

PROGRAMA PARA CÁLCULO DE ALINHAMENTO HORIZONTAL, VERTICAL E VOLUME DE CORTE E ATERRO

Prof. Florestano Libutti Filho

Departamento de Transportes e Obras de Terra - FATEC - SP

RESUMO

Este programa de tres tópicos denominado Curvas, foi desenvolvido com o objetivo de calcular as coordenadas de cada estaca de um traçado em planta de uma rodovia, as coordenadas do greide de cada estaca do traçado em perfil e o volume de corte e aterro entre dois pontos num serviço de terraplenagem.

1. INTRODUÇÃO

Na área de topografia em geral, os cálculos dos elementos são repetitivos e em grande quantidade o que torna o trabalho de um calculista árduo e cansativo. Mesmo com o uso de máquinas calculadoras o cálculo de fórmulas com variáveis elevadas a terceira e quarta potência exige muita atenção e trabalho. Com o advento da informática e dos microcomputadores acessíveis, o trabalho dos calculista tornou-se extremamente simples e produtivos. Um trabalho de cálculo onde se levava horas para ser executado hoje com o uso de computadores o tempo gasto para o trabalho foi reduzido a minutos. Com o objetivo de facilitar o calculista e os alunos da Faculdade foi elaborado um programa que torna muito útil e prático para quem se interessar em fazer cálculo de Alinhamento Horizontal, Vertical e Cálculo de Volume de Terra num serviço de terraplenagem.

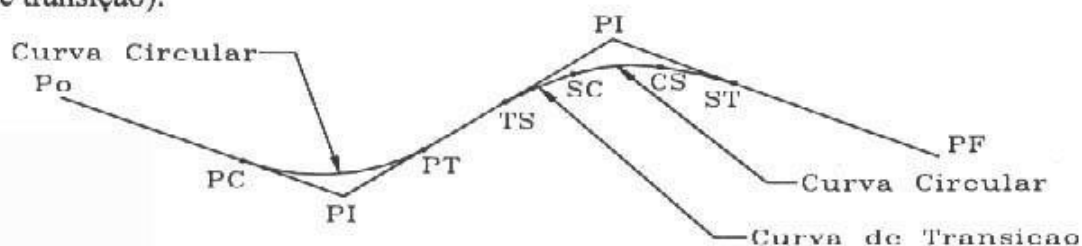
2. METODOLOGIA

Para elaboração do Programa foi utilizada a Linguagem Turbo Pascal versão 6. O programa foi desenvolvidos em tres tópicos; Alinhamento Horizontal, Vertical e Cálculo de Volumes, com o objetivo de simplificar a execução e facilidade de entrada de dados. Os dados de entrada podem ser gravados em arquivos e deletados com facilidade e os resultados finais podem aparecer na tela ou impressos.

3. RESULTADO

3.1 ALINHAMENTO HORIZONTAL

Tem por objetivo calcular as coordenadas de cada estaca de um traçado em planta de uma rodovia ou ferrovia, tanto na parte reta como nas curvas circulares e nas curvas de transição, sendo dadas apenas as coordenadas dos pontos inicial, final, PIs (pontos de encontro das tangentes), o azimuth inicial da 1ª tangente, os raios das curvas, a velocidade de projeto do veículo, número de curvas e arco e o Lc (arco nas curvas de transição).



Sendo;

Po - Ponto Inicial

PF - Ponto Final

PI - Ponto de Encontro das Tangentes

PC - Ponto Começo da Curva Circular

PT - Ponto de Término da Curva Horizontal

TS - Ponto de Passagem da Tangente para a Curva de Transição

SC - Ponto de Passagem da Curva de Transição para a Curva Circular

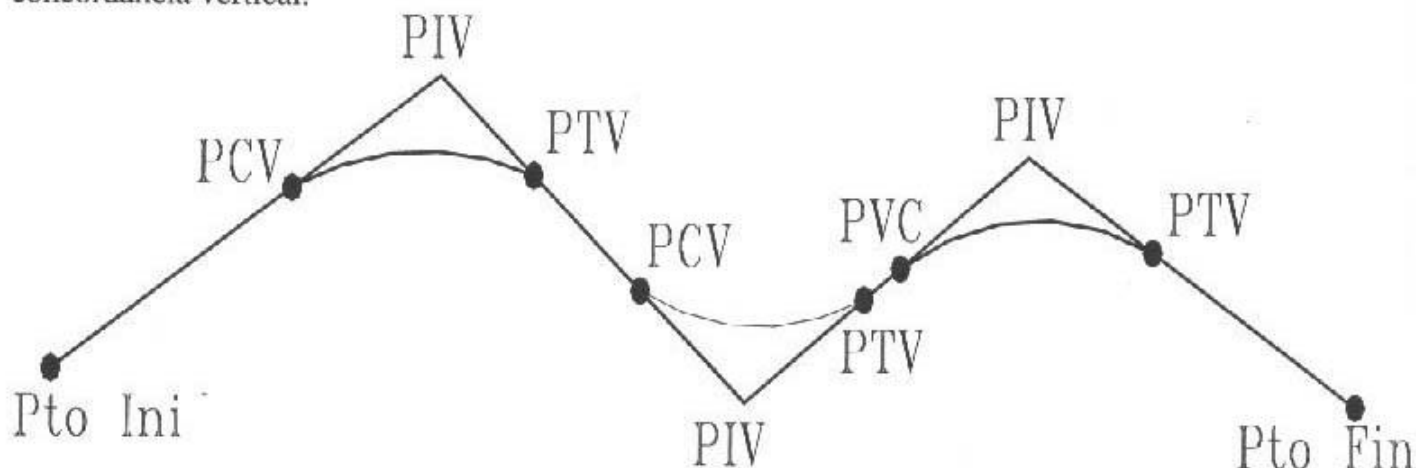
CS - Ponto de Passagem da Curva Circular para a Curva de Transição

ST - Ponto de Passagem da Curva de Transição para a Tangente

Além das coordenadas das estacas a cada 20 m o Programa calcula ainda as Coordenadas dos PC, PT, TS, SC, CS e ST.

3.2 ALINHAMENTO VERTICAL

Calcula as cotas dos greides em cada estaca do traçado em perfil de uma rodovia ou ferrovia, sendo dadas as cotas inicial do ponto de partida, a cota final, as cotas dos PIs e as características das curvas de concordância vertical.

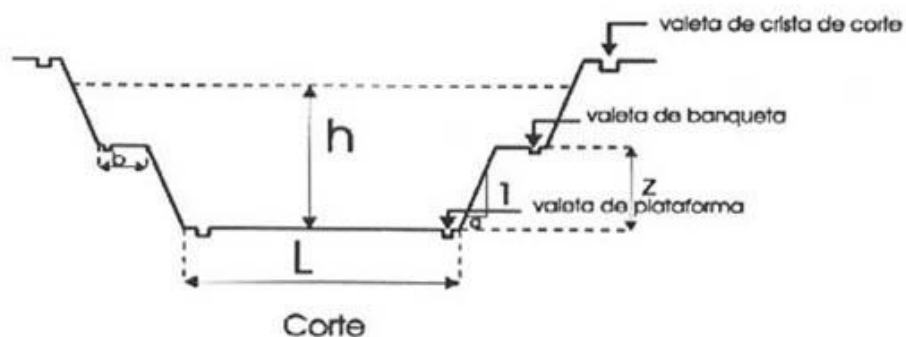


Perfil do Alinhamento Vertical

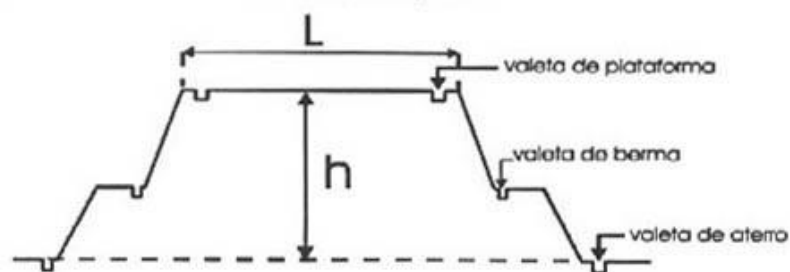
3.3 CÁLCULO DE VOLUMES

Cálcula os volumes de corte e aterro entre dois pontos num serviço de terraplenagem, volume de corte acumulado, extensão de corte e do aterro, e a ordenada de massa, sendo dados as estacas, as cotas do terreno e do greide, o tipo de área nas seções, a inclinação dos taludes de corte e aterro, a largura e a altura das bermas e banquetas.

O programa permite ainda calcular as áreas de regularização de corte, aterro, revestimento vegetal, desapropriação e limpeza, e os comprimentos das valetas de crista de corte, aterro, plataforma de banquetas e bermas.



A = área de corte ou aterro
 L = largura da plataforma
 h = altura de corte ou aterro
 a = talude de corte ou aterro
 b = largura da banquetta
 z = altura da banquetta



Seções típicas dos cortes e aterros

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos até o presente momento tem sido coerentes com os trabalhos de empresas e de outros softwares congêneres examinados.

5. REFERÊNCIAS

Borges Alberto de Campos; Exercícios de Topografia; Editora Edgard Blucher Ltda, SP, 1974
 O'Brien Steffen; Turbo Pascal 6; Editora McGraw Hill Ltda; 1993

PROCEDIMENTO DE CÁLCULO PARA ESTIMATIVA DA BACIA DE DEFLEXÃO NOS PAVIMENTOS CONSTITUÍDOS DE ATÉ TRÊS CAMADAS

Ary Leite de Oliveira, Carlos Yukio Suzuki, Florestano Libutti Filho e Sérgio Cunha Pontes.

GEP - Elaboração para Programas para Microcomputadores Aplicados a Projetos Viários.

Departamento de Transportes e Obras de Terra - FATEC - SP

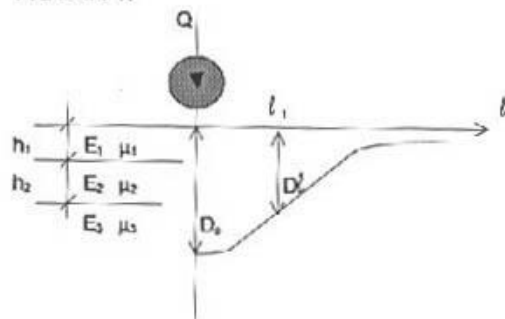
RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar um procedimento de cálculo para se estimar a bacia de deflexão na superfície de um pavimento flexível constituído de até três camadas, quando submetido à ação da carga do eixo padrão rodoviário de 8,2 tf.

INTRODUÇÃO

O pavimento é definido por um modelo estrutural, caracterizado por um sistema elástico de múltiplas camadas, que quando submetido a ação de uma carga o mesmo se deforma radialmente apresentando esquematicamente, o perfil longitudinal da bacia de deflexão mostrada na figura 1, ou seja com valores de deflexão decrescente com o aumento do afastamento, medido a partir do centro de aplicação da carga.

FIGURA 1.



Q = carga aplicada (kgf)

D_0, D_{ℓ_i} = deflexões (10^{-2} mm)

h_1, h_2 = espessuras das camadas (cm)

E_1, E_2, E_3 = módulos de resiliência dos materiais (kgf/cm²)

μ_1, μ_2, μ_3 = coeficientes de Poisson

ℓ_i = afastamento (cm)

A bacia de deflexão pode ser teoricamente determinada utilizando-se programas computacionais do tipo ELSYM-5, FEPAVE II, que empregam a teoria da elasticidade, mas que nem sempre são de fácil operação.

O presente trabalho apresenta um conjunto de fórmulas que permite estimar rapidamente com boa precisão a linha de deformada da bacia de deflexão, tomando-se os mesmos parâmetros geométricos e elásticos envolvidos no programa, mas empregando-se simples calculadora eletrônica.

METODOLOGIA

A partir de estudo paramétrico abrangendo sistemas de até três camadas e variações nas características elásticas e espessuras dos materiais empregados, determinou-se as deflexões atuantes na superfície em diversos pontos das estruturas analisadas. Neste estudo empregou-se o programa computacional ELSYM-5 (Elastic Layered System), que considera exclusivamente a elasticidade linear para todas as camadas constituintes do pavimento.

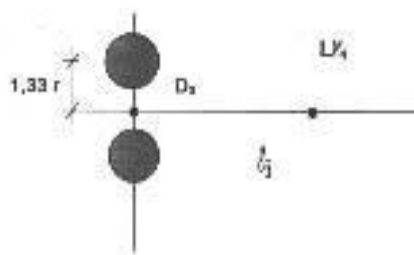
Em função do estudo paramétrico desenvolvido pode-se chegar a diversas equações para o cálculo dos fatores de deflexão ($F \ell_i$) em sistemas de até 3 camadas que relacionam a deflexão de um ponto qualquer ($D \ell_i$) afastado do centro de carregamento e a deflexão máxima sob o ponto de aplicação da carga (D_o)

$$F \ell_i = \frac{D \ell_i}{D_o} = f(h_1, h_2, E_1, E_2, E_3 \text{ e } \ell_i)$$

As equações apresentadas correspondem aquelas de maiores coeficientes de correlação que foram obtidos através de regressões múltiplas entre os parâmetros, utilizando-se o programa estatístico STATS, o qual considera o Método dos Mínimos Quadrados.

RESULTADOS

Apresentam-se a seguir as expressões de cálculo para estimativa das deflexões a um ponto qualquer D_{ℓ_i} afastado do ponto central de aplicação da carga padrão, num pavimento constituído de até três camadas elásticas.



$$p = 5,6 \text{ kgf/cm}^2$$

$$D_0 = 10^{-2} \text{ mm}$$

$$r = 10,8 \text{ cm}$$

$$E = \text{kgf/cm}^2$$

$$\mu = 0,40$$

$$D_0 = \frac{2(1-\mu^2)p \cdot r}{E}$$

D_0 = deflexão no ponto central

D_{ℓ} = deflexão num ponto afastado do centro de carregamento

— MEIO HOMOGÊNEO

$$D_{\ell 1} = D_{01} \cdot F_{\ell 1}$$

$$D_{01} = \frac{83.150}{E} =$$

$$F_{\ell 1} = 1,2036 \left[1,45 + \left(\ell/r \right)^2 \right]^{0,4962} \quad R^2 = 1,00$$

— DUAS CAMADAS

$$D_{\ell 2} = D_{02} \cdot F_{\ell 2}$$

$$D_{02} = D_{01} \cdot F_{D2}$$

$$F_{D2} = 3,3013 \left(1 + h/r \right)^{1,2759} \left(E_1/E_2 \right)^{-0,2139}$$

$$R^2 = 0,98$$

$$F_{\ell 2} = 1,5267 - 0,7584 \log(1 + \ell) + 0,4627 \log(h/r) + 0,1648 \log(E_1/E_2)$$

$$p / \ell \leq 45 \text{ cm} \quad e \quad R^2 = 0,96$$

$$F_{\ell 2} = 3,7054 (\ell)^{-0,9736} \left(1 + h/r \right)^{1,2574} \left(E_1/E_2 \right)^{0,206}$$

$$p / \ell > 45 \text{ cm} \quad e \quad R^2 = 0,987$$

TRÊS CAMADAS

$$D_{\ell 3} = D_{03} \cdot F_{\ell 3}$$

$$D_{03} = D_{01} \cdot F_{D3}$$

$$F_{D3} = 3,1278 \left(1 + \frac{h_1}{r}\right)^{-0,9224} \left(1 + \frac{h_2}{r}\right)^{-0,4488} \left(\frac{E_1}{E_2}\right)^{-0,1400} \left(\frac{E_2}{E_3}\right)^{-0,3605} \quad R^2 = 0,94$$

$$F_{\ell 3} = 1,376 - 0,605 \log \ell + 0,307 \log \left(\frac{h_1}{r}\right) + 0,050 \log \left(\frac{h_2}{r}\right) + 0,038 \log \left(\frac{E_1}{E_2}\right) + 0,218 \log \left(\frac{E_2}{E_3}\right)$$

$$p / \ell \leq 45 \text{ cm} \quad e \quad R^2 = 0,92$$

$$F_{\ell 3} = 4,309 \ell^{-0,8925} \left(\frac{h_1}{r}\right)^{0,8310} \left(\frac{h_2}{r}\right)^{0,2210} \left(\frac{E_1}{E_2}\right)^{0,1177} \left(\frac{E_2}{E_3}\right)^{0,3184}$$

$$p / \ell > 45 \text{ cm} \quad e \quad R^2 = 0,96$$

A partir desse formulário o GEP constituído pelos professores autores do trabalho, elaborou um novo programa de cálculo denominado DEFLEX que permite estimar a bacia de deflexão na superfície do pavimento flexível constituído de até três camadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREATINI, L. P. V - Um método para o Cálculo das Deflexões nos sistemas de Duas Camadas e sua Aplicação na Interpretação das Medidas da Viga Benkelman - Publicação 388 do IPR,, Rio de Janeiro 1970.
- BARROS, S. T. - O cálculo da deflexão dos Sistemas Elásticos de Duas e Três camadas - Publicação 146 - SPv-66-02 do IPR, 1966.
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER- Determinação de deflexão no pavimento através da viga Benkelman - DNER - ME-24/94 Rio de Janeiro, 1994.
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER - Determinação de deflexão com o FWD - DNER - PRO 273/96 - Rio de Janeiro, 1996.
- SUZUKI, C. Y. Contribuição ao Estudo de Pavimentos Rodoviários com Estrutura Invertida (sub-base cimentada). Tese para doutorado na Universidade de São Paulo. São Paulo, 1992.
- YODER, E. J., WITCZAK, M. W. Principles of Pavement Design. 2 ed. New York, John Wiley, 1976.