

ANÁLISIS DE SERIE DE TIEMPO DEL OLEAJE FRENTE A SALINAS-ECUADOR Y SU RELACIÓN CON EL POTENCIAL ENERGÉTICO

Leonor Vera ⁽¹⁾

RESUMEN

Este trabajo presenta el análisis de la información de una serie de tiempo de altura de olas obtenida de mediciones continuas durante aproximadamente once meses entre diciembre/91 y septiembre/92, con la finalidad de determinar si la altura de olas en una localidad de la costa del Ecuador se mantiene constante, sin presentar valores extremos a lo largo del período de mediciones establecido. La constancia en el parámetro de la altura de olas, es importante para efectos de obtención de energía del mar, debido a que representaría un aporte regular de energía que influiría en el diseño de equipos apropiados a estas condiciones. Este documento constituye un aporte al conocimiento de las condiciones reales del oleaje en el mar ecuatoriano, teniendo como fuente información los registros de un sensor de presión de medición directa que estuvo fondeado entre 1992 y 1997 en Salinas, Banco Copé. Durante el análisis de la información se estableció que la serie no estaba completa, y que de los seis años de datos, efectivamente, se pudo analizar un período de 10 meses, mediante análisis estadístico y espectral. Los resultados son favorecedores desde el punto de vista estadístico porque mostraron un percentil 25 igual a 0.51 m, lo que implica que el 75% de los datos presentan valores mayores 0.51 m. El análisis espectral mostró que la señal más energética tuvo un período de 8 días con una altura de 0.94 m. Aunque en comparación con otros sitios en el mundo, las alturas de olas son bastantes inferiores, la ventaja de las características de la altura de olas es su constancia en el tiempo de medición observado.

ABSTRACT

In this work is showed the high wave data series analysis of continue measurements from December/91 to September/92 in order to determine if the wave height is constant in a locality of Ecuador coast, without show extreme values during the time of measurements. The constancy of the height wave is important for obtaining energy from the sea because the energy obtained will be constant and the equipment to be implemented would have specific characteristics for this zone. This paper is a contribution to real knowledge about wave conditions in the Ecuadorian sea, being the information obtained from a pressure sensor which was deployed from 1992 to 1997 in BuncoCopé-Salinas. During the data analysis it was evident the series was incomplete, and from six years, only ten months were full. These data was analyzed with spectral and statistical analysis. The results showed that the percentile 25 was 0.52 m, i.e. 75 % of data is higher than 0.5 m. While the spectral analysis showed a strong signal of eight days, with 0.94 m wave height. Although in comparison with another places, the waves are too small, but the advantage is that the mean height was constant during the time of measurements.

PALABRAS CLAVES

(olas, densidad espectral, altura significativa, energía renovable).

(1) Instituto Oceanográfico de la Armada. Avda. 25 de Julio-Base Naval Sur. Email: olas@inocar.mil.ec – Tel. 593-42481300. Guayaquil-Ecuador.

INTRODUCCIÓN

Las mediciones realizadas directamente con equipos instalados en aguas someras permiten conocer el real comportamiento de una variable. Las series de tiempo que se obtienen de estas instalaciones de largo plazo implican información confiable de las condiciones de una zona, útiles para la validación de modelos. En este estudio se plantea que las alturas de la ola, se mantienen constantes en el tiempo, que los valores son mayores a 0.5 m, lo que significa que la potencial energía por recuperar se mantiene estable en el tiempo.

Es importante el conocimiento de las características del oleaje en zonas cercanas a la costa, lugares donde se recomienda realizar el levantamiento de sistemas de recuperación energética, por la accesibilidad y cercanía a centros poblados, hacia donde se podría direccionar la energía extraída.

Se analizó la serie de tiempo estadística y espectralmente para conocer las características del oleaje y conocer los principales aportantes energéticos, sin embargo un inconveniente en este estudio fue la irregularidad de la serie.

ÁREA DE ESTUDIO



Figura 1. Ubicación de sensor de presión frente a Salinas

Con el objetivo de caracterizar el oleaje frente Salinas, entre los años 1991 y 1997, se instaló un equipo sensor de presión, en el bajo, Banco Copé-Salinas. Ver Figura 1. La información que

se registró en este período de medición se ha utilizado para el presente trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología consistió en analizar una serie de tiempo de datos de altura significativa de olas registrada en Salinas a 13 m de profundidad. El intervalo de medición de la serie fue de tres horas, entre 1991 y 1997. La serie total tiene 7413 datos distribuidos irregularmente, con muchos intervalos sin medición. Para el presente análisis se seleccionaron 2440 registros, que corresponden a los primeros 10 meses de muestreo.

El equipo utilizado para la medición, fue un sensor de presión, que se mantuvo instalado a una profundidad media de 13 m. El equipo fue configurado para se encienda cada 3 horas, y en cada encendido registre 200 datos de presión, a un intervalo de 0.5 segundos. Los datos de presión fueron transformados a altura de olas, y de cada grupo de datos de olas, se obtuvo el parámetro estadístico H_s , conocido como altura significativa y que representa el promedio del 33% de olas más altas del registro.

Análisis estadístico de la serie de datos

El equipo sensor de olas fue instalado desde 1991 hasta 1997, pero al analizar los datos, se observó que no existía un solo año continuo de mediciones. Se seleccionó el mayor intervalo de mediciones continuas, que correspondió al lapso entre diciembre/1991 y septiembre/1992. Los demás intervalos abarcaron menos de diez meses.

Se comprobó que el espaciamiento temporal de las mediciones, cada tres horas, se cumplía en la mayoría de los meses analizados, sin embargo, se observó que no existía regularidad o continuidad en todos los meses, observándose intervalos menores y horas de registro diferentes. Ante esta situación y con el conocimiento de que un estado del mar o las condiciones de oleaje de un sitio, pueden caracte-

rizarse, a través de mediciones de olas cada 6 horas, se reorganizó la serie de tiempo considerando mediciones cada tres horas y que los registros sean siempre a la misma hora.

Utilizando el software Matlab, se obtuvo la estadística básica de la serie, consistente en la media, varianza y los percentiles 25, 50 y 75.

Análisis espectral.

Considerando que para el análisis espectral se requiere una serie completa, sin faltantes, se verificó el estado de la serie a ser analizada, observándose que solamente el 2% de la información correspondía a datos faltantes, y que no eran secuenciales, sino dispersos. Se realizó la interpolación, con la media estadística de la serie.

Una vez que la serie estuvo completa, se aplicó una rutina de matlab, denominada spectrum6, con una longitud de 256 para la transformada de Fourier, ventana de Hanning de 256 datos, con la finalidad de obtener el período que aporta con mayor energía al espectro de las ola.

RESULTADOS

Una vez analizada la serie de tiempo de altura de olas significativas de Salinas, se observó:

- La serie de datos no es continua, a pesar de que la medición se inició desde el año 1992 hasta el año 1997, no existen dos años completos.
- Los datos no estaban regularmente espaciados en tiempo, se presentaban casos con períodos de medición menores y mayores a 3 horas, estas diferencias, generalmente se observaban cada mes.

En la Figura 2, se muestra la serie con las discontinuidades en el tiempo. Los datos faltantes son de mayor longitud que la longitud de datos continuos, lo que implica meses y hasta años de carencia de información. En estas condiciones no fue posible interpolar, porque

se estaría estimando con un alto porcentaje de error. El primer rango de medición continua y el más largo corresponde al período dic-91 a sep-92. Esta serie es seleccionada para realizar los análisis estadístico y espectral.

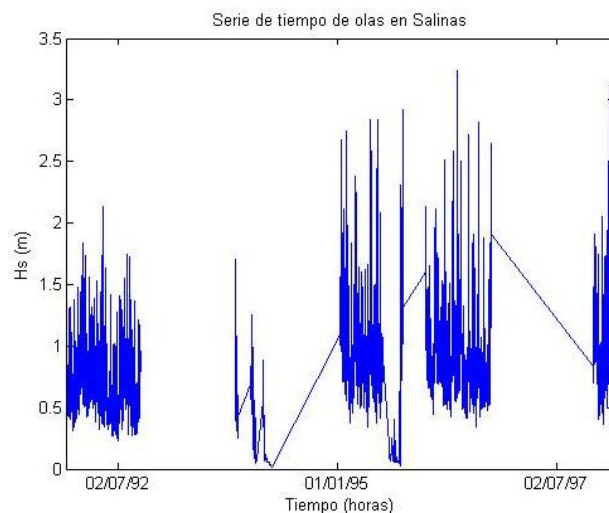


Figura 2. Serie de tiempo de Salinas. (dic/91-ago/97)

Serie estadística de serie de datos.

En la figura 3, se ha graficado el intervalo de estudio, observándose visualmente la continuidad de la serie, sin embargo este tramo de información, al igual que la primera serie, presentó algunas irregularidades en el espaciamiento temporal.

Utilizando Matlab, se generó una rutina en la que se estableció que las mediciones tengan un intervalo de tres horas, empezando desde las 2 horas de cada día hasta las 23:00, obteniéndose una serie espaciada regularmente cada tres horas.

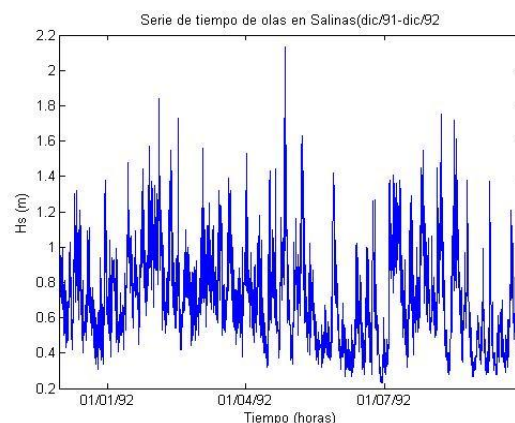


Figura 3. Período de medición entre dic/91 a sep/92

La información estadística obtenida mostró una altura promedio de 0.72 m, con el percentil 25 igual a 0.51 y el 75 igual a 0.88 m, el 10% de los datos con valores inferiores a 0.39 m. y con una varianza de la data de 0.072 m.

Análisis espectral de la serie de datos.

Una vez que la serie de análisis estuvo sin vacíos, se aplicó la rutina spectrum6, para la

serie con frecuencia de medición cada 3 horas. La energía de la serie se ubica en las altas frecuencias. La señal que más aporta energéticamente al espectro corresponde a la frecuencia 0.0052 ciclos por hora, que representa un período de 8 días ya una altura de 0.94 m. Ver figura 4.

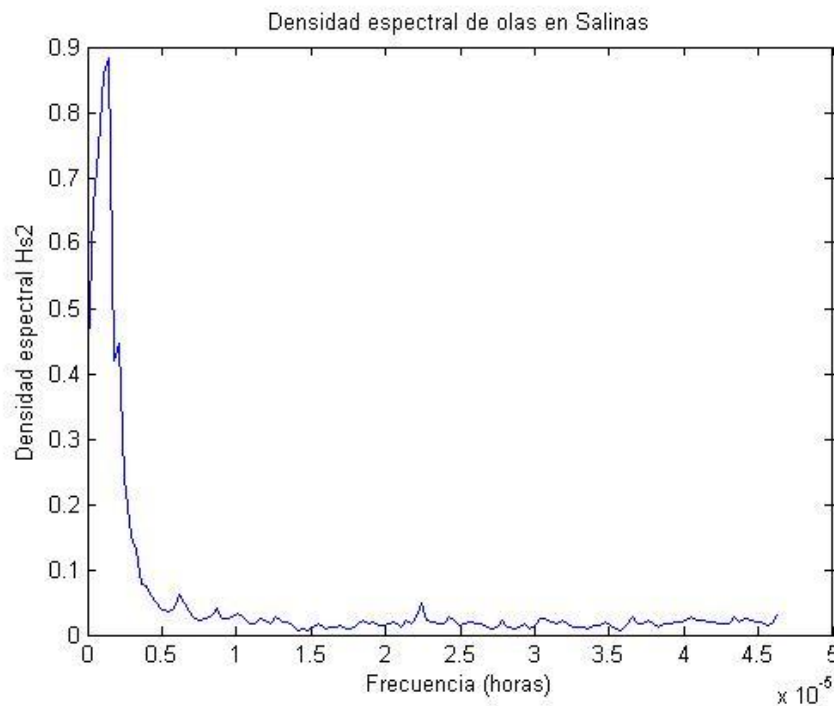


Figura 4. Densidad espectral de los datos en Salinas.

DISCUSIONES

Contar con una serie de datos consistente es primordial para el análisis espectral y estadístico, al trabajar con la serie actual, un gran problema fue la discontinuidad de la serie, que impidió obtener una estadística representativa de los 5 años de medición. Al tomar un tramo de la serie, se describe, estadísticamente lo ocurrido en el año, estableciéndose que para la serie de datos analizada, las alturas de las olas se mantienen más o menos constantes a lo largo del año, sin valores extremos, lo que coincide con lo encontrado por Portilla en el 2010. Sin embargo la altura media de olas en la localidad costera (0.7 m) es menor a la que observó Portilla en aguas abiertas (2 m., aproximadamente).

Del análisis espectral se esperaba encontrar una señal semestral, por cambio estacional en la fuerza de los vientos y una segunda señal quincenal por el cambio de la fase de la mareas. Lamentablemente el período de medición, menor a un año, no permitió establecer con mayor exactitud estos aportes a la energía total de la ola.

Se encontró una señal energética con una periodicidad de 8 días, que no se asocia directamente con ningún evento natural, pero que podría estar relacionado con el cambio en el estado de la marea.

CONCLUSIONES

En el período de mediciones estudiado, las alturas de olas mantienen valores estables, no existen cambios bruscos que podrían originar que sistemas para recuperación de energía de ola puedan colapsar.

La energía de olas es relativamente baja, en comparación con otros sitios del planeta, en donde el desarrollo de sistemas de recuperación de energía del mar por oleaje, se ha efectuado para olas con alturas mayores a 3 m.

Las consideraciones que realiza Portilla et al (2013), sobre el aprovechamiento energético en aguas someras, debe ser estudiado para cada sitio en particular, ya que se observa que las condiciones de olas son muy variables entre océano abierto y aguas someras. Y se esperaría que estas variaciones también se den entre zonas costeras, especialmente por la diferencia en la configuración de cada playa.

En caso de que en el país se intente recuperar energía de las olas, se requiere un desarrollo tecnológico de recuperación energético adecuado y específico para zona.

RECONOCIMIENTOS (AGRADECIMIENTOS)

Agradezco a la Dra. Elena Gualancañay y a la Oc. Patricia Arreaga, por el aporte en la revisión de este trabajo y por su continuo apoyo para la presentación del mismo.

REFERENCIAS

- Portilla J. (2010). Evaluación del potencial energético de las olas en el mar territorial ecuatoriano. Informe técnico. INOCAR-INP-MEER.
- Portilla, J., Sosa, J. y Cavaleri, L. (2013). Wave energy resources: Wave Climate and exploitation. *Renewable Energy*. Num 57 (2013). Pp. 594-605.