

CURVA UNIVERSAL PARA LA DETERMINACION DE VELOCIDADES CUADRATICAS MEDIAS

Ing. Eduardo S. Serdoch

El presente estudio se aplica a las zonas donde tiene validez la ley de variación lineal de la velocidad con la profundidad $v(z) = v_0 + a.z$.

La determinación de una ley de velocidad para la corrección dinámica // (normal move Out o corrección de retardo normal) para las reflexiones, se realiza actualmente en forma sintética, observando la optimización de los eventos de reflexión, ante la aplicación de las diferentes velocidades de un muestreo realizado por computadora.

La velocidad de proceso que optimiza una reflexión real para un cierto T_0 (a una cierta profundidad) es muy parecida a la velocidad media cuadrática (V_{RMS}) hasta esa profundidad.

Realizado el muestreo de velocidad, es frecuente en la práctica, encontrarse con dos o más alternativas para decidir la "ley de velocidad" más adecuada. Podría resultar interesante entonces, contar con algún elemento de apoyo que pueda contribuir a decidirse por alguna de las alternativas halladas en el muestreo de velocidad y además estimar mejor la "velocidad de escape" del mismo.

Pero quizás, la aplicación más directa que tiene el hecho de conocer V_{RMS} , está en el diseño del tramo de registración una vez previsto el factor de estiramiento de la traza que va a tolerarse, como veremos.

En las zonas donde se aplica la Ley $v(z) = v_0 + a.z$ con buena fiabilidad, puede hacerse uso de ésta misma, modificada apropiadamente, para obtener una idea al menos aproximada, del posible valor de la velocidad de optimización de proceso que deba aplicarse cuando existen dos o más alternativas en el muestreo de velocidad, colaborando así para la elección.

Desarrollo:
$$v(z) = v_0 + a.z = \frac{dz}{dt} \quad (1)$$

separando variables e integrando,

$$\int_0^t dt = \int_0^z \frac{dz}{v_0 + a.z} = \frac{1}{a} \ln \frac{v_0 + a.z}{v_0} = t$$
$$e^{at} = \frac{v_0 + a.z}{v_0}, \text{ despejando } z$$

$$z = \frac{v_0}{a} (e^{at} - 1) \text{ y reemplazando } z \text{ en (1)}$$

$$v(t) = v_0 e^{at} \quad (2)$$

Vemos en (2) que "cuando la velocidad crece linealmente con la profundidad, lo hace exponencialmente con el tiempo".

Hallemos ahora la velocidad media cuadrática aplicando la expresión / general del valor medio cuadrático de una función.

$$V_{\text{RMS}}(t) = \sqrt{\frac{\int_0^t v^2(t) dt}{\int_0^t dt}} = \sqrt{\frac{\int_0^t v_0^2 e^{2at} dt}{t}} = v_0 \sqrt{\frac{e^{2at} - 1}{2 a t}} \quad (3)$$

Como en la práctica se trabaja con tiempos T_0 de "ida y vuelta" (re/flexión) reemplazamos en (3), $2t$ por T_0 .

Y nos queda:

$$V_{\text{RMS}}(t) = \sqrt{\frac{e^{aT_0} - 1}{a T_0}} \quad (4)$$

que por comodidad reordenaremos así:

$$\frac{V_{\text{RMS}}(t)}{v_0} = \sqrt{\frac{e^{aT_0} - 1}{a T_0}} \quad (5)$$

Esta última puede graficarse usando "a" como parámetro (FIGURA 1).

Si se tiene en cuenta que el eje de ordenadas está normalizado, que se han tomado valores de "a" que van desde 0 a 1,2 y que se calcularon relaciones $\frac{V_{\text{RMS}}}{v_0}$ hasta tiempos T_0 de 6 segundos, se concluye que este gráfico es aplicable a la mayoría de los casos prácticos de secuencias donde vale la ley $v(z) = v_0 + a.z$.

Entonces, conocidos v_0 y a, se puede encontrar la V_{RMS} para un cierto T_0 (donde se estima el horizonte de interés) ya sea gráficamente o en forma analítica con el uso de (4).

¿Por qué es interesante tener noción de la V_{RMS} ?

Cuando se diseña un modelo de registración sísmica de reflexión, se tienen en cuenta muchos factores técnicos y operativos de importancias diversas.

Uno de ellos es que la longitud del tramo de registración no debe exceder cierto valor, puesto que cuando se realiza la corrección dinámica de las hipérbolas de reflexión en el procesamiento, se produce el "estiramiento" de la traza sísmica. Este estiramiento es mayor para bajos valores de

T_0 (horizontes reflectores someros) y para los offset grandes y produce la pérdida de altas frecuencias y un enriquecimiento artificial de energía de baja frecuencia, lo cual puede llegar a valores intolerables que degraden la calidad del stacking (se ensancha la ondícula y se pierde resolución).

Conocido el máximo tolerable del factor de estiramiento S (cuyo valor usualmente es $0,2 \leq S \leq 0,6$), el T_0 de interés y los parámetros de la ley lineal de velocidad, puede usarse la fórmula:

$$X = \pm \left\{ \frac{(2 T_0 \alpha (S + 1)^2 / v_{RMS}^3 + 1/v_{RMS}^2) \pm \sqrt{\left(\frac{2 T_0 \alpha}{v_{RMS}^3} (S + 1)^2 + \frac{1}{v_{RMS}^2} \right)^2 - \frac{4 \alpha^2}{v_{RMS}^6} (S + 1)^2 T_0^2 [(S + 1)^2 - 1]}}{2 \frac{\alpha^2}{v_{RMS}^6} (S + 1)^2} \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

Donde:

$$\alpha = \frac{d v_{RMS}}{d T_0}$$

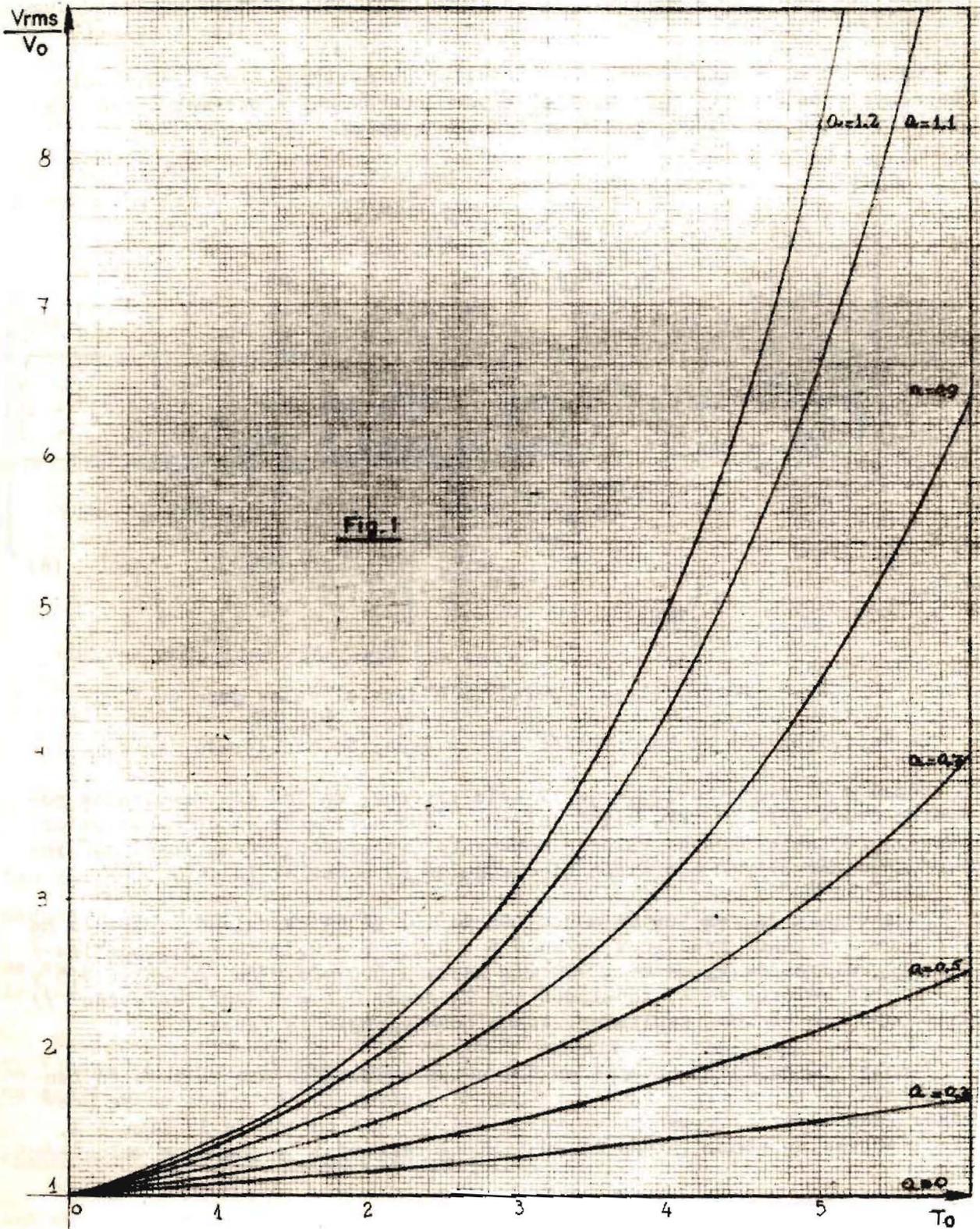
X = máximo offset permisible para el valor dado de S .

La expresión (6) es la solución de una ecuación bicuadrada en X .

Tomando el signo positivo de la raíz externa, de los dos resultados posibles dados por el doble signo interno, debe aceptarse el de menor valor pues el restante produce valores sumamente exagerados; es un resultado introducido por el proceso algebraico seguido para hallar la (6).

Para evitar la resolución manual de la (6) se ha calculado X para la mayoría de los casos prácticos, usando $S = 0,2$; $S = 0,3$; $S = 0,5$ combinados con valores de v_0 desde 1.700 m/s hasta 2.300 m/s y de "a" entre 0,5 y 1,2. Estos valores de X , tabulados con T_0 desde 0,1 a 3 seg., se están // aplicando con buenos resultados. Véase como ejemplo la Tabla I.

Finalmente se hace hincapié en que estos resultados son válidos en tanto lo sea la ley $v(z) = v_0 + a.z$ (que en general lo es) y que no se pretende reemplazar el muestreo de velocidad con las curvas de la Figura 1, sino aportar un elemento más en la difícil tarea del "picado" de velocidad.



VALOR S = 3

VALOR a = 7

VALOR VO = 2000

TO = 1	X = 164,273	V = 2035,514	ALFA = 360,390
TO = 2	X = 325,308	V = 2072,085	ALFA = 371,071
TO = 3	X = 483,837	V = 2109,742	ALFA = 382,117
TO = 4	X = 640,414	V = 2148,521	ALFA = 393,514
TO = 5	X = 795,567	V = 2188,457	ALFA = 405,275
TO = 6	X = 949,750	V = 2229,589	ALFA = 417,409
TO = 7	X = 1103,392	V = 2271,952	ALFA = 429,932
TO = 8	X = 1256,853	V = 2315,587	ALFA = 442,853
TO = 9	X = 1410,499	V = 2360,536	ALFA = 456,185
TO = 1.0	X = 1564,643	V = 2406,838	ALFA = 469,940
TO = 1.1	X = 1719,594	V = 2454,539	ALFA = 484,132
TO = 1.2	X = 1875,648	V = 2503,680	ALFA = 498,775
TO = 1.3	X = 2033,079	V = 2554,310	ALFA = 513,882
TO = 1.4	X = 2192,159	V = 2606,473	ALFA = 529,468
TO = 1.5	X = 2353,141	V = 2660,219	ALFA = 545,549
TO = 1.6	X = 2516,295	V = 2715,600	ALFA = 562,138
TO = 1.7	X = 2681,859	V = 2772,665	ALFA = 579,253
TO = 1.8	X = 2850,084	V = 2831,468	ALFA = 596,910
TO = 1.9	X = 3021,216	V = 2892,065	ALFA = 615,125
TO = 2.0	X = 3195,499	V = 2954,512	ALFA = 633,917
TO = 2.1	X = 3373,175	V = 3018,869	ALFA = 653,302
TO = 2.2	X = 3554,486	V = 3085,192	ALFA = 673,300
TO = 2.3	X = 3739,687	V = 3153,548	ALFA = 693,930
TO = 2.4	X = 3929,018	V = 3224,000	ALFA = 715,211
TO = 2.5	X = 4122,732	V = 3296,613	ALFA = 737,165
TO = 2.6	X = 4321,082	V = 3371,456	ALFA = 759,812
TO = 2.7	X = 4524,329	V = 3448,599	ALFA = 783,175
TO = 2.8	X = 4732,729	V = 3528,115	ALFA = 807,275
TO = 2.9	X = 4946,555	V = 3610,079	ALFA = 832,136
TO = 3.0	X = 5166,071	V = 3694,568	ALFA = 857,782

TABLA 1

REFERENCIAS:V es V_{RMS} TO está en segundos, X en metros, V en m/s y ALFA en m/s^2 .