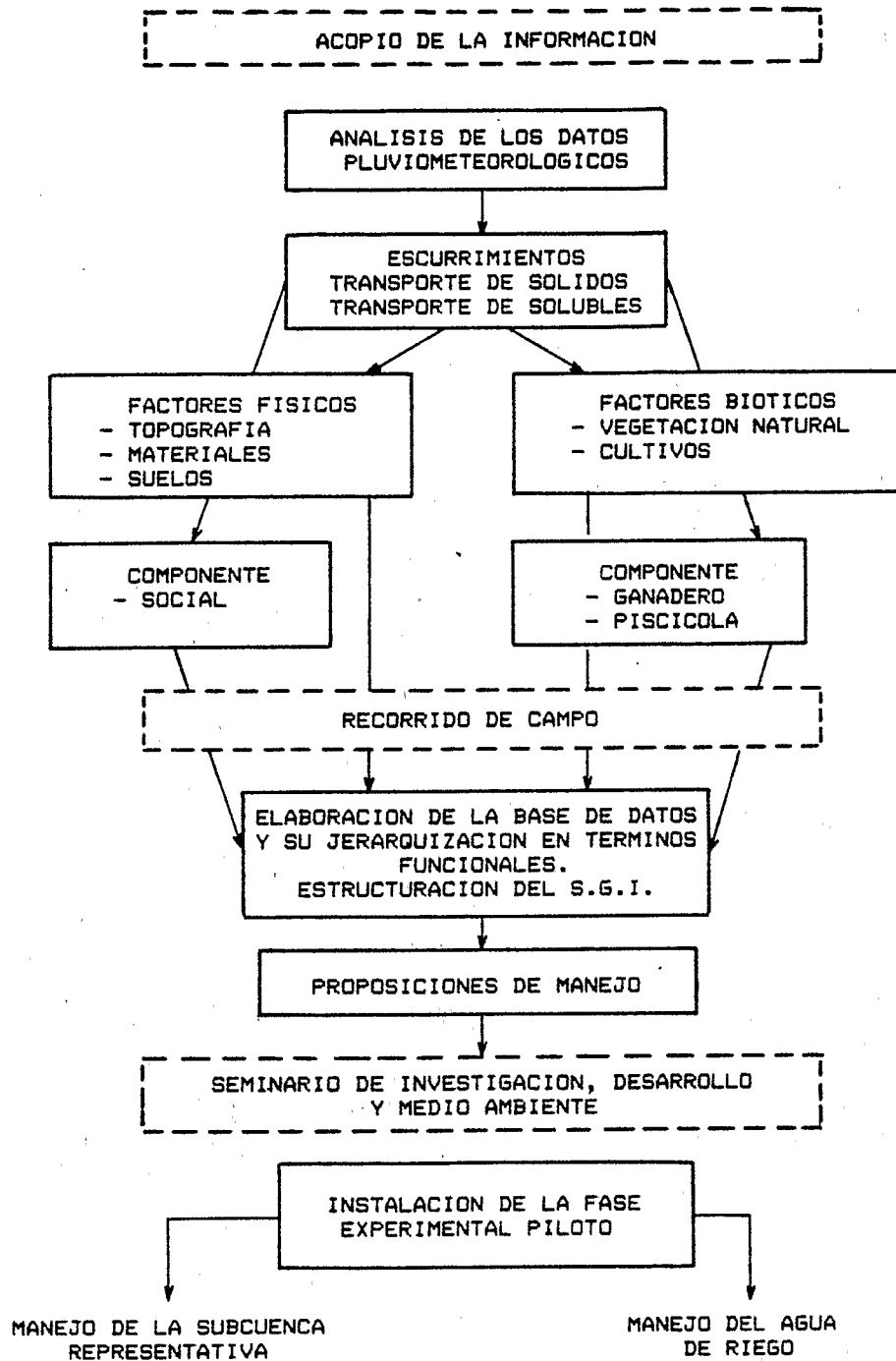


Figura 3. Diagrama de flujo del proyecto.

ANEXO

PRIMEROS RESULTADOS.

Después del inicio del proyecto, al principio de 1992, los principales resultados fueron obtenidos por acopio, procesamiento e interpretación de numerosos datos y mapas:

- Datos de CONAGUA: promedio de 30 años de observaciones para 50 estaciones pluviométricas.
- Muestras de hidrometría de CONAGUA: promedio de 15 años para 10 estaciones.
- Observaciones climatológicas de CONAGUA, temperatura y evaporación: 20 años para 30 estaciones.
- Mapas de INEGI a la escala de 1:1'000 000, de donde se extraen 17 temas reportados sobre cartas planimetradas.

Este análisis ha complementado por recorridos de observación en el área de estudio (por el momento en los 30000 km² de la cuenca del río Nazas).

1) Pluviometría.

- Análisis espacial regional de las lluvias anuales e interanuales (55 estaciones, 20 años promedio). Método de doble masa para la selección de estaciones confiables.
- Distribución temporal.
- Estudio de las crónicas más largas (DIXLOI).
- Descripción del ciclo temporal en el año.
- Descripción del mes más húmedo y más seco (DIXLOI).
- Descripción de las máximas diarias anuales (DIXLOI).

2) Temperatura y Evaporación.

- Interpretación de las cartas de climas y de temperaturas medias anuales (escala 1:1'000 000).
- Evaluación de la calidad de las series de tiempo mediante las pruebas de homogeneidad (30 estaciones, 20 años promedio de observación).
- Análisis de la variabilidad espacial y temporal de las dos variables.

3) Hidrometría.

- Coeficiente de escurrimiento (10 estaciones).
- Promedio interanual.
- Coeficiente anual de escurrimiento.
- Gastos medios diarios e instantáneos (máximo por año).
- División de la RH en 13 subcuencas hidrográficas.
- Jerarquización de subcuencas.
- Transporte de sólidos, aspecto cuantitativo.
- Transporte de solubles (clasificación geoquímica por subcuenca, PIPER).

4) Topografía.

- Interpretación de los datos de altitud por subcuenca (altitud máxima, mínima, media).
- Elaboración de una carta por curvas de nivel (1000, 1500, 2000, 2500, 3000), escala 1:1'000 000 y digitalización.
- Superficie de cada zona de altura por cuenca.
- Longitud media entre curvas por cuenca.
- Rangos de pendiente.

5) Fisiografía e Hidrografía.

- Interpretación de los sistemas de topoformas (sierra, cerro, bajada, meseta, llanura, valle, playa). Superficies y porcentajes por cuenca y subcuenca.
- Análisis de perfil longitudinal de los ríos y principales arroyos.

6) Geología.

- Análisis de los tipos de rocas y materiales de la RH36 (escala 1:1'000 000).
- Distribución con superficies y porcentajes de afloramiento por cuencas y subcuencas en relación con:
- Sus orígenes (eruptiva, sedimentaria química o detrítica).
- Su petrografía.
- Sus características químicas (ácida, básica).
- Sus características físicas (rocas endurecidas y materiales suaves).

7) Suelos.

- Estimación de la superficie y porcentajes de los tipos de suelos y características. Escala 1:1'000 000.
- Unidades de suelo (clasificación FAO).
- Fases químicas (salina-sin fase).
- Fases físicas (porosidad, textura, elementos gruesos y endurecimiento). Evaluación de la profundidad a partir de las cartas fisiográficas, edafológicas y de uso potencial del suelo.
- Características hídricas, capacidad de campo.

8) Recursos Bioticos, Vegetación Natural, Especies Icticas.

- Evaluación de la superficie y porcentaje de ocupación de la vegetación natural por unidad de estudio.
- Unidades de vegetación (bosque, matorral, pastizal, chaparral, vegetación halófila).
- Estimación del grado de cobertura (recorrido de campo, fotografías puntuales).
- Inventario de plantas de uso múltiple.
- Inventario de plantas forrajeras.
- Inventario de especies icticas en las presas.

9) Cultivos.

- Apreciación de las superficies cultivadas y porcentaje de ocupación por cuenca y subcuenca a partir de los mapas de uso del suelo y vegetación:
- tipo de agricultura (temporal, riego).
- tipo de cultivos y rotación temporal.
- evolución en el tiempo (censos agrícolas y datos de las oficinas regionales en el área de estudio).

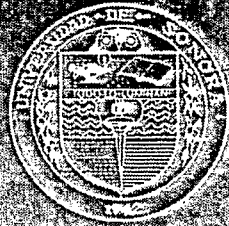
10) Aspectos Socio-económicos.

Desde el inicio del proyecto se ha estado elaborando una primera fase para la realización de una monografía socioeconómica de la RH36 a nivel subcuenca que identifica los aspectos más relevantes en el aprovechamiento de los escurrimientos superficiales.

Esto se ha hecho con base a la información disponible en los censos de población y censos agropecuarios que publica INEGI. Dado que la información censal está definida en términos administrativos (por municipio), a fin de compatibilizar dicha información con los límites geográficos naturales de cada subcuenca, se estima la proporción que cada municipio tiene en determinada subcuenca y en esa misma proporción se aporta la información de cada municipio.

- Monografía socioeconómica a nivel subcuenca que identifique los aspectos más relevantes para aprovechar los escurrimientos superficiales.

- Estimación de las proporciones municipales en las subcuencas. Procesamiento de la información.



UNIVERSIDAD DE SONORA
HERMOSILLO, SONORA, MEXICO

Memorias de

PRIMER SEMINARIO INTERNACIONAL DE
MANEJO DE CUENCAS HIDROLOGICAS

THE UNIVERSITY OF

ARIZONA

TUCSON ARIZONA

Proceedings of the
FIRST INTERNATIONAL SEMINAR OF
WATERSHED MANAGEMENT

UNIVERSIDAD DE SONORA
THE UNIVERSITY OF ARIZONA

November 17 - 19, 1992
Hermosillo, Sonora, Mexico

1993

ORSTOM Fonds Documentaire
N° 38.248 ex 1
Cote B

19 OCT. 1993