

ACTAS



X Congreso Uruguayo de Geología

Montevideo, 7 al 10 de noviembre de 2022



Actas Congr. Urug. Geol.
ISSN: 2815-6978

MAPA DE CONTORNO ESTRUCTURAL DEL BASAMENTO Y ESTIMACIÓN DE ESPESES SEDIMENTARIOS EN LA CUENCA SANTA LUCÍA

Benvenuto, A¹; Veroslavsky, G¹; Rodríguez, P²; Conti, B²; De Santa Ana, H²; Gristo, P.²

**1- Facultad de Ciencias – UDELAR, Montevideo, Uruguay. 2-Exploración y Producción
– ANCAP, Montevideo, Uruguay. benvenutoandres@gmail.com**

RESUMEN

En el presente trabajo se analizaron un conjunto de líneas sísmicas 2D para generar un mapa de contorno estructural del basamento cristalino de la cuenca Santa Lucía. Asimismo, se realizó una correlación entre la respuesta sísmica del basamento, expresado en tiempo doble (TWT por sus siglas en inglés), y la profundidad del basamento descrita en metros para siete pozos exploratorios. Se calculó un estimado de la velocidad promedio de las ondas sísmicas para todo el relleno sedimentario, estableciendo gráficamente una correlación lineal entre la velocidad promedio de las ondas sísmicas (V_m) y la profundidad en tiempo simple (T). La recta que mejor se aproxima a los datos es: $V_m = 1.263,2T + 2.058,2$. Durante el análisis realizado en el software IHS Kingdom se visualizan las máximas profundidades del basamento entre 1,80 s y 1,86 s (TWT) registradas en las líneas sísmicas: UR76_01, UR76_13, UR76_14 y UR76_23. Contemplando estos resultados, se establece que el depocentro Sauce presenta un control estructural delimitado por fallas de dirección N45W a N55W, que muestran importantes dislocamientos verticales, desarrollando profundidades máximas del basamento entre 2.875 a 3.007 m. Esta región, que presenta los máximos espesores de rocas sedimentarias, se encuentra dentro de una estructura de 2 km de ancho que se extiende por 15 km entre el norte de la localidad de Sauce y el este de la ciudad de Canelones.

Palabras claves: Mapa de contorno estructural, máximo espesor sedimentario, depocentro Sauce, Cuenca Santa Lucía, Republica Oriental del Uruguay.

ANTECEDENTES

Caorsi & Goñi (1958) cartografían a escala regional la cuenca de Santa Lucía, describiéndola como una fosa tectónica con espesores de rocas sedimentarias de edad cretácica que superan los 2.000 m de espesor. De Santa Ana & Ucha (1994) definen la cuenca como un rift abortado cuyo relleno vulcanosedimentario posee edades que van del Jurásico Superior al Cretácico Superior, comprendido en dos subcuencas denominadas Castellanos y Sauce, separadas por el Alto de Santa Rosa. Veroslavsky (1999) establece tres depocentros principales denominados Sauce, Piedra Sola y Castellanos. Interpreta en las líneas sísmicas del depocentro Sauce, la presencia de varias fallas que afectan importantes espesores sedimentarios y partes del basamento. El perfil del pozo Sauce X-1 es usado para describir, de base a techo, a las formaciones Puerto Gómez, Cañada Solís y Miguez con un espesor total de 2.456 m. Rodríguez *et al.* (2020) establece una correlación lineal entre los valores de la anomalía Bouguer y los espesores sedimentarios obtenidos de los pozos, estimando la profundidad máxima del tope del basamento en 2.712 m, 3 km al oeste del pozo Sauce X-1.

METODOLOGÍA

Los datos e información utilizados en este trabajo fueron facilitados por la Gerencia de Exploración y Producción de Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland (ANCAP) para el desarrollo de una tesis de posgrado en Geociencias PEDECIBA. Se analizaron las secciones sísmicas 2D adquiridas por Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF) entre 1975 y 1976. Utilizando el software IHS Kingdom, se generó un mapa de contorno estructural del basamento. Se contemplaron en el estudio siete pozos: Sauce X-1, San Jacinto X-3, Cochengo X-1, Piedra Sola X-1, Tala X-1, San Bautista X-1 y Castellanos X-1. Los mismos están ubicados próximos al levantamiento sísmico, pudiéndose establecer una buena correlación entre los reflectores sísmicos expresados en tiempo doble y los datos litológicos registrados en las perforaciones expresados en metros. La conversión tiempo-profundidad basada en el modelo de velocidad media se representa como: $V_m = Z/T$, donde V_m es la velocidad promedio de las ondas sísmicas, Z es la profundidad en metros de un límite geológico registrado en un pozo y T es el tiempo simple en segundos, registrado en la línea sísmica para la interpretación del mismo límite geológico. Luego se graficaron los pares de datos de velocidad media vs profundidad en tiempo simple, estableciéndose una relación lineal, proyección más conservadora del incremento de estas dos variables (López, 2011).

RESULTADOS

El mapa de contorno estructural del basamento cristalino (Figura N° 1), resulta del análisis de todas las líneas sísmicas en la cuenca Santa Lucía. Se observan las mayores profundidades de basamento y las grandes fallas de dirección general E-W que delimitan el Alto de Santa Rosa. Estas fallas condicionan el arreglo estructural de los depocentros y los bordes de la cuenca.

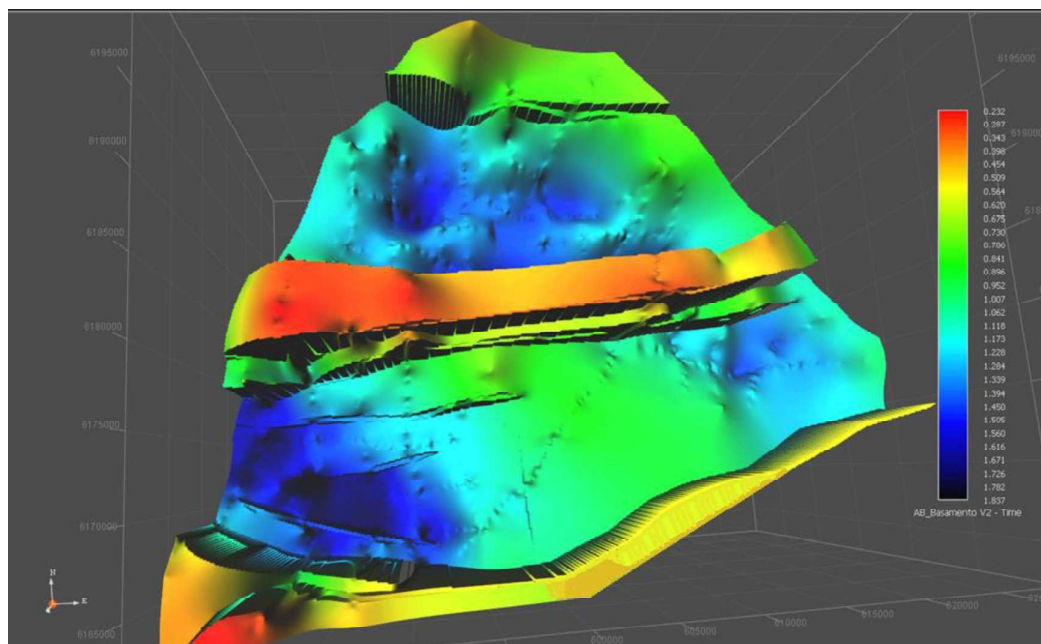


FIGURA N° 1: Mapa de contorno estructural del basamento cristalino de la Cuenca Santa Lucía expresado en tiempo doble (TWT). Nótese en el SW el depocentro Sauce, el cual muestra las mayores profundidades.

Para la conversión de tiempo a profundidad en la cuenca, se utilizaron las profundidades del basamento y los tiempos de ocurrencia de este horizonte registrados en las líneas sísmicas. El valor en tiempo doble del límite sedimento/basamento para cada perforación, permitió calcular la velocidad media de propagación de las ondas sísmicas, hasta alcanzar el basamento (Tabla N° I).

| Nombre del pozo | Profundidad (m) | Tiempo doble (s) | Tiempo simple (s) | Velocidad media (m/s) |
|----------------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------------|
| Cochengo | 304 | 0,28 | 0,14 | 2.171 |
| San Jacinto 3 | 1.238 | 0,90 | 0,45 | 2.751 |
| Piedra Sola | 1.592 | 1,13 | 0,57 | 2.818 |
| Tala | 1.727 | 1,26 | 0,63 | 2.741 |
| San Bautista | 1.931 | 1,33 | 0,67 | 2.904 |
| Castellanos | 1.995 | 1,35 | 0,68 | 2.956 |
| Sauce 1 | 2.459 | 1,62 | 0,81 | 3.037 |

TABLA N° I: Registros del basamento para las siete perforaciones analizadas en las líneas sísmicas.

El contacto entre el relleno vulcano-sedimentario y el basamento está claramente marcado en los siete pozos analizados. Se observan reflectores continuos muy marcados que contrastan verticalmente con las señales caóticas del basamento subyacente. El pozo Sauce X-2 ubicado sobre la línea sísmica UR76_13, mostró un límite difuso entre el relleno de cuenca y el basamento cristalino, por lo que no se incluyó en esta correlación.

Al graficar la velocidad de la onda sísmica promedio para la totalidad del relleno sedimentario en función del tiempo simple, se obtiene una ecuación lineal: $Vm = 1.263,2T + 2.058,2$ donde el coeficiente de determinación R^2 es 0,921. Este coeficiente es una medida estadística que verifica que estos datos se ajustan adecuadamente a una línea recta dado su cercanía a la unidad.

Utilizando la ecuación lineal de la velocidad media en función del tiempo simple, se infirió la profundidad del basamento cristalino en distintos Puntos de Disparos (SP por sus siglas en inglés) pertenecientes a seis secciones sísmicas del depocentro Sauce (Tabla N° II)

| Línea sísmica | Punto disparo (SP) | Tiempo doble (s) | Profundidad (m) | Coordenadas grados decimales | |
|---------------|--------------------|------------------|-----------------|------------------------------|---------|
| | | | | LAT | LONG |
| UR76_14 | 349 | 1,82 | 2.919 | -34,558 | -56,161 |
| UR76_23 | 071 | 1,84 | 2.962 | -34,566 | -56,156 |
| UR76_28 | 096 | 1,80 | 2.875 | -34,600 | -56,121 |
| UR76_01 | 511 | 1,84 | 2.962 | -34,618 | -56,104 |
| UR76_13 | 191 | 1,86 | 3.007 | -34,636 | -56,052 |
| UR76_05 | 550 | 1,51 | 2.274 | -34,642 | -56,014 |

TABLA N° II: Mayor profundidad estimada del basamento para distintas líneas sísmicas georreferenciadas.

Las líneas sísmicas realizadas con orientación N-S en el depocentro Sauce, muestran importantes fallas de dirección general NW-SE, asociadas a basculamientos locales del basamento. Se interpretó en la línea UR76_23 (ubicada en el extremo oeste), un tramo de 6 km con un basculamiento de 11° al norte. Por otra parte, en la línea UR76_05 (extremo este), se observó un basculamiento de 5° al sur, que se desarrolla por 13,5 km entre el Alto de Santa Rosa y el borde sur de la cuenca Santa Lucía.

En las líneas sísmicas UR76_14, UR76_16 y UR76_28, realizadas con orientación W-E, se observa un basculamiento del basamento de 4° al oeste, asociado a pequeñas fallas de dirección general N-S. Estos rasgos se extienden a través de 26 km en la línea UR76_14, y también se aprecian en la línea UR76_18, en el tramo realizado con orientación W-E. Las fallas de dirección N-S muestran un escaso desarrollo vertical, siendo muy notorio el

contraste con las fallas de dirección NW-SE y W-E que presentan grandes desplazamientos verticales.

CONCLUSIONES

Basado en siete pozos exploratorios y la interpretación de las líneas sísmicas, se calculó la ecuación lineal $V_m = 1263,2T + 2058,2$. Esta ecuación, se adecua correctamente para estimar la velocidad media de las ondas sísmicas dentro de la secuencia vulcano-sedimentaria de la cuenca Santa Lucía.

El máximo valor de velocidad media registrado en la cuenca, se encuentra en el SP 191, sobre la línea sísmica UR76_13, donde las ondas sísmicas alcanzan una velocidad promedio de 3.233 m/s a 0,93 s. Este punto ubicado a 4 km al Sur del pozo Sauce X-1, presenta el mayor espesor de rocas sedimentarias para toda la cuenca Santa Lucía, infiriéndose una profundidad de 3.007 m desde la superficie hasta el basamento cristalino.

El mapa de contorno estructural del basamento expone un corredor estructural de 2 km de ancho y 15 km de largo con dirección general N45W a N55W (concordante con el lineamiento del drenaje del Arroyo Canelón Chico). Esta estructura presente en el depocentro Sauce registra en las secciones sísmicas valores superiores a 1,80 s (TWT). De esta forma, se define un área de geometría groseramente elipsoidal que se desarrolla entre el norte de la localidad de Sauce y el este de la ciudad de Canelones, donde el basamento cristalino alcanzaría profundidades entre 2.875 a 3.007 m.

BIBLIOGRAFÍA

- Caorsi, JH. & Goñi, JC. (1958): "Geología uruguaya". Boletín del Instituto Geológico del Uruguay 37: 1-73.
- De Santa Ana, H. & Ucha, N. (1994): "Exploration perspectives and hydrocarbon potential of the uruguayan sedimentary basins". ANCAP, Montevideo, 98pp. (Informe interno ANCAP).
- López, H. (2011): "Métodos para obtener modelos de velocidad para la conversión tiempo-profundidad". Escuela superior de ingeniería y arquitectura, Ciencias de la Tierra, Unidad Ticomán. 42 pp.
- Rodríguez, P. Marmisolle, J. Gristo, P. de Santa Ana, H. & Veroslavsky, G. (2020): "Bouguer anomaly map and 2D modeling case study from Santa Lucía Basin, onshore Uruguay". Society of Exploration Geophysicists SEG International Exposition and 90th Annual Meeting.
- Veroslavsky, G. (1999): "Geología da Bacia de Santa Lucia – Uruguai". Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Tese de Doutorado, 152 pp.