

REPUBLICA DE VENEZUELA
MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DIRECCION GENERAL SECTORIAL DE INVESTIGACION DE
AGUA, SUELO Y VEGETACION
DIRECCION DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA
DEPARTAMENTO DE ALERTA CONTRA INUNDACIONES Y SEQUIAS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES HIDROMETEOROLOGICAS

**EL NIÑO OSCILACION DEL SUR
(ENSO)**

Elaborado por:

*Ing. Luis Felipe García
Ing. Edgar Martiena*

Caracas, Abril 7 de 1992

I N D I C E

Página Nº

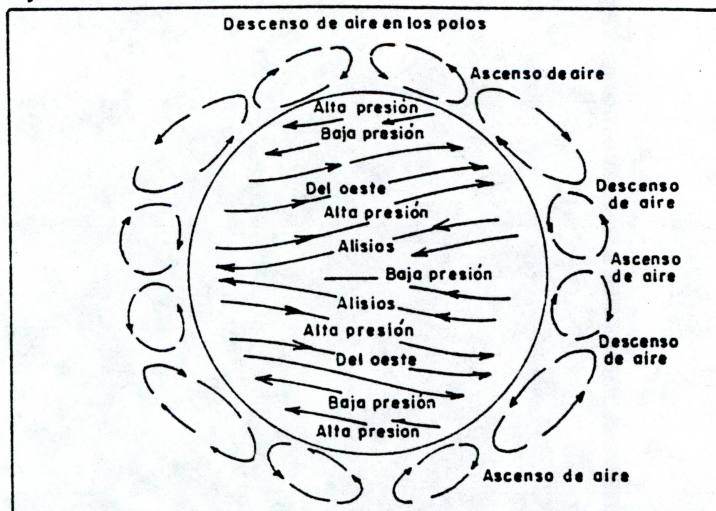
1.	INTRODUCCION	
2.	DEFINICIONES.....	2
3.	CORRIENTES MARINAS Y CIRCULACION GENERAL.....	3
4.	CARACTERISTICAS DEL ENSO.....	8
5.	RELACION ENTRE LA PRECIPITACION Y EL EVENTO ENSO.....	11
6.	CONDICIONES PRECURSORAS DEL ENSO.....	14
7.	CONSECUENCIAS DEL EVENTO.....	15
8.	RELACION DE LA PRECIPITACION EN EL NORCENTRO DE VENEZUELA Y LOS EVENTOS DEL ENSO.....	16
9.	RELACION ENTRE LOS CAUDALES DEL ORINOCO Y LOS EVENTOS ENSO.....	18
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	20

BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

1. INTRODUCCION

La distribución temporal de las precipitaciones en el mundo, están condicionadas por un ciclo anual intimamente relacionado con el movimiento aparente del sol a través del año, el cual con su calentamiento desigual, termina por generar zonas de alta presión con buen tiempo en ciertas latitudes y de bajas con mal tiempo en otras. En las latitudes medias, debido a la dinámica y a la rotación de la tierra, se inducen ^{de} bajas frías con sus sistemas frontales de mal tiempo y las altas cálidas con buen tiempo (ver Fig. 1).

Fig. 1 - ESQUEMA DE LA CIRCULACION GENERAL DE LA ATMOSFERA



Ref.: Ingeniería Hidráulica en México, enero-abril 1988 (Fig. 3)

En Venezuela, se cumple un ciclo ^{una} de temporada de lluvias entre Abril y Noviembre y ^{con una} seca entre Noviembre y Marzo. Sin embargo, estas fechas están sujetas a llegadas tempranas o tardías de la temporada de lluvias, dependiendo de la circulación general o de la situación meteorológica reinante a nivel global.

Los pronósticos a mediano plazo, sobre la llegada de las lluvias en las latitudes tropicales, presentan mucha incertidumbre. Es solo actualmente, cuando se cuenta con monitoreos a nivel global y una mayor colaboración entre los servicios meteorológicos en tiempo casi real, cuando se abren nuevas esperanzas para los pronósticos a mediano plazo.

Actualmente, mediante los satélites meteorológicos, y gracias a la cooperación internacional en el intercambio de información oceanográfica, y a la contribución de los Sistemas de Monitoreos Ambiental Global (GEMS) del Programa Climatológico Mundial de la OMM, se monitorean los sistemas

climáticos a nivel mundial, lográndose así detectar anomalías que influyen en el comportamiento del tiempo a mediano y largo plazo.

Una de estas anomalías, la constituye el fenómeno oceánico denominado "El Niño", el cual se conoce desde 1.879 en Perú y Ecuador; así como también el fenómeno atmosférico "OSCILACION DEL SUR" estudiado por Gilbert Walker desde 1.904. Estos dos fenómenos interactúan y se acoplan en lo que se conoce como ENSO (El Niño-Southern Oscillation), el cual es considerado como la variación interanual más importante del sistema climático, produciendo anomalías a nivel global, con efectos desastrosos o beneficiosos en diferentes zonas del cinturón Ecuatorial y Tropical.

En el presente trabajo se ^{examina} describe, en base a la bibliografía consultada, la definición y los conceptos sobre estas anomalías. Además, se ~~agrega un~~ intento, en una forma muy preliminar, de correlacionar los eventos de El Niño, con el clima en Venezuela, el cual tiene como objetivo principal llamar la atención de los investigadores con el fin de que se adelanten estudios detallados ^{en} de esta importante relación.

2. DEFINICIONES

La alteración oceánica de El Niño, es una anomalía en la intensidad y dirección de la corriente Humboldt o del Perú proveniente del Sur, y anomalías observadas en las temperaturas del mar frente a las costas del Perú y Ecuador. Durante el evento, ^{en la época de} fluye, durante el verano del hemisferio Sur (Enero), una corriente marítima caliente de Norte a Sur a lo largo de las costas de los dos países, la cual es alimentada por agua caliente de baja salinidad, transportada por la Contra-corriente Ecuatorial desde el Pacífico Occidental.

Esta anomalía tiene su máxima actividad cerca de la navidad, de donde ~~viene~~ ^{proviene} su nombre, perdurando hasta Marzo. Está involucrado en este proceso, ^{intercambio} la reducción de los vientos alisios y reducción del flujo de calor del mar al aire, variación de la magnitud y posición del afloramiento de las aguas sub-superficiales frías del Sur, lo que permite al final el calentamiento local de las aguas superficiales cercanas al continente Suramericano. y La

La alteración atmosférica de la Oscilación del Sur ~~en la India~~ (estudiada por Gilbert Walker en 1.904), comprende una alteración o basculamiento entre la presión atmosférica sobre el Sureste del Pacífico y el Océano Indico, y en particular entre Darwin al Norte de Australia, y la Isla de Tahiti en el Pacífico.

La ^{de la Oscilacion del Sur} interacción con El Niño produce una alteración ambiental de nombre "ENSO", correspondiente a una serie de anomalías oceanográficas y atmosféricas en el Océano Pacífico Tropical y zonas vecinas, que se manifiesta ^{de} ~~Diciembre a Diciembre~~ ^{de} 10 a 14 meses, abarcando por lo regular períodos correspondiente a ~~unos~~ ^{en un lapso} dos años ~~consecutivos~~.

El ENSO comprende, en general, anomalías en:

- Los índices de precipitación.
- Las corrientes marinas.
- Contracorriente Ecuatorial (intensidad y dirección).

En el Océano Pacífico Tropical ocurren anomalías en:

- Los niveles normales de la temperatura del agua en superficie (SST).
- Los niveles normales en la salinidad del agua.
- La elevación del nivel del mar.
- Las zonas de baja y alta presión atmosférica.
- La intensidad de los vientos alisios.
- La ubicación de la Zona de la Convergencia Intertropical de los Alisios (ITCZ).

En el trabajo de Bayona Antezana (3), se describen las hipótesis del "mecanismo de reflejo", propuesto por Wyrtsky en 1975, y que ~~lo~~ ^{de} define así:

Los cambios anómalos de la componente ^{de} zonal de los Alisios del Sureste con valores mayores que lo usual, aumentan la tensión y producen el calentamiento ^{de} acumulación de agua en el Oeste del Pacífico, o una mayor pendiente del nivel del mar en dirección Este-Oeste; es decir, la acumulación de agua en el Pacífico Occidental. Luego, tan pronto como la intensidad de los vientos alisios del Sureste colapsa, el agua acumulada en el Pacífico Occidental adquiere la tendencia a regresar hacia el Este, hasta la costa Suramericana Occidental, originando así el fenómeno de "El Niño".

3. CORRIENTES MARINAS Y CIRCULACION GENERAL

En cuanto a la disponibilidad de calor en los océanos y su relación con las corrientes, Bayona Antezana en su trabajo (3), expresa:

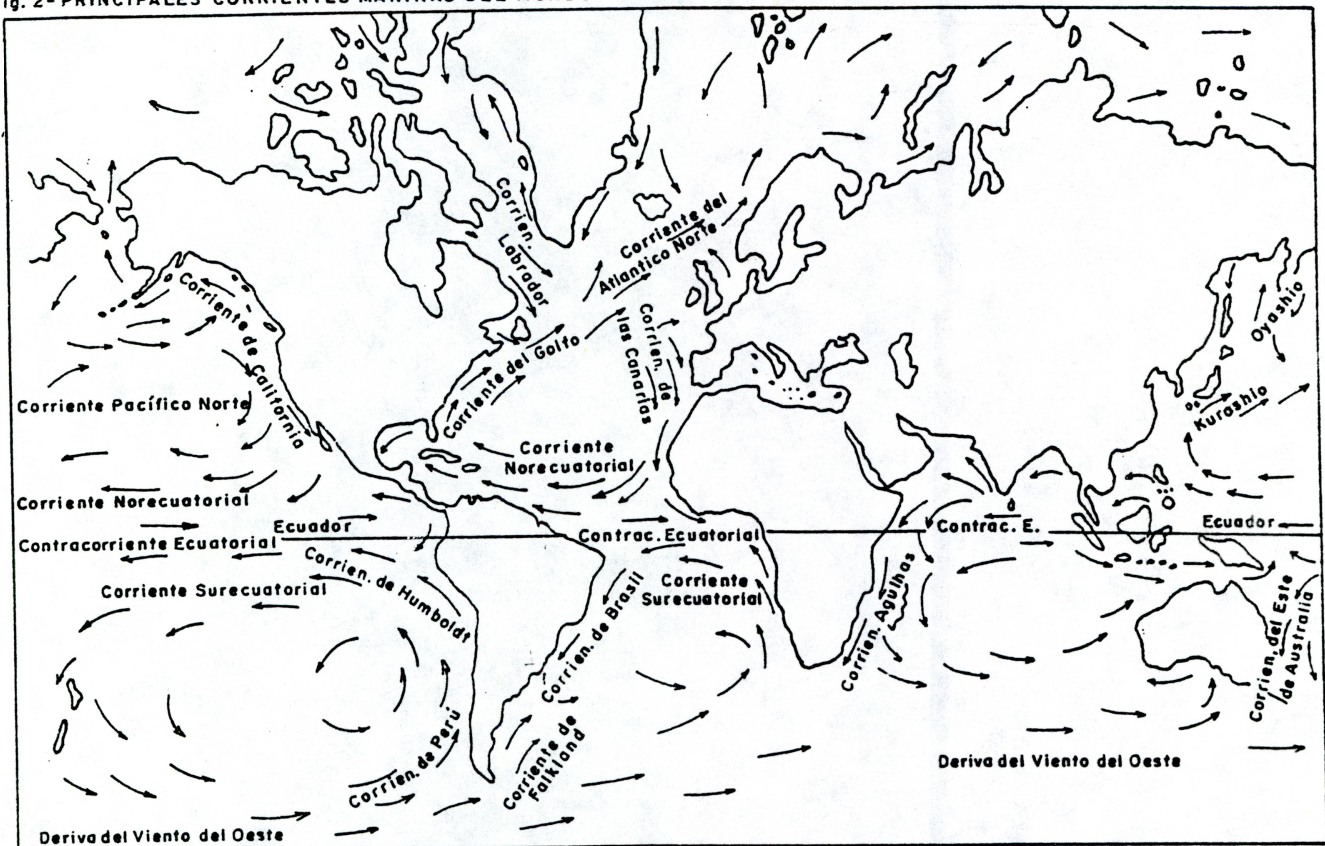
Los océanos tropicalés reciben y almacenan gigantescas cantidades de calor que luego son liberadas hacia la atmósfera, calor que es motor de la circulación general. La

más importante de estas regiones tropicales es el Pacífico Oriental Ecuatorial tanto por sus características como por su extensión.

En esta región, la disponibilidad de calor oceánico depende principalmente de las propiedades que ofrece el campo de los vientos alisios suprayacentes que gobiernan los sistemas mayores de la circulación oceánica ecuatorial. Se supone que los vientos alisios, a su vez, son gobernados por lo menos parcialmente por la fuerza de energía oceánica.

Normalmente, existen una serie de corrientes marinas, y celdas de circulación general, definidas por procesos dinámicos en donde la interacción océano-atmósfera juega un papel primordial (ver Fig. N° 2). En resumen y según el trabajo de Acosta Godínez (2), se pueden mencionar los siguientes sistemas en el Pacífico Tropical:

Fig. 2- PRINCIPALES CORRIENTES MARINAS DEL MUNDO



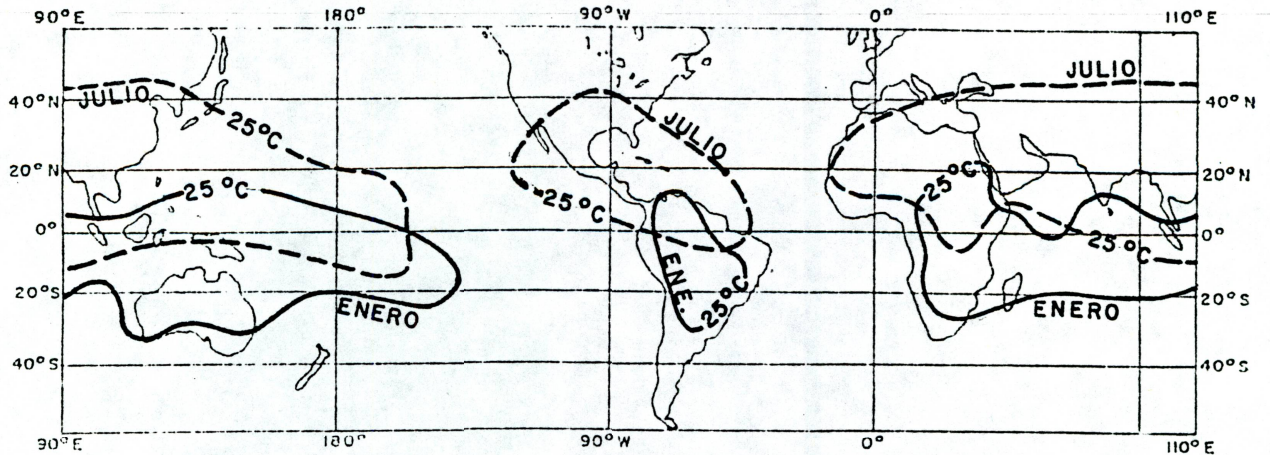
Ref.: Ingeniería Hidráulica en México, enero-abril 1988 (Fig. 1)

- En el Pacífico se forman dos celdas de alta presión circulando una en el Hemisferio Norte (HN), en sentido del reloj, y la otra en el Hemisferio Sur (HS), en el sentido contrario. Los alisios predominan desde el Noreste en el Norte y cerca del Ecuador, y desde el Sureste en el Sur. Entre estos dos flujos, de componente Este hacia el Oeste,

se forma una Contracorriente Ecuatorial del Oeste hacia el Este, la cual tiene relación con el fenómeno de "El Niño".

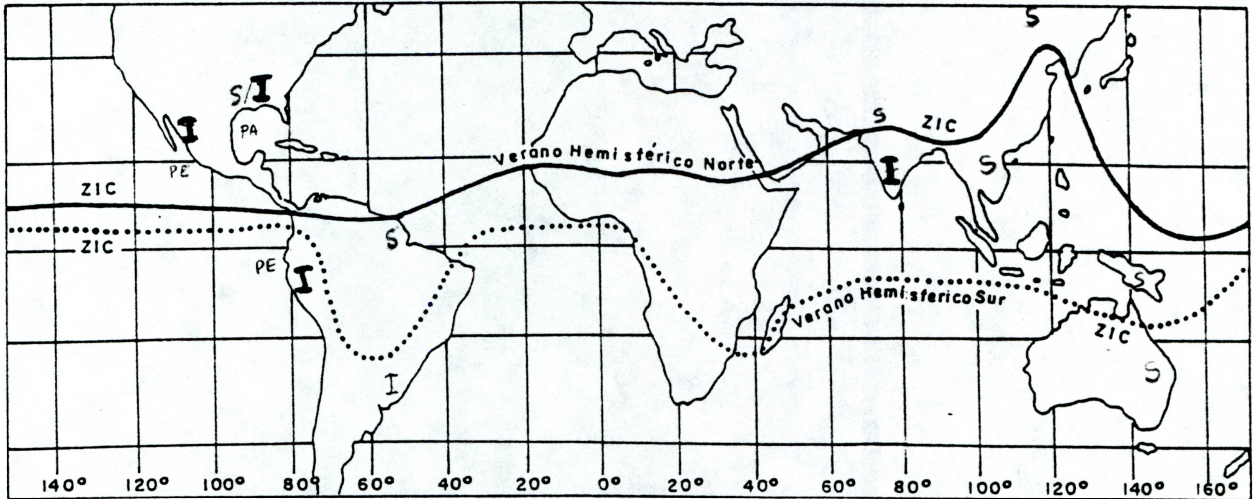
- Las máximas temperaturas en la franja Ecuatorial, asociadas a excesos de calor y a inestabilidad atmosférica, varían desde el Noroeste de Suramérica en Enero (verano en el HS), hasta el Noroeste de México en Julio (verano en el HN). Igualmente, en el Pacífico Occidental ocupa a Australia en Enero en el Sur, hasta el Este de Asia y Africa al Norte del Pacífico en Julio.

FIG. 3- TEMPERATURA PROMEDIO DEL AIRE EN EL MUNDO



- La Zona de la Convergencia Intertropical de los Alisios (ITCZ) está formada por la convergencia sobre el mar, en el Ecuador, de los vientos Alisios del Noreste y Sureste. Este cinturón sobre el mar se traslada dependiendo de la época del año, y siguiendo, con cierto retardo, el movimiento aparente del sol. En el Pacífico Occidental, el cinturón asociado a bajas presiones, se desplaza desde Australia en Enero, hasta la China en Julio. Mientras que en el Pacífico Oriental permanece más o menos cerca del Ecuador.

Fig. 4- Movimiento estacional de la ZIC (Fuerte influencia en la distribución de la lluvia en los trópicos)



Ref.: Ingeniería Hidráulica en México, enero-abril 1988 (Fig. 4)

- Los sistemas de presión estudiados por Walker, definen, para Enero, una baja presión sobre Australia (Pacífico Occidental), y una alta presión en el Oeste de Suramérica (Pacífico Oriental). Sin embargo, en Julio, se cambia a una alta presión en Australia, continuando la alta sobre el Oeste de Suramérica.

FIG. 5- SISTEMA DE PRESION EN ENERO

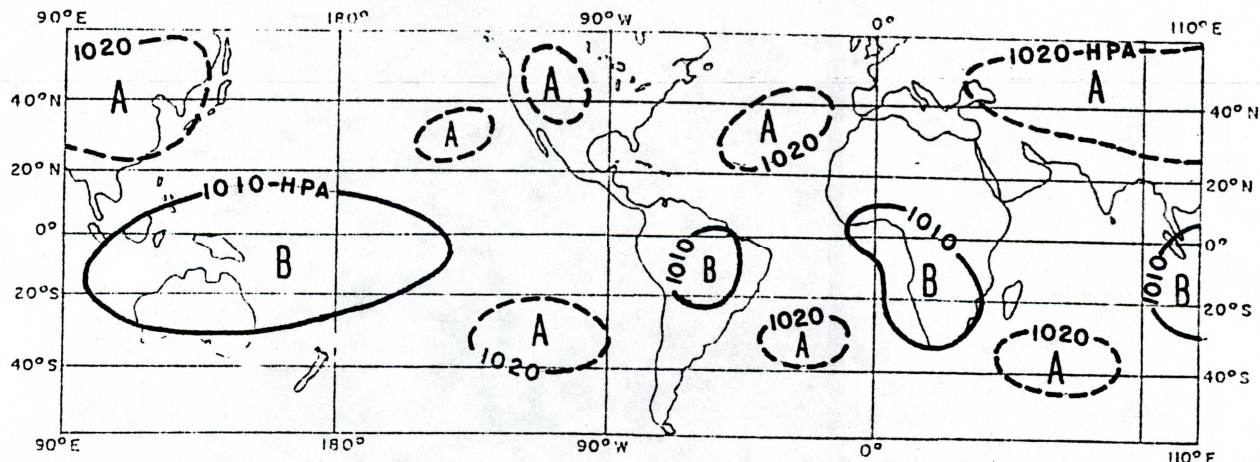
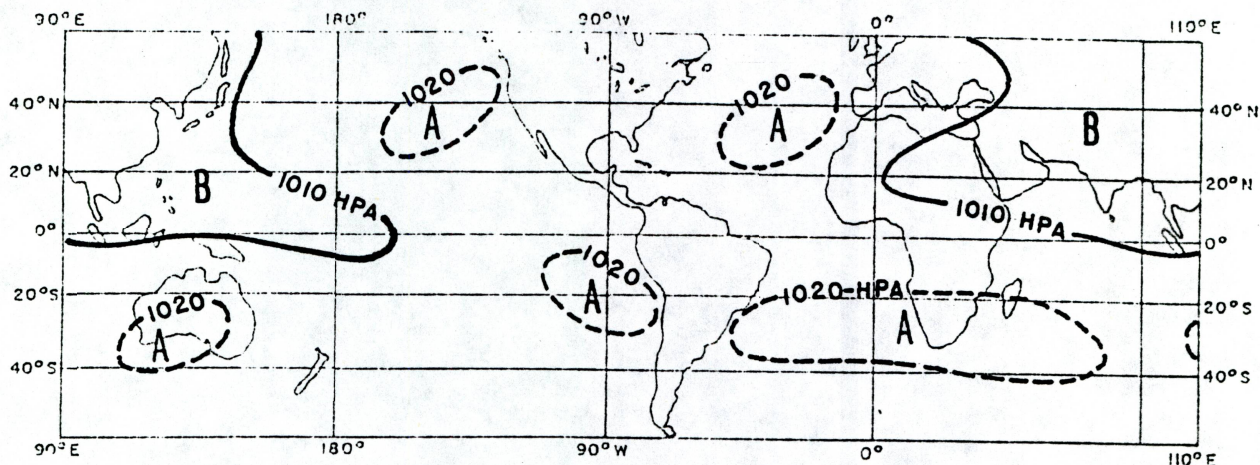


FIG. 6- SISTEMA DE PRESION EN JULIO



Los vientos alisios, al accionar desde el Este hacia el Oeste combinado con la baja presión en Australia en Enero, generan un ascenso de los niveles del agua en las costas del Pacífico Occidental. En cambio, sobre la costa del Oeste de Suramérica, los vientos alisios intensos, unidos a la alta presión prevaleciente, generan una disminución del nivel del mar.

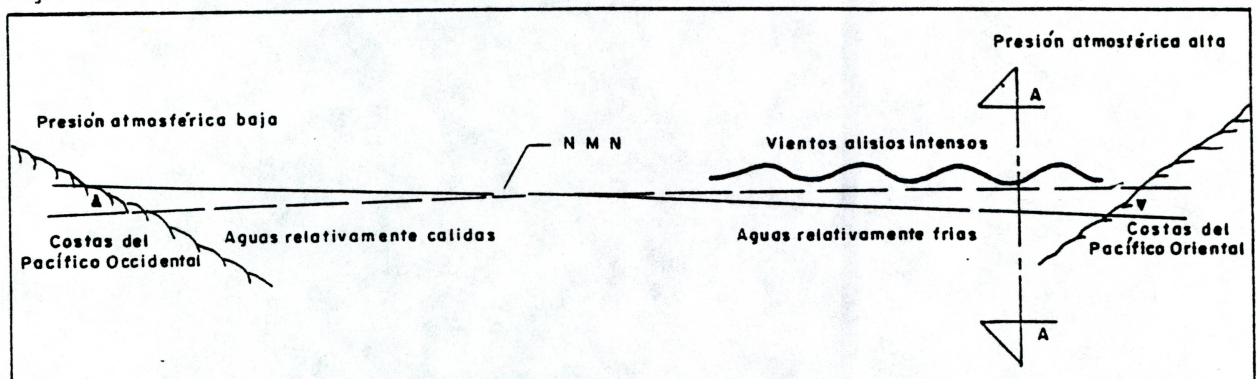
Además, durante el verano en el Sur (Enero), se presentan, a nivel de superficie, aguas cálidas en el Pacífico Occidental y frías en el Oriental, lo cual, unido a la rotación de la tierra y a la aceleración de Coriolis, generan las corrientes marítimas en el sentido contrario a las agujas del reloj. Esta corriente, junto con el gradiente de temperaturas y diferencia de niveles entre Occidente y Oriente, producen un movimiento ascendente de la corriente marina cercana a las costas de Suramérica.

Este movimiento es en sentido contrario a las agujas del reloj, e interactúa en superficie con la corriente Humboldt; así se tiene un ascenso de aguas frías de las profundidades del mar, hacia las aguas templadas en la superficie, subiendo los nutrientes marinos, razón por la cual la Anchoqueta (sardinillas) fluyen hacia las costas del Perú y Ecuador beneficiando a la pesca.

Con respecto a este afloramiento, Bayona Antezana (3), menciona lo siguiente:

Los vientos Alisios del Sureste, a lo largo del litoral sobre el lado Oriental del anticiclón del Pacífico, trasladan el agua de la superficie hacia el Norte y Noreste, provocando así la surgencia o afloramiento desde la sub-superficie. El agua sub-superficial más fría que aflora constituye, a lo largo del litoral, lo que se conoce como corriente Fría del Perú o Corriente de Humboldt, la misma que, por su condición permanente, actúa como moderadora térmica del litoral. Por ello las temperaturas de la costa Peruana son substancialmente más bajas en más o menos 8° a 9°C que las que deberían manifestarse de acuerdo a la latitud tan cercana al Ecuador Geográfico, además deben producirse condiciones de estabilidad atmosférica a lo largo de la costa, por ende, buen tiempo.

Fig. 7-Efectos de los vientos alisios y las presiones altas y bajas



Ref.: Ingeniería Hidráulica en Mexico, enero- abril 1988 (Fig.6)

4. CARACTERISTICAS DEL ENSO

En el trabajo de Acosta Godínez (2) que trata sobre El Niño y sus efectos sobre el Norte de México, se menciona, en base a los estudios de los eventos ENSO en los últimos 50 años en México, lo siguiente:

- El Niño se manifiesta a intervalos de tiempo muy irregulares (2 a 10 años), con intensidad y peculiaridad normales en el proceso de su formación y desarrollo; su duración varía de 4 a 14 meses.
- Se puede asignar a "El Niño" diferentes niveles de intensidad, duración y efectos, de acuerdo con las observaciones sobre temperaturas y movimientos marinos que se hagan en los litorales del Perú y Ecuador.
- Durante Octubre a Noviembre, como precedentes a "El Niño", se observa un incremento en la presión atmosférica superficial en Darwin, Australia; un debilitamiento de los vientos alisios al Oeste de la Línea Internacional del Tiempo con la consecuente acumulación de aguas calidas en las costas de Centroamérica.
- La ZIC (Zona Intertropical de la Convergencia), controla no solo la iniciación del Fenos (Fenomeno "El Niño" y Oscilatorio del Sur), sino también su desarrollo subsecuente; la comprensión completa del fenómeno depende de que se puedan intensificar los factores que determinan la posición de la zona de convergencia.
- El calentamiento de las aguas marinas en el Pacífico Oriental hace que el gradiente térmico disminuya, debilitandose la corriente de los vientos alisios, lo que provoca la reducción del gradiente de presión atmosférica de Este a Oeste.
- Los alisios del Sureste sufren un debilitamiento que provoca una disminución en la ascendencia de agua fría de las profundidades, a lo largo del Ecuador, así como en los litorales de Perú y Ecuador.
- Existen tres grandes oscilaciones atmosféricas en el mundo; la mayor y más extendida es la que se llama Oscilación del Sur, cuyo campo de acción son los trópicos.
- La Oscilación del Sur se caracteriza porque cuando la presión atmosférica es alta en el Océano Pacífico Oriental, tiende a bajar en el Océano Indico, desde Africa hasta Australia (Celda de Walker).

- El gradiente normal de temperatura en la superficie del océano, entre las aguas relativamente frías del Pacífico Ecuatorial Oriental y la gran masa de agua cálida en el Pacífico Occidental, en la región de Indonesia, da origen a una celda circulatoria en el plano del Ecuador (Celda de Bjerknes).
- La relación entre los fenómenos "El Niño" y el Oscilatorio del Sur, se considera como una evidencia convincente de que la circulación oceánica, cumple una función reguladora, en el conjunto climático entre el océano y la atmósfera, y constituye la causa de la extraordinaria persistencia, de estación a estación, del Fenos.

En el mismo estudio de la Ref. (2) se menciona también que existe una relación importante entre el nacimiento, desarrollo, evolución y cese de esta perturbación y ciertos fenómenos de sequía en el Sureste de los EUA, en especial en Florida, así como precipitaciones abundantes con inviernos severos en el Suroeste de EUA. Además, también se relaciona con modificaciones en la intensidad y sentido de la Corriente de California, y problemas de escasez en la pesca a lo largo de las costas californianas.

En las conclusiones del mismo trabajo, se agrega "etapas de sequía en algunas zonas del Sureste de EUA, y, posteriormente, etapas de abundancia con inviernos severos, lo que se aplica también al Noroeste y Norte de México."

En un artículo de Cave Chane de la Revista Our Planet (4), se menciona que "bajo circunstancias normales, las aguas del Este del Pacífico, frente las costas de Ecuador, Perú y Noreste de Chile, son hasta 10°C más frías que las del Ecuador del Pacífico Occidental. Pero cada año de, Diciembre a Marzo, las aguas frente a las costas mencionadas, se calientan un poco, interrumpiendo la llegada de nutrientes desde las profundidades del océano y disminuyendo la pesca de las Anchovetas.

Anteriormente a este calentamiento anual, se le denominaba "El Niño", pero hoy en día se prefiere llamar así solamente a los eventos especiales, cuando el calentamiento es mucho mayor al usual, y se produce la anomalía sobre el ambiente.

Este fenómeno está íntimamente relacionado, con la Oscilación del Sur, la cual establece una relación entre la presión atmosférica sobre el Sureste del Pacífico, y el océano Indico; en particular entre Darwin en Australia, y la isla de Tahiti en el Pacífico.

Walker G., observó entre 1920 y 1930, lo siguiente:

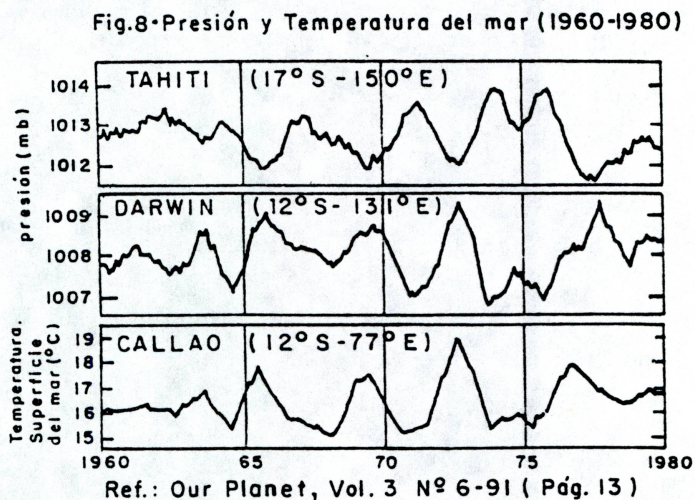
(O.PACIFICO)	(O.INDICO ENTRE AFRICA Y AUSTRALIA)
Alta presión	Baja presión
Baja Temperatura	Baja temperatura
Baja precipitación	Alta precipitación

Los dos eventos combinados "ENSO" perduran desde Diciembre a Diciembre y originan sequías en lugares remotos como Etiopia. La forma de detectar este evento es monitoreando la temperatura del océano en las costa afuera del Perú y observando las diferencias de presión atmosférica (al nivel del mar "SLP") entre Tahiti y Darwin.

Cuando se tiene:

- Presión atmosférica más baja de lo normal en Tahiti.
- Presión atmosférica más alta de lo normal en Darwin. Esto implica valores absolutos altos del SOI (Southern Oscillation Index).
- Temperatura de la costa del Perú más alta de lo normal.

Se tienen, entonces, condiciones para la anomalía del ENSO (ver Fig. N° 8).



Durante el ENSO, la temperatura de la superficie del mar fuera de las costas del Perú es cerca de los 28°C (4°C mas alta de lo normal). Este calentamiento gradualmente se extiende hacia el Pacífico Central, retornando a lo normal para el próximo Mayo.

Recientes estudios de Barnett, 1984, 1985 (8), del campo de viento en superficie, de la temperatura de la superficie del mar (SST), precipitación, y presión del nivel del mar en la banda tropical extendiéndose a $\pm 30^\circ$ de el Ecuador, desde Africa a Suramérica, han permitido llegar a las siguientes hipótesis:

- La Oscilación del Sur, El Niño y el Sistema de los Monzones, son todos parte de un fenómeno a escala global sobre una escala de tiempo inter-anual.
- En el campo de presión al nivel del mar, el fenómeno parece tener una fuerte componente de propagación que se muestra primero en el Norte del Océano Indico y que se mueve hacia el Este dentro del Pacífico Oriental.
- Una propagación similar se encuentra en el campo de viento en superficie y en las precipitaciones de las regiones ecuatoriales.
- El campo de viento en la superficie ecuatorial, vista a gran escala, parece tomar la forma de una onda de fuerza atmosférica de Kelvin. El mecanismo que conduce esta onda, parece ser el calor latente liberado asociado con las anomalías de la precipitación.

5. RELACION ENTRE LA PRECIPITACION Y EL EVENTO ENSO

Ropelewski y Halpert, 1986 (7) describen en detalle la relación entre la precipitación y los eventos a nivel global, las cuales se describen en forma resumida para las regiones más afectadas, en la tabla siguiente:

FASE DEL ENSO/NO ENSO

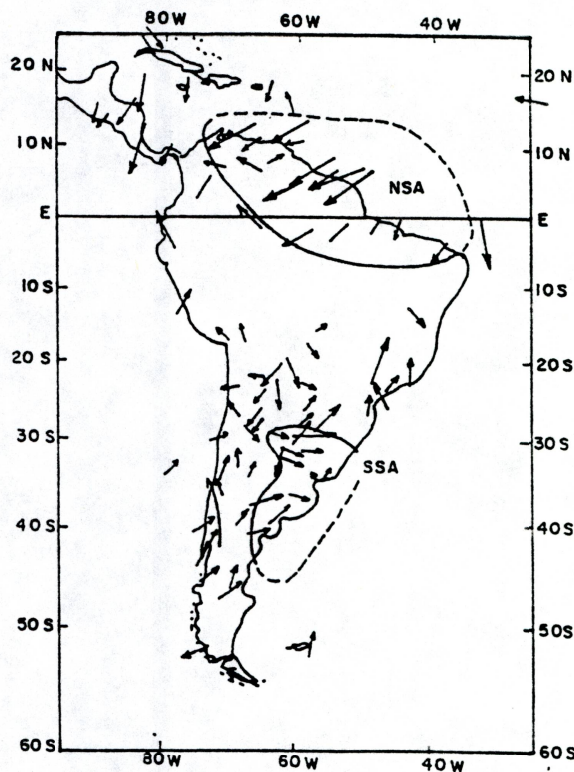
REGION	NUMEROS DE EVENTOS		
	TOTAL	HUMEDO	SECO
Cuenca del Pacífico		Inundacion	Sequía
Australia			Sequía
India			Sequía
Sur de la India		Inundación	
Trópico y Sur de Africa		Inundación	Sequía
Sur América (S.A.)			
Norte Este (S.A)	JUL (0) -MAR (+) 17	1	16
Sur Este (S.A)	NOV(0) -FEB (+) 19	18	1
Centro América/Caribe	JUL (0) -OCT (0) 19	5	14
América del Norte			
Canadá y USA	ABR (0) -OCT (0) 11	9	2
Nuevo México y Golfo	OCT (0) -MAR (0) 22	18	4

The Global Climate System, pag. 25 (Ref. N° 8)

0 = Año del NIÑO
+ = Año siguiente

En lo que respecta al Norte de Suramérica (NSA), se encuentran precipitaciones por debajo de lo normal desde Julio del año del ENSO hasta Marzo del año siguiente. De un total de 17 eventos relacionados, 16 de ellos presentaron meses secos entre Julio y Marzo (Figura 14, Ref.7, Pág. 23), Ver Fig. N° 9.

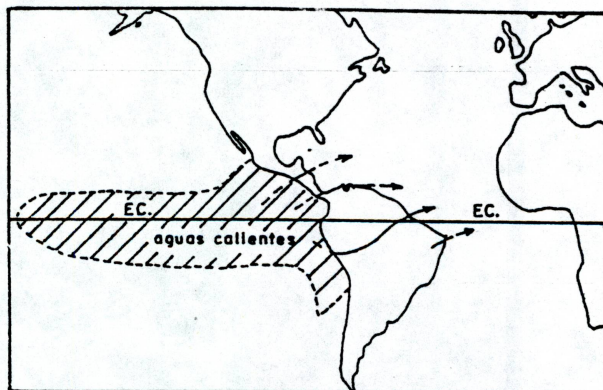
Fig. 9- Relación entre la precipitación y los Eventos "ENSO"



Ref: The Global Climate System (Fig.14)

Durante los años ENSO las celdas de Walker en el Pacífico se desplazan, originando un cambio global en la zona de la Convergencia de los Alisios, con una circulación en la tropósfera desde las aguas calientes del Este del Pacífico hacia el Norte de Suramérica y el Caribe. Esta circulación genera una reducción de la actividad ciclónica tropical, (ver Fig. N° 10).

Fig. 10- Patrones de Viento en la Tropósfera Superior en Año "ENSO"



Ref.: The Global Climate System (Fig. 45)

Ropelewski (7) expone una lista de los 26 episodios de ENSO desde 1977 hasta 1982. Así mismo en el trabajo de Hanson, K., (5), se muestra una lista completa desde 1939. En el trabajo de Aceituno, P., (Ref.1) se muestra además los índices SOI estandarizados para la fase positiva y negativa.

LISTA DE EVENTOS ENSO, PERIODO 1525-1992

AÑO	1525	1531	1539	1552
1567	1574	1578	1591	1607
1574	1578	1591	1607	1614
1618	1624	1634	1652	1660
1671	1681	1687	1696	1701
1707	1714	1720	1728	1747
1761	1775	1785	1791	1803
1814	1828	1844	1864	1871
1877	1880	1884	1887	1891
1896	1899	1902	1905	1911
1914	1917/18*	1923	1925	1930
1914	1928	1923	1925	1930
1932	1939	1941	1946**	1951
1953	1957	1965	1969	1971/72***
1976/77****	1982/83	1986/87	1991/92	

- * 1917 según Hanson (Ref. 5)
1918 según Ropelewski (Ref. 7)
- ** 1946 según MWR Aceituno (Ref. 1)
- *** 1971 según Ropelewski, 1972 según MWR Aceituno
(Ref. 1 y 7)
- **** 1976 según Ropelewski, 1977 según MWR Aceituno
(Ref. 1 y 7)

6. CONDICIONES PRECURSORAS DEL ENSO

Las condiciones generales que preceden al ENSO en los pocos meses anteriores son, según la Ref. 8, los siguientes:

- El debilitamiento de los Alisios en el Pacífico con aparición de los vientos del Oeste (para eventos fuertes), o anomalías en los vientos del Oeste, apareciendo en el Pacífico Occidental e incrementándose en magnitud y en extensión.
- Elevación en la presión de superficie en el área continental marítima (presión en Darwin) y caída de la presión superficial en el Pacífico Central y Oriental (Tahiti), razón por la cual el Índice de la Oscilación del Sur (SOI) se incrementa.
- La aparición por encima de lo normal de la temperatura de la superficie del mar (SSTs) en el Pacífico Oriental, que persiste más allá del calentamiento anual, manual de la época de invierno (Puerto Chicamu, Perú).
- Un calentamiento en la superficie del Océano Pacífico Ecuatorial Central, usualmente acompañado por un movimiento de la zona de las aguas más calientes desde el Oeste del Pacífico al Meridiano de Greenwich, acompañado por un correspondiente cambio en la actividad convectiva.
- Caída del nivel del mar en el Oeste del Océano Pacífico y elevaciones del nivel del mar en el Este, acompañado por cambios en la profundidad de la capa de mezcla cerca de la superficie, y en el contenido de calor en la superficie del Océano, que están en fase íntima y propagada con las anomalías del viento en superficie.

7. CONSECUENCIAS DEL EVENTO

Cave Chane (4) menciona las causas observadas durante el ENSO de 1982-83, y hace referencia a:

- Sequía sobre el 88% del Noreste de Brasil.
- Sequía en el 37% de la India.
- Sequía sobre el Norte de China.
- Severa sequía en Indonesia.
- La peor sequía del siglo en el Este de Australia.
- Sequía en la costa Este de Nueva Zelanda.
- Las mayores inundaciones en Ecuador, Bolivia y Perú.
- Sequías en las Filipinas.
- Desaparición del SQUID de las costas de California.
- Retirada de las anchovetas de la costa Oeste de Suramérica.
- Fuertes lluvias en la mitad Sur de la cuenca del Mississippi, con mayor descarga de sedimentos en el Golfo de México, y mayor producción de camarón.

En el trabajo de Bayona Antezana (3) se mencionan una serie acontecimiento que en el Perú han observado tener relación con el "ENSO":

- Sequías en Indonesia y Australia.
- Sequías en los valles interiores de los Andes.
- Precipitaciones intensas en el Pacífico Ecuatorial Occidental.
- Profundos cambios del régimen monzónico en India.
- Índices de oscilación de presión y temperatura que alcanzan sus valores mínimos y/o máximos.
- Lluvias anómalas en el sub-trópico de Chile.
- Sequías en el Noreste de Brasil.
- Presiones excepcionalmente bajas en la Isla de Pascua.
- Temperaturas del aire y también del agua superficial, excepcionalmente altas en el Pacífico Oriental Ecuatorial y en las costas de Perú y Chile.
- Presiones reducidas por debajo de los valores normales, en las estaciones costeras del Perú.
- Tendencia a la desestabilización de las masas de aire del Pacífico Oriental y de la costa Central y Norte del Perú (debilitamiento o desaparición de la inversión térmica).
- Índices de variación del nivel del mar entre Australia y Sudamérica.

Han habido, también, ciertas indicaciones de efectos sobre el comportamiento de la temporada de huracanes en el Caribe.

8. RELACION DE LA PRECIPITACION EN EL NORCENTRO DE VENEZUELA Y LOS EVENTOS DEL ENSO

Para relacionar los eventos ENSO con la precipitación en el Norcentro de Venezuela, se seleccionó la estación Observatorio Cagigal, administrada por la Armada de Venezuela, la cual se ubica en el centro de la Ciudad de Caracas.

Su selección se realiza por ser esta estación la que tiene la serie histórica más larga del país, aprovechando así una relación más completa con los eventos ENSO.

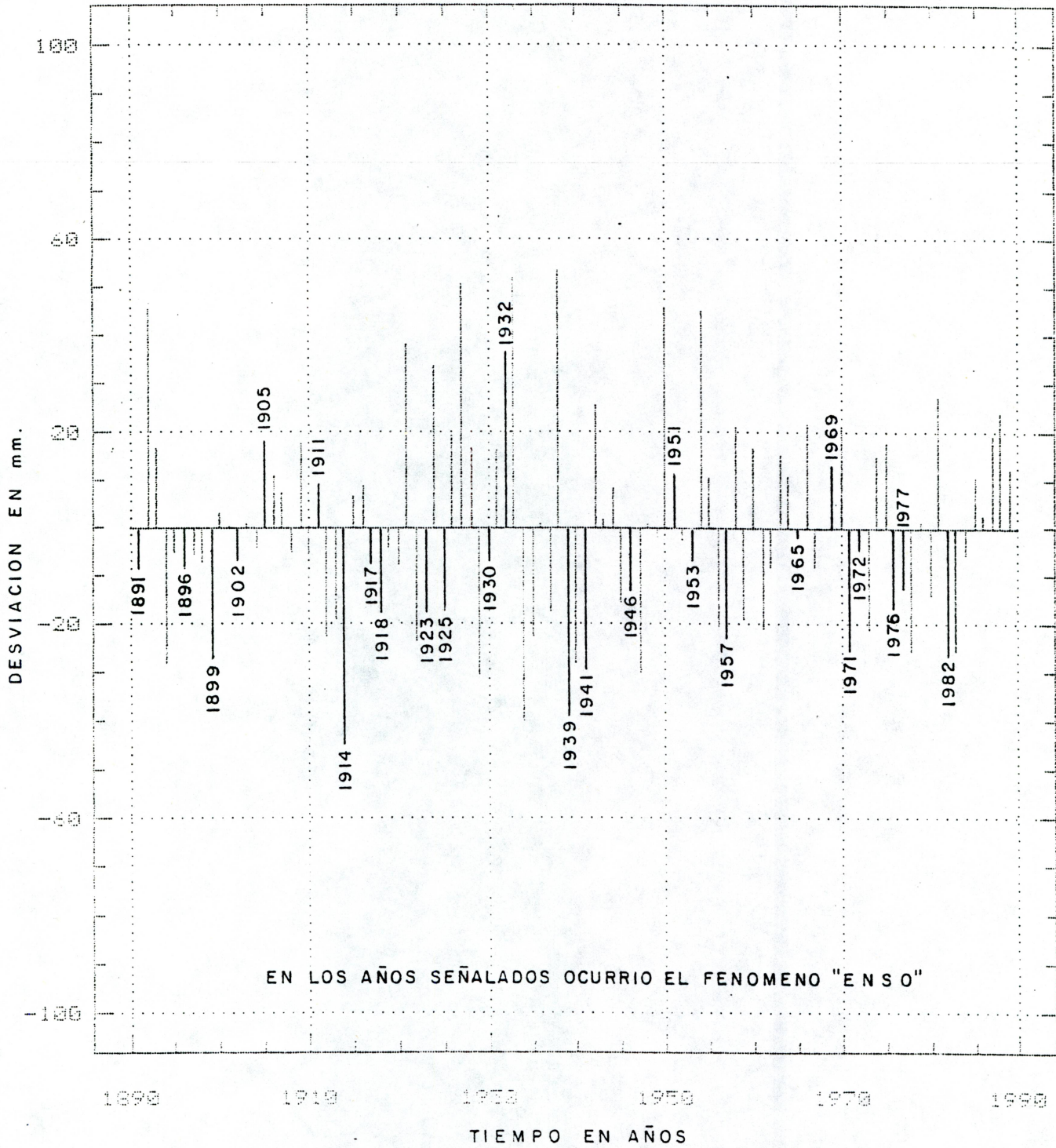
En la Figura N° 11 se observan graficados las desviaciones de la precipitación anual con respecto a la media deducida del período 1891-1989 (99 años), la cual abarca 23 eventos "ENSO". En el gráfico se remarcan los ENSO de 1917/18, 1971/72 y 1976/77, por haber divergencia en la bibliografía consultada, pero, sin embargo, en el conteo de dichos eventos se toma cada par de años como uno solo.

Se observa que de los 23 años de eventos ENSO abarcados por el registro, solo 5 años (22%) tienen precipitaciones anuales por encima de la media. Los 18 años restantes (78%) correspondientes a años ENSO, con precipitaciones por debajo de la media. Es bueno destacar que el año más seco en el período de registro de los 99 años, fué el de 1914, y, precisamente, corresponde con un año con evento ENSO.

Todo parece indicar, según los resultados de este análisis individual, de que existe una tendencia a la ocurrencia de situaciones de déficit de precipitación para los años donde ocurren los eventos ENSO. Sin embargo, esta muestra es muy pequeña, no siendo representativa de toda Venezuela, razón por lo cual se requiere involucrar otras regiones del país para verificar si realmente este resultado no es simplemente aleatorio.

FLUCTUACIONES DE LA PRECIPITACION

ESTACION OBSERVATORIO CAGIGAL
(1891-1989)



9. RELACION ENTRE LOS CAUDALES DEL ORINOCO Y LOS EVENTOS ENSO

Con ^{la finalidad} fines de relacionar los años ^{del} con eventos ENSO, con los caudales registrados en Venezuela, se seleccionó la estación de caudales "Orinoco en Puente Angostura" con registro de 1925 a 1989 (65 años), el cual abarca 14 eventos ENSO.

En la Figura N° 12 se muestran las desviaciones de los caudales medios anuales con respecto a la media para el registro histórico de ~~los~~ 65 años.

Se observa que ^{ocho} (8) de los años ENSO (57%) corresponden ~~con~~ años con exceso de caudal, mientras que los otros ~~6~~ ^{seis} (6) eventos (46%) corresponden ~~con~~ años con déficit.

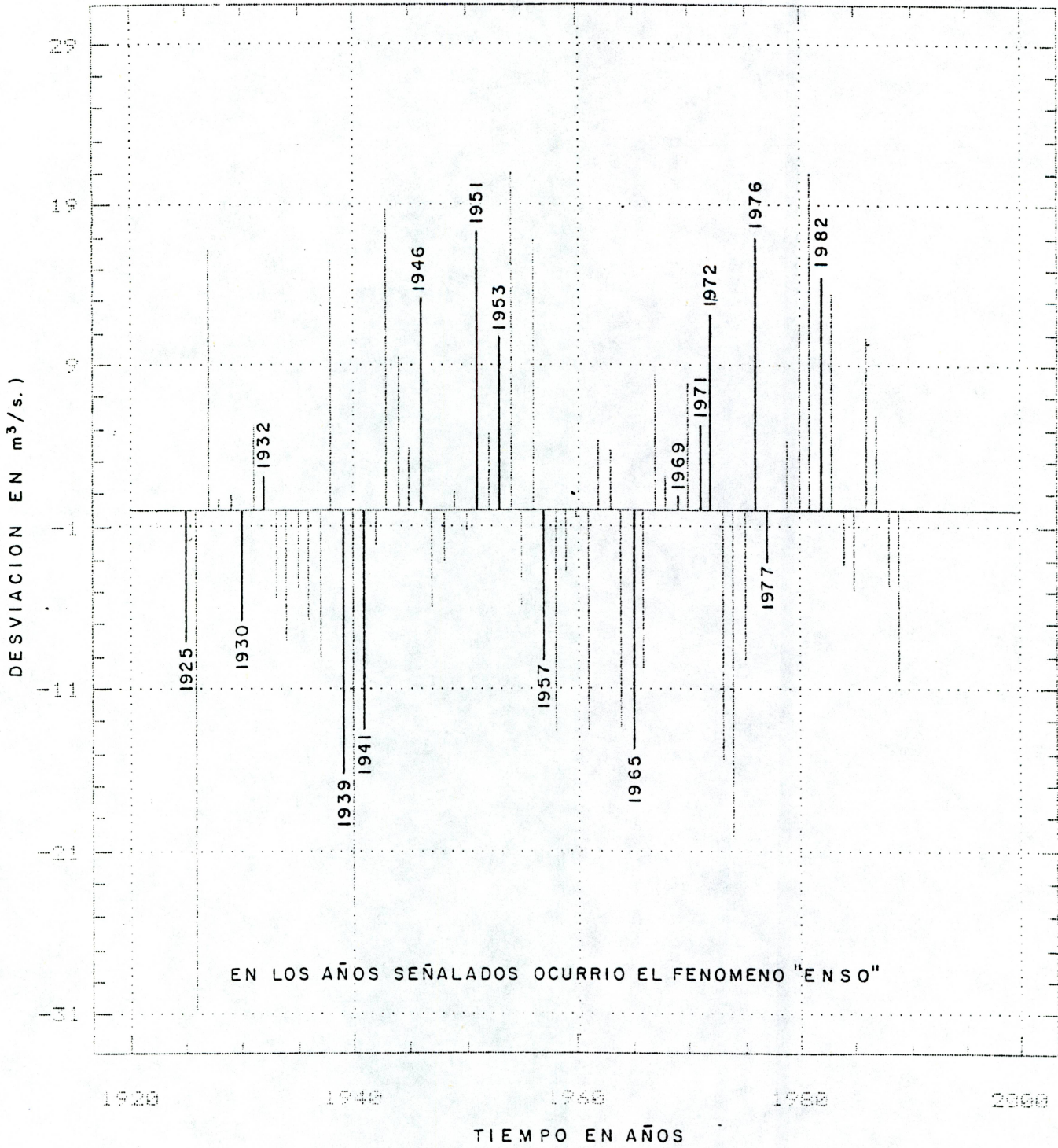
Estos resultados no muestran una tendencia definida en la relación "evento ENSO-caudal del Orinoco".

Es bueno mencionar que la estación de estudio tiene un área de aporte que abarca a casi toda Venezuela, razón por la cual no se descarta que, en algunas zonas del país, podría haber una buena relación entre estas variables, los cuales se ocultarían en el resultado englobado final.

FIG. 12

FLUCTUACIONES DEL CAUDAL

ESTACION ORINOCO EN PUENTE ANGOSTURA
(1925 - 1989)



10. ~~CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES~~

- ~~Se recomienda~~ realizar correlaciones entre las fechas de los eventos "ENSO" y los caudales extremos del río Orinoco.
- ~~Se recomienda~~ realizar correlaciones entre los registros de precipitación anual y mensual para diferentes sectores del país, con las fechas de los eventos "ENSO". En especial determinar la relación entre el inicio temprano o tardío de la temporada de lluvias, durante la ocurrencia de estos eventos.
- ~~Se recomienda que se prepare~~^{se} en el país, un Boletín Mensual que recoja el Sistema de Monitoreo del Clima realizado por los Servicios Meteorológicos de la F.A.V., La Armada, el Departamento de Alerta del M.A.R.N.R., y la Corporación Venezolana de Guayana (CVG).
- Este boletín podría ser recopilado y ensamblado por el Centro Nacional de Alerta Hidrológico y Meteorológico (CENAHM), actualmente en formación. Dicha información podría servir para dar respuesta a las exigencias del Climate System Monitoring (CSM) de la Organización Meteorológica Mundial (O.M.M).

LFG/mvb.
28/05/92

9. UNESCO

Towards a Global Ocean Observing System.

10. W.M.O

Climate System Monitoring (CSM)
Monthly Bulletin 1991/1992.

11. W.M.O

El Niño/Southern Oscillation
(ENSO), Diagnostic Arisoy Climate
System Monitoring (CSM).