

I ENCUENTRO NACIONAL DE CLIMA, AGUA Y TIERRA
I JORNADAS NACIONALES DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y CLIMATOLOGIA
IV JORNADAS VENEZOLANAS DE RIEGO Y MEJORAMIENTO DE TIERRAS

COMPORTAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y SENSIBILIDAD AMBIENTAL
DE LOS MORICHALES COMO SISTEMAS FLUVIALES

Ministerio del Ambiente y de los
Recursos Naturales Renovables
Dirección de Hidrología
División de Aguas Superficiales

Autor:
David Pérez Hernández

1981

I ENCUENTRO NACIONAL DE CLIMA, AGUA Y TIERRA
I JORNADAS NACIONALES DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y CLIMATOLOGIA
IV JORNADAS VENEZOLANAS DE RIEGO Y MEJORAMIENTO DE TIERRAS

COMPORTAMIENTO HIDROGEOLOGICO Y SENSIBILIDAD AMBIENTAL
DE LOS MORICHALES COMO SISTEMAS FLUVIALES

R E S U M E N

Se presenta una descripción del ambiente de "Morichal" describiéndose sus características hidrológicas, edáficas y geológico-ambientales.

Se sugiere un modelo gráfico para ilustrar la estructura del sistema, analizándose las sendas de transferencia de masas de agua y áreas de suministro y disposición. Una consideración sobre las interrelaciones del acaecimiento con respecto a los cambios de la calidad del agua y los efectos de contaminantes, llevan a establecer un alto grado de sensibilidad ambiental para estos cuerpos de agua, lo cual exige se adopten medidas correctivas y de planificación del uso de las aguas tanto superficiales como subterráneas, que permitan evitar problemas relacionados con su preservación y conservación. Tales acciones cobran mayor importancia en áreas de futuro desarrollo agroindustrial, como lo es la faja petrolífera del Orinoco, donde estos cursos de agua tienen una amplia distribución y donde en algunos casos, se ha detectado contaminación con hidrocarburos y fertilizantes.

Ministerio del Ambiente y de los
Recursos Naturales Renovables
Dirección de Hidrología
División de Aguas Superficiales

Autor:
David Pérez Hernández

COMPORTAMIENTO HIDROGEOLOGICO Y SENSIBILIDAD AMBIENTAL DE LOS " MORICHALES " COMO SISTEMAS FLUVIALES.

DEFINICION DEL AMBIENTE DE " MORICHAL."

En las extensas llanuras y planicies elevadas situadas al norte del curso inferior del río Orinoco sobre la transición del piso medio hacia el piso inferior de los llanos, en el borde deltáico así como en diversas altiplanicies de cuencas que vierten sus aguas a este río en la Guayana Venezolana, se desarrolla un tipo de red fluvial donde la presencia de la variedad de palmera tropical Mauritia flexuosa, vulgarmente conocida como " Moriche," ha llevado a la adopción del nombre de " morichal " para dicho sistema de drenaje. Se trata de un complejo hidro biológico donde se desarrolla una asociación florística representada por diversas especies de plantas, quienes por su disposición y hábitos hidrofílicos, dan al ambiente una configuración de bosque, similar al de galería que caracteriza a otros ríos de las llanuras altas de Venezuela, especialmente distribuidos en los llanos occidentales de los estados Barinas, Portuguesa, Cojedes así como en el Apure.

El término " Morichal " como lo ha definido Tamayo (8), envuelve un concepto fitogeográfico de complejo alcance que se aplica en la región llanera, para definir a un tipo de corriente fluvial con características muy particulares, entre ellas: su permanente escorrentía, leves magnitudes de pendientes, ausencia casi total de transporte suspendido y aspecto límpido de sus aguas con suelos grises - oscuros, de alto contenido orgánico.

Es la asociación de un conjunto de condiciones y características tanto ambientales, físicas, geológicas e hidrológicas, quienes de

terminan la ocurrencia de estos interesantes y poco conocidos sistemas fluviales. El propósito de este trabajo es explorar aquellos aspectos del medio físico, especialmente los dos últimos que gobiernan su evolución y comportamiento, siendo muchos de ellas generalizables como causas condicionantes de su ocurrencia en sus diferentes áreas de distribución.

La presencia del " morichal " es exclusiva de las márgenes de cauces y planicies fluviales donde se encuentran los suelos bajo una condición de saturación permanente, así es factible de definir con propiedad, el carácter superficial de la zona freática a través de la presencia de tales asociaciones florísticas.

Debido al hecho de que estos drenan sedimentos no consolidados en llanuras que bordean a grandes ríos, es aparente vincular su comportamiento hidrológico y de drenaje, con la ocurrencia de patrones locales de flujos que forman a su vez, parte de sistemas regionales de flujos asociados a grandes sistemas fluviales, especialmente con el Orinoco.

REDES DE DRENAJE Y PENDIENTE DE LOS SUELOS EN LOS AMBIENTES DE " MORICHAL "

Un carácter común de estas redes es la de presentar bajas pendientes con declividades que no exceden a 5 m/Km y aún cuando en algunos existen bordes erosionales tipo " Bad Lands, " que conforman a cuevas de escarpas abruptas (" Farallones ") en las mesas de Anzoátegui, Monagas y Guárico, la ocurrencia y grado de almacenamiento de agua en estos canales, está fuertemente gobernada por aquella condición.

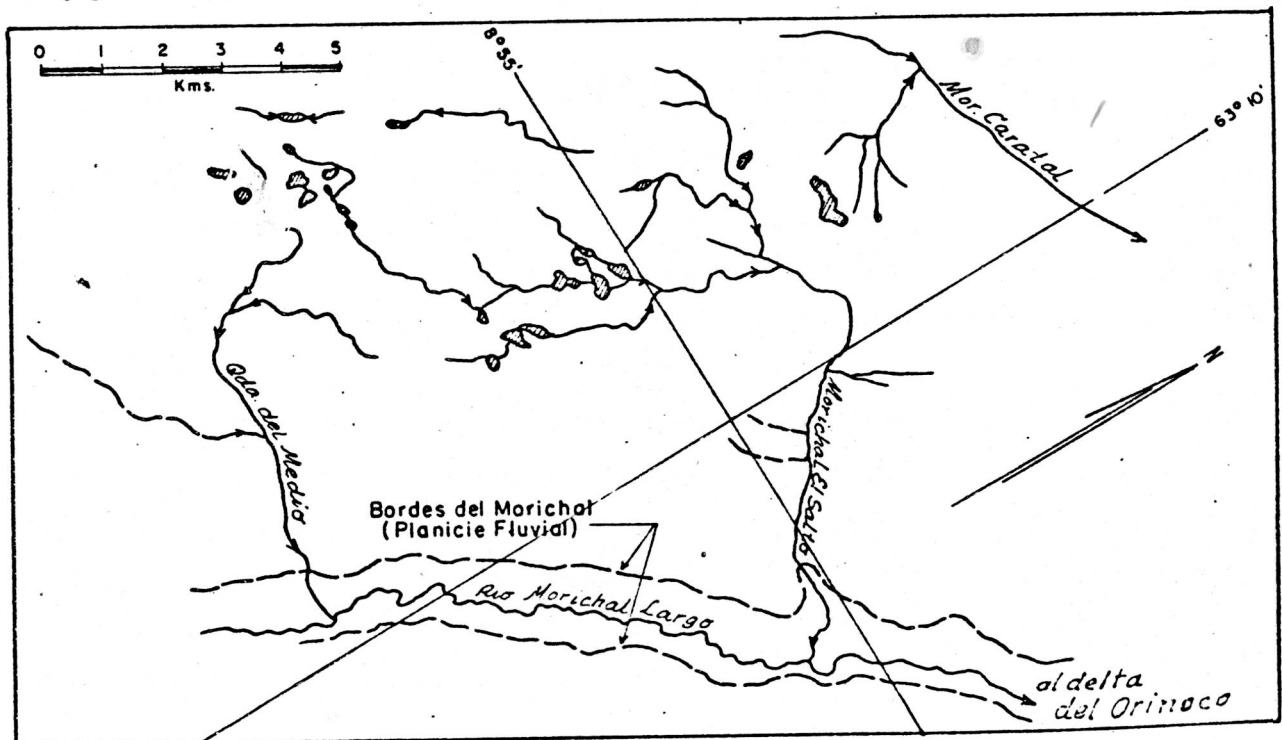
Ello además de contribuir a un retardo de la escorrentía superficial y del flujo en los canales, favorece la reducción e intensidad con la cual se desarrollan otros procesos vinculados a la actividad fluvial que son comunes en estos ambientes, por ejemplo el transporte de materiales sólidos-solubles, las tasas de alteración de la materia

orgánica y la actividad hidrogeoquímica respectivamente. Como consecuencia del primero, la disección vertical de los suelos es muy lenta en el tiempo, así las densidades de drenaje y evolución de los canales de bajos ordenes es retardada, observándose continuidad del cauce principal sobre grandes extensiones de superficies onduladas, sin recibir ellos contribución de tributarios. Esto muestra que, altos porcentajes de las áreas adyacentes a los morichales son drenadas por una red difusa, controlada por el subsistema sub-superficial que no determina desarrollo de verdaderos canales. En suelos ondulados, la escasa escorrentía superficial que se genera de las lluvias, se almacena en las depresiones pero su permanencia en la superficie es relativamente corta, dado que ellas pueden disponer de espesores relativamente gruesos de material arenoso concentrado allí por la acción eólica, facilitándose la infiltración especialmente, ello representa un favorable mecanismo activador de la recarga subterránea natural y reductora en el tiempo a su vez, de la evapotranspiración al disponerse el agua derivada de la precipitación para el almacenamiento subterráneo.

La infiltración de otra parte, es favorecida por las reducidas pendientes de suelos cu liertos por gramíneas, que retardan la escorrentía y mientras en general, en los brdes y terrenos adyacentes drenados por el morichal, la zona freática está en muchos casos superficial o a poca profundidad, es factible que solo en esta franja se produzca escorrentía superficial al satisfacerse la deficiencia de humedad de los suelos.

Cuando existen áreas topográficamente depresivas con la mesa de agua expuesta a la superficie, se producen almacenajes permanentes de agua, a las cuales se conoce como esteros (diferentes al de Camaguán, que obedece en su génesis, a otros factores), muy comunes hacia las partes bajas de las planicies fluviales y confluencias con los grandes ríos, particularmente en la franja costera al sur del Guárico, donde ocurren exponentes de estos morichales como son los de Iguana, Morichal del Día llo, Mocapra, San Bartolo, Manapire y San José.

En algunos tramos fluviales, el almacenaje se produce en los canales durante el período seco, indicando que los mismos han profundizado sus lechos hasta interceptarse la zona saturada. También se observan dentro de bordes de divisorias hidrológicas de algunos morichales como los de Morichal Largo y Tigre, en zonas adyacentes al Delta del Orinoco, tipos de patrones de drenaje intracuenca y "contorsionado" lo cual sugiere la exposición de la mesa de agua en la superficie, en zonas topográficamente depresivas que han podido representar en su conjunto, a preexistentes vías de drenaje bloqueadas por sedimentación u obstruidas y cerradas debido a la migración y desplazamiento lateral de los canales; acá las depresiones en el tramo, contribuyen a que se produzcan almacenamientos superficiales permanentes derivados del almacenaje subterráneo (lagunas), ellos se mantienen conectados por canales cuya dirección de drenaje está determinada por variaciones locales de los gradientes hidráulicos, que pueden variar localmente en forma significativa, controlando la dirección general del flujo superficial. La figura a bajo ilustra la configuración del drenaje en el área mencionada.



PATRON DE DRENAGE CONTORSIONADO CON ALMACENAMIENTOS SUPERFICIALES VINCULADOS AL RESERVORIO SUBTERRANEO.

Es necesario mencionar finalmente la evolución y desarrollo de cortos canales, geológicamente jóvenes, que están progresivamente disectando los sedimentos y depósitos marginales de mesas en el arco del Orinoco inferior y los cuales han desarrollado por erosión regresiva escarpas y acantilados de hasta 50 m de altura. Estos en muchos aspectos, se asemejan a los morichales de las mesas altas, tienen una distribución al Este de la curva del Infierno y hacia el Delta y contruyen por la margen izquierda al Orinoco. Ellos responden en su evolución a un fuerte control del nivel de base de este río, demostrando por su régimen permanente, evidencias de la presencia de importantes almacenamientos relativamente superficiales subterráneos, además de lo efectivo de la recarga natural en los sedimentos de la formación Mesa, habiéndose medido en períodos críticos de sequía, rendimientos líquidos en algunos de ellos en el rango de 5-20 lts/seg/Km². El hecho de existir estos morichales bajo diferentes condiciones geológicas, presentando caracteres comunes y disímiles tanto en su comportamiento hidrológico como en su morfología, les hace medios propicios para realizar estudios donde lo específico y lo general se conjuga para hacerles más interesantes y lo que es más importante, ser propensos a ser estudiados y analizados haciendo uso de analogías en su evolución y comportamiento hidrológico, geológico y ambiental.

CARACTER EDAFICO Y GEOLOGICO EN EL AMBIENTE DEL " MORICHAL."

Quiénes han observado y reconocido la extensión de estos sistemas fluviales en las grandes planicies y llanuras de los llanos que bordean el curso del Orinoco inferior, especialmente en zonas donde predominan materiales arenosos, han de sorprenderse de que los mismos no ocurran en aquellos sectores y regiones, con modalidades climáticas relativamente similares como son los llanos de los estados Apure, Barinas, Portuguesa, etc. donde incluso existe, una mayor disponibilidad de agua derivada de una pródiga precipitación; adoptando los ríos, las pla-

nicies y su cobertura vegetal, aspectos distintos de las exhibidas por los morichales. En los llanos altos se desarrollan bosques de galerías estando ausente en ellos, ésta particular variedad de palmera tropical.

Estos canales presentan en sus planicies, un predominio de elementos finos que progresivamente a través de las recurrentes avenidas anuales, han contribuido por desborde de las aguas y deposición de las cargas sólidas, a la formación de las planicies fluviales cuyos materiales una vez finalizado el lapso lluvioso, se desecan gracias a un efectivo drenaje superficial y la evapotranspiración, resultando una especificidad del bosque, con variedades que se adaptan a un particular régimen alterando de sequía-saturación, a una forma y tipo de material edáfico más fino y a condiciones hidroquímicas distintas a las que se desarrollan en el ambiente de morichal. Aparentemente, la interacción del material edafológico bajo una condición de saturación continua, la retención y el suministro de compuestos especialmente de naturaleza orgánica derivada de la alteración de la materia vegetal acumulada en las planicies fluviales, lo cual se favorece por la disponibilidad del agua en forma permanente, proveen condiciones para que este biotopo se desarrolle. No se conocen al presente, todos los mecanismos hidrobiológicos y geoquímicos que regulan y determinan este ambiente, los cuales pueden operar bajo circunstancias muy especiales. Así por ejemplo, se han medido en las aguas de algunos morichales del Guárico y Anzoátegui, valores del pH en el rango de 4,5 - 5,5; lo cual les da un carácter ácido, siendo las mismas en su aspecto y otras propiedades, similares a las denominadas "aguas negras" de algunos ríos de la Guayana. Se presume que la existencia de volúmenes considerables de material húmico dentro de los suelos de las planicies y el largo período que toma al flujo especialmente el subsuperficial para transitarse, favorecen los mecanismos de descomposición y alteración de esta materia orgánica determinándose así, ésta y otras particularidades de las aguas.

La importancia de la asociación de esta palmera con un medio sujeto a permanente saturación, es que ella puede usarse como indicadora inequívoca de la poca profundidad de la zona de saturación, siendo factible a través de su identificación, deducir algunos hechos asocia-

dos a la ocurrencia y almacenamiento de las aguas subterráneas, especialmente en áreas con déficit de información hidrogeológica como son las extensas zonas de la faja petrolífera del Orinoco, donde su ocurrencia es frecuente. Su detección se puede lograr a través del uso de imágenes aerofotográficas con lo cual, se facilitarían los programas de exploración preliminar de las aguas subterráneas.

Se ha mencionado la importancia de la alteración de la materia orgánica en estos medios. Ello está sin embargo, ampliamente vinculado a la evolución edáfica, a través de reacciones de intercambio de elementos entre los suelos y las aguas. Es bien conocido el efecto que ejerce el enraizamiento de la vegetación, como factor acelerador de la intercambiabilidad de elementos especialmente los más móviles en el ambiente hidrogeoquímico. La erosión hídrica y el transporte eólico llevan hasta zonas depresivas, materiales finos desde los suelos marginales a las planicies fluviales, pero también el agua infiltrada de la precipitación lixivia y transporta vertical y lateralmente, material soluble que puede ser concentrado especialmente bajo las condiciones existentes, en el morichal y ello se favorece por el mismo hecho de que en sus márgenes y zonas de relleno, la fracción fina y la materia orgánica reduce considerablemente la conductividad hidráulica, en relación a los suelos lavados y formados por una dominante fracción arenosa.

Las aguas infiltradas pueden contener a su vez, concentraciones de gases como CO_2 y oxígeno en rangos cercanos a los valores normales de equilibrio encontrados en aguas en contacto con la atmósfera, lo que sería explicable por las altas tasas de infiltración y fácil acceso del flujo subsuperficial al borde y hacia la planicie fluvial, facilitándose de este modo, la oxidación de elementos metálicos y la reducción del pH, con lo cual la alteración de muchos compuestos y en especial de la materia orgánica, puede desarrollarse. Es importante destacar que estos procesos ocurren en forma continua, pero que las condiciones para alcanzarse el estado final de morichal, como un canal que presenta características típicas tanto en su morfología (Geometría), de desarrollo de la vegetación y características físico-químicas de las

aguas, son de larga extensión y además altamente sensibles a cualquier alteración o modificación artificial de las condiciones señaladas. Así el atrapamiento y disposición de materiales finos, como el enterramiento y descomposición de la materia vegetal en la planicie, ha tomado largos períodos (cientos ó miles de años) y ello puede interrumpirse indirectamente a través del suministro y disposición de contaminantes, modificación artificial del drenaje a través de obras viales ó remoción de la vegetación, con lo cual el morichal puede exponerse a la extinción ó en otros casos, a perder sus características naturales. Situaciones adversas causadas por la disposición de compuestos derivados de hidrocarburos, plagicidas y fertilizantes ó la de aportes de sedimentos, derivados de la incorporación reciente de nuevas tierras a la actividad agrícola y hasta por la misma erosión natural, contribuyen a modificar las condiciones propias de estos ríos y a interferir con los mecanismos que ocurren a nivel de los suelos y aguas en estos delicados ambientes hidrobiológicos, con lo cual se hace difícil y crítica, su permanencia y desarrollo. Ejemplo de sensibles e irreversibles cambios en morichales sujetos a contaminación por hidrocarburos, se han producido en el oriente de Venezuela, como es el de Urrupia y en el curso superior del Morichal Largo, en este último como consecuencia de la aplicación de fertilizantes y otros productos agrícolas así como de residuos derivados de la actividad desarrollada por grandes centros urbanos adyacentes, allí el deterioro de la calidad de las aguas se comienza a detectar.

EL SISTEMA HIDROGEOLOGICO.

" Los Morichales " como cualquier otro ambiente fluvial natural, son el resultado de la interacción y operación de un conjunto de procesos vinculados al ciclo hidrológico y el comportamiento de un sistema físico formado por los diversos y complejos componentes geológicos, así como la biomasa, que integran una unidad o sistema hidrogeomorfológico. Un apropiado conocimiento de este sistema y de los procesos que

regulan su comportamiento, es necesario por cuanto permite:

1. Dar jerarquía y relevancia a los procesos hidrológicos y sendas relevantes, que controlan la transferencia y movimiento de las masas de agua.
2. Fijar las fuentes y áreas de disposición de los almacenamientos tanto superficiales como subsuperficiales.
3. Identificar subsistemas que pueden ejercer un papel significativo como parte estructural del sistema global.
4. Finalmente, ayuda a diagnosticar la aplicabilidad de modelos hidrológicos y desarrollar esquemas de simulación del ciclo hidrológico más apropiados y ajustados, a las condiciones naturales del medio de interés.

El gráfico A muestra un modelo simbólico del sistema, cuando espacialmente se ha discretizado la cuenca (figura N° 2) en segmentos que tienen como componentes a los suelos marginales y la planicie fluvial, los tramos del canal y la vegetación.

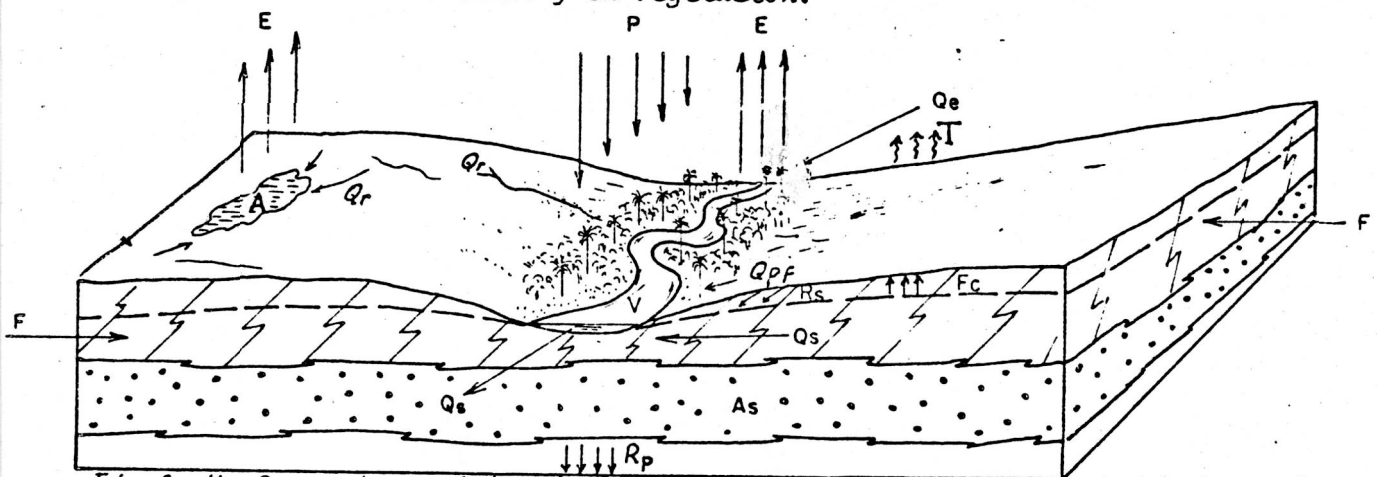


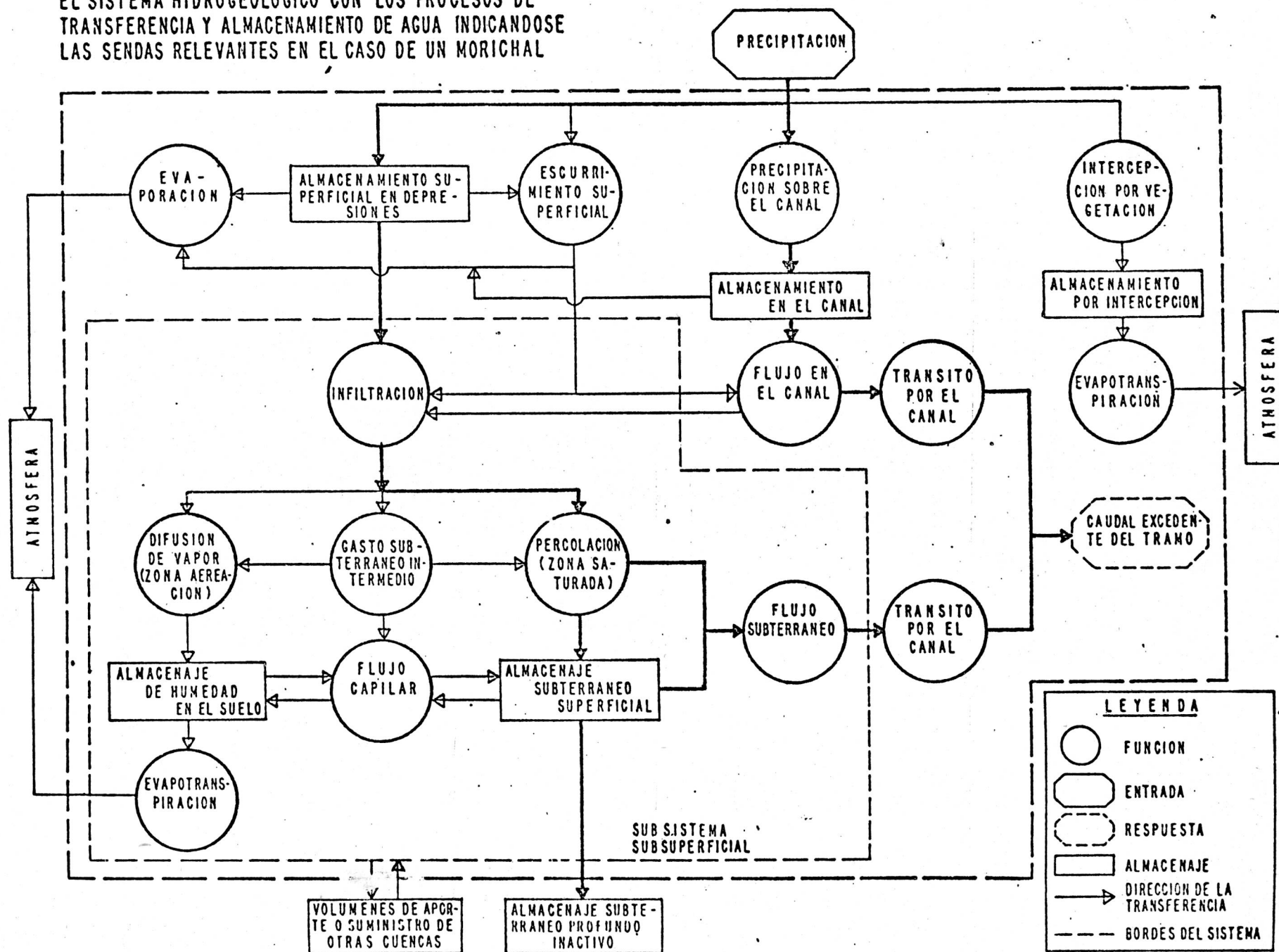
Fig.2. Un Segmento genérico de la cuenca en los bordes de un morichal con los procesos hidrológicos involucrados

- | | |
|--|--|
| A - Almacenaje en depresiones | Qr - Escurrimiento superficial |
| As - Almacenaje Subterráneo, | Qpf - Escurrimiento en la planicie fluvial |
| E - Evaporación | Qs - Gasto Subterráneo |
| F - Recarga lateral ($\pm$) | R - Gasto Subterráneo intermedio |
| Fc - Flujo capilar | Rp - Recarga profunda |
| P - Precipitación | V - Almacenaje en el canal |
| Qe, Qs - Caudal influente y afluente al Tramo. | T - Evapotranspiración. |

La fuente más importante de suministro de humedad se deriva de la precipitación, la cual se distribuye en fracciones que van a la superficie de los canales contribuyendo directamente con el flujo en el tramo, intercepción superficial por parte de la vegetación (gramíneas de sabanas inarboladas y bosques del " morichal "), que representa una reducida porción de la lluvia y ejerce poca importancia en la generación de escorrentía, siendo a través del almacenamiento en depresiones y la detención superficial sobre el suelo, quienes disponen del más alto porcentaje de la precipitación para facilitar la infiltración en suelos arenosos, proceso este que gobierna el transporte de agua en la zona de aireación y de la zona saturada (percolación), mostrándose adicionalmente los almacenamientos de agua producidos a cada nivel. Estimaciones preliminares de la infiltración realizadas en la Dirección de Hidrología, basadas en balances de masas de agua, dentro de un sector de 7.200 Km^2 en Morichales al borde norte del Orinoco, han conducido a valores de 350 mm/año , lo cual representa un 30% de la precipitación media aproximadamente que es de 1.225 mm/año . Ello refleja la importancia de la infiltración como factor importante de la recarga. Otro mecanismo de transporte de agua que ocurre en la interfase superior de la zona saturada es el flujo capilar, que en conjunto a los procesos de almacenamientos de humedad y agua en el suelo, configuran el complejo subsistema superficial, donde además de producirse almacenajes propios para el aprovechamiento (reservas renovables) también se dispone de volúmenes que van al almacenaje profundo inactivo de las aguas subterráneas. En ciertas circunstancias, si las divisorias hidrogeológicas entre segmentos de cuencas adyacentes, no están definidas debido a la continuidad estratigráfica de los acuíferos -situación muy probable de producirse en estos medios de llanuras extensas, con indefinidas divisorias topográficas o cuando los gradientes regionales del flujo subterráneo lo determinen, entonces es factible, se produzcan aportes o extracciones de tipo extracuenca afectando al sistema, tal como lo señala el diagrama de flujo.

A partir de almacenamientos superficiales o de la humedad

GRAFICO A
EL SISTEMA HIDROGEOLOGICO CON LOS PROCESOS DE
TRANSFERENCIA Y ALMACENAMIENTO DE AGUA INDICANDOSE
LAS SENDAS RELEVANTES EN EL CASO DE UN MORICHAL



existente en el suelo, el mayor porcentaje de agua se dispone por retorno hacia la atmósfera, ya sea por evaporación desde las superficies libres de los cuerpos de agua ó a través de la transpiración y evapotranspiración por las plantas y el suelo respectivamente. El tránsito del caudal generado en cada tramo, como resultado de la conjunción de los flujos superficiales y subsuperficiales, producen el excedente en un particular punto del cauce, completándose así el ciclo hidrológico y el balance cualitativo de las masas de agua en un sector o área total de la cuenca, al considerarse integrados en forma continua los diferentes tramos.

Es necesario destacar que, al no existir áreas impermeables de importancia en estas regiones y siendo la senda del flujo subsuperficial, la más importante reguladora de la transferencia de agua, tal como se ha señalado con flechas acentuadas en el diagrama de flujo, la aplicación de modelos desarrollados en otros países, especialmente de tipo lluvia-escorrentía, deben aplicarse bajo la consideración de estos criterios. Debido al hecho de no generarse apreciable escurrimiento superficial, como consecuencia de que la capacidad de la infiltración en los suelos es superior a la intensidad de la lluvia, así como por la circunstancia de que se pueden producir pérdidas ó suministros extra-cuencas al área y debido al hecho de que subtramos de los canales, se comporten como influentes ó efluentes, dependiendo de las relaciones entre estas variables y el almacenaje ó deficiencia de humedad en el suelo, proveen adicionales factores de complejidad que justifican antes, conocer mejor el comportamiento del sistema físico, para luego obtener su respuesta hidrológica a través de la simulación.

En conclusión, del análisis del diagrama de flujo se deduce que, la senda de transferencia de agua más importante en este sistema hidrogeológico, lo representa la vía subsuperficial. Este subsistema recibe la recarga natural directamente de la lluvia durante el período Mayo - Agosto época en que se activa el almacenamiento subterráneo renovándose la reservas que posteriormente, durante el lapso seco, garantizan el suministro que mantiene el flujo en los morichales, ellos por lo

tanto, se comportan como en este lapso como canales efluentes, de acá la importancia que reviste analizar aquellos caracteres geológicos y los procesos hidrológicos que dictan el comportamiento de este subsistema, para originar los morichales.

APROVECHAMIENTO Y CONFLICTO RELACIONADOS CON EL USO DE LAS AGUAS.

Los " morichales " representan además de vías de drenaje superficiales y cuerpos permanentes de agua, a elementos paisajísticos de enorme interés, hasta el punto de que algunos han sido decretados parques nacionales. Como reservas de agua, pueden aprovecharse para suministro urbano e industrial, fomento de la actividad agrícola y ganadera etc. Hasta el presente, es irrelevante el uso que se ha dado a éstos, especialmente debido a la baja densidad demográfica de sus cuencas. Sin embargo, con el desarrollo industrial que se provee va a ocurrir en los próximos años en la FAPO, * acompañado del asentamiento de grandes núcleos poblacionales, ello va a contribuir a modificar sustancialmente el medio, de manera que estos sensibles sistemas fluviales, pueden ser afectados tanto en aspectos de contaminación como en los relativos a las reservas de agua. La contaminación con residuos y productos derivados de la propia actividad petrolera, puede tener una menor importancia y son factibles de controlar a base de medidas apropiadas que regulen la disposición y tratamiento de contaminantes, tal como ha ocurrido en muchos campos petroleros, siendo quizás la actividad humana y el desarrollo industrial, la incorporación de nuevas tierras a la agricultura con empleo de fertilizantes y otros compuestos orgánicos, los que desempeñen en un futuro mediano, los efectos de mayor impacto ambiental y es sobre estos aspectos, hacia donde debe dirigirse la mayor atención.

Es conocido que, en materiales de alta conductividad hidráulica y donde la zona freática se encuentra a relativamente poca profun-

FAPO - Faja Petrolífera del Orinoco.

didad, el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas con constituyentes transportados verticalmente llega a ser efectivo, siendo evidente además, que cuando éstas son polucionadas, la solución del problema y el tratamiento de las mismas, se hace difícil y costoso, llegando a alcanzar estados de carácter irreversible, dependiendo de la concentración y tipos de contaminantes.

El acceso de poluentes a las aguas de algunos morichales, han mostrado ejercer efectos serios sobre la vegetación y la microflora del suelo, que se han hecho críticos dadas sus condiciones de poca circulación de agua. La fijación y permanencia de los mismos en el medio, contribuyen de otra parte, a interferir con los procesos naturales de alteración química y biológica que allí se producen y ello se puede hacer más complejo, cuando los caudales de estiaje derivados del almacenamiento subterráneo, poseen aguas con bajo grado de pureza, circunstancias en que la naturaleza del problema, se haría más complejo.

El otro aspecto se refiere, al agotamiento y reducción de las reservas renovables subterráneas por efecto de sobrehombos y explotación irracional de los acuíferos en áreas y sectores específicos. Ello puede modificar el comportamiento hidrológico local, en el sentido de que un excesivo bombeo puede inducir infiltración directa desde los canales al subsistema hídrico subterráneo, cuando se haya reducido el volumen de almacenamiento y descendido los niveles freáticos. En consecuencia, una reducción del flujo en los canales en los tramos inferiores, puede producirse. De esta manera, debe entenderse que el manejo del recurso subterráneo, ejerce una gran influencia y posee una gran interrelación, con respecto al uso y disponibilidad del recurso hídrico superficial. Hasta el presente (1981), no se han detectado efectos de esta índole en cuencas drenadas por morichales, pero no hay duda de que en las próximas décadas, se va a requerir de ingentes volúmenes de agua para el riego, la industria y el abastecimiento de poblaciones y ellos por razones evidentes, van a extraerse de las fuentes subterráneas que afortunadamente, en base a exploraciones recientes en muchas de las áreas adyacentes a los morichales, tienen un enorme potencial y

excelentes perspectivas de utilización. Es además ventajoso, que la extensión de los reservorios, así como las características geológicas de los acuíferos en estas cuencas, les hace comportarse como favorables zonas de recepción de aguas, con óptimas condiciones para que opere la recarga natural derivada de la precipitación que posee de otra parte, magnitudes moderadamente altas.

PLANIFICACION DEL USO DEL AGUA SUPERFICIAL - SUBTERRANEA.

El planificador del uso de los recursos hídricos de un sistema como el analizado, se enfrenta a problemas tanto de índole económico relacionados con las alternativas de uso como a los derivados del manejo y preservación de la calidad del ambiente. Para su ataque y solución, ambos dependen y se relacionan íntimamente, con el grado de conocimiento que se posea del sistema tanto en los aspectos estructural y físico, comportamiento hidráulico - hidrológico, así como en lo relativo a detalles específicos del agua como es la naturaleza física-química, por ejemplo. Mientras la alta disponibilidad de agua no conlleve a restricciones de uso y los efectos detrimentales que se derivan de una intervención leve no sean significativos, la implementación de medidas de control y de manejo de estos recursos, carece de justificación. Pero la experiencia nefasta de como se han deteriorado las aguas en otras regiones del país, han demostrado que es necesario adoptar con antelación al despegue y el desarrollo industrial, decisiones y medidas reguladoras del uso de las aguas, antes de que aparezcan los conflictos y su grado de complejidad alcance límites incontrolables, especialmente cuando las actividades que gobiernan el desarrollo, están en manos de empresas y particulares que no son previsivos al operar con los recursos naturales y el ambiente, desconociendo y no haciendo uso de medidas reguladoras del deterioro ambiental o en otro caso, como resultado del rápido avance de las actividades económico - industriales, no

ha sido posible establecer por parte de los organismos del Estado, las normas reguladoras de las mismas, que eviten o minimicen dichos conflictos. En el caso de los morichales y de los reservorios de agua en el subsuelo que determinan su existencia, las tareas de medir y estudiar con propiedad su comportamiento, así como la urgencia de adoptar medidas de control y regulación del uso de las aguas es necesario y urgente como vía para garantizar un uso racional del recurso hídrico y producir un mínimo grado de perturbación ambiental.