¿CHOKE STATION O SLACK FLOW EN PIPELINES?

CONTROLANDO LA PRESION Y EL FLUJO

Gran minería del Perú

por A.R.Saenz, PhD

I. INTRODUCCION

A. Importancia del tema

Los pipelines se han convertido actualmente en el medio más importante, seguro y económico para transportar fluidos (sean estos monofásicos o bifásicos) a través de largas distancias o a través de grandes diferencias de niveles.

B. Antecedentes

Llevar agua a grandes distancias y con enormes diferencias de nivel es el común denominador en el desarrollo de proyectos hídricos, industriales y mineros y son precisamente estos denominadores los que limitan en muchos casos el desarrollo de proyectos de inversión ya que, con un recurso escaso y una cantidad regulada, se debe evaluar el riesgo en la toma de decisión de la inversión. Superado lo primero, habrá que sumar el costo del sobre espesor del material del acero o el cambio a un acero de mayor resistencia porque se debe presurizar la tubería a valores extremos con el fin de poder superar la línea de gradiente hidráulica y evitar la cavitación. Las estaciones de estrangulamiento (Choke Station) han cumplido un rol especifico en ello, pero a un costo alto el cual podría ser menor si se opta por un flujo lento (Slack Flow) de control con aire.

II. MODELO DEL FENOMENO

A. Data del fluido

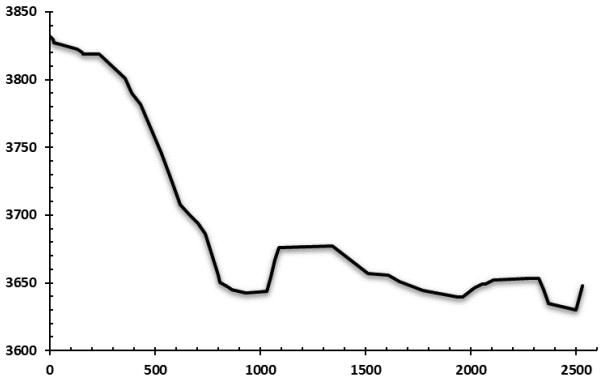
El fluido será agua fresca a una temperatura de 10°C promedio, densidad de 1000 kg/m3, viscosidad de 1.308 cP y a un nivel de 4000 msnm. El caudal requerido deberá variar entre 615 lps a 1500 lps.

B. Especificaciones técnicas de la tubería

La tubería seleccionada será una API 5L X70 con espesores variables de acuerdo al estudio de presiones. Para este caso se opta por mantener el diámetro uniforme en todo el recorrido, así como el menor número de cambios de dirección por encima de los 35°. Ver Figura I.

FIGURA I

PIPELINE CS API5L X70 (L=2530 m & ΔH =184 m)



C. Fenómeno controlado con Choke Station

La estación Choke Station con una tubería de 20”ϕ es mostrada en la Figura II. Este tipo de control se selecciona con el fin de reducir el espesor de la tubería y mantener un control de la presión a un bajo costo de instalación y mantenimiento. Las válvulas de control de flujo son ayudadas con un enjambre de placas orificio de modo que estas no caviten y logren reducir la presión sin entrar en resonancia.

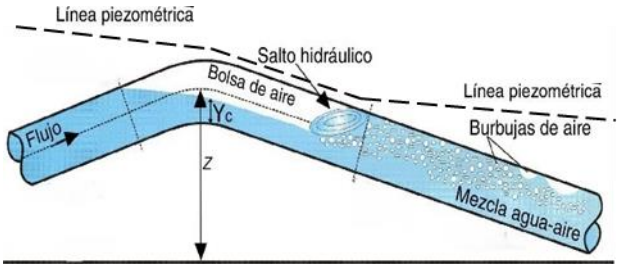
FIGURA II

CHOKE STATION TIPICO PARA REGULACION DE PRESION

D. Fenómeno controlado con Slack Flow

Para la condición de Slack Flow una tubería de 24"ϕ es considerada de modo que el diámetro critico permita mantener una cantidad de aire lo suficientemente segura tal que la columna rígida no colapse. En la Figura III se aprecia la generación de aire y el cambio de la línea piezométrica durante la operación del pipeline

FIGURA III
SLACK FLOW TIPICO PARA REGULACION DE PRESION



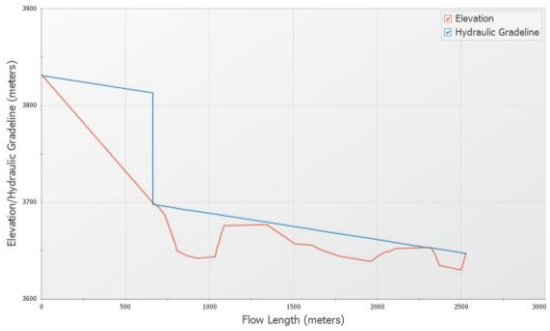
III. RESULTADOS

Usando softwares hidraulicos podemos evaluar el comportamiento en ambos casos.

A. *Alternativa 1 (Choke Station)*

En la Figura IV, se muestra el gradiente hidráulico del pipeline. Como se aprecia la caída de presión mantiene una relación de 20/1 algo que es muy difícil de controlar para una válvula de regulación sin la ayuda de placas orificio. Para el caso de estudio se consideraron 7 placas orificio y una válvula de control de presión con una confiabilidad unitaria de 96%.

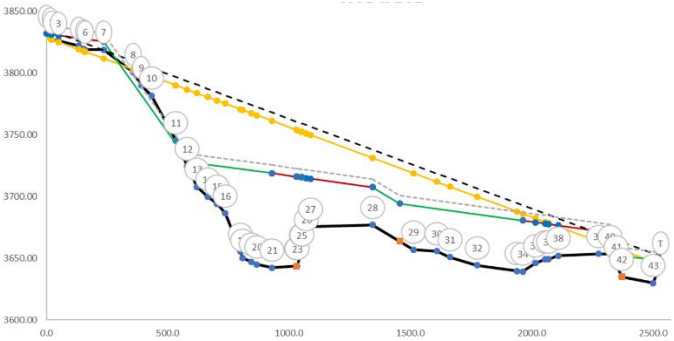
FIGURA IV
CHOKE STATION TIPICO PARA REGULACION DE PRESION



B. *Alternativa 2 (Slack Flow)*

Para esta condición el flujo se restringe dentro de la tubería hasta alcanzar un control por presión bifásica. El aire presuriza la tubería internamente permitiendo mover la masa mediante un canal presurizado de tirante mínimo. En la Figura V se aprecia como el gradiente de presión (línea verde) se ha reducido muy por debajo del gradiente hidráulico (línea amarilla).

FIGURA V
SLACK FLOW TIPICO PARA REGULACION DE PRESION



Si comparamos ambos resultados, la caída de presión es mas alta con Slack Flow que con Choke Station a pesar de que la primera se logra con un diámetro mayor. Esta caída de presión permitiría seleccionar tuberías de menor espesor o de HDPE en lugar de acero ya que la presión sobre estas es mucho menor.

Si extrapolamos esto a presiones más altas, es probable que los costos de las válvulas de regulación sean muy superiores a una tubería de mayor diámetro y menor Schedule.

IV. REFERENCIAS

[1] AFT Impulse Quick Start Guide", AFT Impulse Version 10 - Waterhammer Modeling in Piping System. 2016 Applied Flow Technology Corporation – United States of America

[2] GENESIS 2.0 software. Drop Bubbl& Air Vent, 2016.Controlling flow patterns in gravity pipelines .

[3] WYLIE, E.B. y STREETER, V.L.: "Fluid Transients", Ed. McGraw-Hill, 1978

[3] Ronald, V. Giles, Jack B. Evett, and Cheng Liu. "Mecanica de Fluidos, España: McGraw Hill, 1994

[3] Serway, Raynond. Fisica. Prentice Hall. 5ta, 1998

V. BIOGRAFIA

Arturo R. Saenz Arteaga es Gerente General en Green Engineering Field. Su experiencia laboral incluye el diseño de pipelines de líneas de agua fresca, recuperada, así como de relave para la gran minería y la industria. Su campo de interés está en los proyectos hidráulicos, flujo de materiales y pipelines. Arturo es Ingeniero Mecánico y mantiene un Post Grado en ingeniería de proyectos, un MBA por la Universidad ESAN y un Doctorado (PhD) con Cum Laude por ESADE BUSINESS SCHOOL.