

# La evaluación de los riesgos en el *upstream*

Por Juan Rosbaco

Las actividades del *upstream* son tan vastas que abarcan una amplia gama de situaciones que generan proyectos con riesgos muy diferentes: desde muy bajo, en el caso de la perforación de pozos intermedios en reservorios continuos, a muy elevado en actividades de exploración o de recuperación asistida no convencional. Pero no sólo la magnitud del riesgo es diferente, sino también su forma.

Este artículo apunta, fundamentalmente, a enfatizar la necesidad de evaluar correctamente los proyectos de alto riesgo y, al mismo tiempo, a presentar algunas de las herramientas más importantes para este análisis.

**P**erdón, lector, por comenzar el artículo con una palabra foránea, pero no encuentro, en castellano, un sinónimo adecuado para “*upstream*”. Tal vez, Exploración y Producción, pero me parece que algunas actividades no se incluyen claramente.

En efecto, el “*upstream*” es tan vasto que abarca una amplia gama de situaciones que generan proyectos con riesgos muy diferentes: desde muy bajo, en el caso de la perforación de pozos intermedios en reservorios continuos, a muy elevado en actividades de exploración o de recuperación asistida no convencional. Pero no sólo la magnitud del riesgo es diferente, sino también su forma.

En proyectos de bajo riesgo, la diferencia entre las distintas opciones es cuantitativa: ¿produciré más o me-

nos? En aquéllos de alto riesgo, es cualitativa: ¿descubriré o no?, ¿andaré o perderé todo lo invertido?

Así, en proyectos de bajo riesgo, bastará con un análisis de sensibilidad o con el estudio de diferentes escenarios para tener una idea de cómo variaría nuestra ganancia en las distintas circunstancias. En los casos de alto riesgo, habrá que analizar cuánto se ganaría si nos va bien, cuánto perderíamos si nos va mal y cuáles son las probabilidades de que ocurra una u otra cosa. Las diferentes situaciones suelen resumirse en un árbol.

Este artículo apunta fundamental-

mente a enfatizar la necesidad de evaluar correctamente los proyectos de alto riesgo, al mismo tiempo que a presentar algunas de las herramientas más importantes para este análisis.

## Introducción

Si bien desde hace más de medio siglo, vienen publicándose artículos sobre evaluaciones económicas en condiciones de alto riesgo, hasta hace unos pocos años los que intentábamos realizar este tipo de análisis veíamos el descreimiento a nuestro alrededor. Muchos descartaban el análisis en virtud de las incertidumbres existentes, cuando justamente lo razonable era analizar las distintas posibilidades para determinar si los premios potenciales justificaban los riesgos a asumir, habida cuenta de nuestra situación presupuestaria.

Recuerdo siempre la respuesta de un viejo compañero de trabajo cuando, siendo aún joven, propuse utilizar el Método de Monte Carlo para analizar un prospecto exploratorio: “¡Qué Monte Carlo ni Monte Chingolo, viejo! Si no sabemos si hay petróleo. Vayamos y pre-



Juan Rosbaco

guntémosle al gerente si puede y quiere arriesgar dos palos verdes y digámosle que las perspectivas son buenas". Lo extraño fue que mi amigo me tildó de loco cuando minutos después quise venderle una rifa sin decirle cuál era el premio.

Afortunadamente, la situación ha cambiado. Todo el mundo evalúa hoy todo tipo de proyectos, porque sabe que no puede "vender" un proyecto si no explicita claramente las potenciales ganancias y la probabilidad de obtenerlas.

Resumiendo, en proyectos con al menos dos resultados cualitativamente diferentes (juegos de azar, lanzamiento al mercado de un nuevo producto, prospecto exploratorio) existen siempre tres elementos presentes: costo de participación, probabilidades y premios. Para sus decisiones, la dirección de la compañía deberá conocer los mismos: tendrá que saber cuánto puede llegar a perder (costo de participación), cuál puede ser la gama de ganancias posible (premios) y qué probabilidades hay de obtenerlos. Asimismo, la utilización de indicadores que combinen estos tres elementos facilitará la toma de decisión. Un indicador idóneo a tal fin es el Valor Esperado. Pero el análisis no sería completo si no tomáramos en cuenta las características propias del ejecutante y el dinero del que éste dispone. Las Teorías de la Utilidad y de la Ruina del Jugador son aproximaciones válidas para incluir en el análisis la situación financiera del ejecutante, habida cuenta del nivel de riesgo que éste está dispuesto a asumir.

Sin llegar a presentar una metodo-

logía sistematizada para hacer el análisis, en este artículo se discutirán algunas características del Valor Esperado y de la Teoría de la Ruina del Jugador.

**Valor Actual Esperado.** Dado un árbol de probabilidad, se define como el promedio de los Valores Actuales de las distintas ramas  $j$ , ponderados por la probabilidad de ocurrencia de cada una.

$$V.A.E. = \sum V.A.j \cdot p_j \dots\dots\dots (1)$$

siendo:

V.A.E. = Valor Actual Esperado

V.A. = Valor Actual

$p$  = probabilidad

Su uso está restringido a la posibilidad de repetición. Si desde el punto de vista físico y económico, se puede repetir el evento un número importante de veces, el V.A.E. representa la ganancia o pérdida promedio por cada suceso. Los siguientes ejemplos ponen de manifiesto su significado físico.

**Ejemplo I**

Se ha planeado una campaña de perforación de 100 pozos intermedios ("infill") en el Yacimiento El Pombero. La probabilidad de éxito de los pozos es del 80% y el costo de perforación es de diez unidades monetarias (10 u.m.). Se espera que los pozos que resulten productivos arrojen un V.A.@15% de 25 u.m., cada uno (figura 1).

Luego :

$$V.A.E.@15\%(1 \text{ pozo}) = (-0,2 \times 10 + 0,8 \times 25) \text{ u.m.} = 18 \text{ u.m.}$$

De acuerdo con la definición anterior, habrá que esperar un V.A. de 18

u.m. por cada pozo a perforar (1800 u.m. para los 100 pozos). Esta afirmación puede ser corroborada con el siguiente razonamiento. Si las probabilidades están bien calculadas, de acuerdo con la ley de los grandes números habrá que esperar que de los 100 pozos unos 80 resulten productivos. Luego, el V.A. total del proyecto será:

$$V.A.E.@15\%(100 \text{ pozos}) = 20 \times (-10) + 80 \times 25 = 1800 \text{ u.m.}$$

**Ejemplo II**

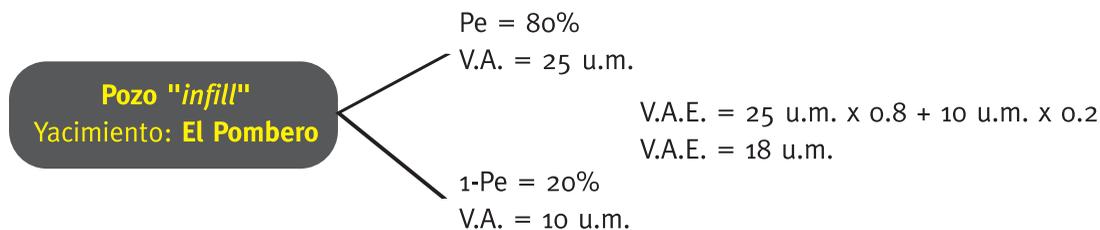
Maverick II, hábil jugador de naipes y estudioso de las leyes de la estadística, es invitado a participar en dos mesas de juego. El dinero del que dispone es de 1000 u.m. El juego en cuestión tiene las siguientes características: los jugadores se dividen en dos bandos y se apuesta una cantidad fija por partida. En cada jugada, los triunfadores ganan una suma igual a lo arriesgado, mientras que los que resultan derrotados pierden su apuesta.

En la primera mesa, los otros participantes son hombres de fortuna, inexpertos en juegos de cartas, que arriesgan 500 u.m. por partida. En la segunda de las mesas las apuestas son muchísimo más suaves, 10 u.m. por partida, y si bien no se trata de jugadores profesionales, el nivel de juego de los participantes es netamente superior al de la otra mesa. Maverick II estima que sus posibilidades de triunfo por partida son del 70% en el primer caso y del 60 % en el segundo.

La decisión de Maverick II es rechazar la primera invitación y aceptar la segunda. ¿Avala usted lo decidido?

Si se mira sólo la ganancia espera-

Figura 1• **Árbol para la perforación de un pozo infill. Ejemplo 1.**



da por unidad monetaria arriesgada, se debería haber dado prioridad a la primera invitación, ya que:

$$V.A.E. \text{ unitario (I)} = [0,70 \times 500 + 0,30 \times (-500)] / 500 = 0,4$$

$$V.A.E. \text{ unitario (II)} = [0,60 \times 10 + 0,40 \times (-10)] / 10 = 0,2$$

Pero si se analizan los riesgos, la decisión es ampliamente entendible, siendo que la posibilidad de “quebrar” por una sucesión de pérdidas consecutivas es del 9% en el primer caso y prácticamente nula en el segundo.

$$P_{\text{quiebra (I)}} = (0,3)^{1000/500} = (0,3)^2 = 0,09$$

$$P_{\text{quiebra (II)}} = (0,4)^{1000/10} = (0,4)^{100} = 1,6 \times 10^{-40}$$

Seguramente, de haber tenido Marverick II 10.000 u.m., hubiese optado por la primera opción ya que sus posibilidades de quebrar hubiesen sido de sólo  $3,5 \times 10^{-11}$

$$P_{\text{quiebra (I con 10.000 u.m.)}} = (0,3)^{10.000/500} = (0,3)^{20} = 3,5 \times 10^{-11}$$

Quedaría una sola duda sobre el Valor Esperado: ¿es éste aplicable al estudio de un proyecto exploratorio, habida cuenta de que la perforación del pozo analizado es por naturaleza irrepitable? Mucho se ha discutido sobre el tema. Paul D. Newendorp, considerado uno de los más brillantes teóricos en evaluaciones petroleras con riesgo, concluye que <sup>(4)</sup>:

“Si el que toma la decisión consistentemente selecciona la alternativa que tiene el mayor Valor Actual Monetario Esperado, su ganancia total será mayor que la que obtendría utilizando cualquier otra estrategia de selección. Esta afirmación es válida, aun cuando cada prospecto a perforar tenga diferentes probabilidades y ganancias potenciales, a condición de que se continúe haciendo negocios y de que se prosiga con la estrategia de seleccionar siempre el proyecto con

mayor Valor Actual Monetario Esperado. De aquí que el Valor Esperado pueda ser considerado más una estrategia o una filosofía de selección consistente, que una medida cuantitativa de rentabilidad.”

Se debe agregar que para que el Valor Actual Monetario Esperado sea aplicable, los montos de dinero involucrados en los diferentes proyectos deben ser de similar orden de magnitud y muy inferiores al capital o presupuesto disponible. Caso contrario, el Valor Actual de cada alternativa deberá corregirse a través de un factor que tome en cuenta la aversión al riesgo producida por la “posibilidad de quiebra”. Una ingeniosa forma para hacerlo fue propuesta por Daniel Bernoulli en 1738 en su conocida **Teoría de la Utilidad o de las Preferencias** <sup>(2)(3)</sup>. Por razones de espacio, la misma no será tratada en este artículo. Se hará, en cambio, una breve mención a la **Ruina del Jugador**.

Consiste en determinar la probabilidad de fundirse debido a una sucesión de resultados adversos consecutivos. El cálculo se realiza tal como se vio en el Ejemplo II.

$$P_{\text{quiebra}} = (P_f)^{b/CP} \dots\dots\dots (2)$$

donde :

- $P_{\text{quiebra}}$  = probabilidad de quiebra
- $P_f$  = probabilidad de fracaso de la alternativa
- b = presupuesto disponible
- CP = costo de participación de la alternativa

### Conclusiones

- En los proyectos de alto riesgo, existen siempre tres elementos presentes: costo de participación, probabilidades y premios.
- El Valor Actual Esperado es un indicador que combina estos tres elementos, dando una medida de la ganancia o pérdida promedio que se obtendría si se repite un número de eventos *prima facie* similares.
- Su aplicación al análisis de proyec-

tos exploratorios es adecuada, al existir repetición en la metodología de trabajo.

- Cuando los montos a invertir son elevados en referencia al presupuesto disponible, la aversión al riesgo puede cuantificarse utilizando la Teoría de la Utilidad y la Teoría de la Ruina del Jugador. ■

### Referencias

1. Newendorp, Paul D., *Decision Analysis for Petroleum Exploration*. The Petroleum Publishing Company, Tulsa-Oklahoma, 1975, pág. 67.
2. Newendorp, Paul D., *ob. cit.*, pág. 137.
3. Ikoku, Chi U. *Economic Analysis and Investment Decisions*. John Wiley & Sons. Inc., 1985, pág. 202.

**Juan Rosbaco** ingeniero químico egresado de la Universidad de Buenos Aires en 1969. Desarrolló sus actividades profesionales en YPF, en Perez Companc y en Petrolera Argentina San Jorge donde ocupó el cargo de gerente de Planificación y Evaluación de Proyectos. Actualmente se desempeña como consultor. Es, además, profesor de Evaluación de Evaluación de Proyectos e Ingeniería de Reservorios en la UBA y en el Instituto Tecnológico de Buenos Aires y director de Carrera de “Economía del Petróleo y Gas Natural” en el ITBA. Es autor del libro “Evaluación de Proyectos, Teoría General y su Aplicación en la Explotación de Hidrocarburos” editado por EUDEBA y coautor del libro de “Permeabilidades Relativas” publicado por el IAPG y de la Monografía sobre “Clasificación y Cálculo de Reservas” de la Society of Petroleum Evaluation Engineers (SPEE). Fue presidente de la Sección Argentina de la Society of Petroleum Engineers (SPE) (durante dos períodos), miembro activo del IAPG y miembro de la Society of Petroleum Evaluations Engineers (SPEE). En 1996 recibió el premio de la SPE en el rubro Economía y Evaluación.