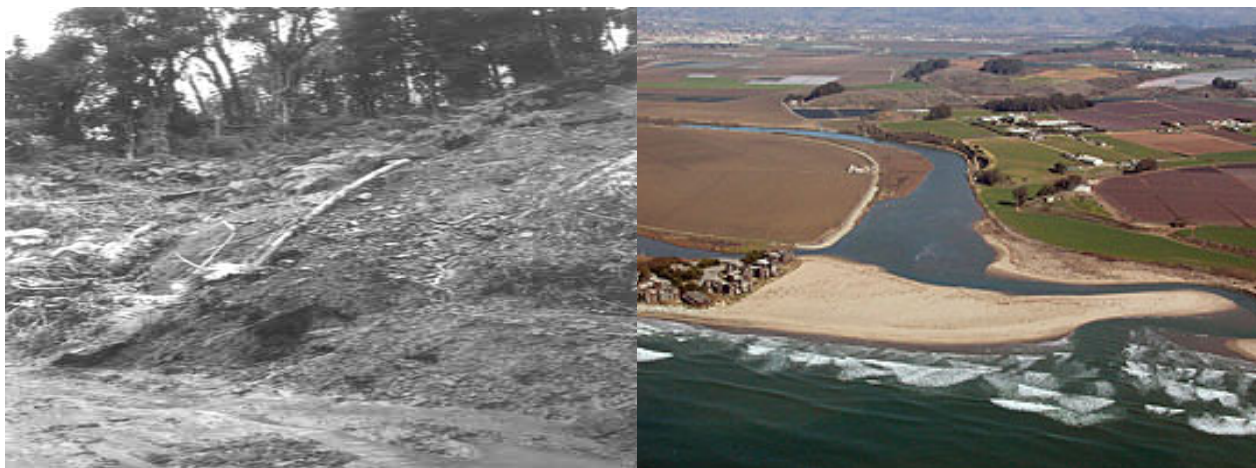


# **Análisis entre escurrimientos y sedimentos anuales en la cuenca del río Apatlaco. En el estado de Morelos**

**Por: M. I. Margarita Preciado Jiménez  
Dra. Maritza Arganis Juárez**

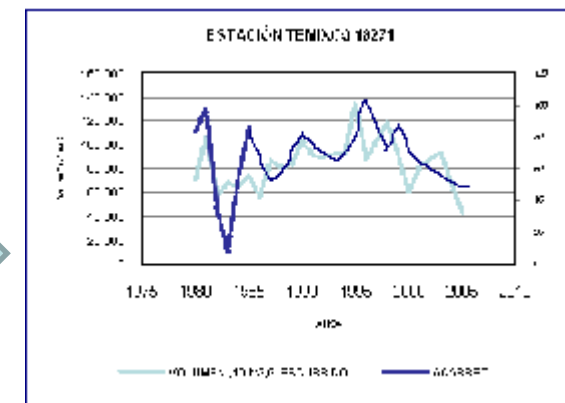
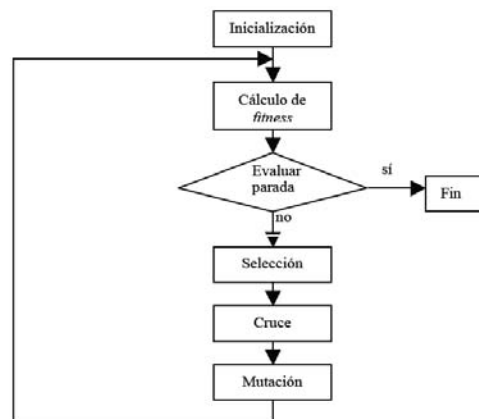
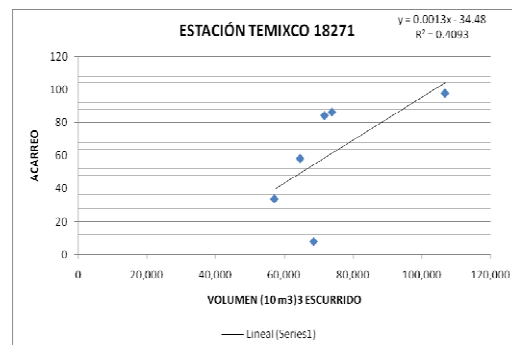
## RESUMEN

Los contenidos de materiales en suspensión en los cauces están estrechamente relacionados con los caudales y los aportes de sedimentos arrastrados por los escurrimientos superficiales de las laderas de las cuencas generados durante los períodos de tormentas ([Bogardi 1978](#), [Simons y Senturk 1977](#)). Sin embargo, los sedimentos transportados por los cauces no sólo provienen de las erosiones en las laderas sino que también de los procesos erosivos en la red de drenaje de las cuencas. Estos materiales, aportados por las erosiones en los propios cauces o desde las laderas adyacentes a los mismos, son transportados principalmente en forma de acarreos, proceso también conocido como transporte de fondo.



Este trabajo tiene por objetivo presentar resultados preliminares de una línea de investigación usando los datos de las estaciones hidrométricas de la cuenca del río Apatlaco, realizar correlaciones entre los datos anuales o mensuales para investigar la viabilidad de aplicar técnicas de cómputo evolutivo para obtener modelos de ajuste entre escurrimientos y sedimentos con propósitos de pronóstico.

La computación evolutiva (algoritmos genéticos), son algoritmos de búsqueda de propósito general que se basan en el modo en que la naturaleza consigue hacer que sus especies estén cada vez más adaptadas a su entorno, es decir, en la evolución. El año 1975 se toma como punto de referencia del origen de los estudios sobre algoritmos genéticos y, desde entonces hasta hoy en día, han ido mejorando y han sido utilizados para resolver problemas de los ámbitos más diversos.



## ANTECEDENTES

La Comisión Nacional del Agua (Conagua) cuenta con una red de estaciones hidrométricas instaladas de 2339, actualmente operan 865 estaciones. El número de estaciones hidrométricas en su base de datos sedimentos es de 415. La estación 26424 cuenta con un registro de 71620 días. La estación 19016 cuenta con un registro histórico de su base de datos del 01/01/1975 al 01/04/2008

AÑO	ESTACIONES EN OPERACION	AÑO	ESTACIONES EN OPERACION	AÑO	ESTACIONES EN OPERACION
1926	41	1955	622	1984	1239
1927	63	1956	669	1985	1240
1928	87	1957	708	1986	1152
1929	82	1958	716	1987	1150
1930	100	1959	769	1988	1148
1931	113	1960	788	1989	1145
1932	135	1961	07	1990	1142
1933	141	1962	832	1991	1067
1934	141	1963	866	1992	1068
1935	169	1964	915	1993	1067
1936	199	1965	1024	1994	1077
1937	175	1966	1068	1995	1055
1938	182	1967	1085	1996	960
1939	194	1968	1096	1997	844
1940	205	1969	1113	1998	774
1941	219	1970	1129	1999	779
1942	230	1971	1141	2000	780
1943	235	1972	1149	2001	780
1944	244	1973	1157	2002	811
1945	275	1974	1164	2003	865
1946	316	1975	1164	2004	862
1947	389	1976	1180	2005	864
1948	410	1977	1207	2006	863
1949	454	1978	1224	2007	865
1950	475	1979	1241	2008	865
1951	500	1980	1257		
1952	507	1981	1147		
1953	541	1982	1176		
1954	612	1983	1214		

**Tabla 1.** Evolución de las estaciones hidrométricas operadas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

## CUENCA DEL RIO APATLACO

---

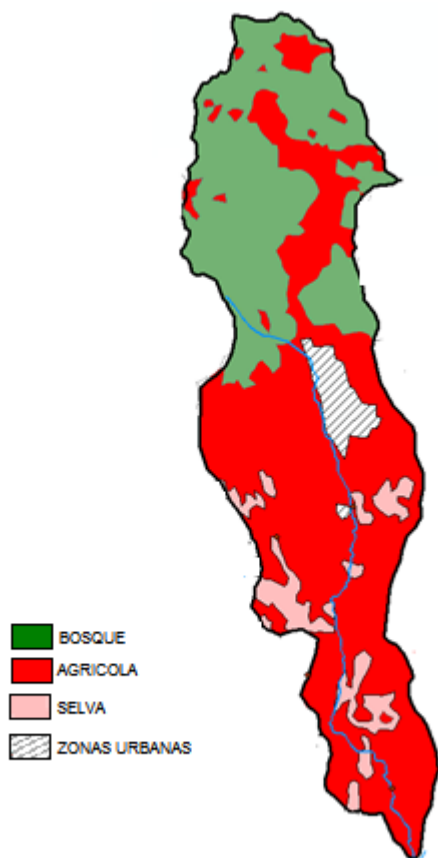
Se ubica en la porción noroeste del estado de Morelos, limita al norte con el Distrito Federal, al norte y noroeste con el Estado de México, al oeste con la cuenca del río Tembembe, y al este y al sur con la cuenca del río Yautepec.

El río Apatlaco nace en el arroyo o barranca denominada Chalchihuapan, al noroeste de Cuernavaca y suroeste del Municipio de Huitzilac, y desemboca en el río Yautepec, afluente del río Amacuzac que finalmente descarga al río Balsas.

Dentro de la cuenca se ubican tres grandes ciudades: Cuernavaca, Jiutepec y Temixco, y se localizan los municipios con el mayor ritmo de crecimiento en el Estado, los cuales se pueden agrupar en dos núcleos: Cuernavaca, Jiutepec, Temixco y Xochitepec, por un lado, y Jojutla, Zacatepec y Tlaltizapán, por el otro.

El área de la cuenca es de 750.66 km<sup>2</sup>, la cuenca cuenta con 3 estaciones hidrométricas con datos de sedimentos estas son: Temixco (18271), Tetlama (18323) y Zacatepec (18264).

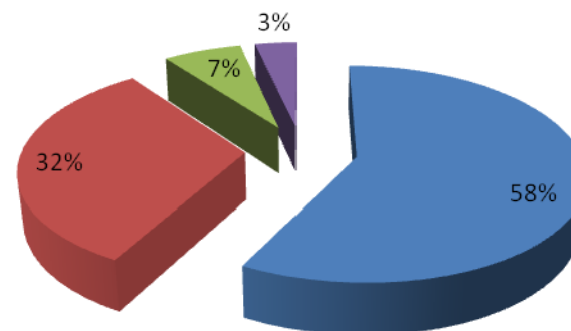
## USOS DE SUELO AÑO 1973 CUENCA RIO APATLACO



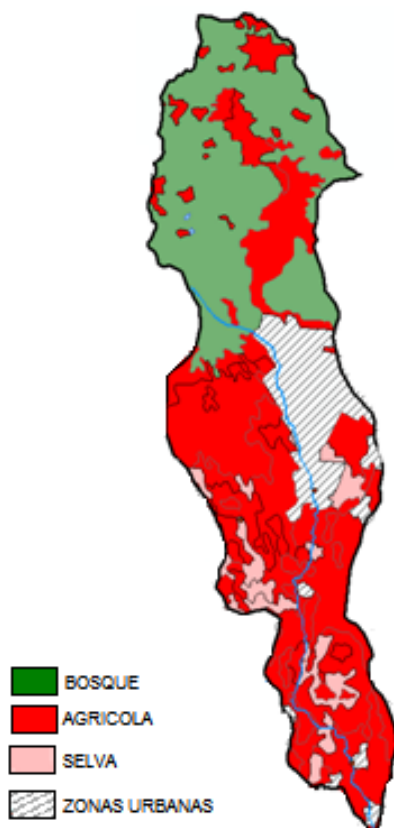
Uso de suelo	Área %
Agrícola	57.72
Bosque	32.08
Selva	6.67
ZONAS URBANAS	3.51

**CUENCA RIO APATLACO AÑO 1973**

■ Agrícola ■ Bosque ■ Selva ■ ZONAS URBANAS



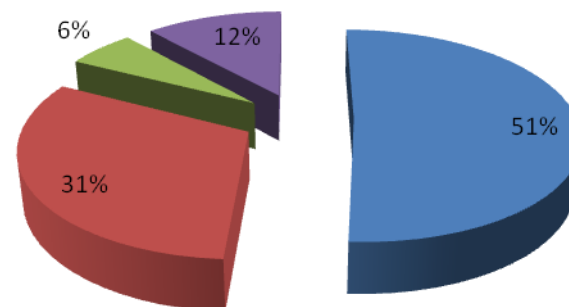
# USOS DE SUELO AÑO 2000 CUENCA RIO APATLACO



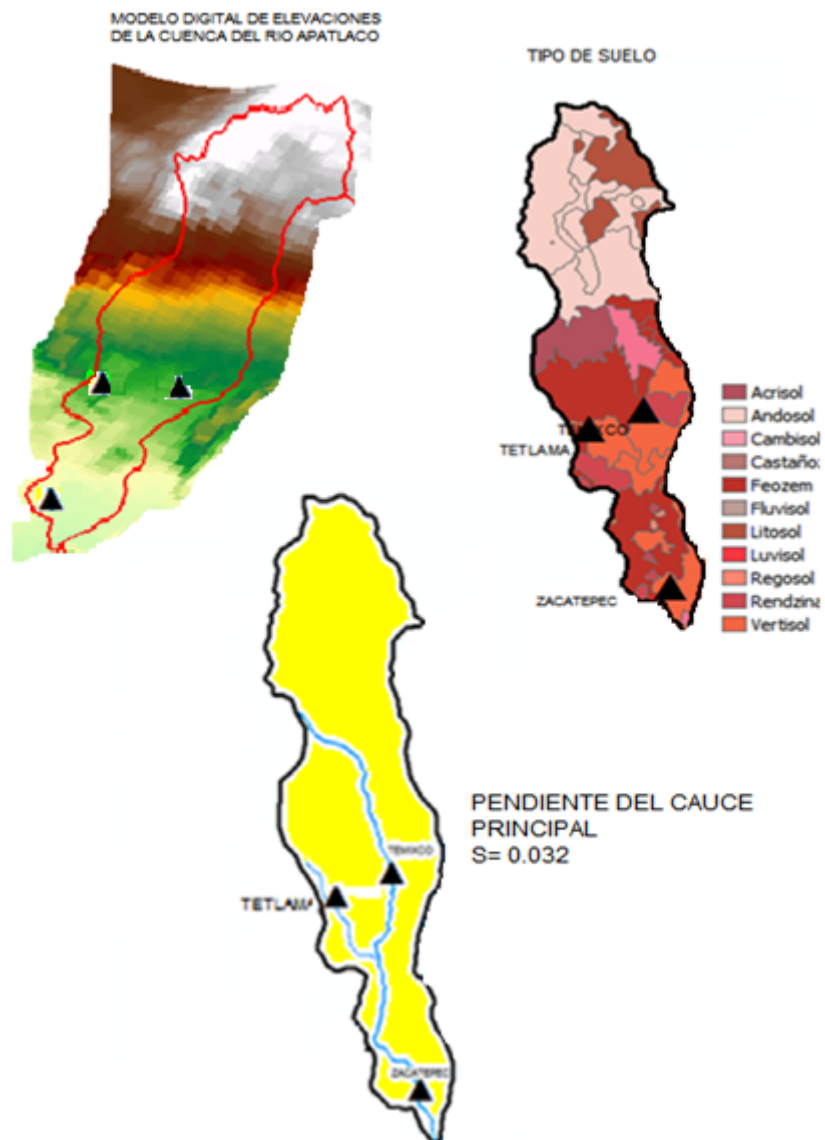
Uso de suelo	Área %
Agrícola	50.94
Bosque	31.53
Selva	5.82
ZONAS URBANAS	11.70

CUENCA RIO APATLACO AÑO 2000

■ Agrícola ■ Bosque ■ Selva ■ ZONAS URBANAS

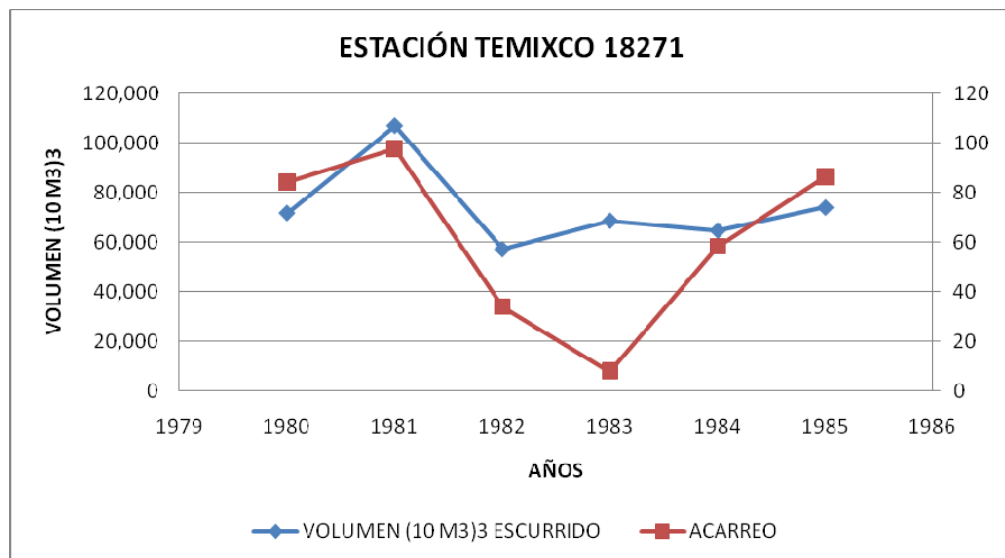


## CARACTERISTICAS DE LA CUENCA

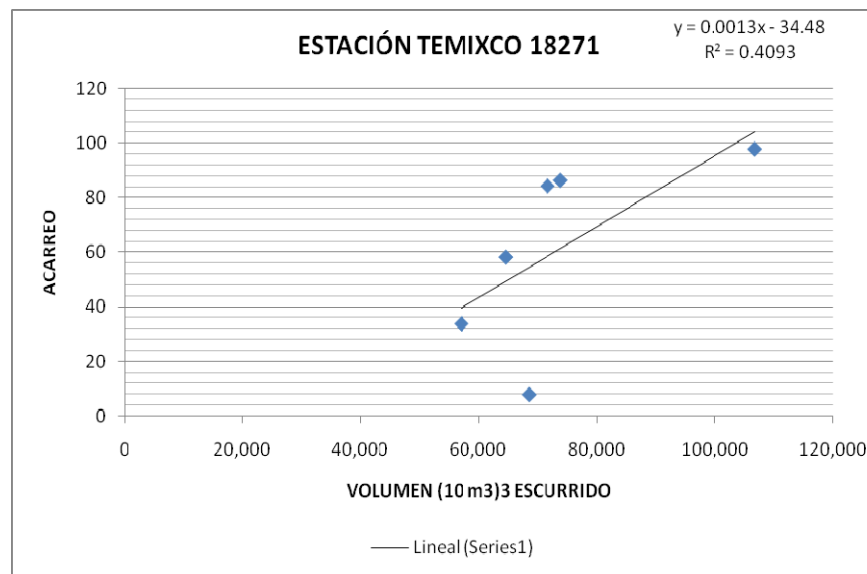




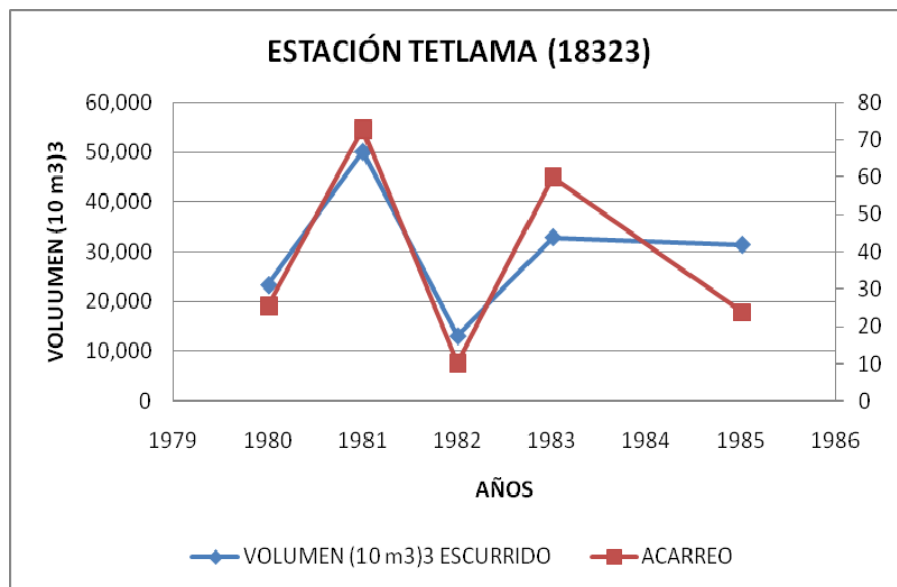
## OBTENCIÓN DE CORRELACIONES



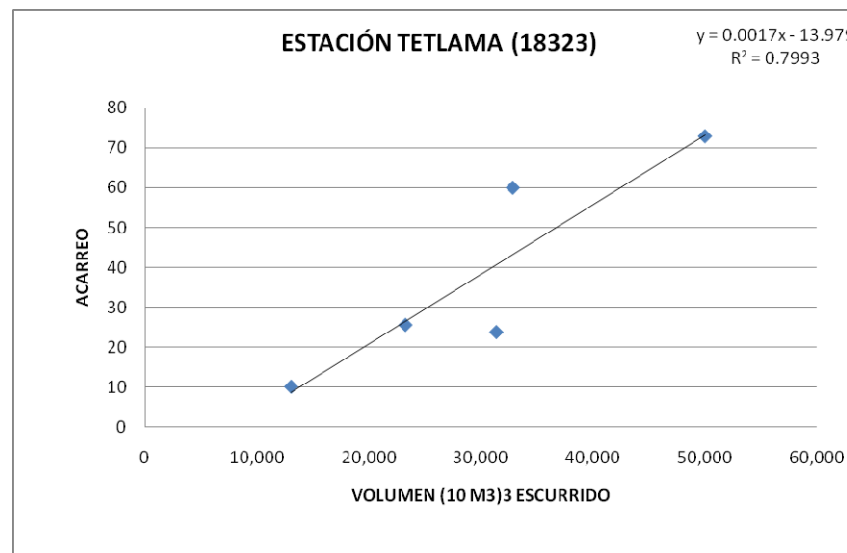
No se ve una clara correlación entre el escurrimiento y el acarreo; posiblemente atribuible a una variación importante en la pendiente del cauce al estar el afluente en cañada o por la variación en el tipo de terreno...etc. La correlación es de 0.639



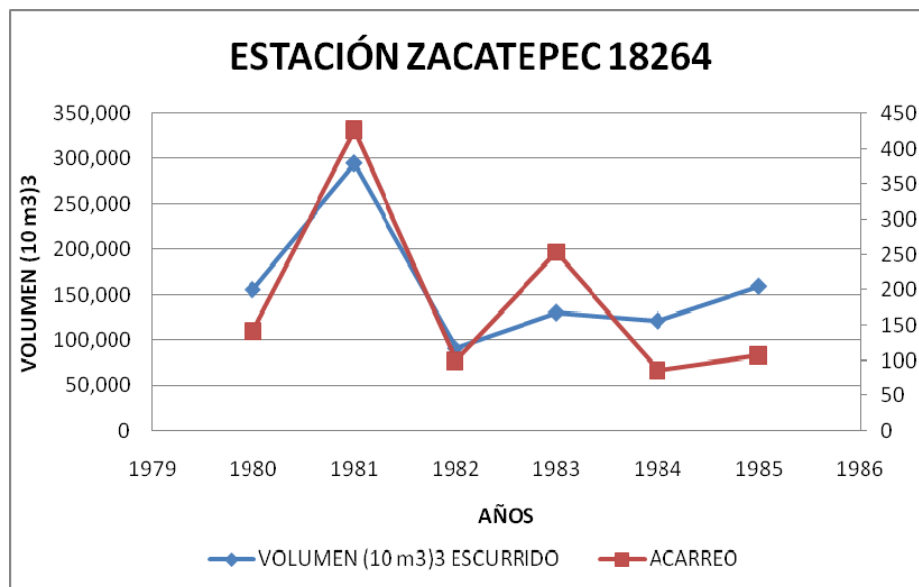
## OBTENCIÓN DE CORRELACIONES



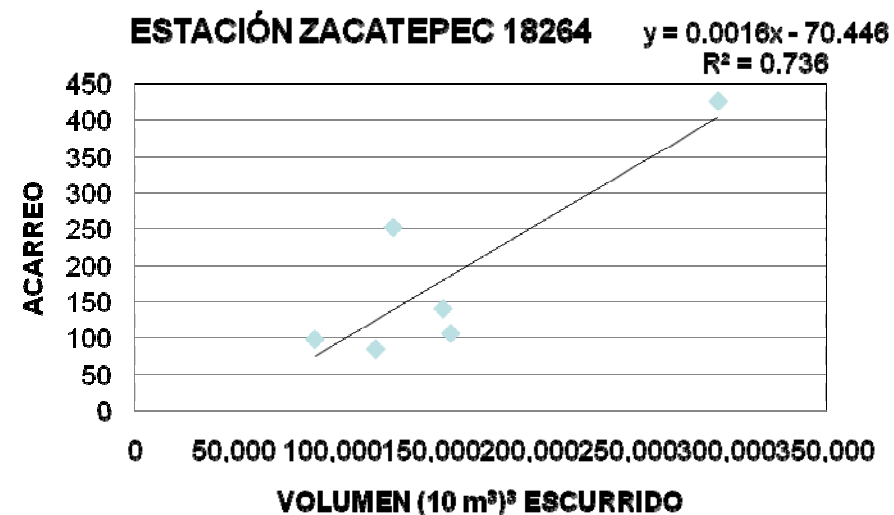
Se observan fuertes correlaciones al aumentar o disminuir el escurrimiento también el comportamiento es semejante con el acarreo (el coeficiente es de 0.894



## OBTENCIÓN DE CORRELACIONES



Se observan fuertes correlaciones al aumentar o disminuir el escurrimiento también el comportamiento es semejante con el acarreo (el coeficiente es de 0.86



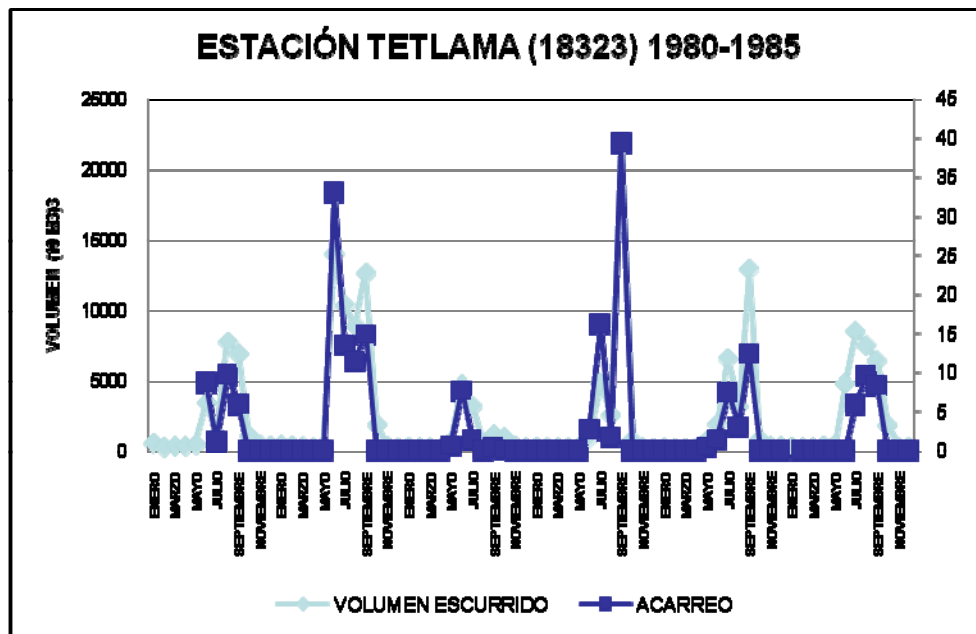
## CONCLUSIONES

---

Debido a las fuertes correlaciones es factible pensar en modelos que asocien al escurrimiento con los sedimentos; una alternativa son las técnicas de cómputo evolutivo como son los algoritmos genéticos para estimar los parámetros de un modelo propuesto o la programación genética que permite la obtención del modelo matemático

Las gráficas del volumen escurrido en el tiempo y de los sedimentos en el tiempo en una misma para las tres estaciones y para la suma pero sólo sirven para ver que el comportamiento de cada una con el tiempo es aleatorio, dada la escasa correlación por lo que es posible también un análisis con modelos para series de tiempo anuales.

# LINEA DE INVESTIGACIÓN



La correlación observada es de 0.91

