


# INSTITUTO de GEOFISICA

|   |                      |                |
|---|----------------------|----------------|
|  | <b>Calendario</b>    | <b>Gráfico</b> |
|   | <b>de Corrientes</b> | <b>1991</b>    |

## GOLFO DE CALIFORNIA

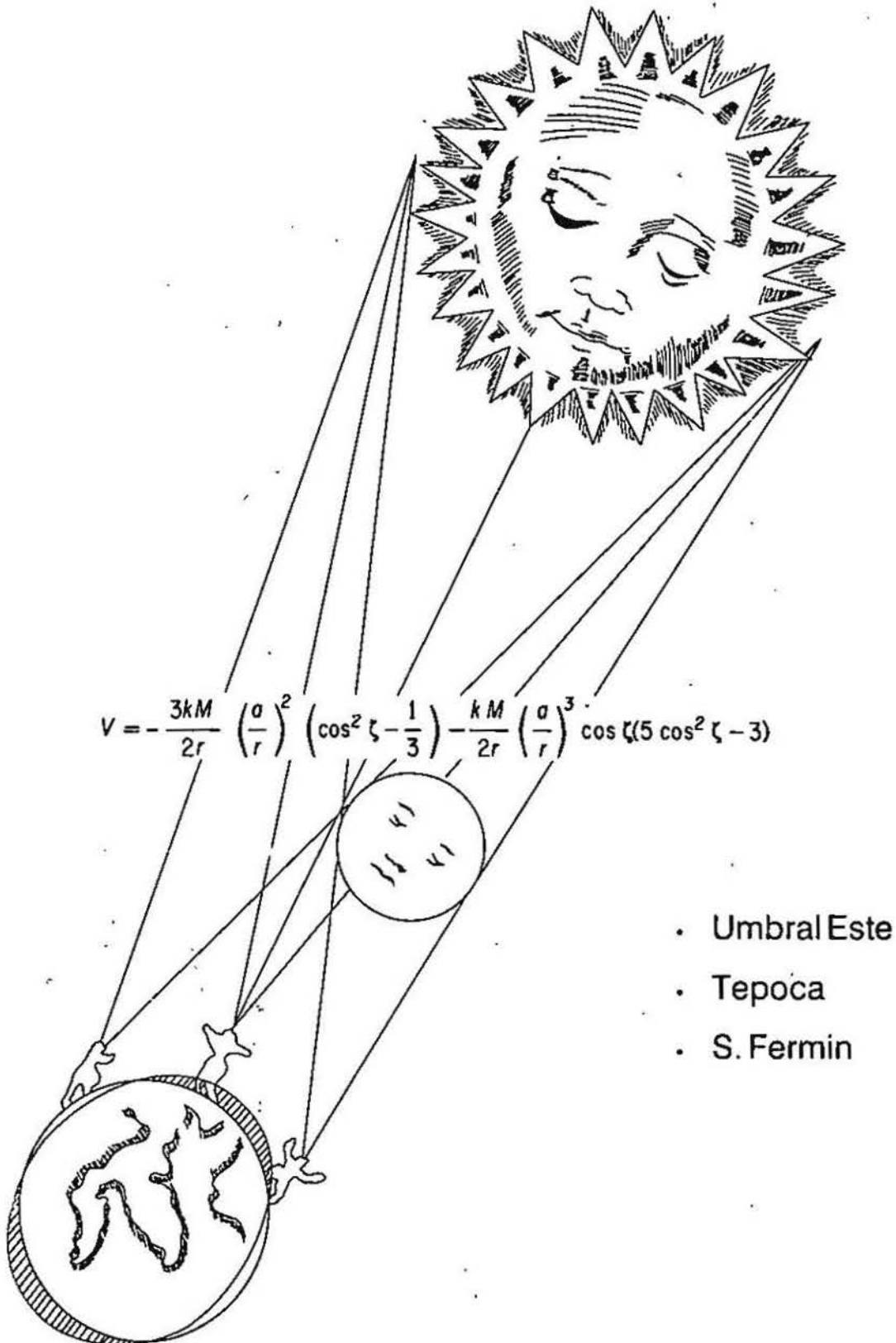
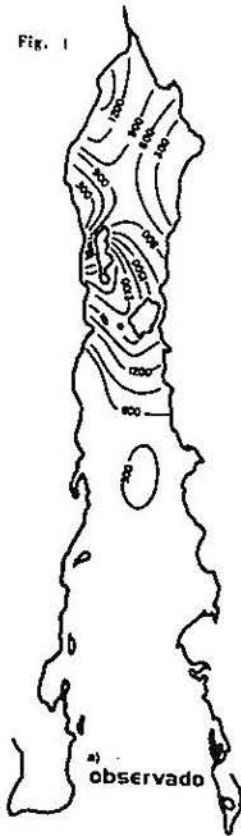
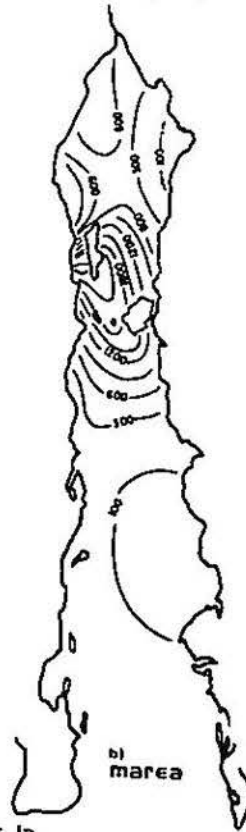


Fig. 1



Varianza (cm/s)<sup>2</sup>

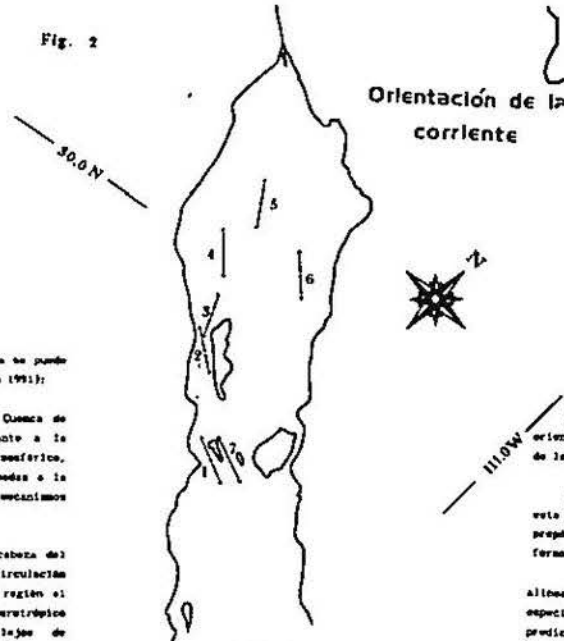


INTRODUCCION

La marea es un fenómeno integral al que están asociadas tanto movimientos verticales, como horizontales (corrientes). En un abierto, la marea se comporta como una onda estacionaria, de igual se infiere que los niveles de elevación y de velocidad están desfasados 90°. De aquí que con saber la situación del campo de elevación resulta simple deducir el estado de las corrientes (muy débiles por cierto). Sin embargo, cuando la onda de marea se acerca a aguas someras, el desfase entre ambos niveles se modifica grandemente debido a efectos disipativos. Ahora bien, en el Golfo de California, particularmente en los estrechos canales que rodean a las grandes islas, se generan fuertes corrientes que representan un grave peligro para la navegación. Dichos canales están conformados por umbrales, los que contribuyen en forma decisiva en la disipación de enormes cantidades de energía de marea, tan solo el umbral N. dispone un 75% de su energía en dichos canales (Grivel-Villegas 1991). En esta región se obtienen desfases negativos, lo que físicamente implica que la corriente adelanta al nivel del mar, tal que de alguna manera resulta simple la extrapolación de la situación del campo de velocidad a partir del campo de elevación. Debido a esta situación y en apoyo a la navegación, es que el Servicio Hidrográfico del Instituto Geofísico de UNAM publica este calendario gráfico de corrientes de marea.

Las constantes aritméticas que se utilizarán para los pronósticos fueron calculadas a partir de observaciones de corrientes obtenidas por C.I.C.E.S.E. y por SCRIPPS; y que se utilizaron en el estudio de la circulación y en la obtención de los balances de energía y momento del Golfo de California (Grivel-Villegas 1991).

Fig. 2



MARCO TEORICO

De acuerdo al comportamiento de la circulación de marea se puede dividir el Golfo de California en 2 regiones (Grivel-Villegas 1991):

a) La región que va de la boca del golfo hasta la Quebra de Comayo, donde la marea se contribuye en forma importante a la circulación instantánea y mecánica como el forzamiento atmosférico, la distribución de masa y eventos remotos como ondas atrapadas a la costa, adquieren mayor importancia que la marea como mecanismos impulsores de la circulación.

b) Una región que va de las grandes islas hacia la cabeza del golfo, donde la marea es el mecanismo dominante de la circulación contribuyendo con el 80% de la energía cinética. En esta región el flujo en general tiene un comportamiento predominantemente barotrópico (homótopo en la vertical). Ambas características se dan de contraponerse se refuerzan, ya que la marea por definición es un fenómeno de ondas largas y por ende barotrópico.

El que la marea de marea contribuye con el 80% de la variación (energía cinética) en la región de las grandes islas hacia la cabeza del golfo, implica que los gradientes (a través de los períodos) (circulación termobalina e inducida por el viento) no contribuyen en forma importante a la señal observada (Grivel-Villegas 1991), tal que las constantes aritméticas obtenidas a partir de dichos cuadros y de adaptación, en realidad son constantes (aunque cambian que varían con el progreso del nodo [unar]). Así las corrientes de marea pueden ser representadas satisfactoriamente por una suma de sinusoides de amplitud y fase fijas, de la misma forma que el nivel del mar. La inmediata implicación de estos hechos es que al pronosticar la corriente de marea se está pronosticando el 80% de la energía del campo de velocidades instantáneas (Grivel-Villegas 1991).

Por otro lado, los niveles de varianza (energía cinética) de las señales de marea y observada son muy similares, tanto en magnitud como en configuración (figs. 1a,b). Por lo que se puede afirmar que el flujo de marea es representativo del flujo observado, de tal manera que los pronósticos de la corriente de marea representan en muy buena medida al flujo observado.

PRESENTACION

La figura 2 muestra la ubicación de los sitios de predicción, la orientación de la corriente unidireccional, así como el valor numérico de los ángulos referidos al norte geográfico.

Si bien la velocidad es una cantidad vectorial, las corrientes en esta zona son casi unidireccionales (Grivel-Villegas 1991). Lo que para propósitos de navegación, permite su adecuada representación en la forma escalar en la que se representa a la elevación del nivel del mar.

Las corrientes van alineadas con los canales, que a su vez están alineados al eje natural del golfo. En la figura 2 se indica específicamente la dirección de la corriente en los lugares de predicción. Las curvas del calendario indican la magnitud y el sentido de la corriente para todo el año. Los cruces de las curvas por la referencia (ceros) indican un cambio de sentido entre corrientes.

Los pronósticos fueron realizados para puntos (x, y, z) en donde fueron hechas las observaciones (a 25 m o menos de la superficie). Sin embargo, el que el flujo en general se comporta en forma barotrópica indica que la predicción es válida para toda la columna de agua (x,y).

- 1 Salsipuedes 305
- 2 Canal de Ballenas 317
- 3 Umbral Norte 349
- 4 Calamajue 330
- 5 San Fermín 340
- 6 Tepora 328
- 7 San Esteban 300

INSTITUTO DE GEOFISICA  
DIRECTOR  
DR. GILBERTO SUAREZ REYNOSO

COLABORARON EN LA ELABORACION  
ALBERTO QUINTANA  
LORELIO PEREZ

RESPONSABLE  
ING. FRANCISCO GRIVEL VILLEGAS  
ING. FRANCISCO GRIVEL PIZA

Circuito Exterior Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.  
Teléfono: 550-52-15 Ext. 4362  
Fax: (5) 550-21-86  
Telex: 176017 ICSMEX

1991. Instituto de Geofísica, UNAM, México.

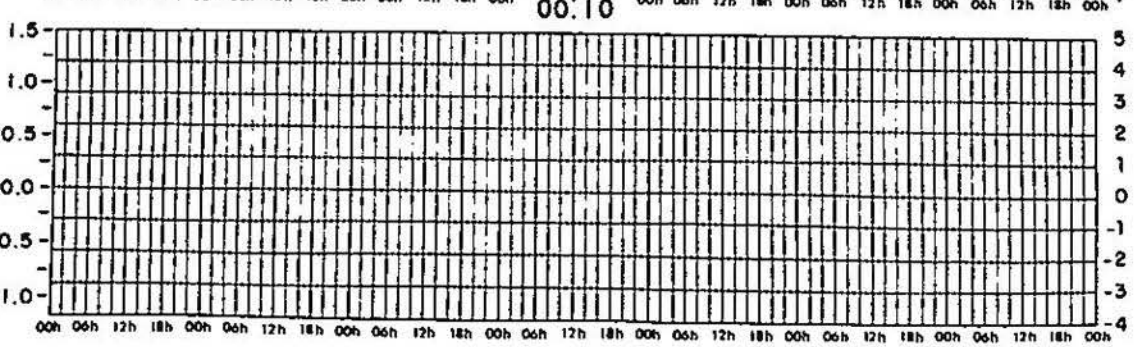
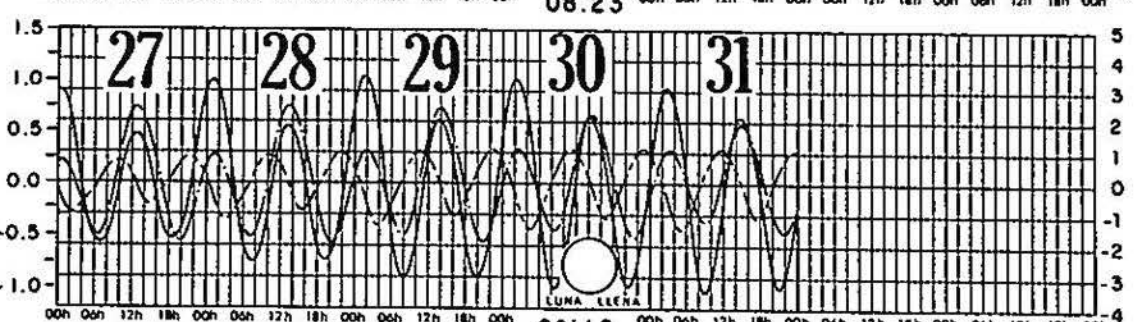
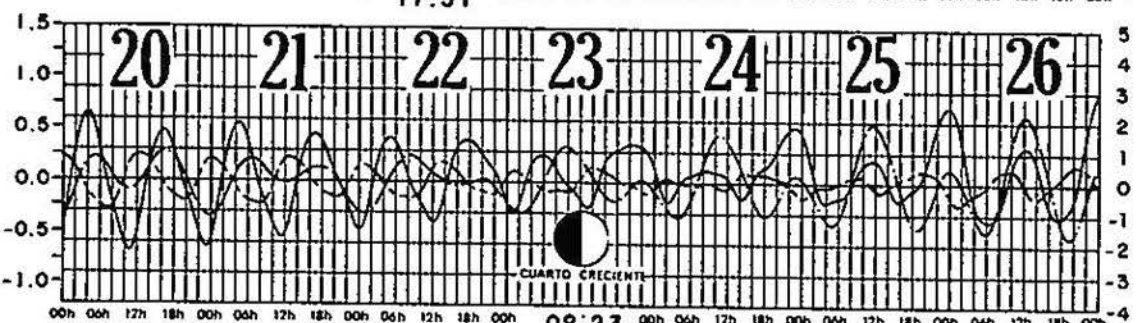
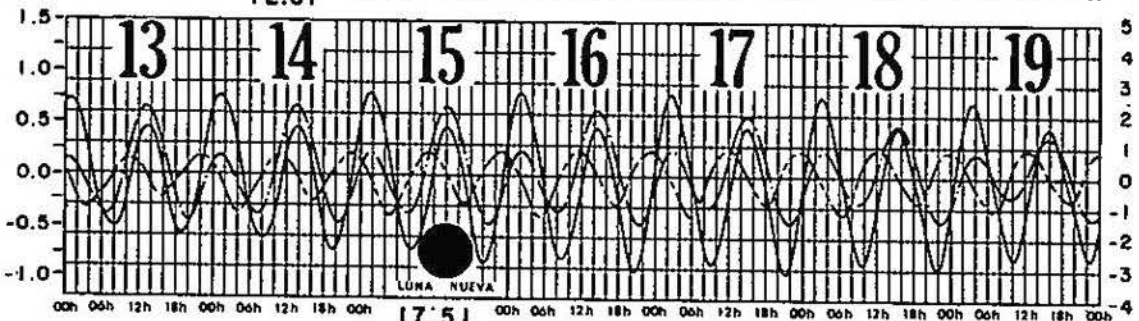
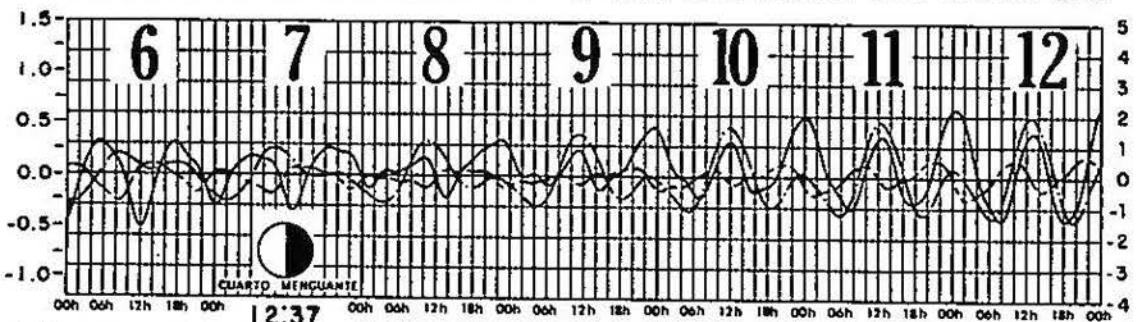
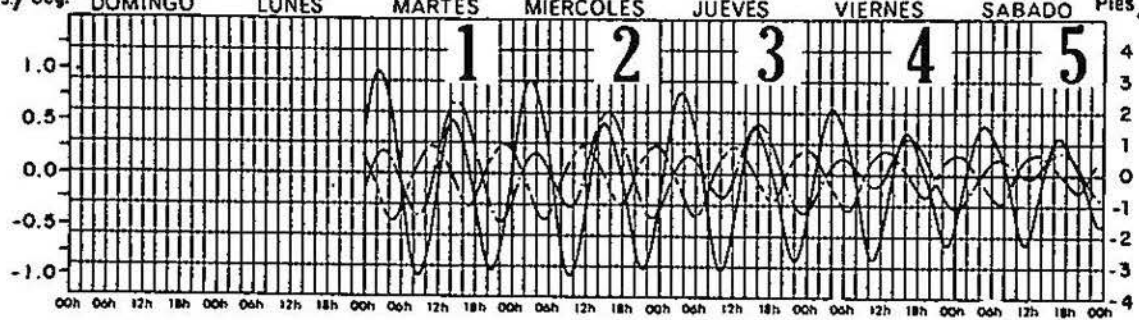


# ENERO 1991

Umbral Este  
Tepoca  
S. Fermin



Mts./Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIERCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies/Seg.







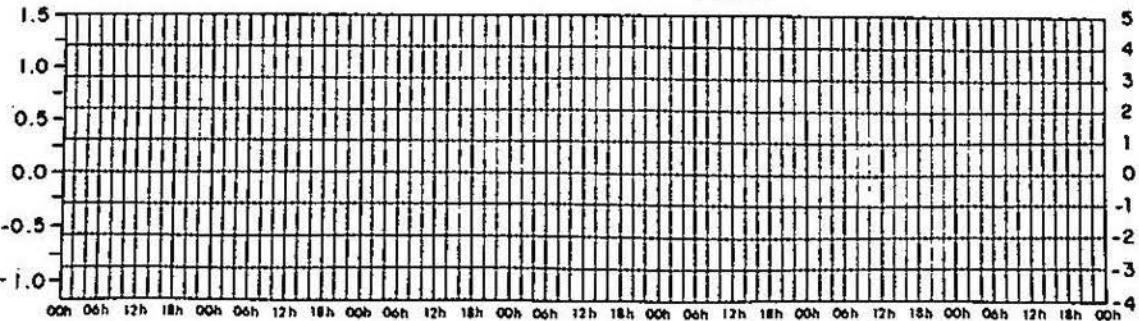
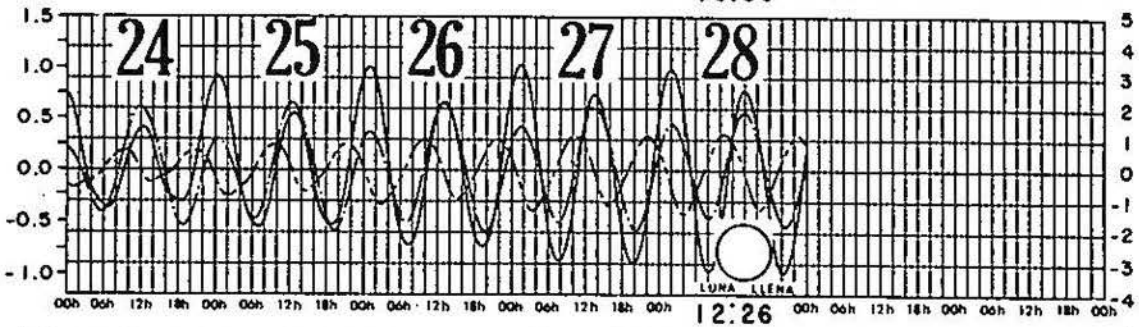
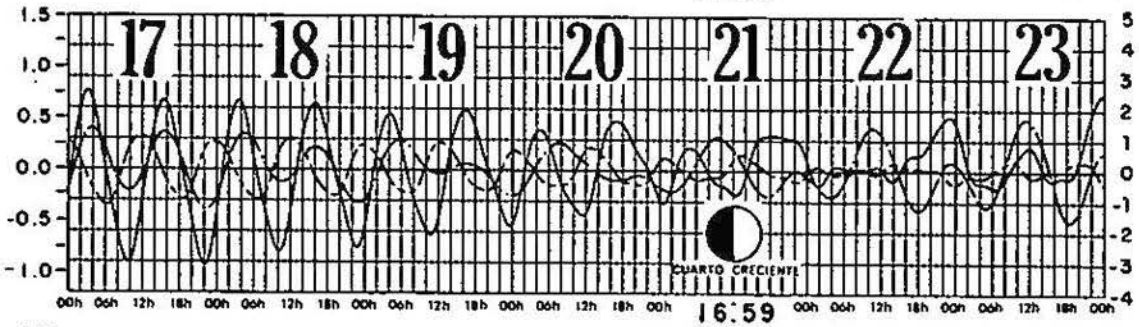
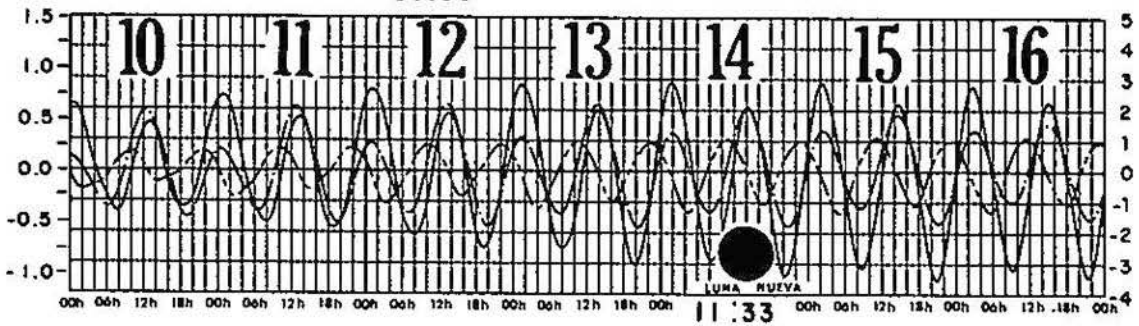
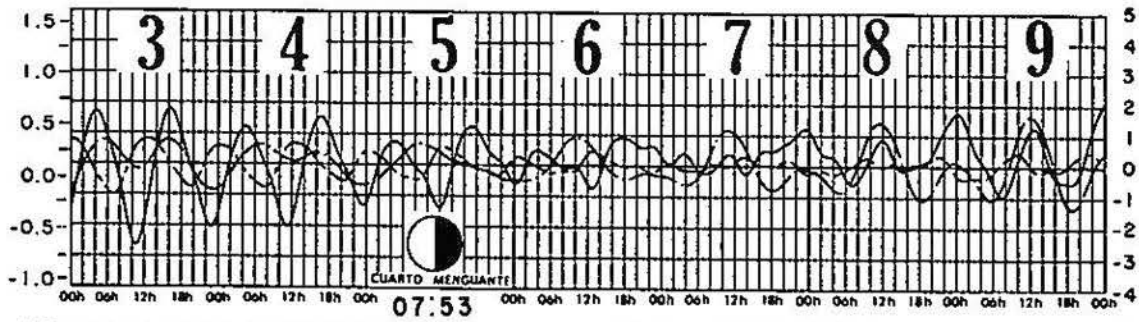
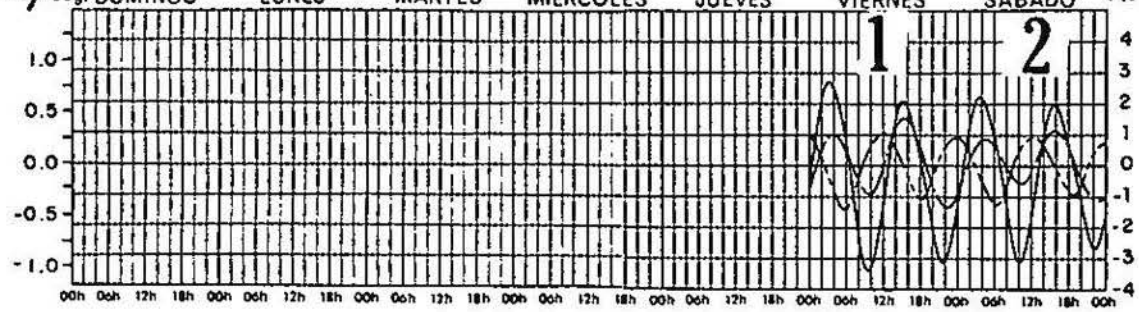


# FEBRERO 1991

Umbral Este  
Tepoca  
S. Fermin



Mis/Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIERCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies/Seg.



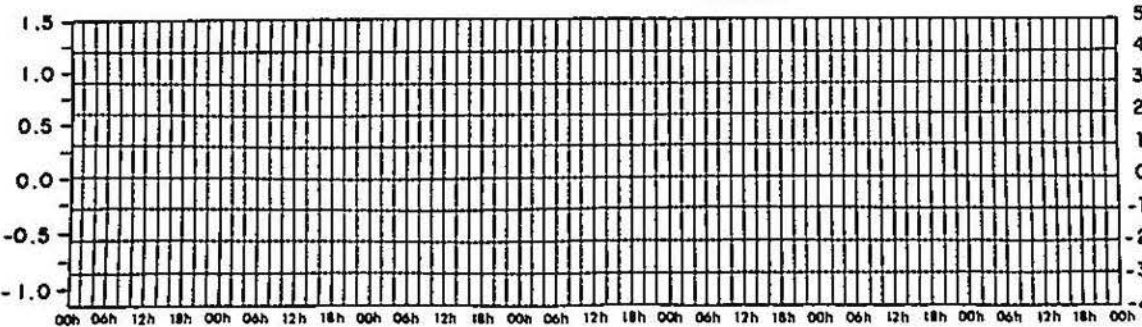
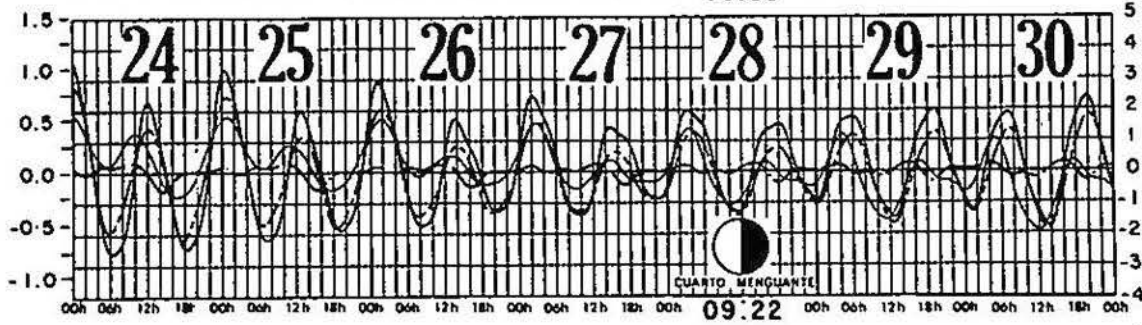
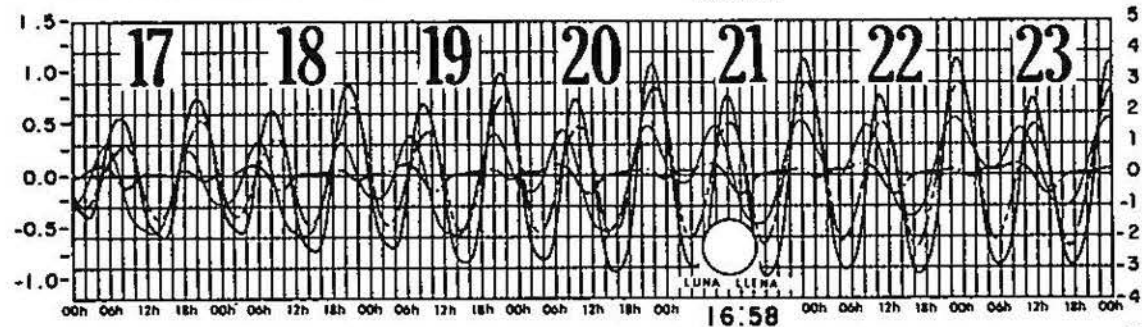
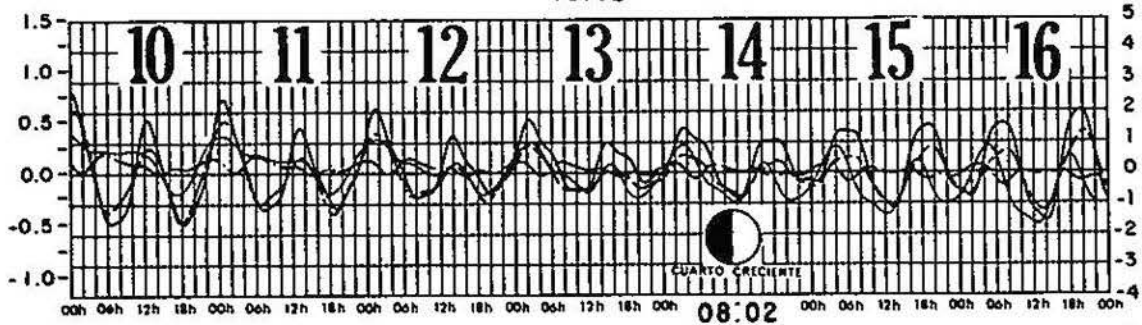
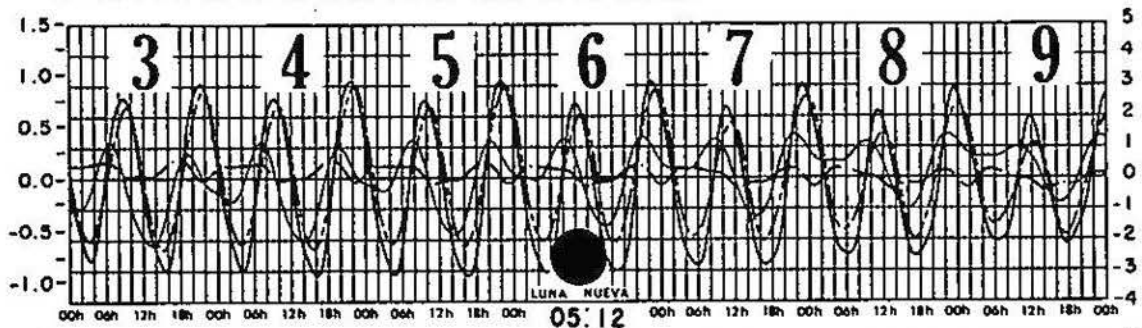
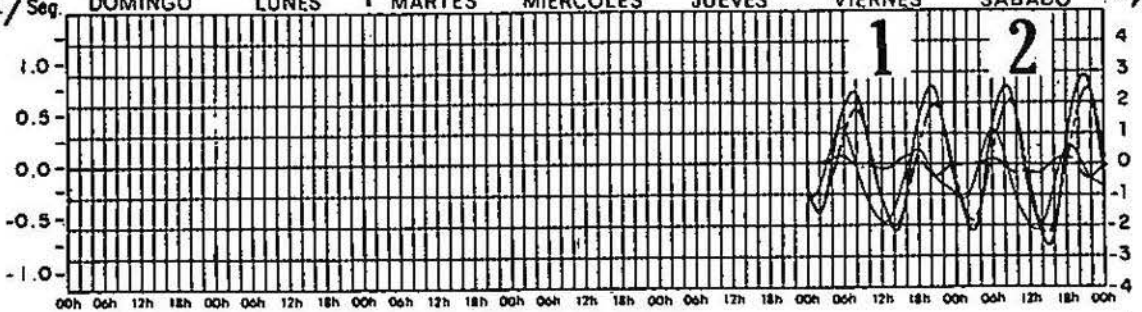


# NOVIEMBRE 1991

Salsipuedes  
Canal Ballenas  
Umbral Norte  
Calamajue



Mts./Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIÉRCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies/Seg.





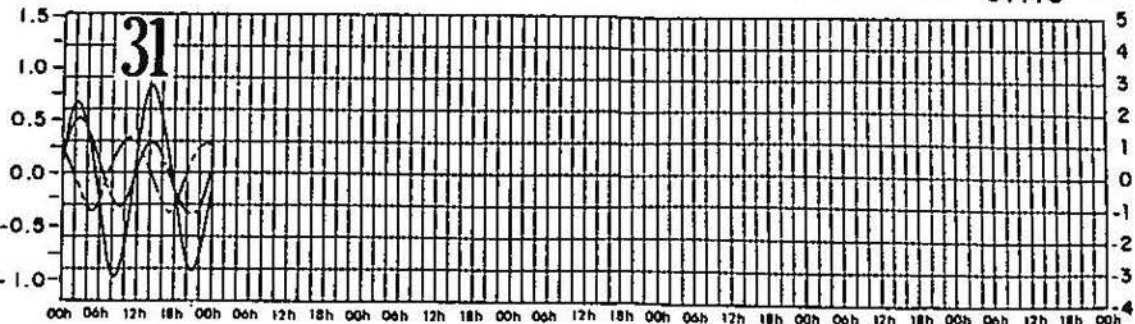
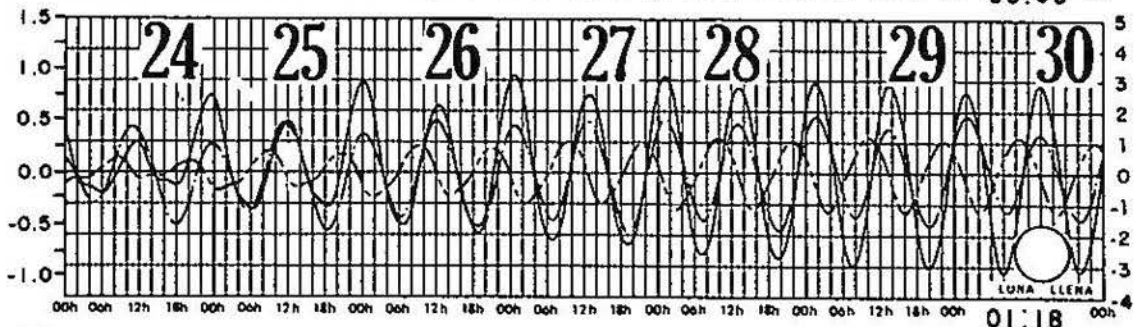
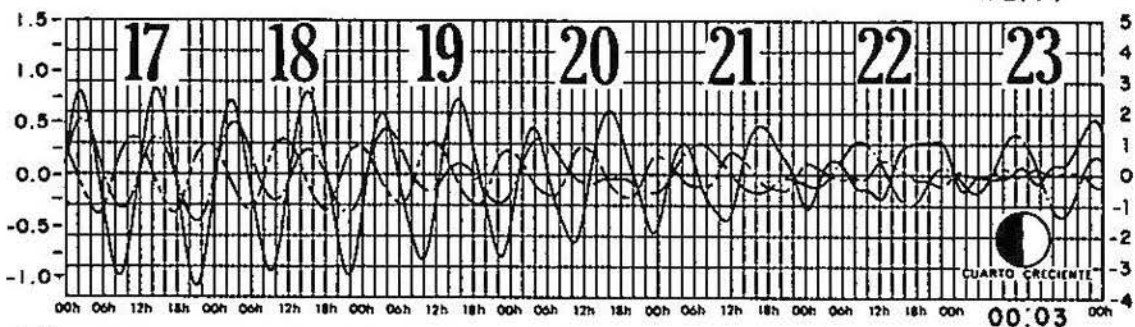
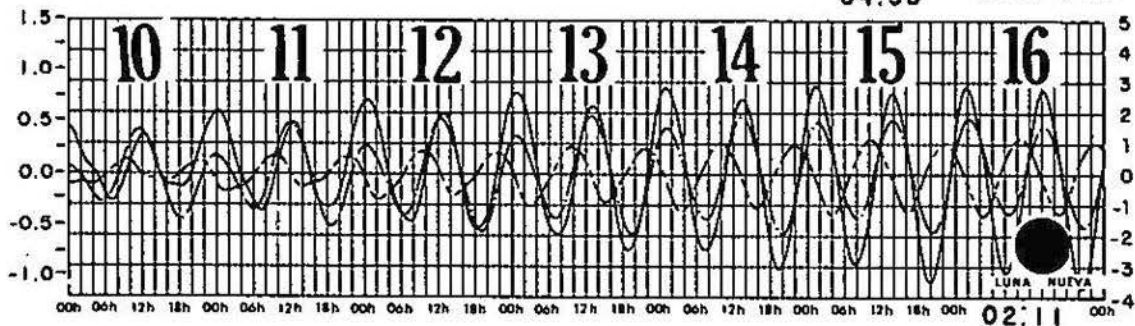
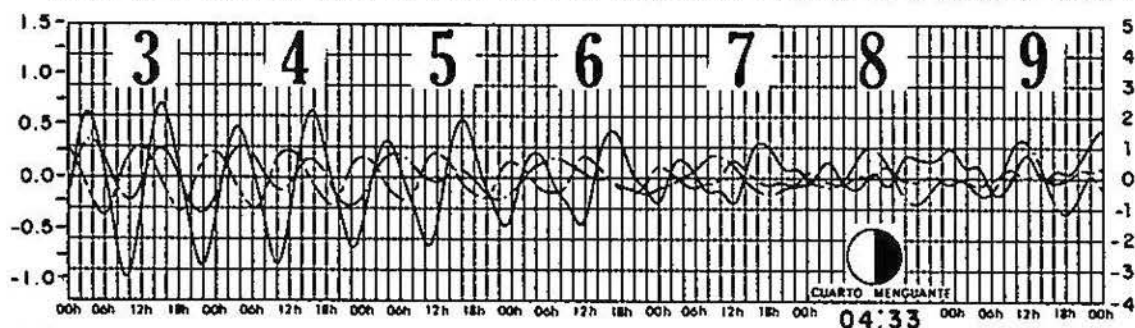
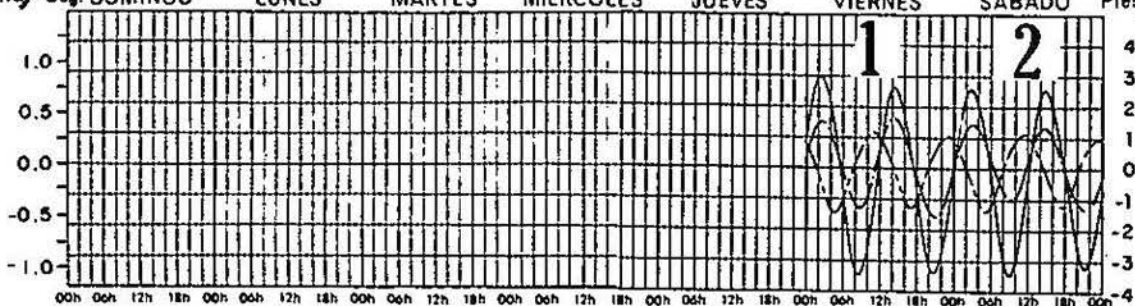


# MARZO 1991

Umbral Este  
Tepoca  
S. Fermin



Mts/Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIERCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies/Seg.



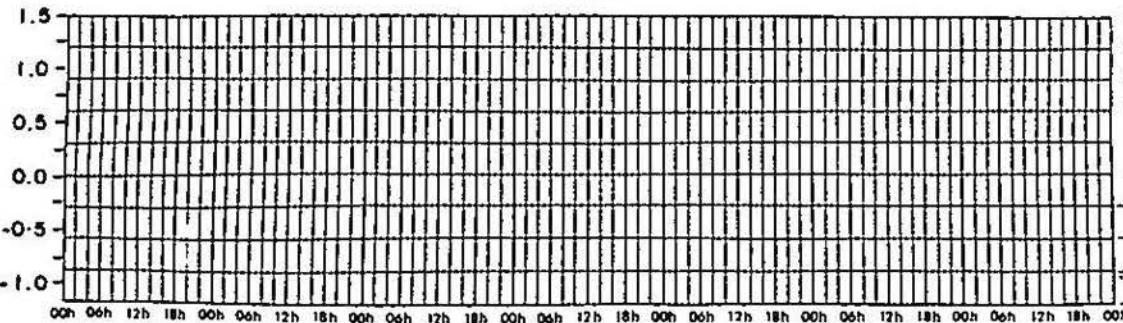
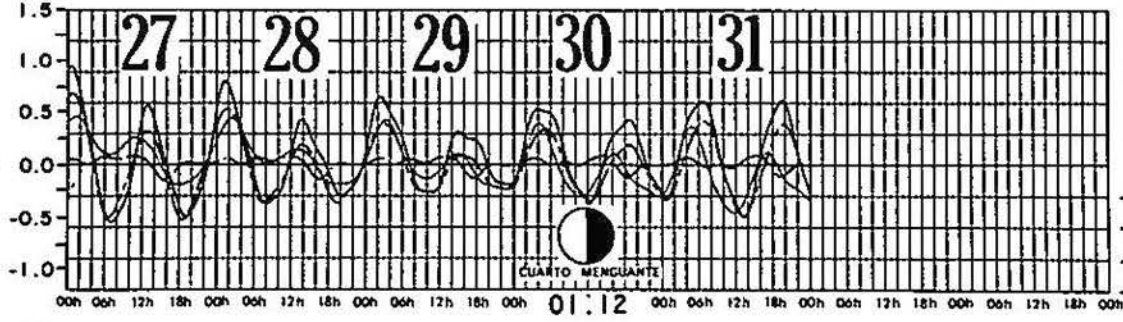
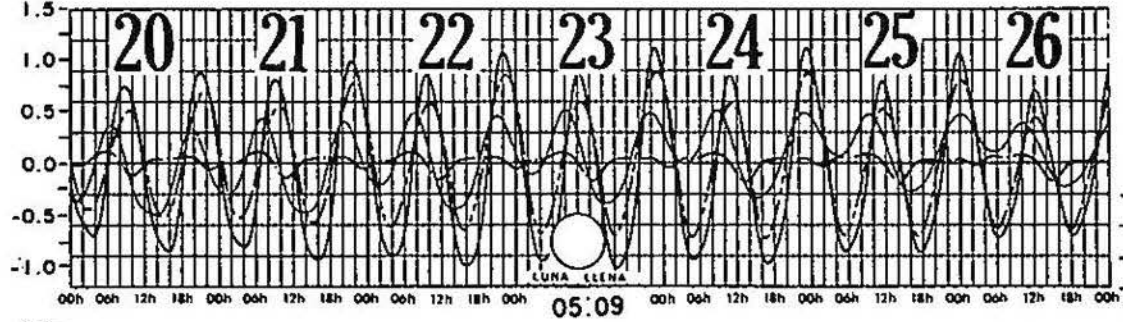
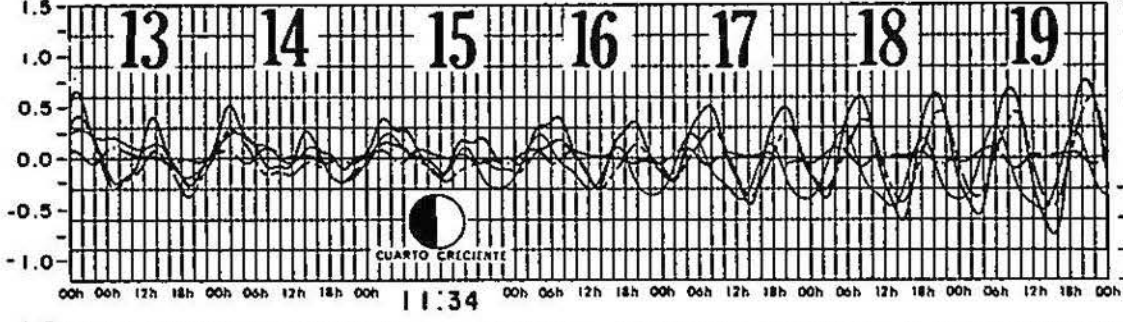
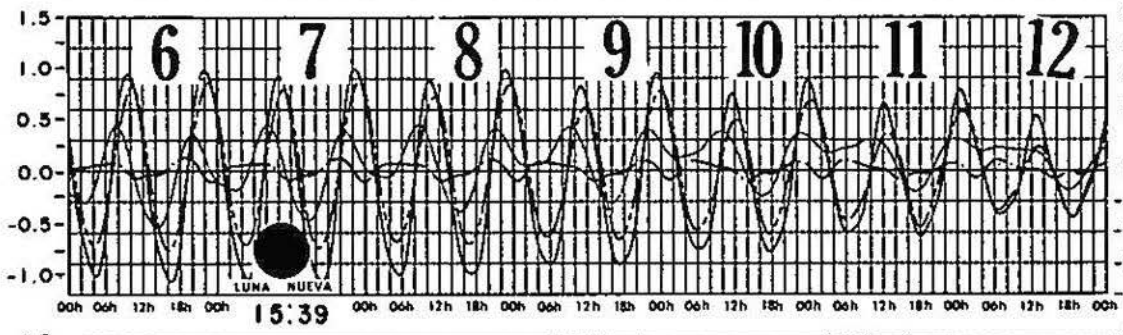
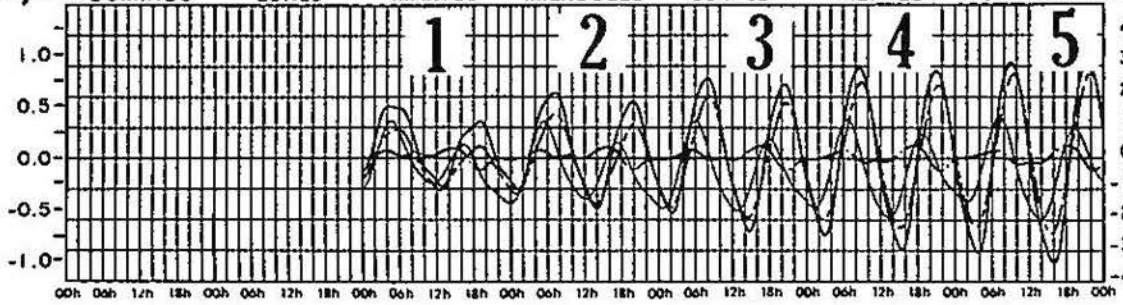


# OCTUBRE 1991

Salsipuedes  
Canal Ballenas  
Umbral Norte  
Calamajue



Mts / Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIERCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies / Seg.





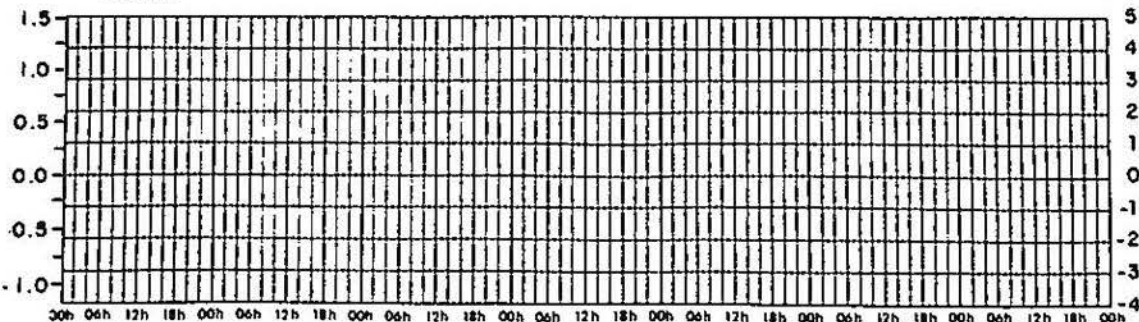
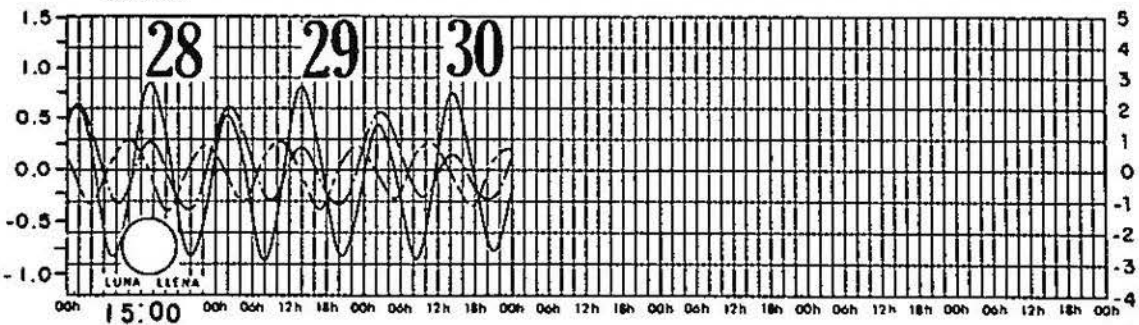
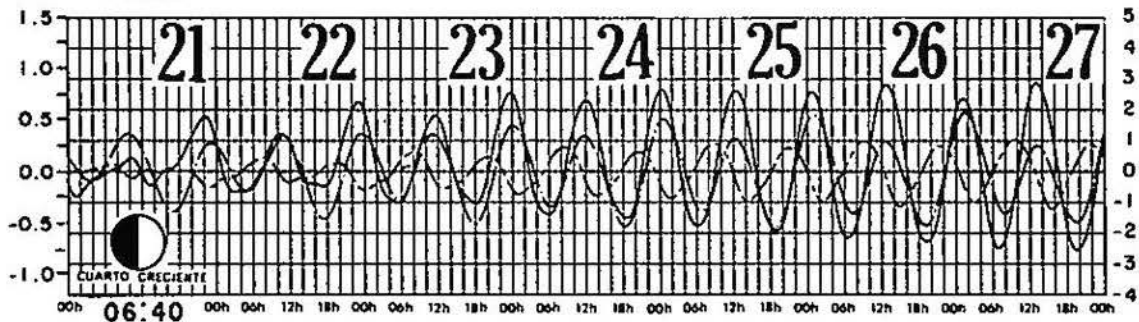
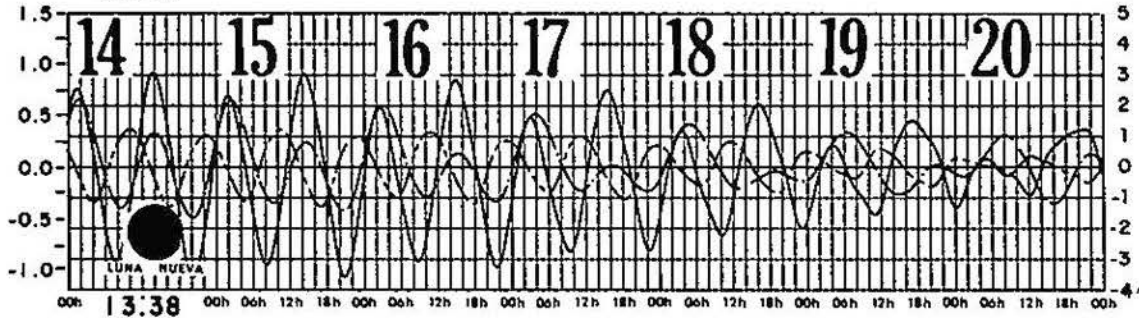
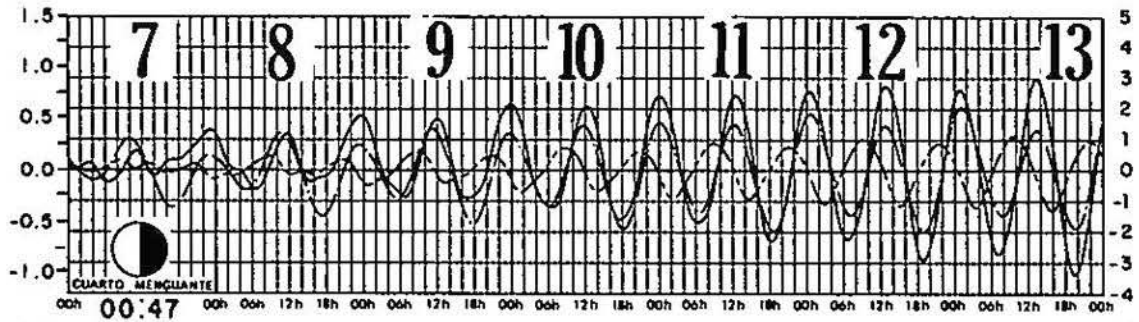
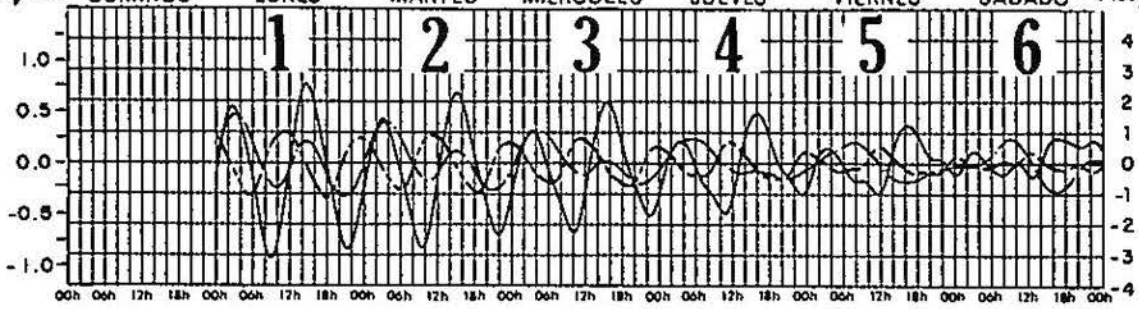


# ABRIL 1991

Umbral Este  
Tepoca  
S. Fermin



Mts./Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIÉRCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies/Seg.



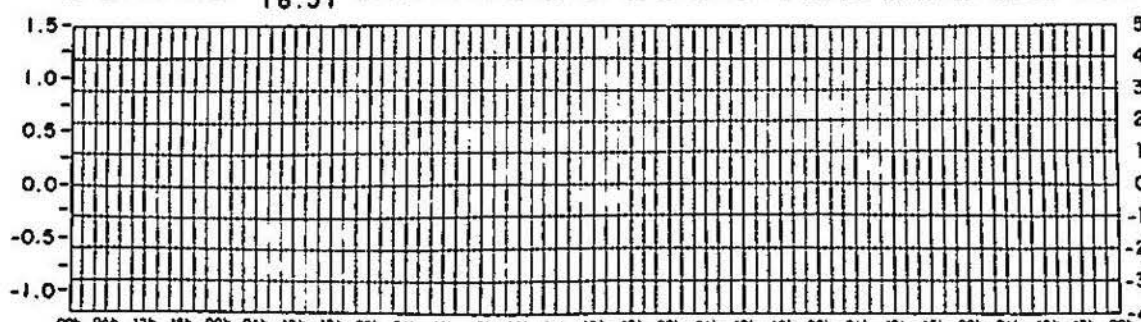
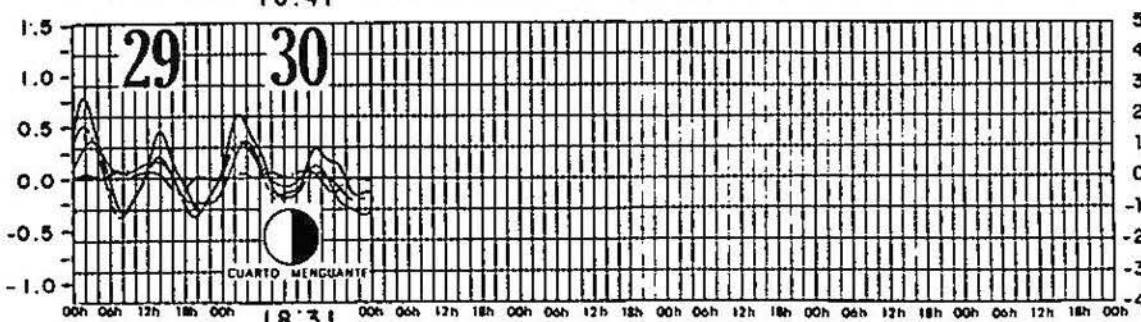
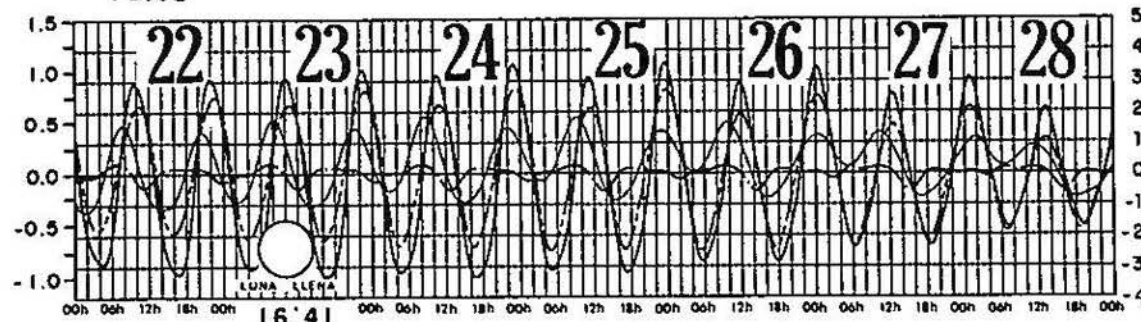
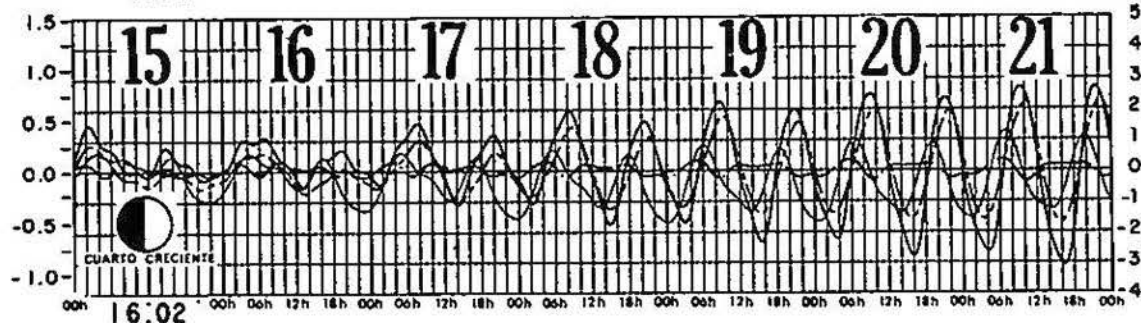
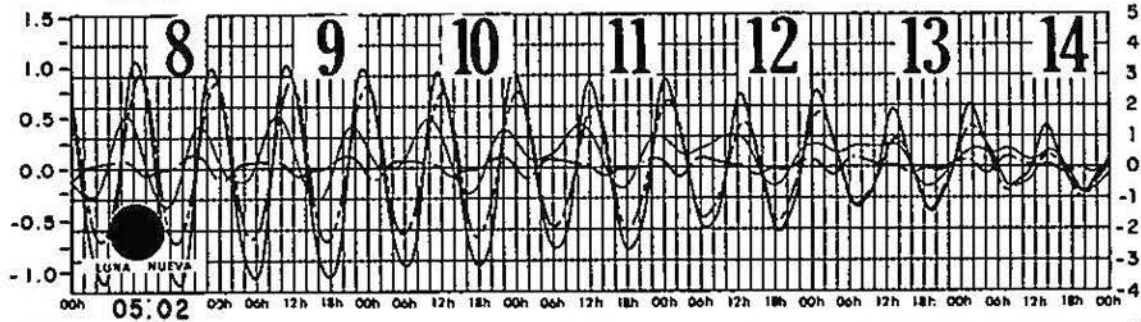
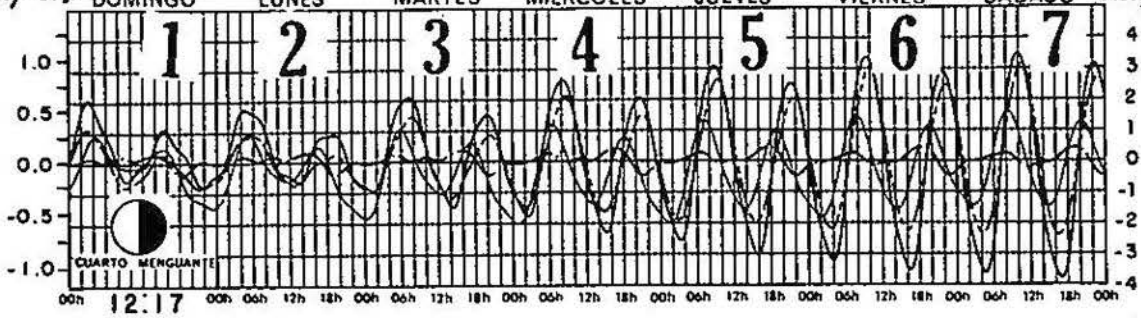


# SEPTIEMBRE 1991

Salsipuedes  
Canal Ballenas  
Umbral Norte  
Calamajue



Mts/Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIÉRCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies/Seg.





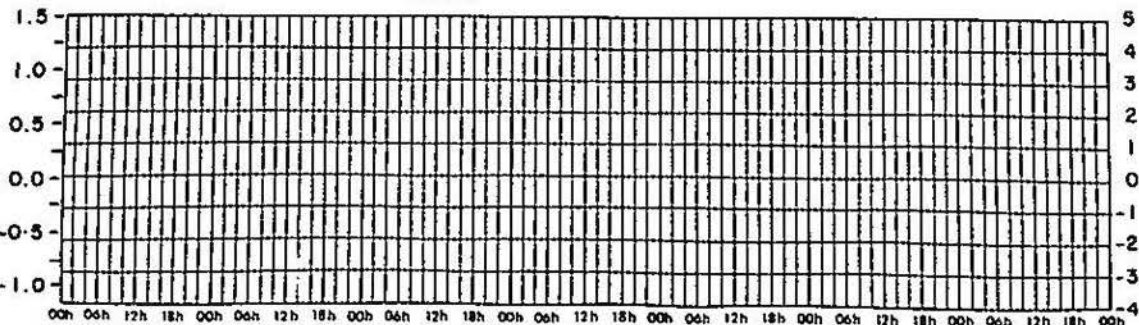
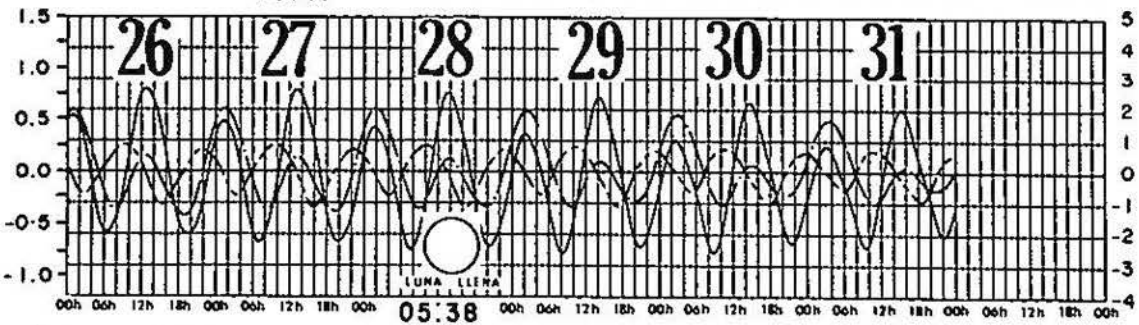
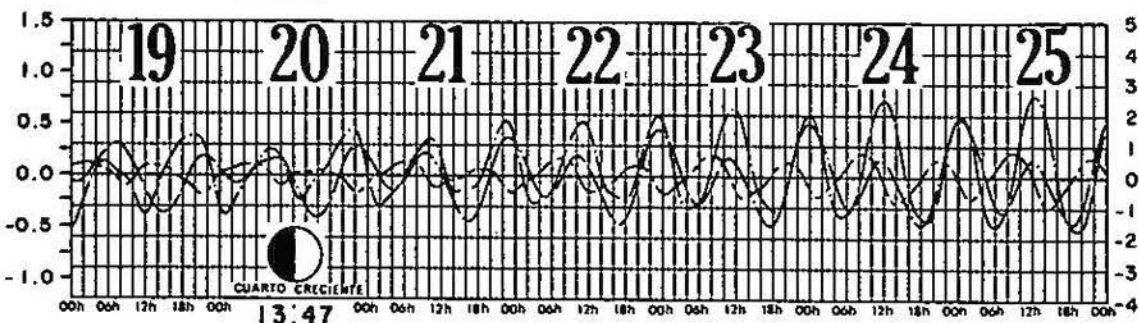
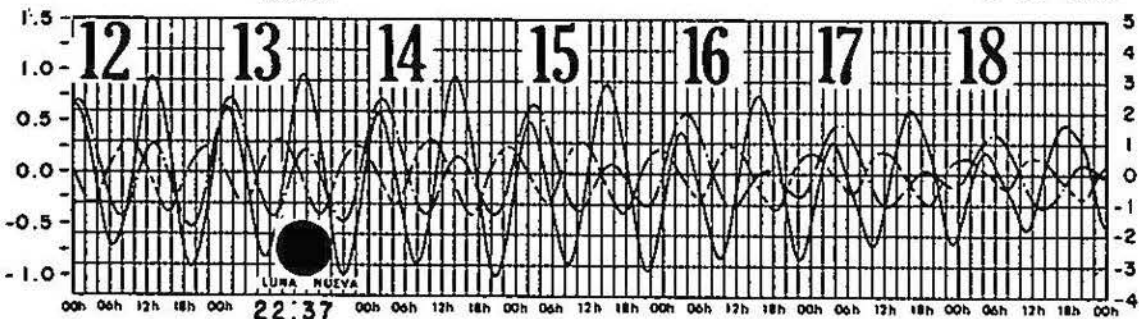
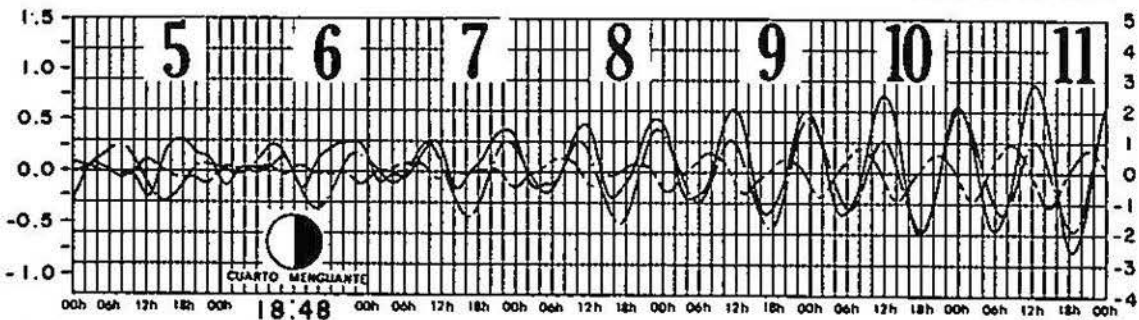
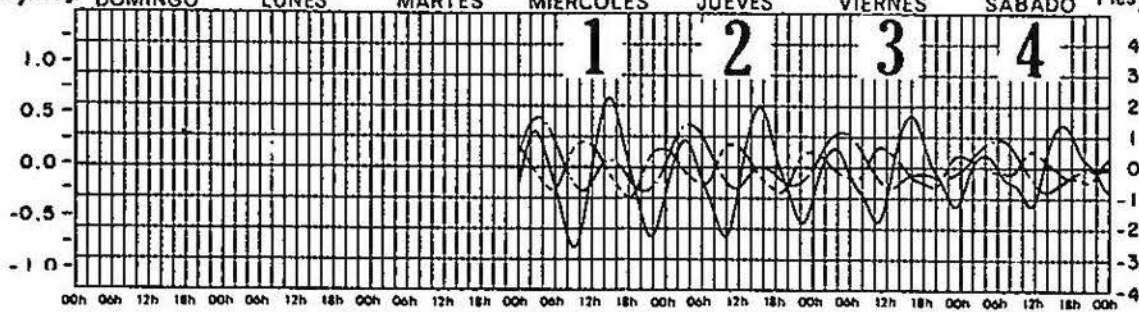


# MAYO 1991

Umbral Este  
Tepoca  
S. Fermin



Mts/Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIERCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies/Seg.



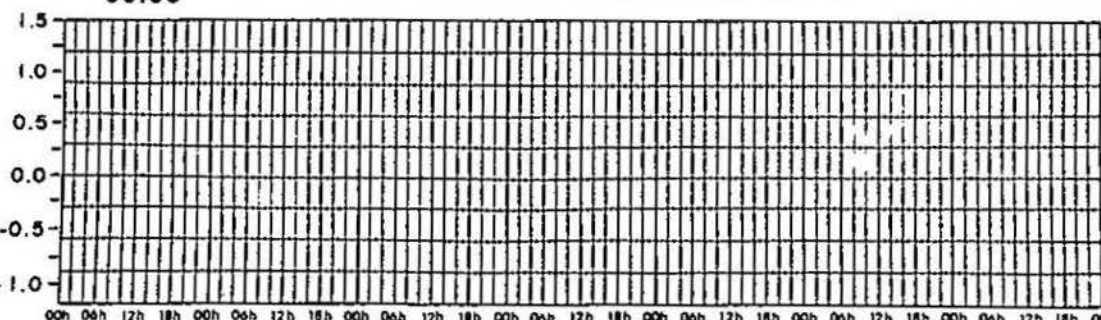
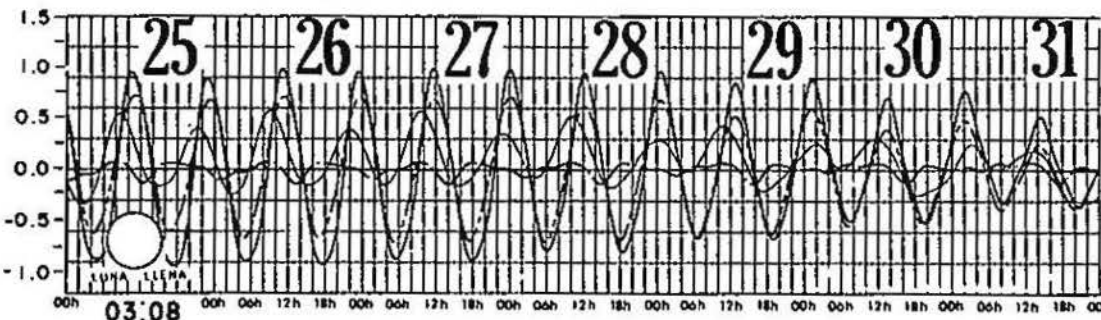
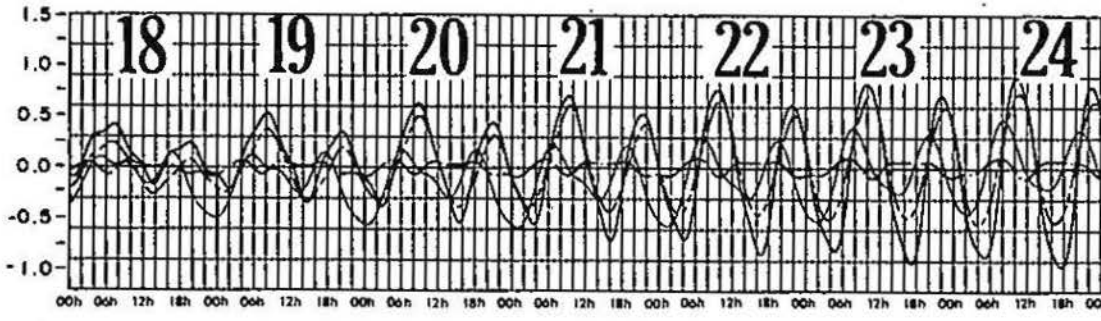
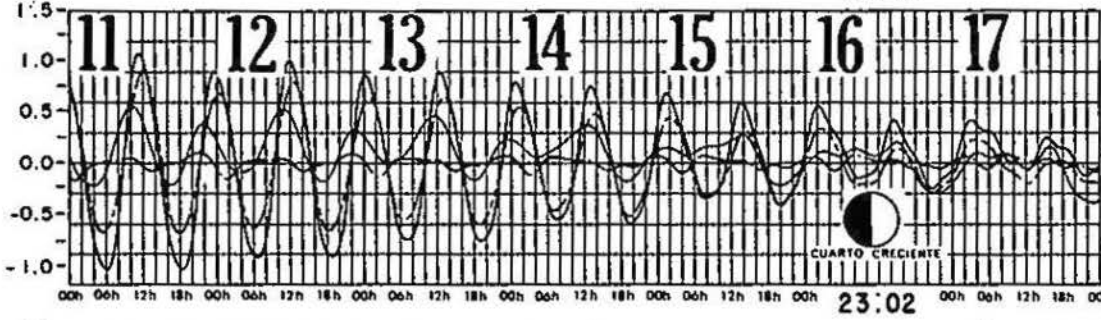
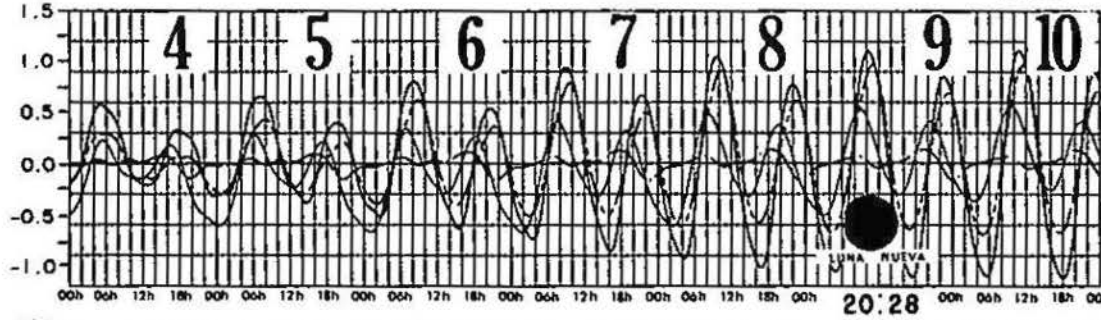
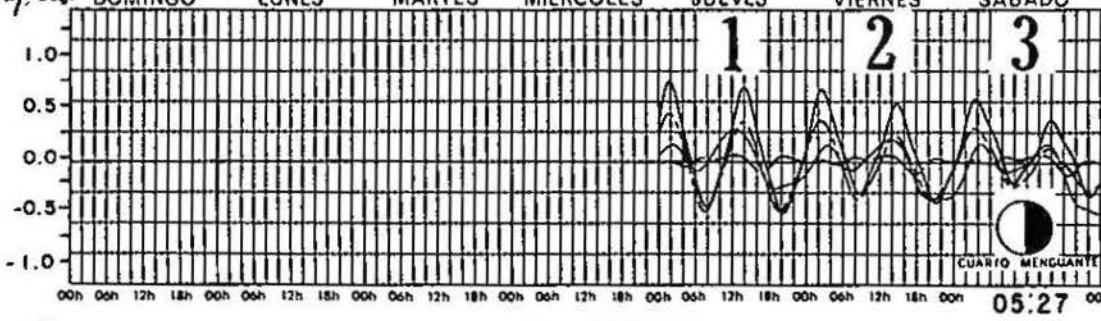


# AGOSTO 1991

Salsipuedes  
Canal Ballenas  
Umbral Norte  
Calamajue



Mts./Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIERCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies/Seg.





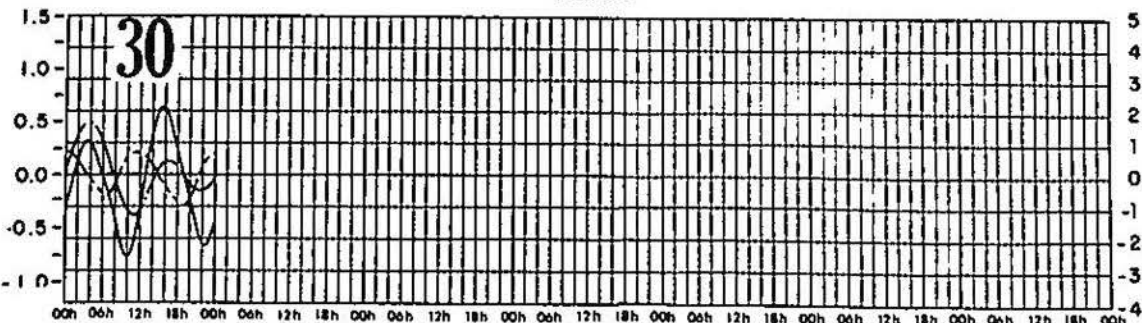
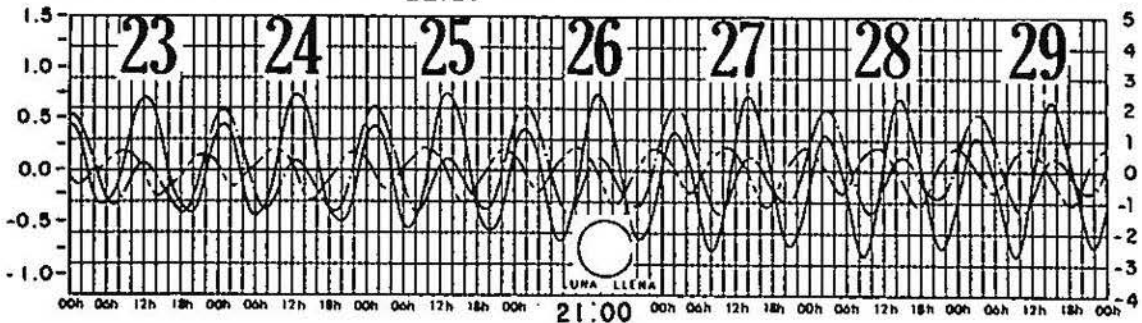
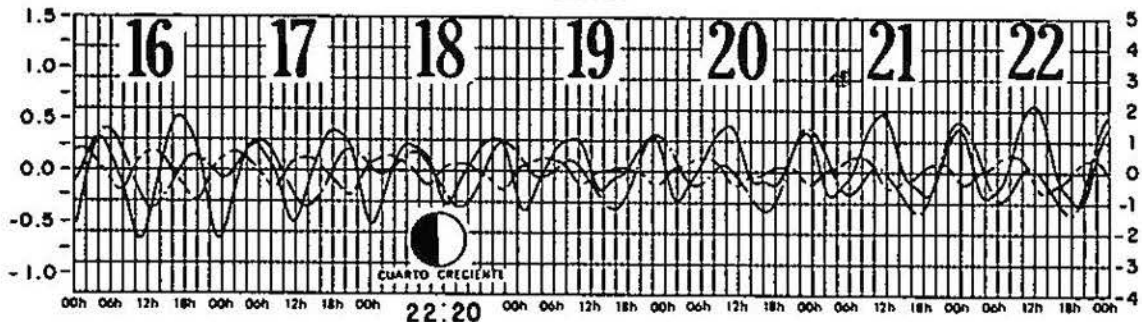
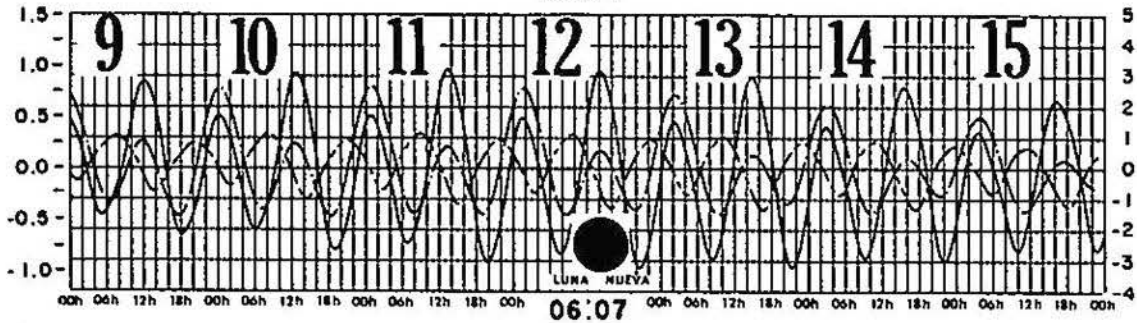
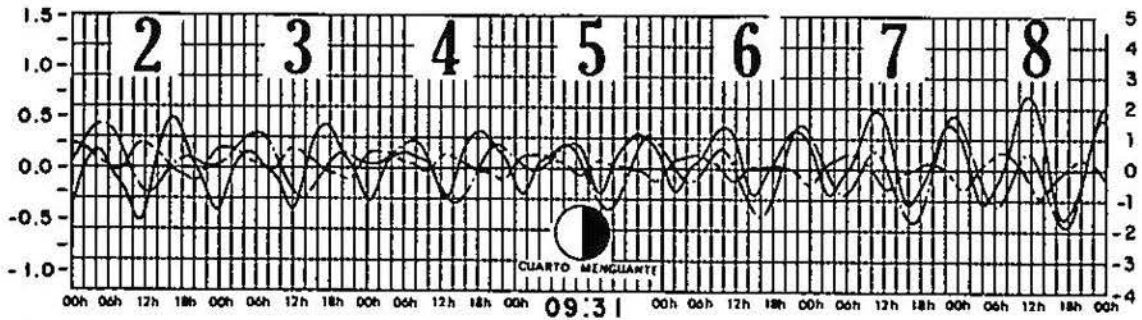
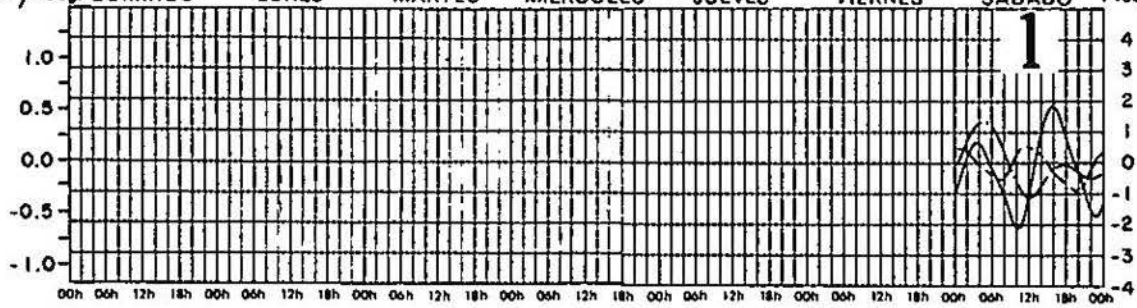


# JUNIO 1991

Umbral Este  
Topoca  
S. Fermin



Mts./Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIERCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies/Seg.



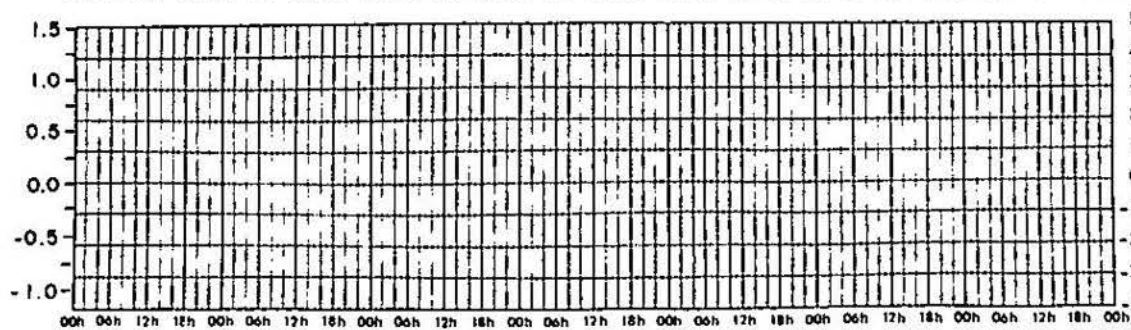
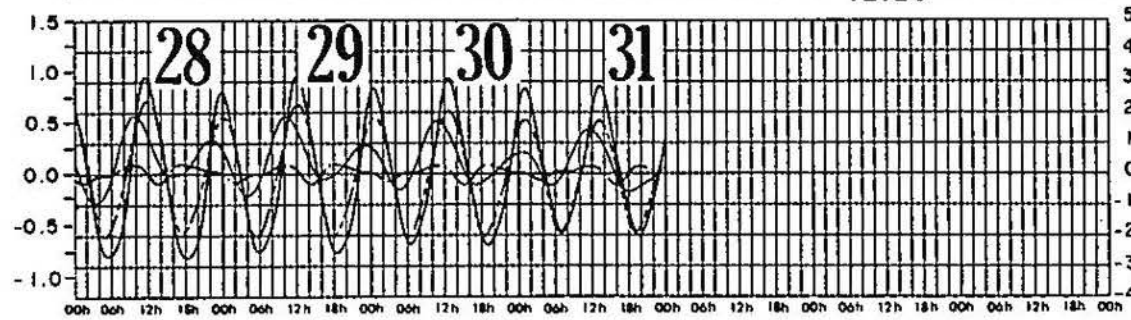
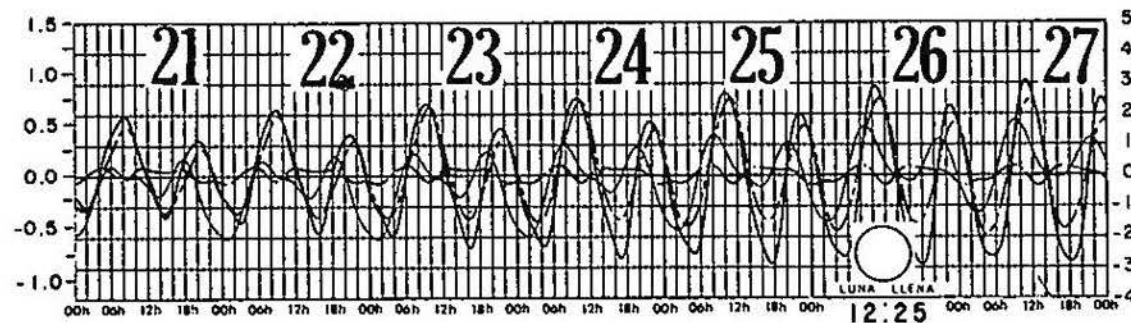
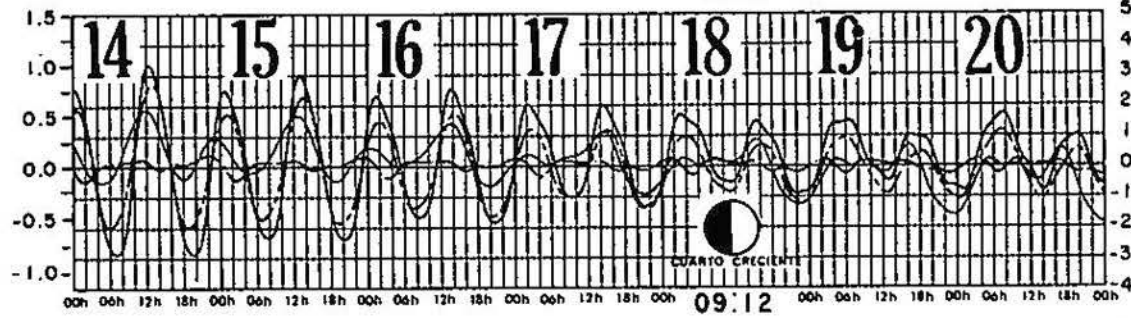
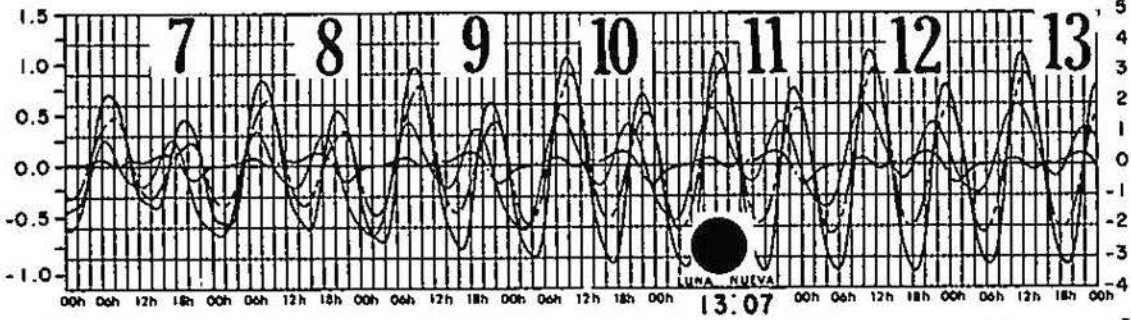
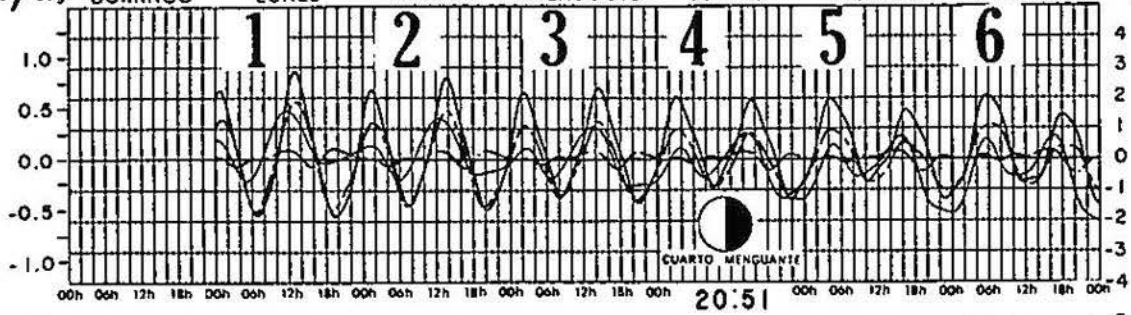


# JULIO 1991

Salsipuedes  
Canal Ballenas  
Umbrai Norte  
Calamajue



Mts./Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIERCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies / Seg.



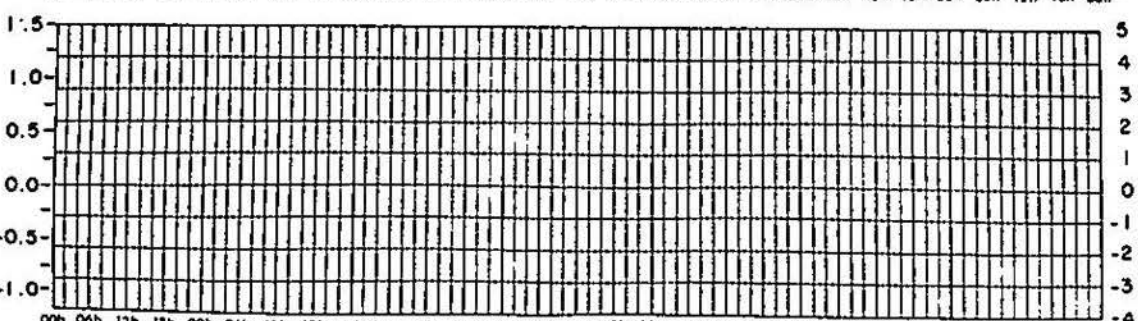
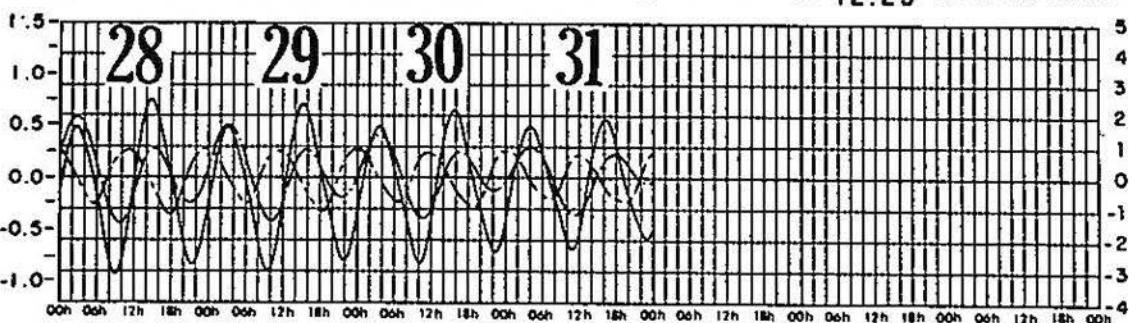
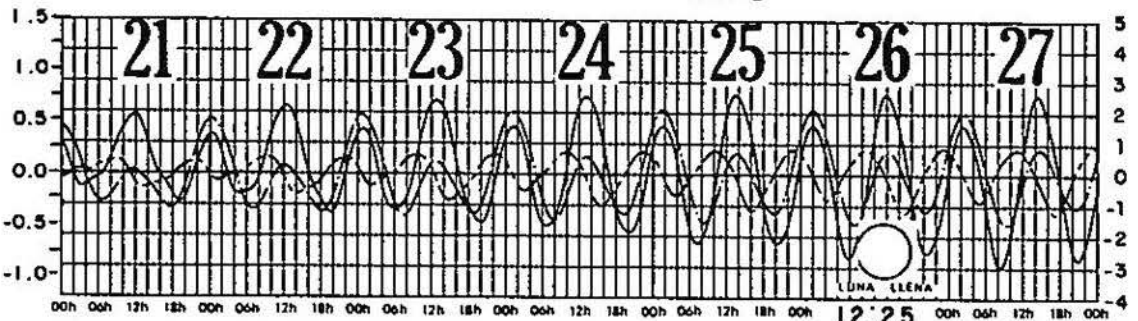
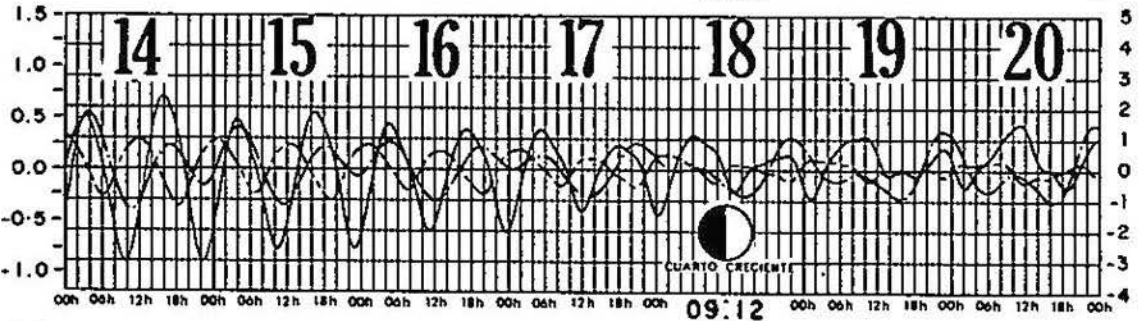
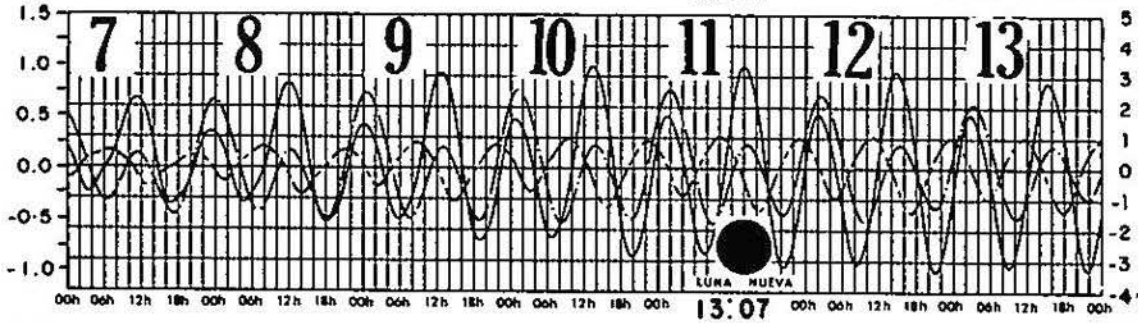
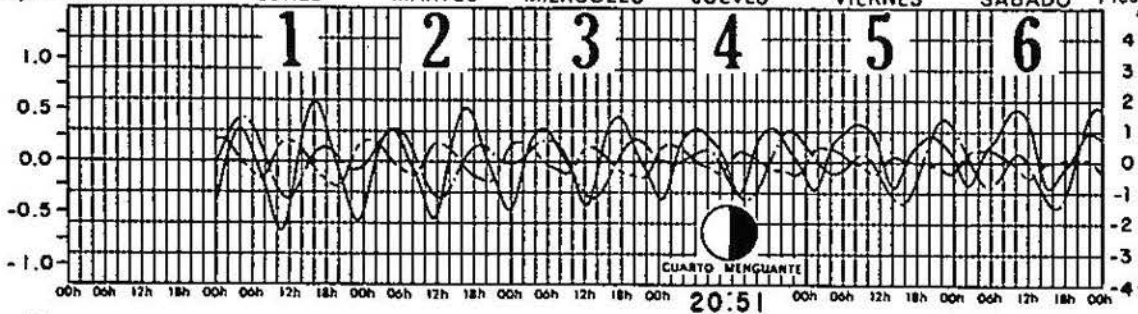


# JULIO 1991

Umbral Este  
Tepoca  
S. Fermin



Mts/Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIERCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies/Seg.





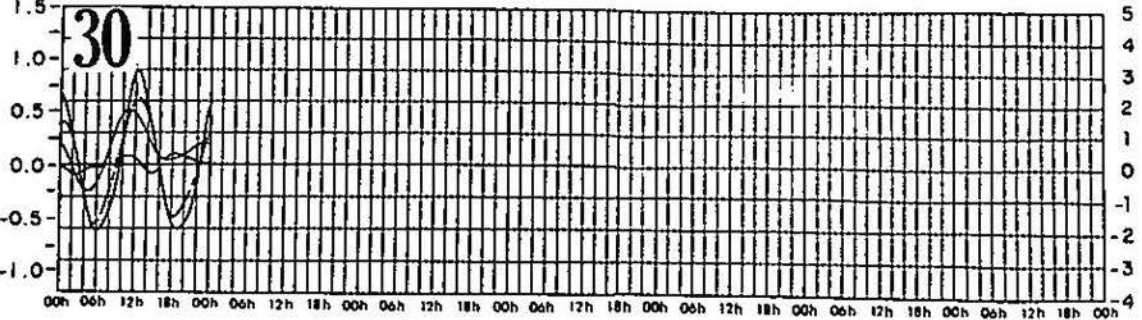
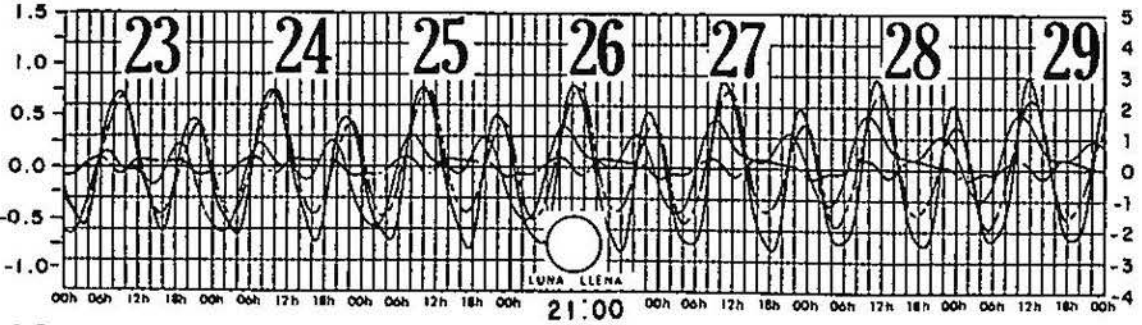
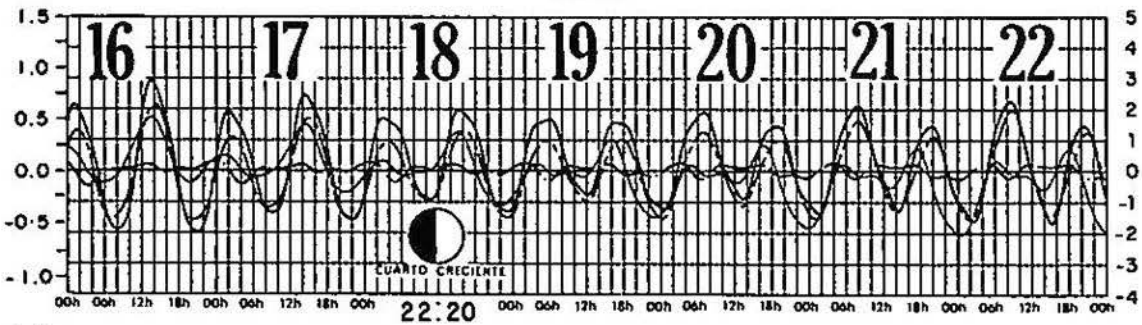
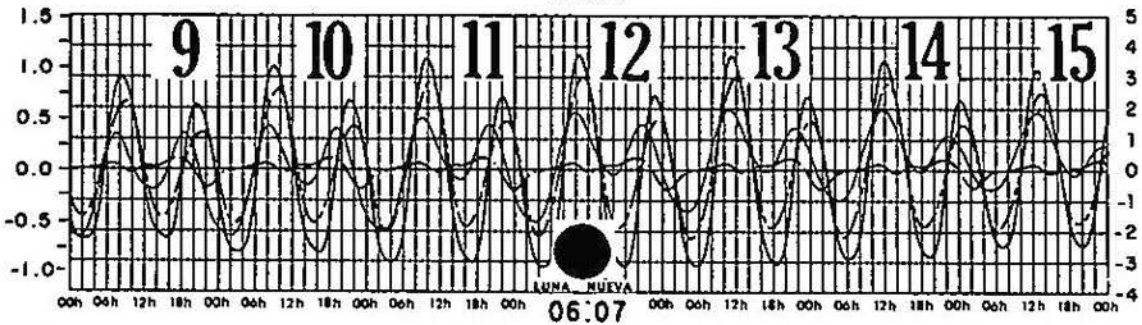
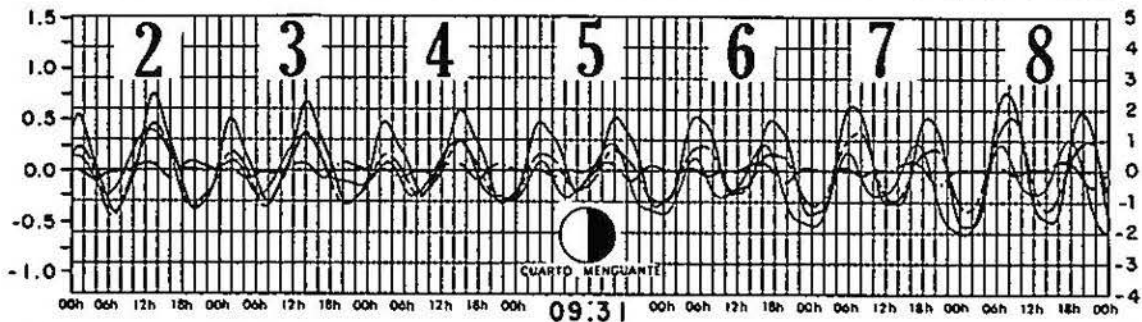
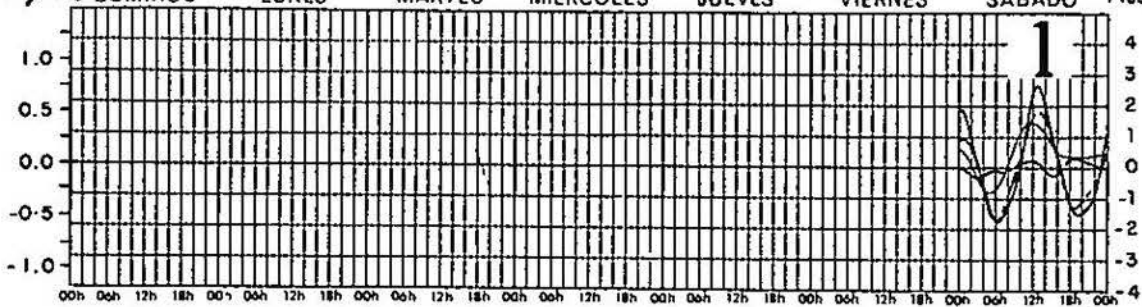


# JUNIO 1991

Salsipuedes  
Canal Ballenas  
Umbral Norte  
Calamajue



Mts / Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIERCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies / Seg.





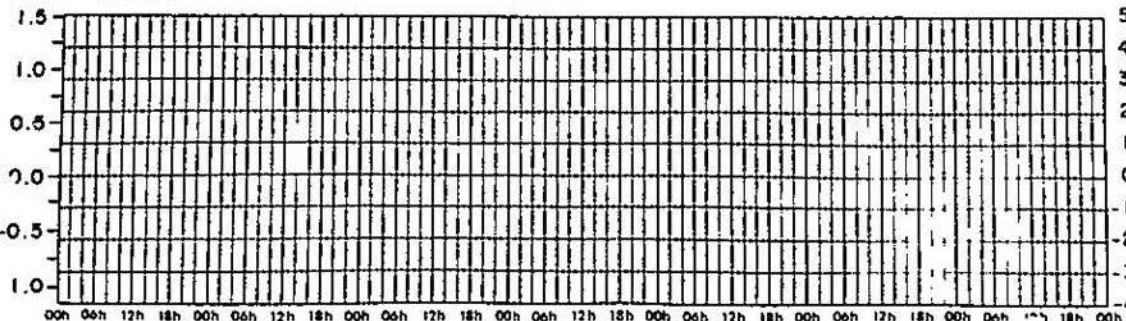
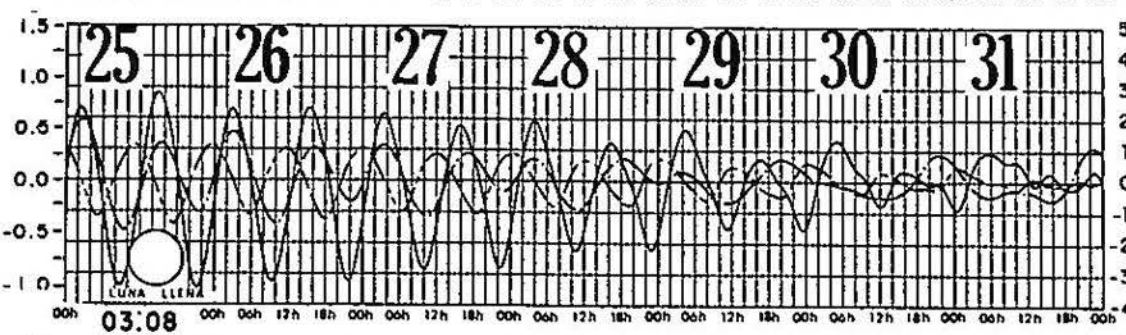
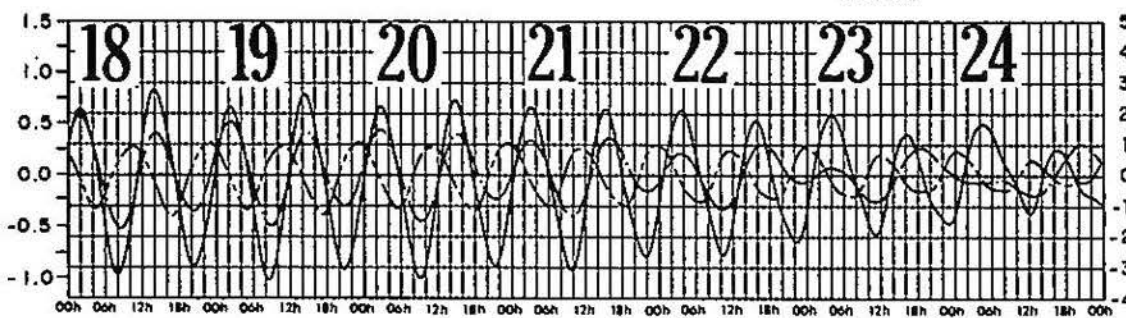
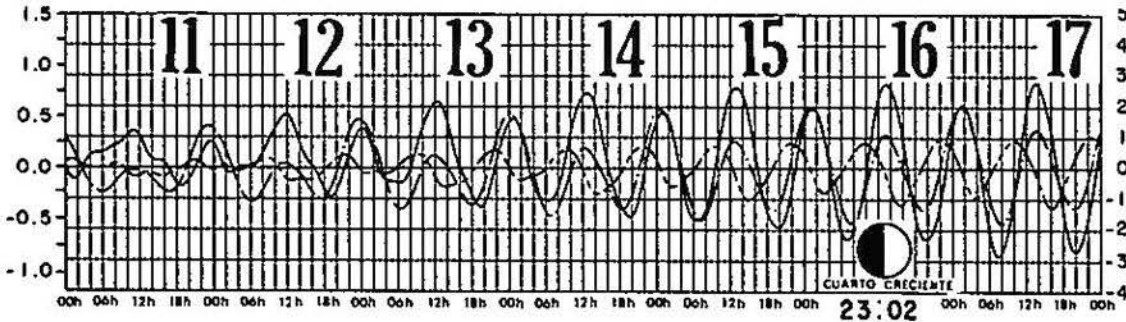
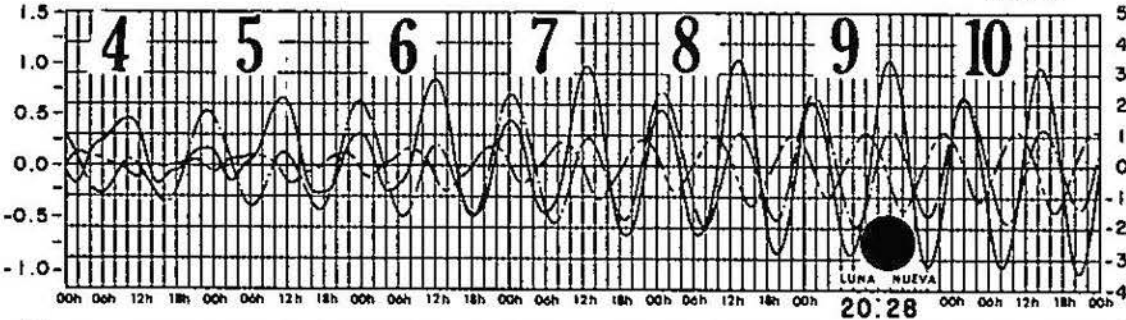
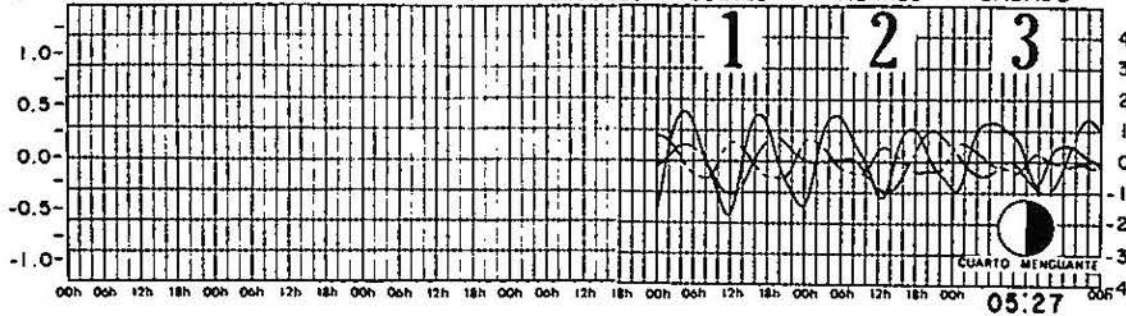


# AGOSTO 1991

Umbral Este  
Tepoca  
S. Fermin



Mts./Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIERCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies/Seg.



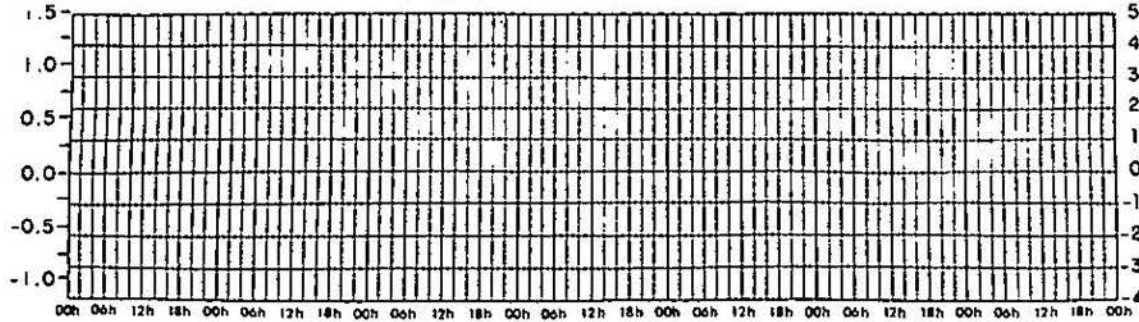
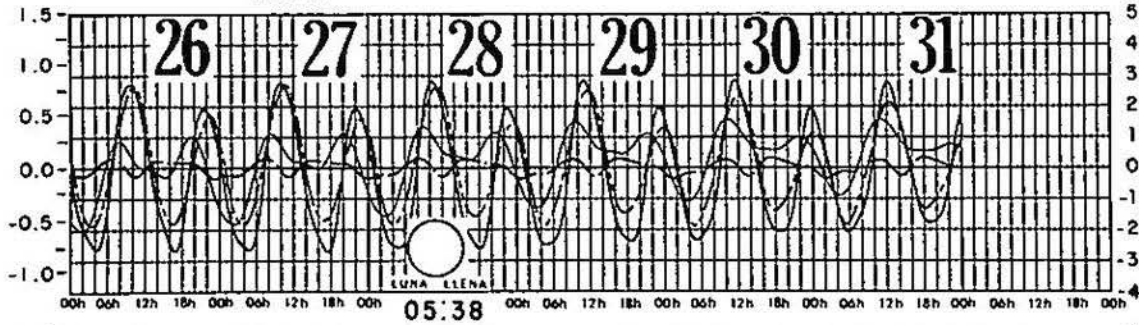
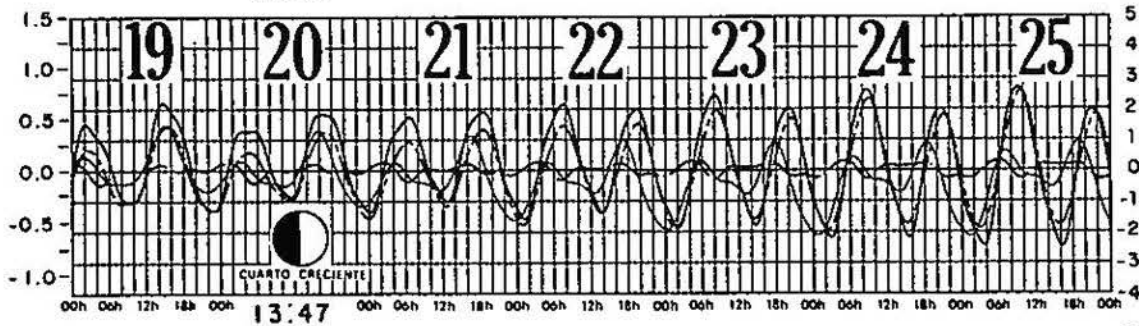
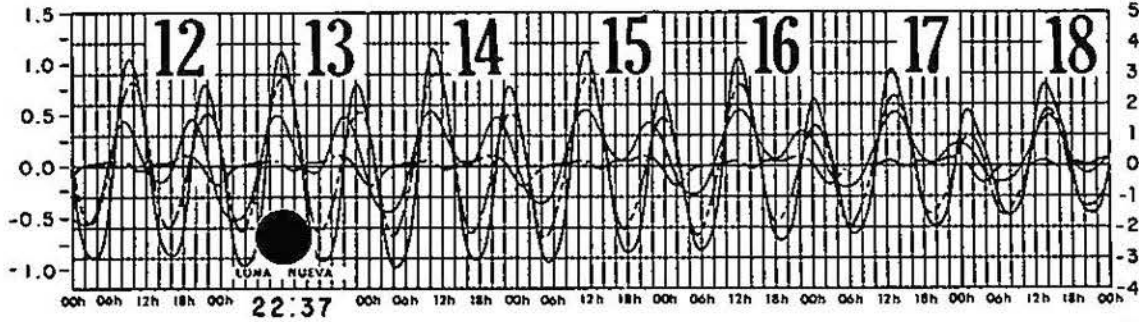
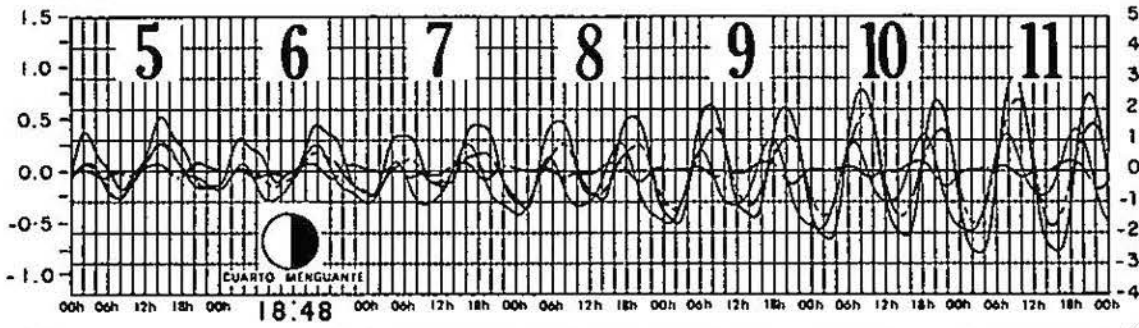
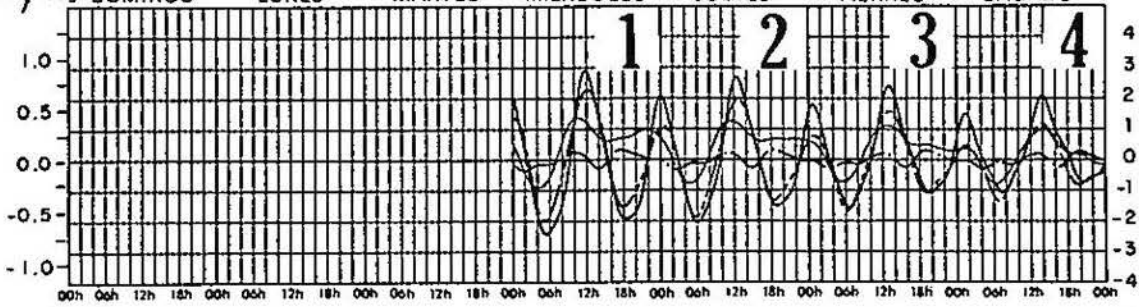


# MAYO 1991

Salsipuedes  
Canal Ballenas  
Umbral Norte  
Calamajue



Mts./Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIERCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies/.Ser





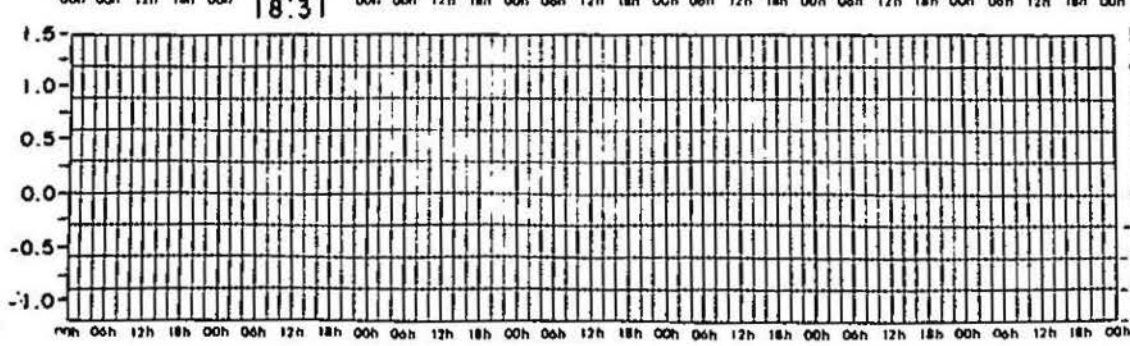
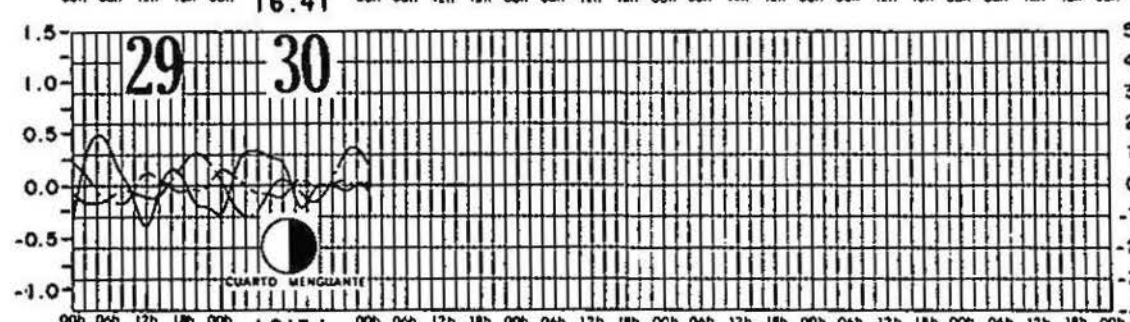
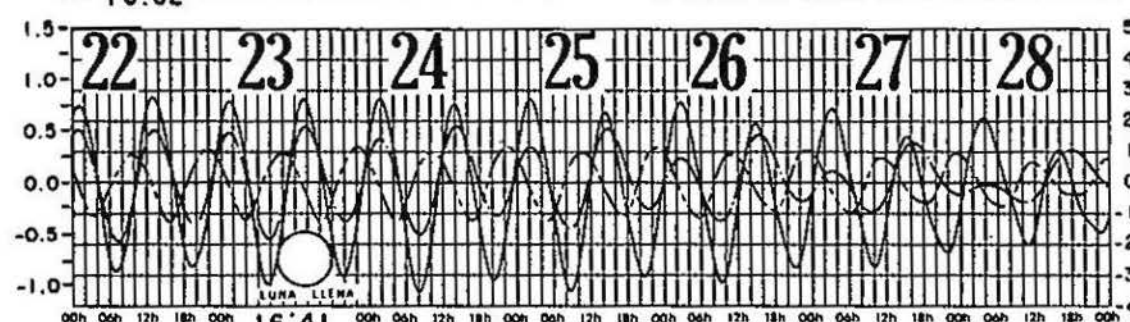
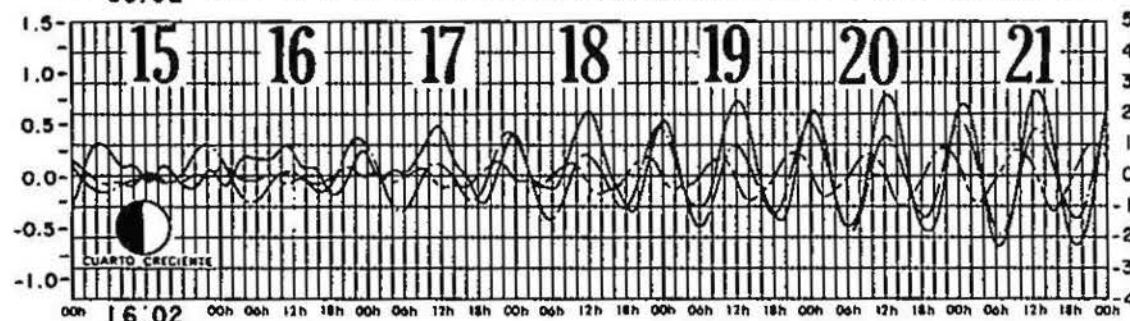
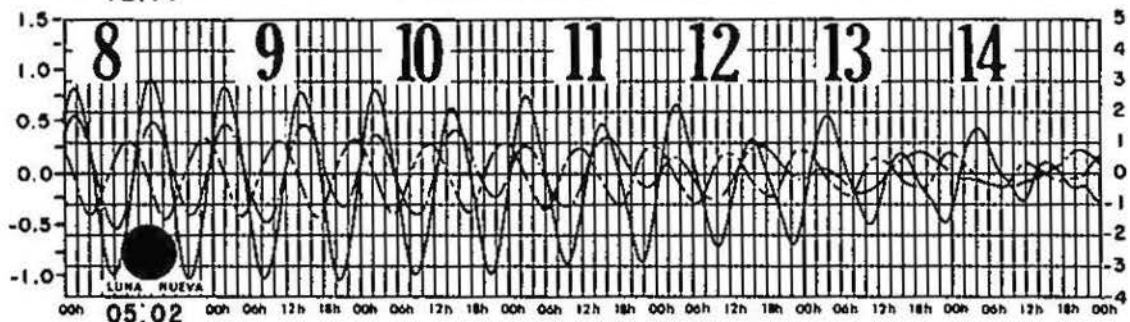
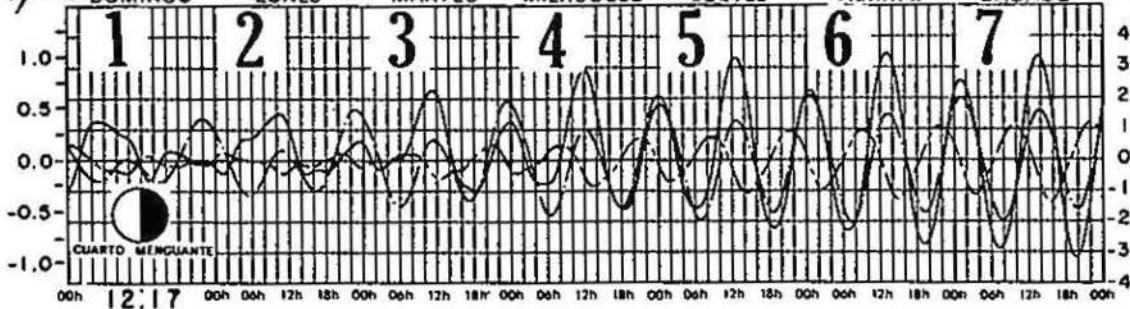


# SEPTIEMBRE 1991

Umbral Este  
Tepoca  
S. Fermin



Mts./Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIERCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies/Seg.



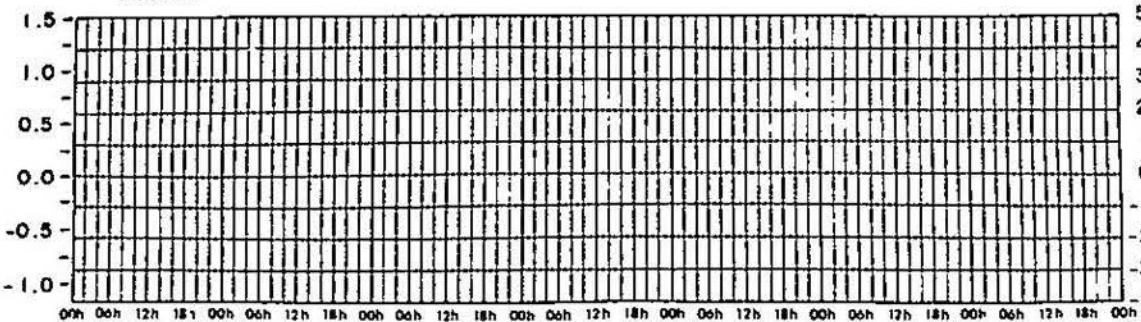
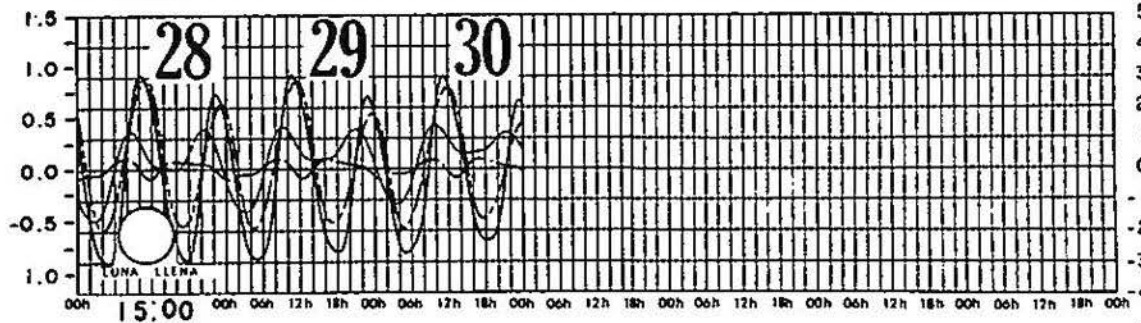
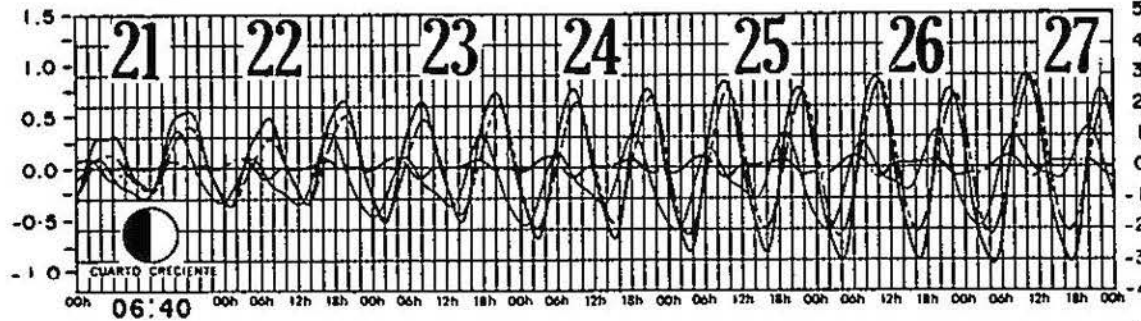
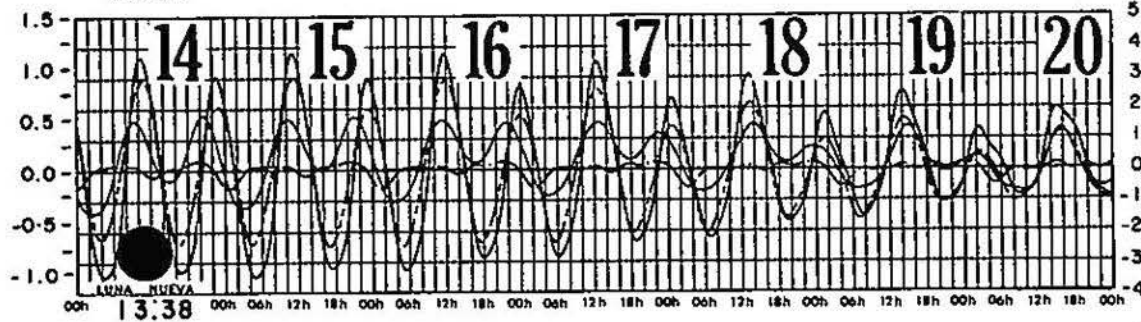
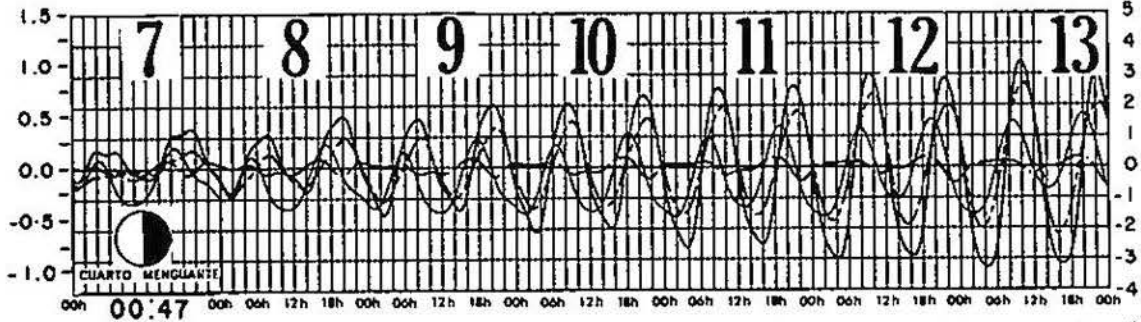
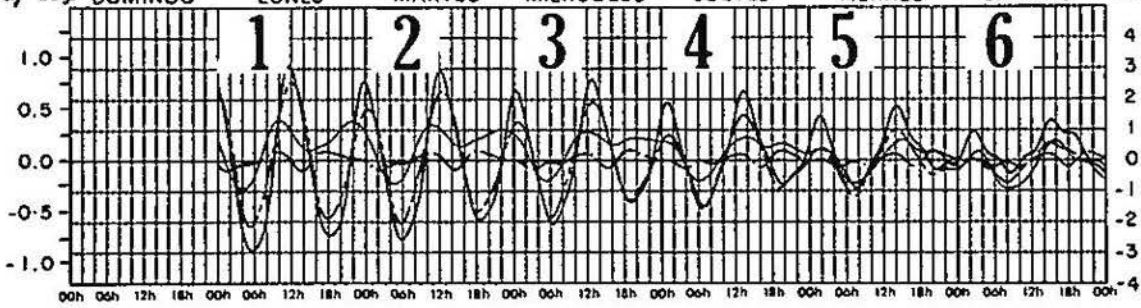


# ABRIL 1991

Salsipuedes  
Canal Ballenas  
Umbral Norte  
Calamajue



Mts./Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIERCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies./Seg.







# OCTUBRE 1991

Umbral Este  
Tepoco  
S. Fermin



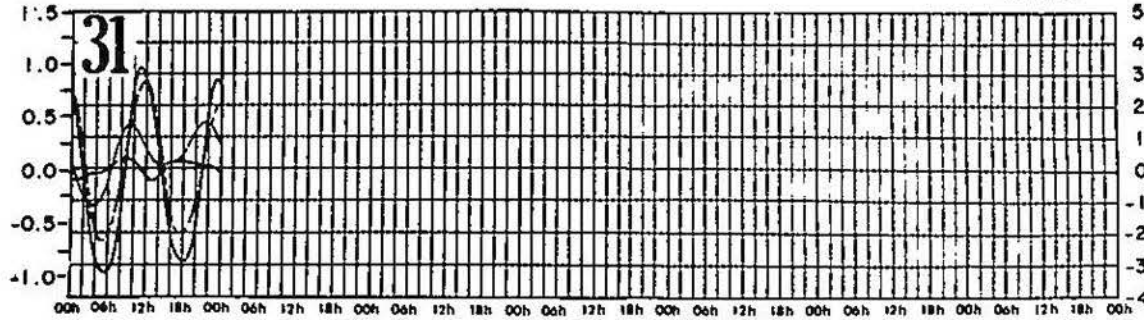
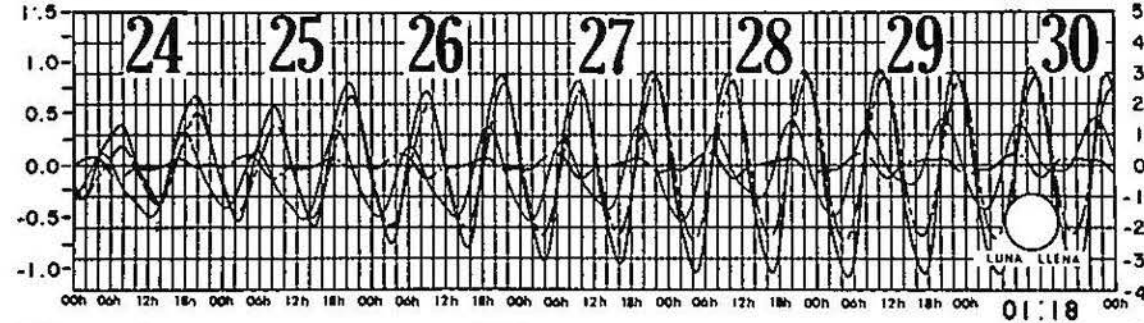
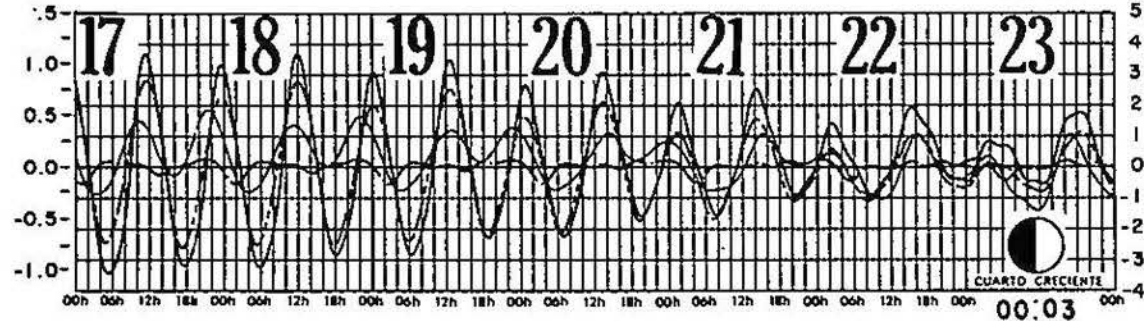
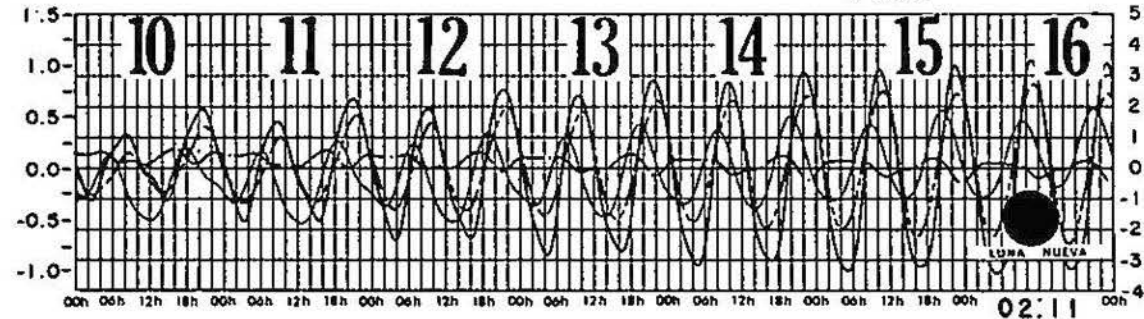
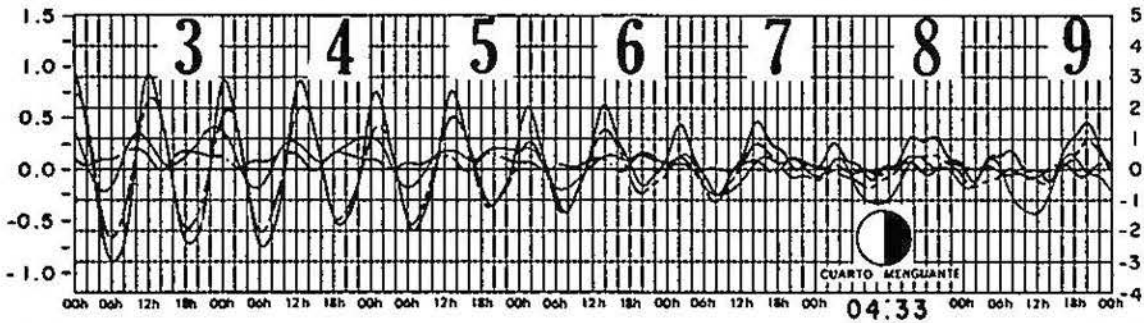
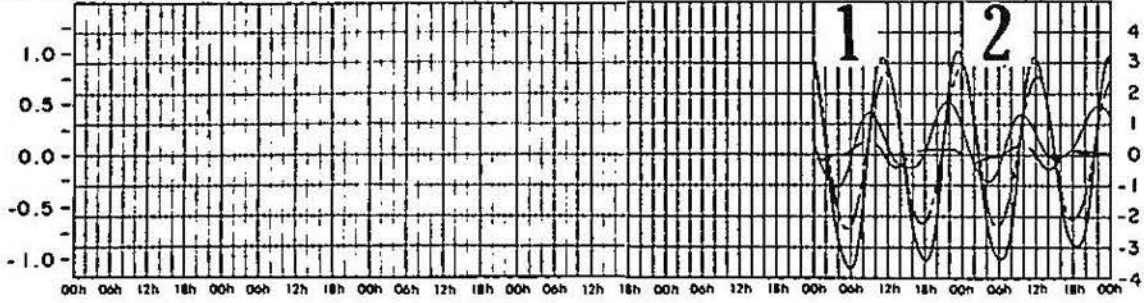


# MARZO 1991

Salsipuedes  
Canal Ballenas  
Umbral Norte  
Calamajue



Mts. Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIERCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies Seg.





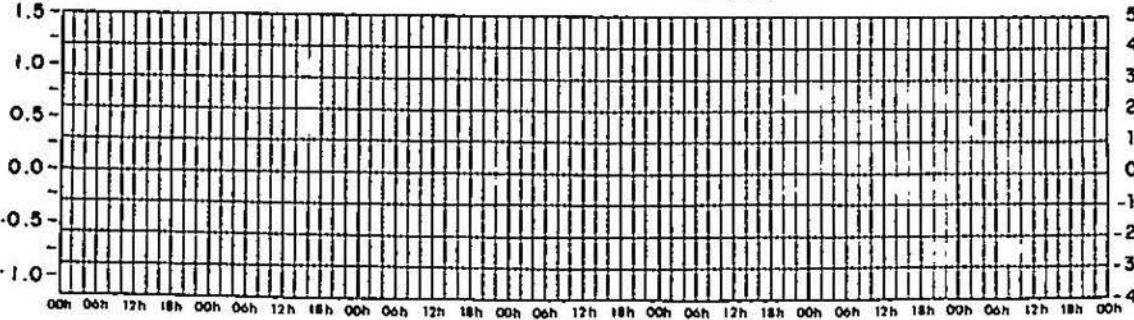
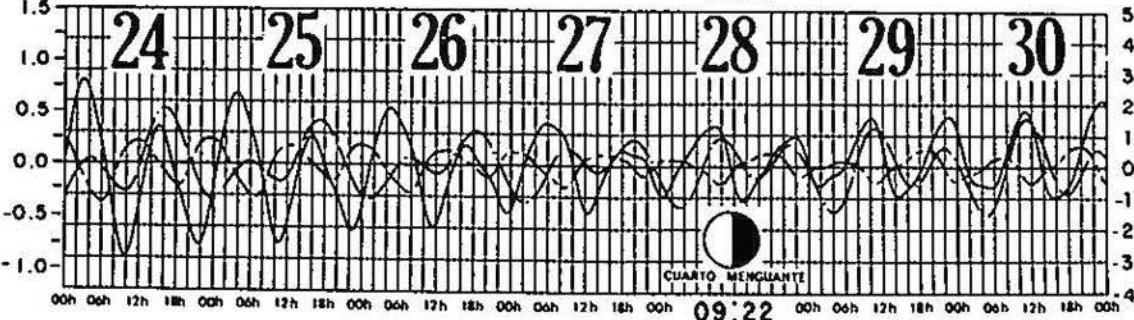
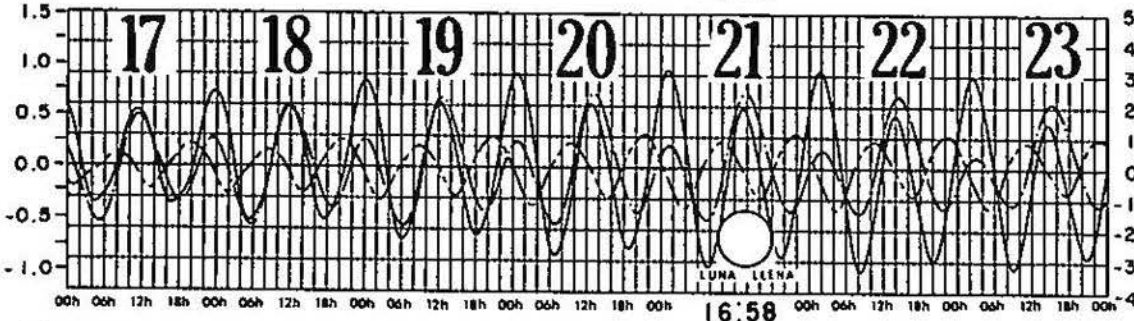
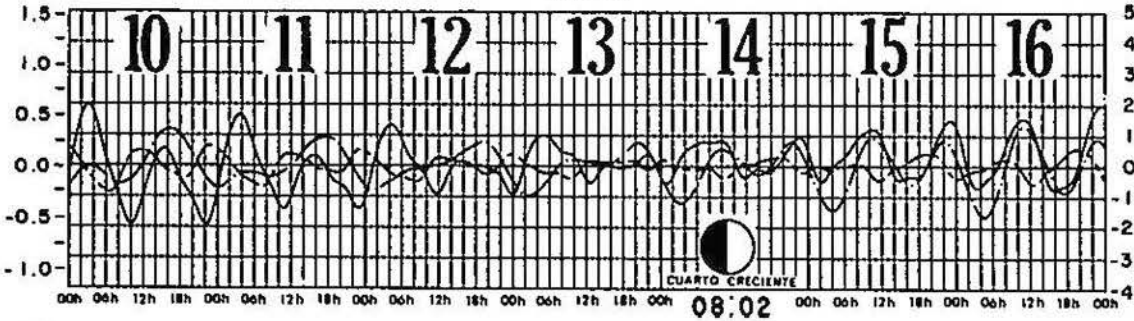
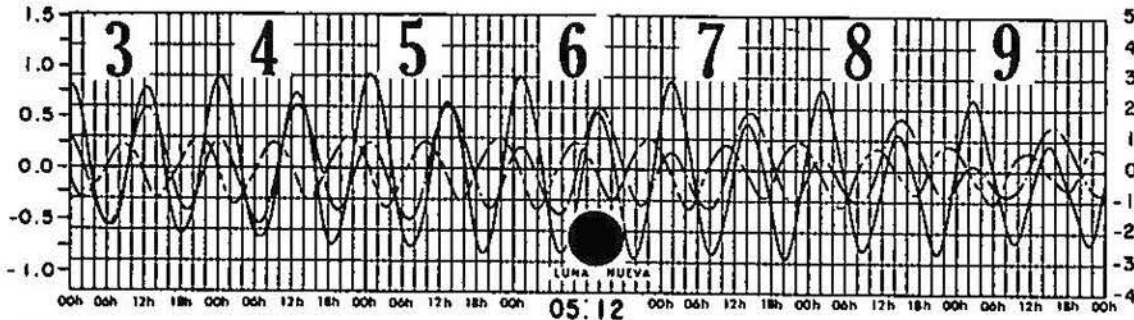
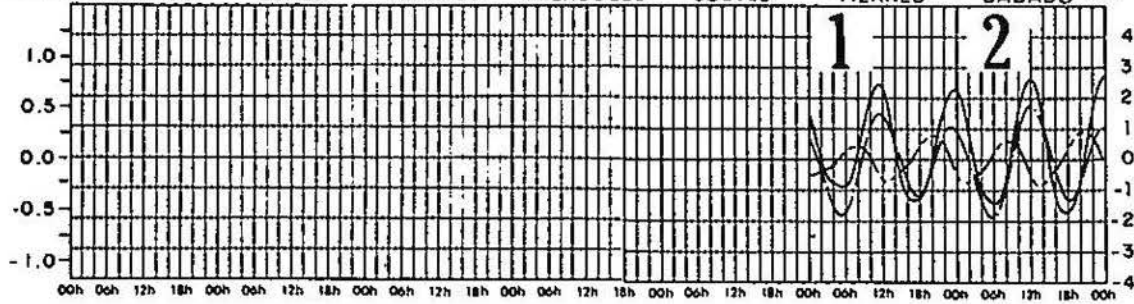


# NOVIEMBRE 1991

Umbral Este  
Tepoca  
S. Fermin



Mts. Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIERCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies Seg.

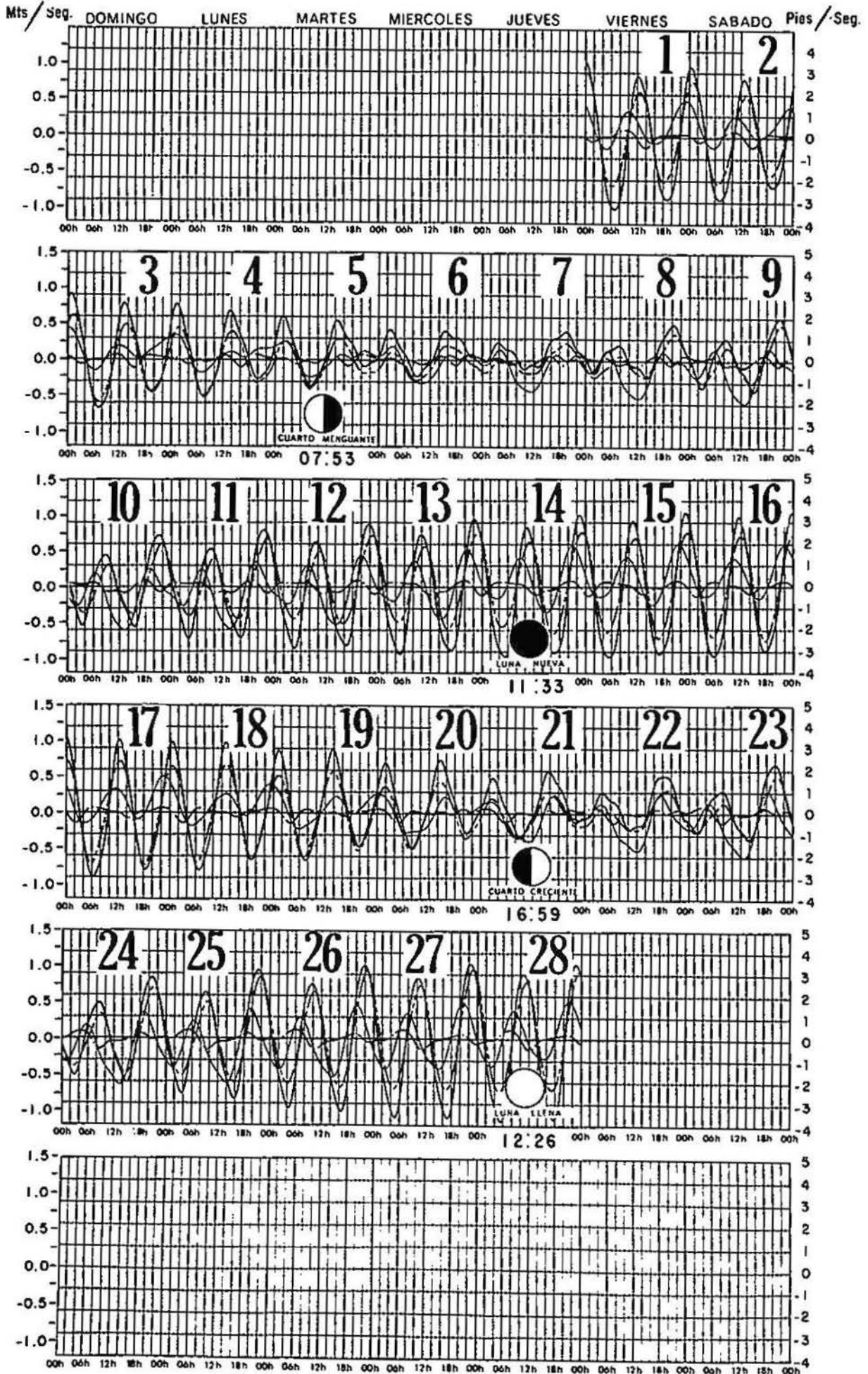






# FEBRERO 1991

Salsipuedes  
Canal Ballenas  
Umbral Norte  
Calamajue



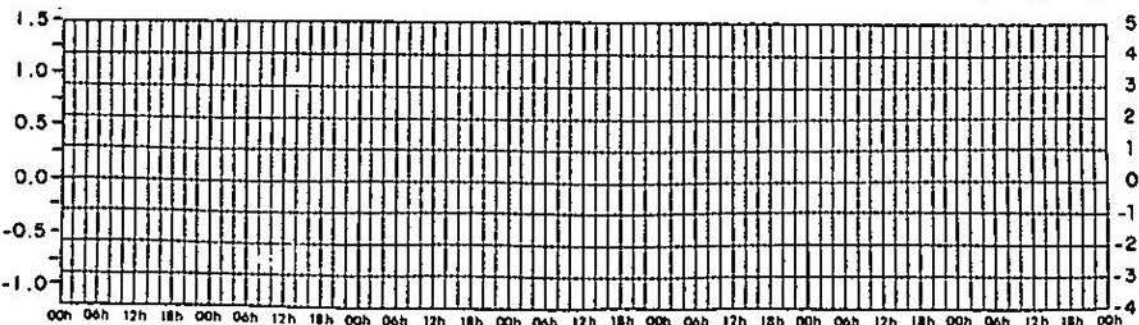
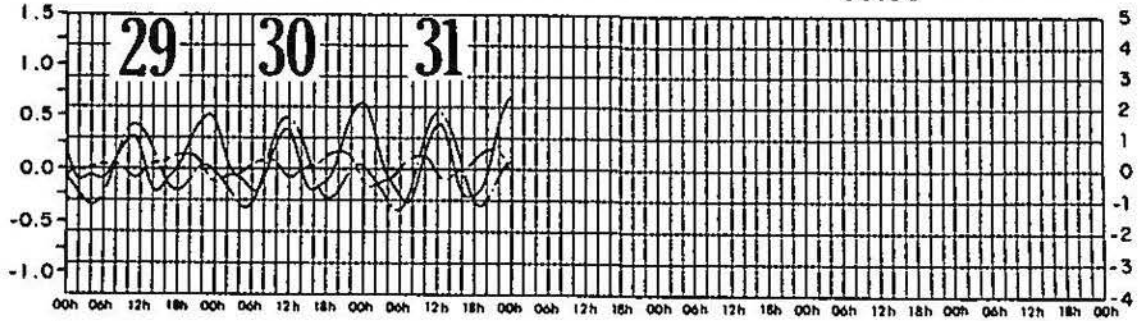
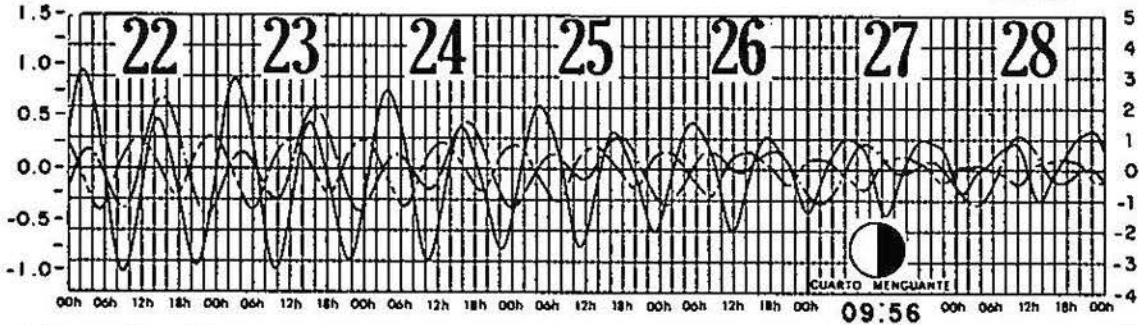
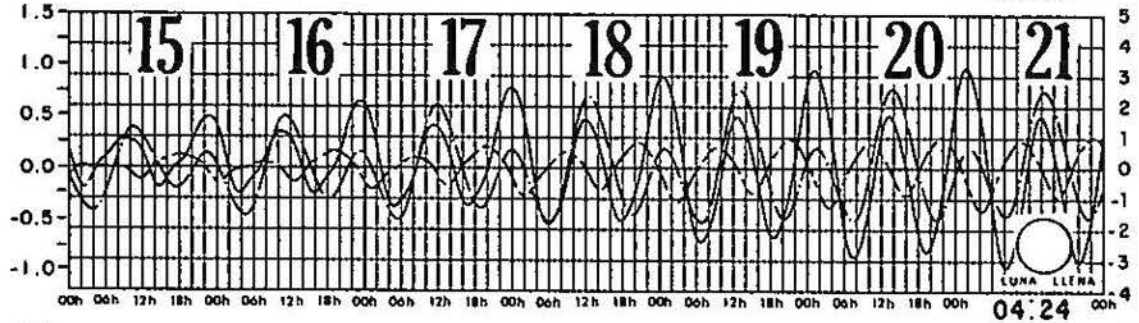
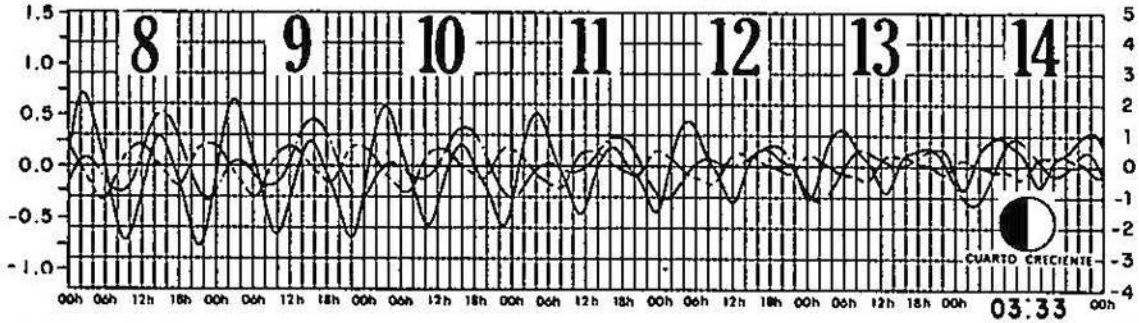
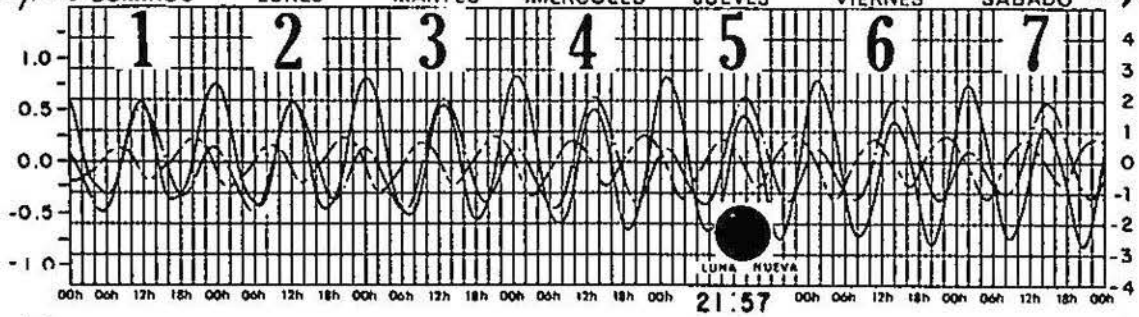


# DICIEMBRE 1991

Umbral Este  
Tepoca  
S. Fermin



Mts./Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIERCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies/Seg.







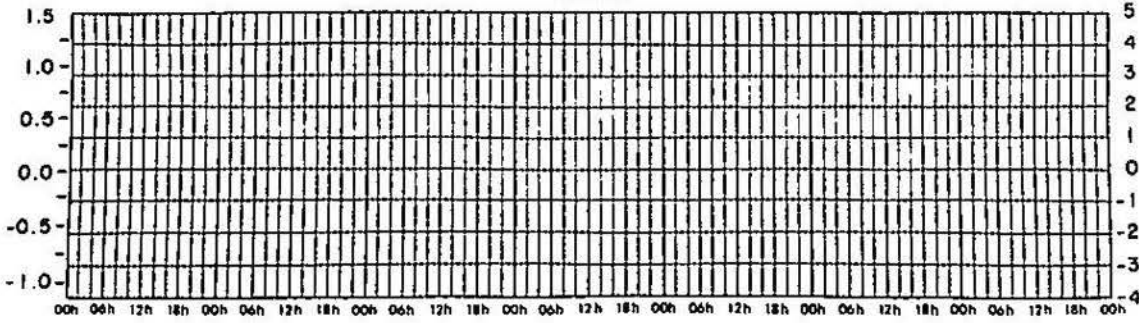
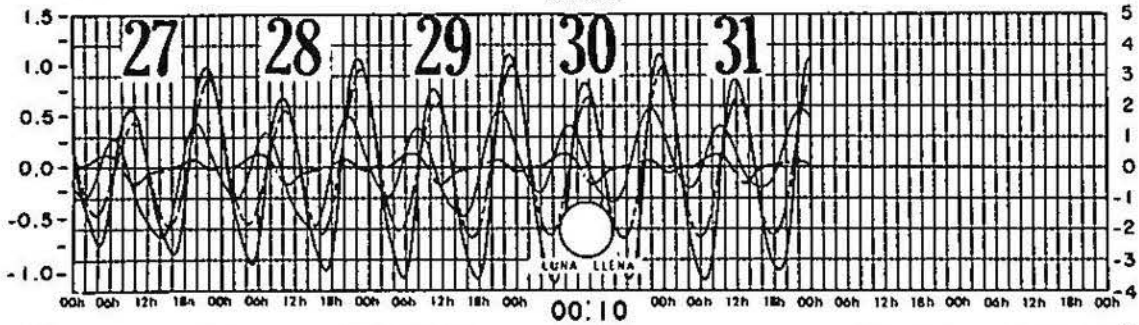
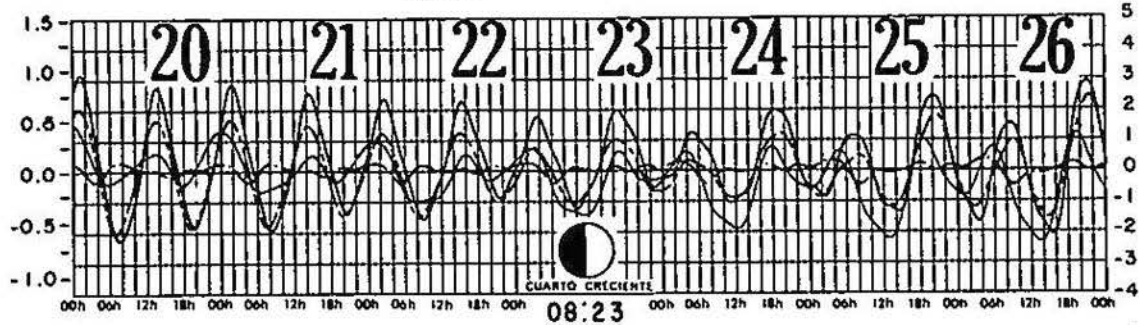
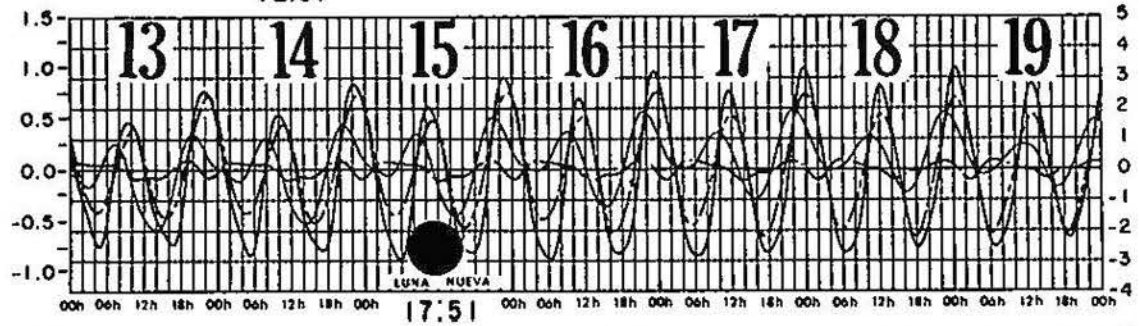
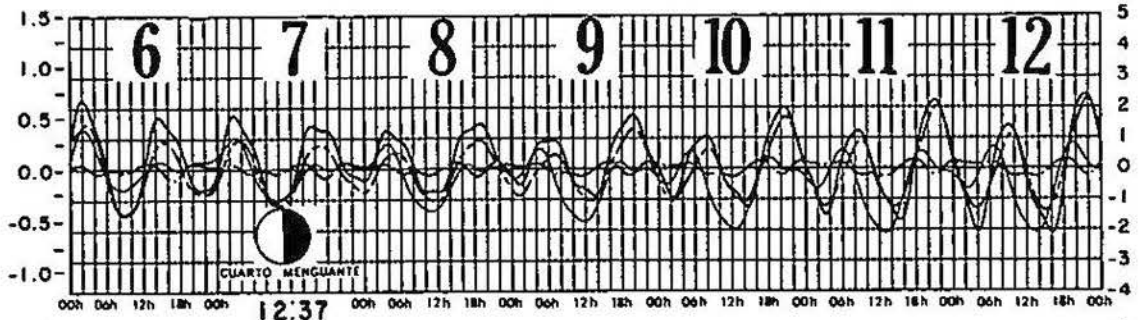
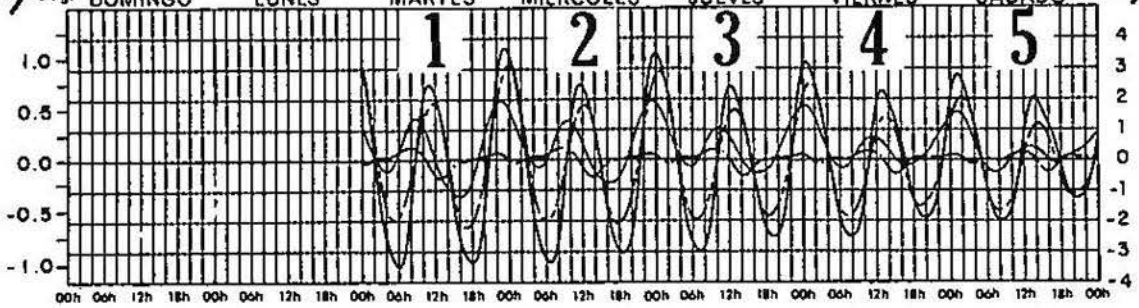
# ENERO 1991

Salsipuedes  
Canal Ballenas  
Umbral Norte  
Colamajue



VK600  
M49  
Ej. 1/2017

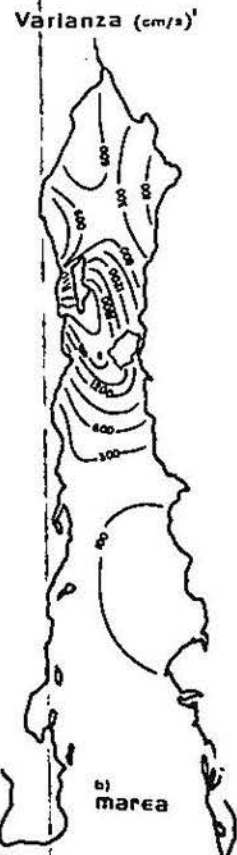
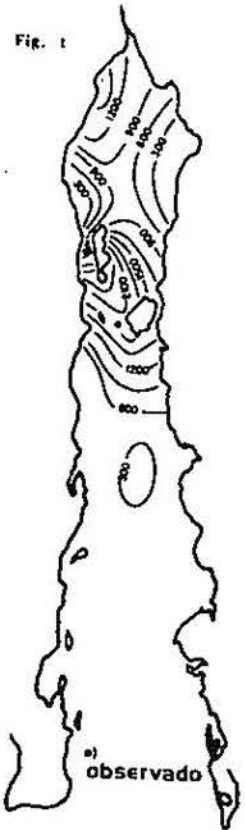
Mts / Seg. DOMINGO LUNES MARTES MIERCOLES JUEVES VIERNES SABADO Pies / Seg.



1512 21(0-2)



2209  
A213  
30

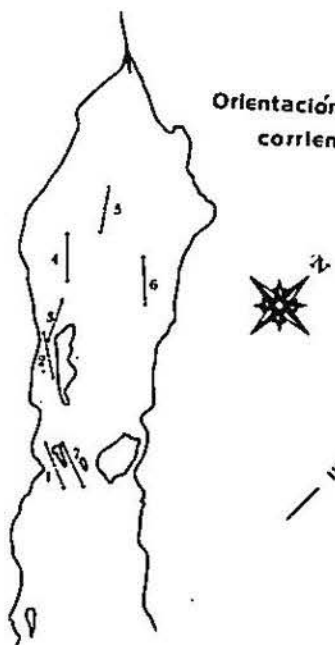


**INTRODUCCION**

La marea es un fenómeno integral al que están asociados tanto movimientos verticales, como horizontales (corrientes). En mar abierto, la marea se comporta como una onda estacionaria, de tal modo se infiere que las señales de elevación y de velocidad están adelantadas 90°. De aquí que con saber la situación del campo de elevación resulte simple deducir el estado de las corrientes (muy débiles por cierto). Sin embargo, cuando la onda de marea se acerca a aguas someras, el desfase entre ambas señales se modifica grandemente debido a efectos disipativos. Ahora bien, en el Golfo de California, particularmente en los estrechos canales que rodean a las grandes islas, se generan fuertes corrientes que representan un grave peligro para la navegación. Dichos canales están conformados por umbrales, los que contribuyen en forma decisiva en la disipación de enormes cantidades de energía de marea. Tan sólo el arroyo N. disipa un 75% de su energía en dichos canales (Grivel-Villegas 1991). En esta región se obtienen desfases negativos, lo que físicamente implica que la corriente adelanta al nivel del mar. Tal que de ninguna manera resulta simple la extrapolación de la situación del campo de velocidad a partir del campo de elevación. Debido a esta situación y en apoyo a la navegación, es que el Servicio Meteorológico del Instituto de Geofísica de UNAM publica este calendario gráfico de corrientes de marea.

Las constantes armónicas que se utilizaron para las predicciones fueron calculadas a partir de observaciones de corriente obtenidas por C.I.C.E.S.C. y por SCHIPPE, y que se utilizaron en el estudio de la circulación y en la obtención de los balances de energía y momento del Golfo de California (Grivel-Villegas 1991).

Fig. 2



- 1 Sisipuedes 305
- 2 Canal de Ballecas 317
- 3 Umbral Norte 349
- 4 Calamajuc 330
- 5 San Fermín 340
- 6 Tepoca 328
- 7 San Esteban 300

**BASES TEÓRICAS**

De acuerdo al comportamiento de la circulación de marea se puede dividir al Golfo de California en 2 regiones (Grivel-Villegas 1991):

a) La región que va de la boca del golfo hasta la Cumbre de Guaymas, donde la marea no contribuye en forma importante a la circulación instantánea y secundaria como el forzamiento atmosférico, la distribución de marea y eventos remotes como ondas atrapadas a la costa, adquieren mayor importancia que la marea como mecanismo impulsor de la circulación.

b) Una región que va de las grandes islas hacia la cabeza del golfo, donde la marea es el mecanismo dominante de la circulación contribuyendo con el 80% de la energía cinética. En esta región el flujo en general tiene un comportamiento predominantemente barotrópico (homogéneo en la vertical). Ambas características (ajes de contraparesse se refuerzan, ya que la marea por definición es un fenómeno de ondas largas y por ende barotrópico.

El que la señal de marea contribuya con el 80% de la variación (energía cinética) en la región de las grandes islas hacia la cabeza del golfo, implica que los gradientes internos no perjudican la circulación isobárica e inducida por el viento no contribuyen en forma importante a la señal observada (Grivel-Villegas 1991), tal que las constantes armónicas obtenidas a partir de sinos cuadrados y de adelanta, en realidad son constantes (aunque sabemos que varían con el progreso del año lunar). Así las corrientes de marea pueden ser representadas satisfactoriamente por una suma de armónicas de amplitud y fase fija, de la misma forma que el nivel del mar. La inmediata implicación de estos hechos es que al predecir la corriente de marea se está predecirando el 80% de la energía del campo de velocidades instantáneas (Grivel-Villegas 1991).

Por otro lado, los niveles de variación (energía cinética) de las señales de marea y observada son muy similares, tanto en magnitud como en configuración (figs. 1a, b). Por lo que se puede afirmar que el flujo de marea es representativo del flujo observado, de tal manera que las predicciones de la corriente de marea representan en muy buena medida al flujo observado.

**Varianza (cm/s)²**

**PRESENTACION**

La figura 2 muestra la ubicación de los sitios de predicción, la orientación de la corriente unidireccional, así como el valor numérico de los ángulos referidos al norte geográfico.


Si bien la velocidad es una cantidad vectorial, las corrientes en esta zona son casi unidireccionales (Grivel-Villegas 1991). Lo que para propósitos de navegación, permite su adecuada representación en la forma escalar en la que se representa a la elevación del nivel del mar.

Las corrientes van alineadas con los canales, que a su vez están alineados al eje natural del golfo. En la figura 2 se indica específicamente la dirección de la corriente en los lugares de predicción. Las curvas del calendario indican la magnitud y el sentido de la corriente para todo el año. Los cruces de las curvas por la referencia (cerca) indican un cambio de sentido en la corriente.

Las predicciones fueron realizadas para puntos (x, y), si en donde fueron hechas las observaciones (a 25 o menos de la superficie). Sin embargo, al que el flujo en general se comporta en forma barotrópica indica que la predicción es válida para toda la columna de agua (x, y).

|  |  |
|--|--|
| <b>INSTITUTO DE GEOFISICA</b><br>DIRECTOR<br>DR. GERARDO SUAREZ REYNOSO  | COLABORARON EN LA ELABORACION<br>ALBERTO QUINTANA<br>LORENZO PEREZ |
| <b>RESPONSABLE</b><br>ING. FRANCISCO GRIVEL VILLEGAS<br>ING. FRANCISCO GRIVEL PIRA   |  |
| Circuito Exterior Ciudad Universitaria<br>04510 México, D.F.<br>Teléfono: 550-52-15 Ext. 4362<br>Fax: (5) 550-14-86<br>Telex: 474917 IGCSM |  |

# INSTITUTO de GEOFISICA

|   |                      |                |
|---|----------------------|----------------|
|  | <b>Calendario</b>    | <b>Gráfico</b> |
|   | <b>de Corrientes</b> | <b>1991</b>    |

## GOLFO DE CALIFORNIA

