

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

GABRIEL SCHMIDT

PROPOSTA DE PROJETO GEOMÉTRICO
Conexão entre as rodovias BR-116 e ERS-240 – Plano Funcional

São Leopoldo
2020

GABRIEL SCHMIDT

PROPOSTA DE PROJETO GEOMÉTRICO
Conexão entre as rodovias BR-116 e ERS-240 – Plano Funcional

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador(a): Prof(a). Ms Danielle de Souza Clerman Bruxel

São Leopoldo

2020

“Para que servirão os livros se não nos conduzem à vida, se não conseguem fazer com que bebamos dela com mais avidez?”. (MILLER apud PONTES FILHO, 1998, p. 71).

RESUMO

Este trabalho avalia a possibilidade e propõe a elaboração de um projeto geométrico de uma nova rodovia, a qual compreende o entroncamento, em São Leopoldo, entre as rodovias BR-116 e ERS-240, com o objetivo de auxiliar no tráfego e na mobilidade urbana da região do Vale do Rio dos Sinos, entre os municípios de Novo Hamburgo e São Leopoldo. A partir de dados de relevo, de tráfego e de aspectos regionais, foi elaborado um projeto geométrico, o qual foi baseado em dados de tráfego coletados pela EGR em 2019. O projeto considera as normas de projetos rodoviários do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER-RS) e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), quando cabíveis. Foram elaborados planta baixa, perfis longitudinais e transversais considerando uma via de pista simples com 3,82 km de extensão, a qual tem velocidade diretriz de 80 km/h, Volume Médio Diário Anual (VMDA) de 11.607 veículos/dia no ano de 2020 e 15.599 veículos/dia no ano de 2030.

Palavras-chave: Projeto Geométrico. Mobilidade Urbana. BR-116. ERS-240.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Relação entre a hora e o volume horário de tráfego em rodovias norte-americanas.....	18
Figura 2 – Veículo de projeto VP.....	21
Figura 3 – Veículo de projeto CO.....	22
Figura 4 – Veículo de projeto O.....	23
Figura 5 – Veículo de projeto SR.....	24
Figura 6 – Veículo de projeto RE.....	25
Figura 7 – Trechos de entrecruzamento.....	31
Figura 8 – Tipos de entrecruzamento.....	32
Figura 9 – Distância de visibilidade de parada.....	40
Figura 10 – Tangentes longas concordadas com curvas de raio pequeno.....	45
Figura 11 – Curvas de raio longo concordadas com tangentes curtas.....	46
Figura 12 – Critérios desejáveis para orientar a escolha dos raios de curvas sucessivas.....	48
Figura 13 – Alinhamento horizontal de uma estrada.....	49
Figura 14 – Tipos de curvas horizontais.....	50
Figura 15 – Tipos de curvas horizontais.....	50
Figura 16 – Curva horizontal circular simples.....	54
Figura 17 – Locação de curvas circulares por ângulos de deflexão.....	56
Figura 18 – Locação de curvas circulares por offsets.....	58
Figura 19 – Elementos de uma curva composta com dois centros.....	59
Figura 20 – Curva composta com 2 centros (inverso da Figura 19).....	60
Figura 21 – Curva composta com 3 centros.....	61
Figura 22 – Curva composta com 3 centros (inverso da Figura 21).....	62
Figura 23 – Concordância horizontal.....	64
Figura 24 – Curvas de raio variável.....	65
Figura 25 – Tipos de clotóides.....	65
Figura 26 – Curva horizontal com espirais de transição simétricas.....	66
Figura 27 – Legenda da Figura 26.....	67
Figura 28 – Elementos da espiral.....	68
Figura 29 – Elementos da espiral de transição.....	69
Figura 30 – Elementos para locação da espiral de transição.....	72

Figura 31 – Procedimento para PI inacessível	72
Figura 32 – Curva horizontal circular com transições assimétricas	74
Figura 33 – Concordância de curvas circulares com espiral	75
Figura 34 – Curva composta com transição	76
Figura 35 – Variação da seção da pista na implantação da superelevação.....	80
Figura 36 – Métodos de giro de acordo com a posição do eixo de rotação	82
Figura 37 – Métodos de giro de acordo com a posição do eixo de rotação	83
Figura 38 – Exemplo de superlargura obtida por alargamento simétrico da pista.....	97
Figura 39 – Exemplo de superlargura obtida por alargamento assimétrico da pista .	98
Figura 40 – Exemplo de superlargura obtida por alargamento assimétrico da pista .	99
Figura 41 – Perfil Longitudinal.....	101
Figura 42 – Rampas sucessivas	102
Figura 43 – Rampas em projetos	102
Figura 44 – Rampas em projetos	102
Figura 45 – Rampas em projetos	103
Figura 46 – Tipos de curvas verticais (greides curvos)	106
Figura 47 – Tipos de curvas verticais.....	107
Figura 48 – Perfil de uma estrada	108
Figura 49 – Esquema para cálculo das cotas e flechas da parábola	108
Figura 50 – Combinação de alinhamentos	111
Figura 51 – Combinação de alinhamentos	112
Figura 52 – Combinação de alinhamentos	113
Figura 53 – Combinação de alinhamentos	114
Figura 54 – Combinação de alinhamentos	115
Figura 55 – Seção em corte	116
Figura 56 – Seção em aterro.....	116
Figura 57 – Seção mista	116
Figura 58 – Interseção tipo gota.....	122
Figura 59 – Interseção canalizada I	123
Figura 60 – Interseção canalizada II	123
Figura 61 – Trombeta.....	125
Figura 62 – Diamante.....	125
Figura 63 – Trevo completo.....	126
Figura 64 – Trevo parcial	126

Figura 65 – Direcional I	127
Figura 66 – Direcional II	127
Figura 67 – Semidirecional com laços.....	128
Figura 68 – Giratório	128
Figura 69 – Fluxograma das etapas desenvolvidas	130
Figura 70 – Mapa de Situação	131
Figura 71 – Mapa de Localização	132
Figura 72 – Movimentos de tráfego no viaduto	140
Figura 73 – Pesquisa de origem/destino	141
Figura 74 – Pesquisa de origem/destino	142
Figura 75 – Relevo	157
Figura 76 – Legenda	157
Figura 77 – Relevo em 3D	157
Figura 78 – Parte do bairro Scharlau na área de projeto	160
Figura 79 – Parte do bairro Scharlau na área de projeto	160
Figura 80 – Rede elétrica	161
Figura 81 – Trevo completo.....	162
Figura 82 – Traçados propostos.....	163
Figura 83 – Perfil Longitudinal.....	164
Figura 84 – Perfil Longitudinal.....	164
Figura 85 – Planta baixa	165

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Seleção do nível de serviço no projeto de rodovias urbanas/suburbanas	28
Quadro 2 – Volumes de serviço em rodovias rurais de pista simples (Classe I – HCM)	29
Quadro 3 – Classes de projeto para rodovias estaduais	35
Quadro 4 – Definições em relação ao relevo	37
Quadro 5 – Taxa máxima admissível de superelevação	86
Quadro 6 – Taxas máximas de superelevação (e_{max})	87
Quadro 7 – Fatores de majoração do comprimento de transição para o caso do eixo de rotação fora do centro	90
Quadro 8 – Inclinação transversal em tangente	117
Quadro 9 – Largura das faixas de rolamento (m)	118
Quadro 10 – Largura dos acostamentos externos (m)	118
Quadro 11 – Largura dos acostamentos internos (m)	119
Quadro 12 – Inclinação dos taludes dos cortes	119
Quadro 13 – Inclinação dos taludes dos aterros	119
Quadro 14 – Largura da faixa de domínio (m)	120
Quadro 15 – Tipos de eixo	155
Quadro 16 – Características técnicas	168

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais dimensões básicas dos veículos de projeto.....	21
Tabela 2 – Volumes de serviço em rodovias de múltiplas faixas	29
Tabela 3 – Volumes de serviço em rodovias expressas	30
Tabela 4 – Velocidade diretriz para rodovias estaduais (km/h).....	38
Tabela 5 – Relação entre a velocidade diretriz e a velocidade operacional.....	39
Tabela 6 – Distância de visibilidade de parada (m).....	40
Tabela 7 – Velocidade Diretriz com tempo chuvoso	40
Tabela 8 – Valores de f para a velocidade média de viagem V'	41
Tabela 9 – Valores de f para a velocidade diretriz V	41
Tabela 10 – Distância de visibilidade para tomada de decisão (m).....	42
Tabela 11 – Distâncias de visibilidade para tomada de decisão (m).....	43
Tabela 12 – Distância de visibilidade de ultrapassagem.....	44
Tabela 13 – Raios mínimos (m)	51
Tabela 14 – Coeficiente de atrito transversal f	51
Tabela 15 – Valores dos raios.....	52
Tabela 16 – Locação de curvas circulares simples	57
Tabela 17 – Valores de R acima dos quais a superelevação é dispensável.....	85
Tabela 18 – Valores mínimos de raio.....	85
Tabela 19 – Valores dos raios acima dos quais podem ser dispensadas curvas de transição.....	88
Tabela 20 – Comprimentos mínimos absolutos de L	89
Tabela 21 – Rampas de superelevação admissíveis para pistas de 2 faixas com eixo de rotação no centro	90
Tabela 22 – Comprimentos mínimos das curvas de arredondamento	94
Tabela 23 – Valores de superlargura para pistas de 3 e 4 faixas em função dos valores básicos para pistas de 2 faixas (m)	96
Tabela 24 – Rampas máximas para vias urbanas (%).....	104
Tabela 25 – Rampas máximas para ramos (critério geral).....	104
Tabela 26 – Rampas máximas.....	105
Tabela 27 – População de Novo Hamburgo	132
Tabela 28 – População de Portão	133
Tabela 29 – PIB de Novo Hamburgo.....	133

Tabela 30 – PIB de Portão	134
Tabela 31 – Frota de Novo Hamburgo	134
Tabela 32 – Frota de Portão.....	135
Tabela 33 – Histórico de VMDa.....	136
Tabela 34 – Volume Total Diário	137
Tabela 35 – Contagem de tráfego.....	138
Tabela 36 – Contagem de tráfego.....	138
Tabela 37 – Categorias	139
Tabela 38 – Matriz de movimentos	140
Tabela 39 – Matriz de origem e destino agregada na BR-116 em São.....	141
Tabela 40 – Municípios da região metropolitana de Porto Alegre	145
Tabela 41 – Percentuais de origem e destino	146
Tabela 42 – Percentuais de origem e destino	147
Tabela 43 – Percentuais de origem e destino	147
Tabela 44 – Percentuais de origem e destino	148
Tabela 45 – Percentuais de origem e destino	149
Tabela 46 – Percentuais de origem e destino	149
Tabela 47 – Percentuais de crescimento de tráfego	151
Tabela 48 – Contagem anual do pedágio da EGR na ERS-240	151
Tabela 49 – Veículos comerciais em 2025 no sentido mais solicitado.....	152
Tabela 50 – Classes adotadas	153
Tabela 51 – Cargas máximas.....	154
Tabela 52 – Fatores de carga USACE	154
Tabela 53 – Fatores de carga por classe	155
Tabela 54 – Espessura mínima de revestimento betuminoso.....	156
Tabela 55 – Comprimento mínimo de transição.....	159
Tabela 56 – Dados dos traçados.....	164
Tabela 57 – Elementos das curvas	166
Tabela 58 – Elementos das curvas	166

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 TEMA	13
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	13
1.3 PROBLEMA	13
1.4 OBJETIVOS	14
1.4.1 Objetivo Geral	14
1.4.2 Objetivos Específicos	14
1.5 JUSTIFICATIVA	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 VOLUME DE TRÁFEGO.....	16
2.2 VEÍCULOS DE PROJETO	19
2.3 CAPACIDADE E NÍVEIS DE SERVIÇO DAS RODOVIAS.....	26
2.4 CLASSIFICAÇÃO DAS RODOVIAS	34
2.5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE PROJETO.....	37
2.6 ALINHAMENTO HORIZONTAL	45
2.7 SUPERELEVAÇÃO.....	78
2.8 SUPERLARGURA.....	95
2.9 ALINHAMENTO VERTICAL.....	100
2.10 COORDENAÇÃO DOS ALINHAMENTOS HORIZONTAL E VERTICAL	110
2.11 ELEMENTOS DA SEÇÃO TRANSVERSAL.....	116
2.12 INTERSEÇÕES RODOVIÁRIAS.....	121
3 METODOLOGIA	129
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	129
3.2 COLETA DE DADOS	130
3.2.1 Contextualização	130
3.2.2 Dados de tráfego	135
3.3 ANÁLISE DE DADOS.....	142
4 RESULTADOS	145
4.1 TRÁFEGO	145
4.2 RELEVO.....	156
4.3 PARÂMETROS DE PROJETO	158
4.4 TRAÇADO.....	159

4.5 INTERSEÇÕES.....	162
4.6 ESTUDO DE TRAÇADOS.....	163
4.7 PROJETO GEOMÉTRICO	165
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	167
5.1 SUGESTÕES	168
REFERÊNCIAS.....	169
ANEXO A – INFORMAÇÕES DO DAER-RS.....	175
ANEXO B – TABELAS DE SUPERLARGURA	176
ANEXO C – CURVAS VERTICAIS	181
ANEXO D – CLASSIFICAÇÃO DOS VEÍCULOS (DNIT).....	185
APÊNDICE E – RELATÓRIO DE LOCAÇÃO/EIXO DO PROJETO	190
APÊNDICE F – RELATÓRIO DE VOLUMES POR SEÇÕES	196
APÊNDICE G – NOTA DE SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM	202
APÊNDICE H – MAPA DE SITUAÇÃO	208
APÊNDICE I – MAPA DE LOCALIZAÇÃO	210
APÊNDICE J – PLANTA GERAL.....	212
APÊNDICE K – PLANTA GERAL	214
APÊNDICE L – PLANTA GERAL.....	216
APÊNDICE M – PLANTA BAIXA	218
APÊNDICE N – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS.....	220
APÊNDICE O – SEÇÕES TRANSVERSAIS	222

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos 70 anos, o Brasil tem experimentado um fenômeno de êxodo rural, o que contribuiu para o aumento das áreas urbanizadas. O aumento da demanda de mobilidade urbana não tem sido absorvido adequadamente pelos modais existentes, considerando que o modal rodoviário representa mais de 50% dos transportes. Considera-se que os níveis de serviço das rodovias brasileiras estão inadequados, o que é prejudicial para a economia do país, pois, de acordo com a Confederação Nacional de Transportes (CNT) (2019), o PIB (Produto Interno Bruto) e o setor de transportes possuem uma relação direta, visto que o transporte está presente em todas as etapas de produção e de consumo.

A mobilidade urbana está relacionada ao desenvolvimento das cidades, pois o transporte urbano permite o relacionamento de diferentes atividades em uma cidade. Dessa forma, a mobilidade urbana relaciona-se ao desenvolvimento delas, pois contribui para o bem-estar dos cidadãos através da possibilidade de acessar serviços de saúde, educação e trabalho. (HINO; CUNHA, 2017).

O crescimento do número de veículos têm causado congestionamentos nas rodovias brasileiras. Um estudo realizado pelo Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas (Ibre/FGV) afirma que o tempo despendido pelos brasileiros para se deslocarem ao trabalho nas regiões metropolitanas gerou o custo de R\$ 62,1 bilhões por ano, valor obtido a partir dos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2012, a qual não incluiu custos adicionais de combustíveis e os danos causados pela poluição. Isso foi causado principalmente pelo chamado modelo rodoviarista – políticas de investimentos prioritárias no modal rodoviário –, falta de qualidade do transporte público, incentivo fiscal para compra de automóveis, concessão de crédito e falta de planejamento das cidades. (TOMAZELLI, 2015).

A rodovia BR-116 é fundamental para a economia da região Metropolitana de Porto Alegre. Assim, devido ao crescimento da frota de veículos, torna-se necessária a ampliação da infraestrutura viária, considerando que o transporte é fundamental para o exercício da cidadania da população e que a rodovia federal é utilizada diariamente para que inúmeras pessoas possam se deslocar até o trabalho.

1.1 TEMA

O modal rodoviário, o qual representa mais de 50% dos transportes no Brasil, precisa de soluções para atender a crescente demanda de transporte devido à importância econômica e social que possui.

A interseção entre a BR-116 e a ERS-240, em São Leopoldo, é considerada um gargalo, visto que o tráfego do Vale do Caí, da Serra Gaúcha e da região metropolitana se encontram neste ponto. Assim a ação de criminosos e os congestionamentos no trecho causam prejuízos econômicos à região.

Para atender as demandas de transporte e melhorar o fluxo de veículos no trecho que compreende o entroncamento, em São Leopoldo, entre as rodovias BR-116 e ERS-240, surge uma proposta de projeto geométrico.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este trabalho tem como delimitação a elaboração de uma proposta de projeto geométrico que ligue os municípios de Novo Hamburgo e São Leopoldo, no RS. Objetiva-se diminuir o tempo de viagem entre estes municípios e possibilitar a passagem de veículos com até 5,50 m de altura, visto que hoje estes não passam pelo viaduto existente da intersecção entre a BR-116 e a ERS-240.

O projeto atende às normas de projetos rodoviários do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER-RS), órgão com jurisdição no Rio Grande do Sul, as quais foram documentadas em cinco volumes no ano de 1991. As normas do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) também são atendidas, quando cabíveis. Os dados de tráfego do projeto foram coletados pela EGR em 2019. O método de crescimento adotado é a progressão geométrica. O programa utilizado no trabalho é o DataGeosis 2017. O projeto de obras de arte especiais não faz parte do escopo deste trabalho.

1.3 PROBLEMA

Atualmente, o usuário de transporte que está no centro de Novo Hamburgo e precisa chegar a Portão deve acessar a BR-116, ir até a interseção com a ERS-240,

no bairro Scharlau em São Leopoldo, e então seguir pela ERS-240 até chegar ao destino. A distância percorrida para chegar ao destino é grande, fato que é agravado com congestionamentos de veículos em horários de pico. A interseção entre a BR-116 e a ERS-240 possui sinalização semafórica, o que aumenta o tempo da viagem e cria insegurança devido à criminalidade.

Diante deste cenário, esta pesquisa questiona a possibilidade de projetar um novo trecho rodoviário que encurte o percurso e auxilie na melhora da mobilidade urbana na região.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Elaborar um projeto geométrico de rodovia que vise à ligação das rodovias BR-116 (em Novo Hamburgo) e ERS-240 (em São Leopoldo).

1.4.2 Objetivos Específicos

A fim de propor um projeto geométrico de rodovia, foram estabelecidos os objetivos a seguir:

- a) determinar o volume de tráfego que a via precisará comportar;
- b) identificar o tipo de relevo a partir dos dados topográficos;
- c) criar uma proposta de traçado considerando os passos anteriores.

1.5 JUSTIFICATIVA

A mobilidade urbana da região metropolitana de Porto Alegre (RS) depende, principalmente, da BR-116. Em sua interseção com a ERS-240, em São Leopoldo, ela recebe o fluxo de tráfego que provém do Vale do Caí. Esta interseção costuma estar congestionada, principalmente em horários de pico, e devido à sinalização semafórica, os veículos precisam parar. Os criminosos aproveitam essa situação para agir, o que causa falta de segurança aos motoristas que passam pelo local. Por isso uma solução para aumentar a fluidez e evitar congestionamentos é importante para a segurança dos usuários da via.

Ainda, conforme jornal O Diário, um caminhão, que levava estrutura de passarela para Novo Hamburgo, entalou no viaduto da interseção, o que causou grande congestionamento na ERS-240, no acesso à BR-116. Portanto, o viaduto não permite a passagem de veículos com excesso de altura, o que pode causar congestionamentos. (OLIVEIRA, 2018).

De acordo com Jornal VS, após um grave acidente envolvendo carros, moto e caminhão, a ERS-240 ficou bloqueada em São Leopoldo e os motoristas precisaram enfrentar o congestionamento gerado. (ERTEL, 2020). Notícias como essa são comuns na operação da BR-116. Assim, questiona-se que se existisse uma rota alternativa, ou seja, uma nova rodovia, as consequências do acidente seriam atenuadas para os usuários. A implantação de uma nova via também resultaria no desenvolvimento econômico ao seu redor com a instalação de restaurantes, de postos de gasolina, de indústrias e serviços, contribuindo para o desenvolvimento da mobilidade urbana sustentável.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 VOLUME DE TRÁFEGO

O planejamento do projeto precisa de diversos elementos, tais como a quantidade de veículos que utilizarão a rodovia (volume de tráfego), o percentual de veículos de carga e de passeio (composição do tráfego) e a determinação de quais serão os maiores veículos a passarem pela estrada. (DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2012).

De acordo com Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (DER/SP) (2012), o tráfego de uma via é estimado, normalmente, baseado em pesquisas, que consideram a origem e o destino dos veículos, e em contagens (para mensurar o tráfego).

Define-se *Volume de Tráfego* (ou Fluxo de Tráfego) como o número de veículos que passam por uma seção de uma via, ou de uma determinada faixa, durante uma unidade de tempo. É expresso normalmente em veículos/dia (vpd) ou veículos/hora (vph). (INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS, 2006, p. 63).

“Uma das características mais importantes do fluxo de tráfego é sua variação generalizada: varia dentro da hora, do dia, da semana, do mês e do ano, além de, no mesmo local, variar segundo a faixa de tráfego analisada”. (INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS, 2006, p. 65).

O volume de tráfego pode ser calculado utilizando diferentes conceitos, entre eles: Volume Médio Diário (VMD) e Volume Horário. Cada um tem suas particularidades e, conforme Senço (2008), o Volume Horário é mais sensível que o VMD, pois identifica os picos de tráfego, que precisam ser atendidos, no período de 24 horas.

Segundo Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2006), o “Volume Médio Diário” (VMD) é a média do volume de veículos que passam em um trecho de uma via durante o período de 24 horas, computado para um período de tempo representativo, o que normalmente é de um ano. Ele é utilizado como indicativo de utilização da rodovia, dessa forma, serve como base para determinar se há a necessidade de novas vias ou melhorias das existentes, prever receitas de pedágios, calcular a taxa de ocorrência de acidentes, entre outros usos.

Existem vários conceitos de volume médio diário, todos têm como unidade veículos/dia (vpd), os conceitos mais usuais são listados conforme Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2006, p. 63):

- Volume Médio Diário Anual (VMDa): número total de veículos trafegando em um ano dividido por 365.
- Volume Médio Diário Mensal (VMDm): número total de veículos trafegando em um mês dividido pelo número de dias do mês. É sempre acompanhado pelo nome do mês a que se refere.
- Volume Médio Diário Semanal (VMDs): número total de veículos trafegando em uma semana dividido por 7. É sempre acompanhado pelo nome do mês a que se refere. É utilizado como uma amostra do VMDm.
- Volume Médio Diário em um Dia de Semana (VMDd): número total de veículos trafegando em um dia de semana. Deve ser sempre acompanhado pela indicação do dia de semana e do mês correspondente.

Conforme Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2006), o volume de tráfego é composto pelos veículos que circulam por um sentido ou por ambos os sentidos, ou ainda, que circulam somente por uma faixa. O volume que representa a soma dos veículos, sem considerar categorias, é expresso em UTM (Unidades de Tráfego Misto). Porém, se os veículos da soma forem convertidos para carros de passeio, o volume será expresso em UCP (Unidades de Carro de Passeio).

Segundo Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2006), Volume Horário (VH) é o número total de veículos trafegando em uma determinada hora. Ele é utilizado para analisar as variações de tráfego ao longo do dia.

De acordo com Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2006), os picos são os pontos máximos dos volumes diários. As horas de pico variam para cada local, mas a tendência é que sejam estáveis em um mesmo local e dia da semana. Apesar da estabilidade da hora de pico em um determinado local, o seu volume varia ao longo do tempo.

Conforme Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2006), a contagem em quatro períodos consecutivos de quinze minutos da hora de pico demonstra que cada período é diferente. Por isso o “Fator Horário de Pico” (FHP) determina essa flutuação, o que é apresentado na equação 1.

$$FHP = \frac{V_{hp}}{4V_{15max}} \quad (1)$$

Onde:

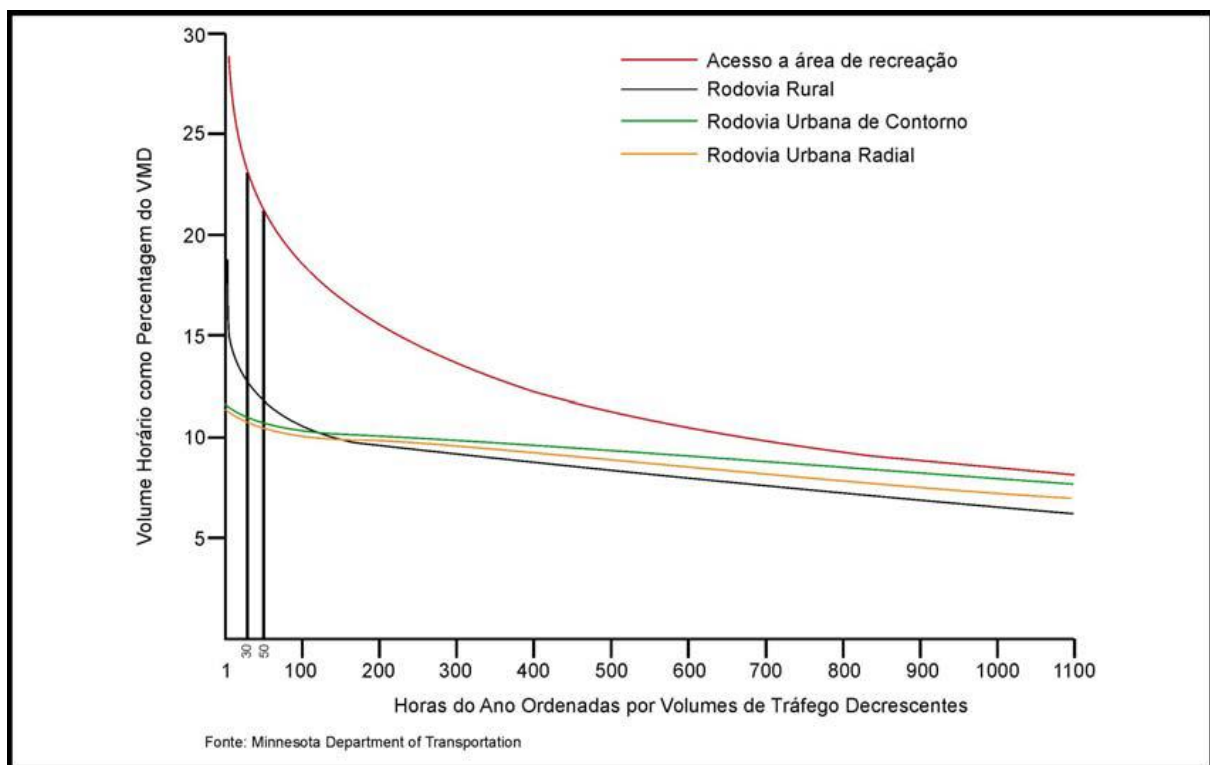
FHP = fator horário de pico;

Vhp = volume da hora de pico;

V_{15max} = volume do período de quinze minutos com maior fluxo de tráfego dentro da hora de pico.

A Figura 1 apresenta para diversos tipos de rodovias os valores dos volumes horários expressos como porcentagem do volume médio diário anual, dispostos em ordem decrescente. A abscissa 1 corresponde ao maior volume horário do ano; a abscissa 30 corresponde ao 30º valor, designado como Volume da 30ª Hora. Na figura são indicados os volumes da 30ª (VH30) e 50ª (VH50) Horas, geralmente recomendados para servirem de base para o projeto e operação da rodovia. (INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS, 2006, p. 64).

Figura 1 – Relação entre a hora e o volume horário de tráfego em rodovias norte-americanas



Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2006, p. 65).

Segundo Brasil (1999), para as rodovias rurais em que não há informações precisas sobre o tráfego, o valor de 8,5% do VMD é considerado representativo. Este valor é da ordem do volume da 50ª hora.

Considera-se que não se justifica economicamente investir em melhorias para atender umas poucas horas do ano em que se tem volumes mais

elevados. O volume adotado para dimensionamento dos detalhes geométricos das vias e interseções, determinação de níveis de serviço, planejamento da operação da via, sinalização, e regulamentação do trânsito é designado como *Volume Horário de Projeto* (VHP). (INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS, 2006, p. 64).

2.2 VEÍCULOS DE PROJETO

De acordo com Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2006), veículos com diferentes tamanhos, pesos e velocidades compõe a corrente de tráfego. Conhecer a composição do tráfego é essencial, pois ela influi na capacidade da via, nos recursos a serem obtidos com os usuários da via, nas características geométricas (devido às dimensões dos veículos) e nas características estruturais (devido ao peso dos veículos).

Os veículos que trafegam na rodovia possuem aspectos importantes que devem ser considerados no projeto. Por isso eles são um parâmetro para o dimensionamento geométrico e estrutural da rodovia. Abaixo estão listados exemplos da influência da composição do tráfego no projeto, de acordo com Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 73):

- A largura do veículo influencia a largura da pista de rolamento, do acostamento e dos ramos;
- A distância entre eixos influi no cálculo da superlargura das pistas principais e na determinação da largura e dos raios mínimos internos das pistas dos ramos;
- O comprimento do veículo influencia a largura dos canteiros, a extensão de faixas de armazenagem, a capacidade da rodovia e as dimensões de estacionamentos;
- A relação peso bruto total/potência relaciona-se com o valor da rampa máxima admissível e participa na determinação da necessidade de faixa adicional de subida (terceira faixa);
- O peso bruto admissível dos veículos, conjugado com a configuração dos eixos e a posição do centro de gravidade, influi no dimensionamento e configuração do pavimento, de separadores rígidos e defensas;
- A altura admissível para os veículos condiciona o gabarito vertical sob redes aéreas e viadutos, túneis, sinalização vertical e semáforos.

O veículo de projeto é um veículo padrão escolhido para representar todos que utilizam a estrada. Conforme Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005), os *veículos de projeto* possuem peso, dimensões e características de operação que servirão de parâmetro para o projeto de rodovia.

O documento legal em vigor no Brasil que estabelece as normas de trânsito é o Código de Trânsito Brasileiro – CTB, instituído pela Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, cuja resolução nº 210, de 13 de novembro de 2006, estabelece limites de dimensões e peso para veículos que transitem por vias terrestres. Segundo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) (2006), as dimensões autorizadas para veículos, independente de possuírem carga, são de 2,60 m de largura máxima e 4,40 m de altura máxima.

De acordo com Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005), não há estudos que apontem com exatidão as dimensões e características dos veículos de projeto para as condições do Brasil, por isso são recomendados os dados usados pela AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

Os tipos listados abaixo devem ser escolhidos em conformidade com as características do tráfego, conforme Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 79):

VP - Representa os veículos leves, física e operacionalmente assimiláveis ao automóvel, incluindo minivans, vans, utilitários, pick-ups e similares.

CO - Representa os veículos comerciais rígidos, não articulados. Abrangem os caminhões e ônibus convencionais, normalmente de dois eixos e quatro a seis rodas.

O - Representa os veículos comerciais rígidos de maiores dimensões. Entre estes incluem-se os ônibus urbanos longos, ônibus de longo percurso e de turismo, bem como caminhões longos, frequentemente com três eixos (trucão), de maiores dimensões que o veículo **CO** básico. Seu comprimento aproxima-se do limite máximo legal admissível para veículos rígidos.

SR - Representa os veículos comerciais articulados, compostos de uma unidade tratora simples (cavalo mecânico) e um semirreboque. Seu comprimento aproxima-se do limite máximo legal para veículos dessa categoria.

RE - Representa os veículos comerciais com reboque. É composto de um caminhão trator trucado, um semirreboque e um reboque, e que mais se aproxima do veículo conhecido como bitrem. Seu comprimento é o máximo permitido pela legislação.

A Tabela 1 apresenta as principais dimensões associadas aos veículos de projeto indicados acima.

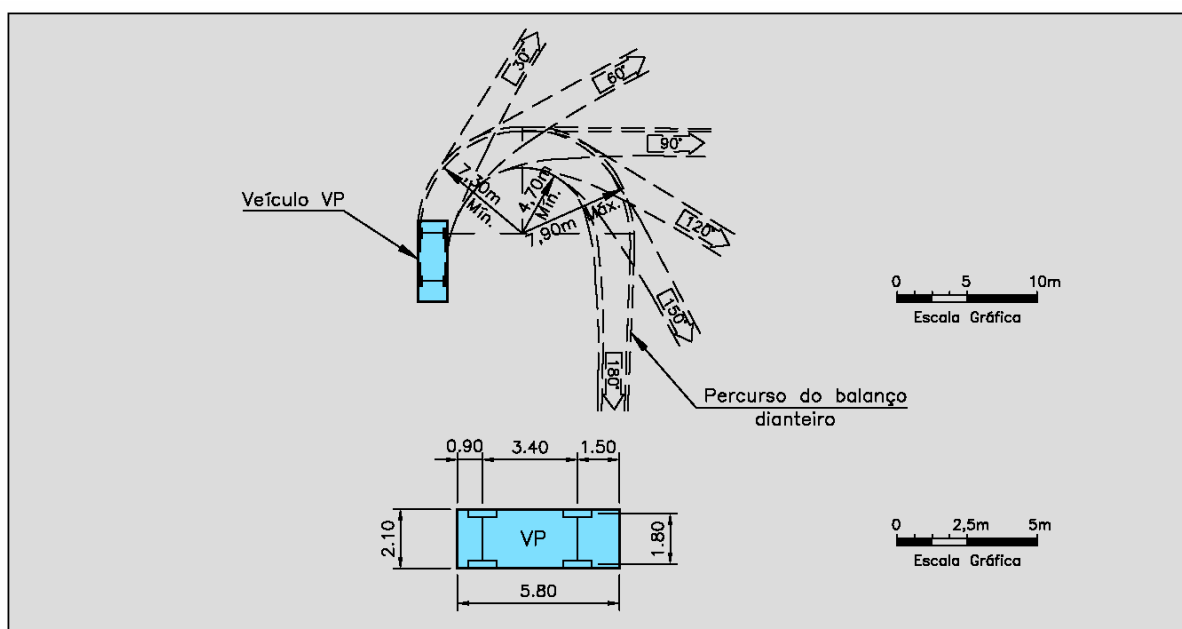
Tabela 1 – Principais dimensões básicas dos veículos de projeto
(em metros)

Designação do veículo Características	Veículos leves (VP)	Caminhões e ônibus convencionais (CO)	Caminhões e ônibus longos (O)	Semi-reboques (SR)	Reboques (RE)
Largura total	2,1	2,6	2,6	2,6	2,6
Comprimento total	5,8	9,1	12,2	16,8	19,8
Raio min. da roda externa dianteira	7,3	12,8	12,8	13,7	13,7
Raio min. da roda interna traseira	4,7	8,7	7,1	6,0	6,9

Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 80).

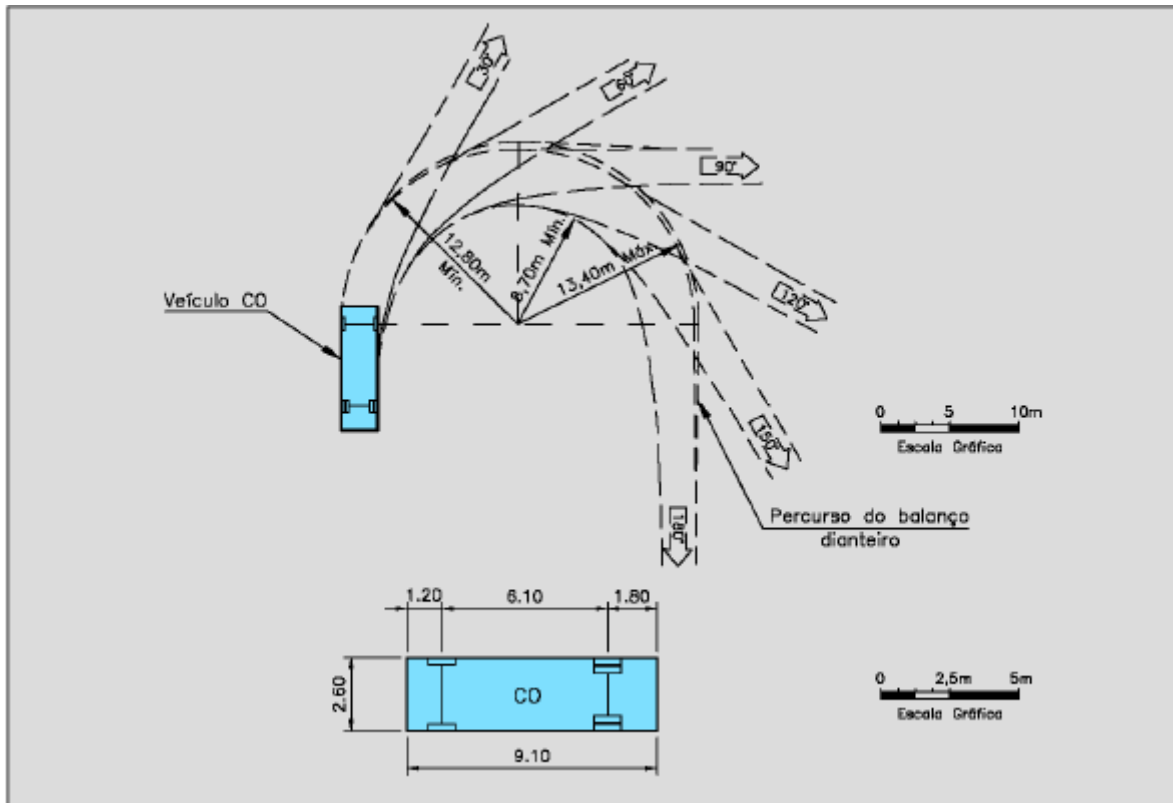
As Figuras 2 a 6 apresentam graficamente as dimensões desses veículos e seus menores valores de giro, a fim de apresentar as condições limite.

Figura 2 – Veículo de projeto VP



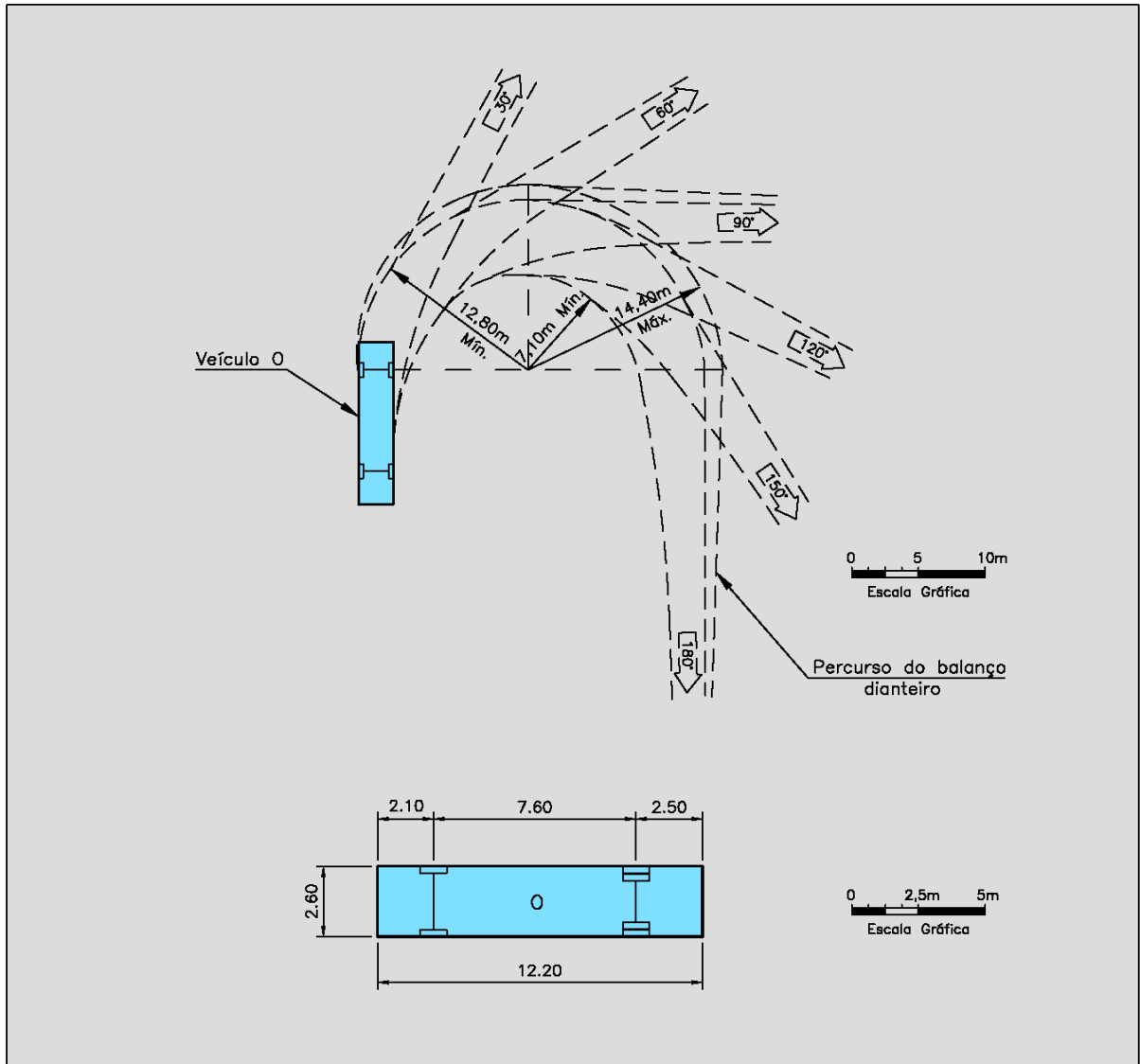
Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 81).

Figura 3 – Veículo de projeto CO



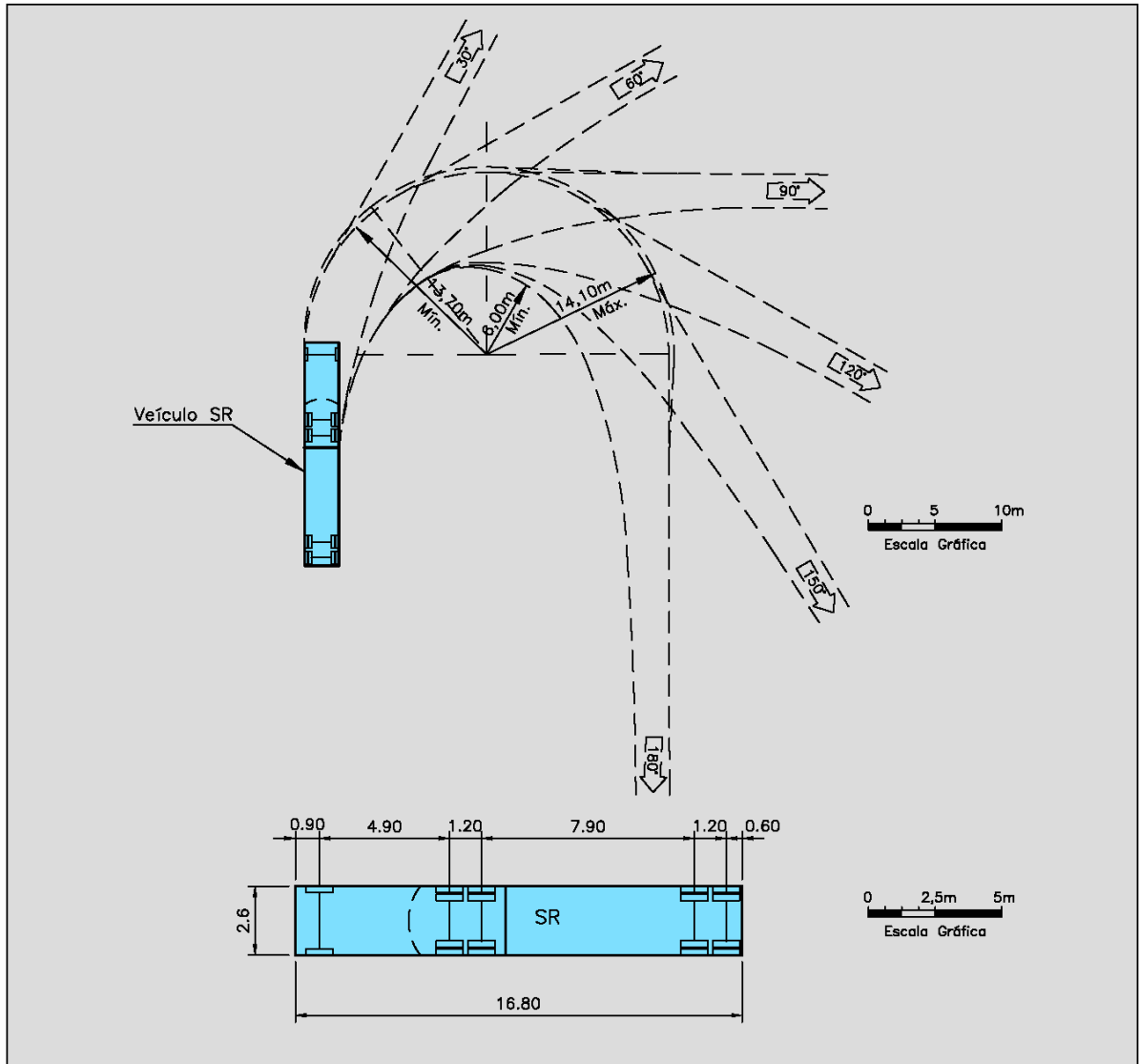
Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 81).

Figura 4 – Veículo de projeto O



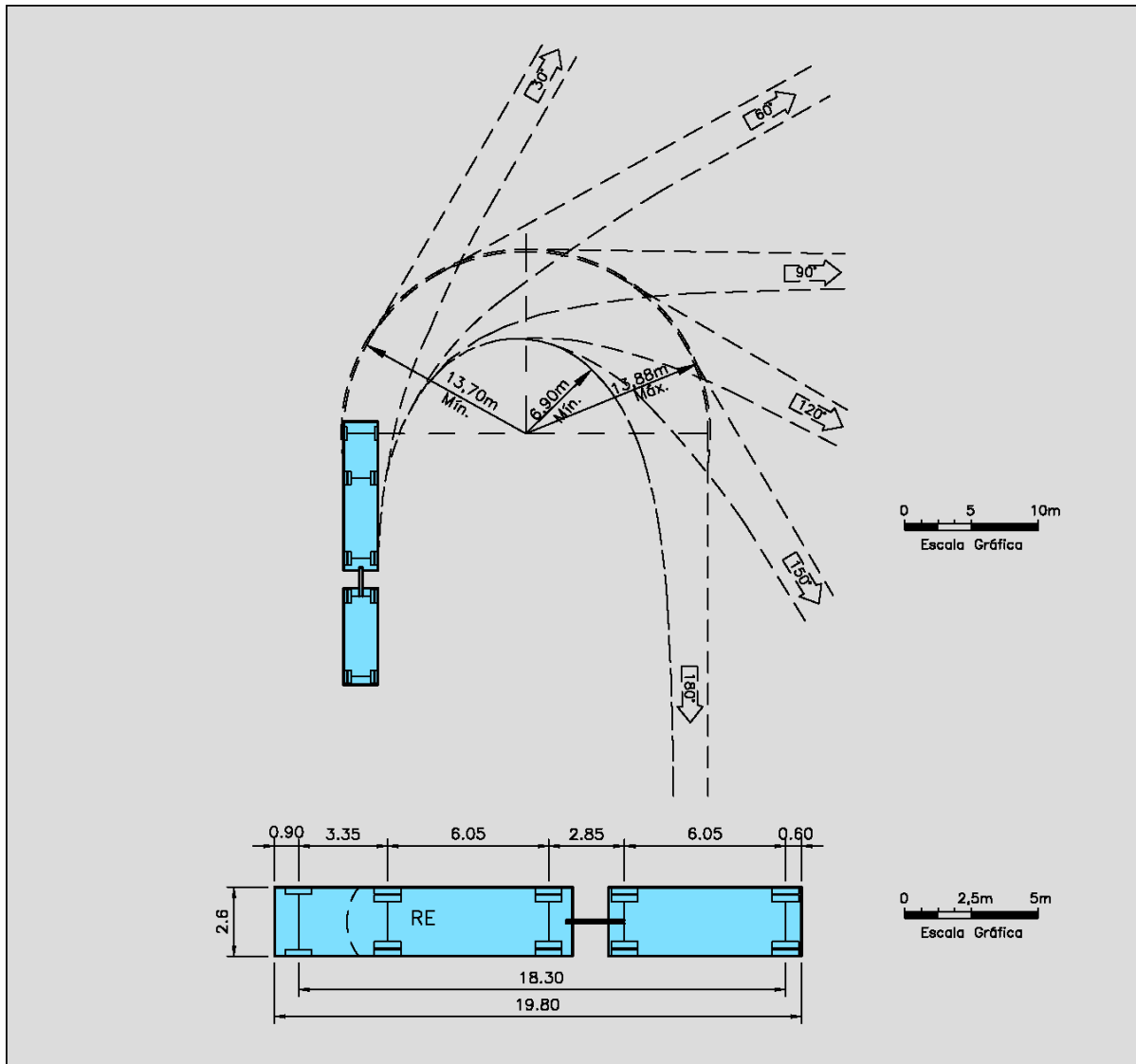
Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 82).

Figura 5 – Veículo de projeto SR



Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 83).

Figura 6 – Veículo de projeto RE



Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 84).

Segundo Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005), as condições operacionais condicionadas pela escolha do veículo de projeto implicam em um padrão mínimo de dirigibilidade e conforto de viagem, de modo que os motoristas não sofram com demoras e inconveniências de maneira excessiva.

Conforme Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005), a escolha do veículo de projeto deve considerar a composição do tráfego, a qual é obtida nas contagens de tráfego. Porém, também deve considerar a natureza dos elementos de projeto, como por exemplo, o gabarito vertical, o qual se baseia nos veículos mais altos, e as distâncias de visibilidade, as quais são determinadas a partir da altura de visão de motoristas de automóveis pequenos.

De acordo com Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005), a escolha do veículo VP será adequada quando a rodovia for utilizada principalmente por veículos de passeio; o veículo CO pode ser escolhido por representar caminhões das categorias semileve, leve e médio, as quais representam 77% da frota de caminhões, além de conseguir enquadrar a maioria dos ônibus; os ônibus longos (O) devem ser considerados em áreas urbanas, pois possuem participação expressiva; se a presença de semi-reboques for significativa, o veículo SR poderá ser escolhido; quando for relevante a participação de veículos com reboques, o veículo RE deve ser escolhido.

2.3 CAPACIDADE E NÍVEIS DE SERVIÇO DAS RODOVIAS

Segundo Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010), a capacidade de uma rodovia é o número máximo de veículos que passam por ela durante um período determinado de tempo e sob determinadas condições existentes do tráfego e da própria rodovia. Ela é analisada para verificar se a rede rodoviária existente suporta o tráfego atual, para adequar a nova rodovia às exigências de tráfego, assim como identificar locais de engarrafamento (existentes ou potenciais), a fim de adotar as medidas corretivas.

Conforme Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010), os dados de tráfego para rodovias não precisam ser exatos, visto que o período estimado de projeto varia de 10 a 25 anos, consideram volumes aproximados de veículos, assim como a composição e padrão de movimentação.

Segundo Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010), os projetos de rodovias devem ter dimensões e características geométricas, as quais comportem um fluxo de tráfego maior ou igual ao volume de projeto durante os 15 minutos mais carregados da hora de projeto. Porém, o volume considerado não pode ser demasiadamente alto, a fim de evitar o desperdício de recursos.

De acordo com Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010), a rodovia deve ser dividida em trechos homogêneos para evitar congestionamentos, pois uma curva ou rampa pode limitar a capacidade da rodovia. Ramos de acesso também causam perdas de eficiência do fluxo de veículos devido ao volume de tráfego que entra ou sai pelos ramos, à distância entre os pontos de entrada e saída e ao projeto geométrico dos terminais de acesso.

Conforme Pontes Filho (1998), o nível de serviço se refere às diferentes condições de operação da rodovia, as quais comportam volumes de tráfego diversos. Ele pode ser diferente em cada seção de uma via, pois depende da velocidade desenvolvida na via e da relação entre o volume de tráfego e a capacidade da via.

De acordo com Transportation Research Board (TRB) (1985 apud PONTES FILHO, 1998, p. 27-28), os diferentes níveis de serviço são definidos como:

- NÍVEL A: condição de escoamento livre, acompanhada por baixos volumes e altas velocidades. A densidade do tráfego é baixa, com velocidade controlada pelo motorista dentro dos limites de velocidade e condições físicas da via. Não há restrições devido à presença de outros veículos.
- NÍVEL B: fluxo estável, com velocidades de operação a serem restringidas pelas condições de tráfego. Os motoristas possuem razoável liberdade de escolha da velocidade e ainda têm condições de ultrapassagem.
- NÍVEL C: fluxo ainda estável, porém as velocidades e as ultrapassagens já são controladas pelo alto volume de tráfego. Portanto, muitos dos motoristas não têm liberdade de escolher faixa e velocidade.
- NÍVEL D: próximo à zona de fluxo instável, com velocidades de operação toleráveis, mas consideravelmente afetadas pelas condições de operação, cujas flutuações no volume e as restrições temporárias podem causar quedas substanciais na velocidade de operação.
- NÍVEL E: é denominado também de nível de capacidade. A via trabalha a plena carga e o fluxo é instável, sem condições de ultrapassagem.
- NÍVEL F: descreve o escoamento forçado, com velocidades baixas e volumes abaixo da capacidade da via. Formam-se extensas filas que impossibilitam a manobra. Em situações extremas, velocidade e fluxo podem reduzir-se a zero.

Segundo Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010), o Quadro 1 apresenta a relação entre a categoria da via e o nível de serviço adequado, embora as autoridades rodoviárias devam adotar o melhor nível de serviço possível, de acordo com as condições existentes.

Quadro 1 – Seleção do nível de serviço no projeto de rodovias urbanas/suburbanas

Tipo de Via	Tipo de Terreno		
	Plano	Ondulado	Montanhoso
Via Expressa	C	C	C-D
Via Arterial	C	C	C-D
Via Coletora	C-D	D	D
Via Local	C-D	D	D

Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010) – adaptado da AASHTO (2004) e do Traffic Engineering Handbook (1999).

Conforme Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010), Volumes de Serviço são os fluxos de tráfego comportados pelos níveis de serviço. Quando são determinados o nível de serviço e o volume de tráfego, deseja-se que todos os elementos viários estejam em concordância, pois o atendimento do volume de serviço garantirá a velocidade de operação e a inexistência de interrupções do tráfego de veículos. Caso o fluxo de tráfego viário exceda o volume de tráfego, as condições de operação da rodovia serão inferiores às planejadas.

De acordo com Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010), o Quadro 2 e as Tabelas 2 e 3 são utilizadas para determinar a estimativa do volume horário comportado pelo nível de serviço sob as condições determinadas, bem como para estimar o número de faixas necessárias para atender o nível de serviço indicado para as condições de uso. Os volumes de serviço apresentados estão condicionados às informações apresentadas nas observações.

Quadro 2 – Volumes de serviço em rodovias rurais de pista simples (Classe I – HCM)

VFL (km/h)	Tipo de Terreno	Volume de Serviço (veic/h) por Nível de Serviço				
		A	B	C	D	E
110	Plano	260	490	900	1.570	2.680
	Ondulado	130	260	710	1.490	2.500
	Montanhoso	40	160	310	610	1.410
100	Plano	260	490	900	1.570	2.680
	Ondulado	130	260	710	1.490	2.500
	Montanhoso	40	160	310	510	1.410
90	Plano	N/A	490	900	1.570	2.680
	Ondulado	N/A	260	710	1.490	2.500
	Montanhoso	N/A	160	310	510	1.410
80	Plano	N/A	N/A	490	1.420	2.680
	Ondulado	N/A	N/A	280	1.100	2.500
	Montanhoso	N/A	N/A	180	870	1.410
70	Plano	N/A	N/A	N/A	490	2.680
	Ondulado	N/A	N/A	N/A	280	2.500
	Montanhoso	N/A	N/A	N/A	180	1.410

Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010, p. 81).

Obs.: Admitiu-se: distribuição por sentido 60/40; 20%, 40% e 60 % de proibição de ultrapassagem em zonas planas, onduladas e montanhosas, respectivamente; 14% de caminhões; e 4% veículos de recreio. N/A = não admissível nessa condição. (INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS, 2010, p. 81).

Tabela 2 – Volumes de serviço em rodovias de múltiplas faixas

VFL (km/h)	Número de Faixas da Rodovia	Tipo de Terreno	Volume de Serviço (veic/h) por Nível de Serviço				
			A	B	C	D	E
100	4	Plano	1.200	1.880	2.700	3.450	4.060
		Ondulado	1.140	1.800	2.570	3.290	3.870
		Montanhoso	1.040	1.640	2.350	3.010	3.540
	6	Plano	1.800	2.830	4.050	5.180	6.100
		Ondulado	1.710	2.700	3.860	4.940	5.810
		Montanhoso	1.570	2.470	3.530	4.520	5.320
80	4	Plano	960	1.510	2.190	2.920	3.520
		Ondulado	910	1.440	2.090	2.790	3.360
		Montanhoso	830	1.310	1.910	2.550	3.070
	6	Plano	1.440	2.260	3.290	4.390	5.290
		Ondulado	1.370	2.160	3.140	4.180	5.040
		Montanhoso	1.250	1.970	2.870	3.830	4.610

Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010, p. 81).

Obs.: Admitiram-se as seguintes condições: rodovia com VFL de 100 km/h atende a 5 acessos/km; rodovia com VFL de 80 km/h atende a 15 acessos/km; largura de faixa = 3,60 m; largura de acostamento > 1,80 m; faixas de sentido contrário separadas fisicamente por canteiros ou barreiras; FHP = 0,88; 5% de caminhões; e usuários regulares. (INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS, 2010, p. 81).

Tabela 3 – Volumes de serviço em rodovias expressas

Área	Número de Faixas da Rodovia	VFL (km/h)	Volumes (veic/h) por Nível de Serviço				
			A	B	C	D	E
Urbana	4	98	1.320	1.940	2.820	3.680	4.110
	6	101	1.900	2.980	4.340	5.570	6.200
	8	103	2.590	4.070	5.920	7.500	8.310
	10	106	3.320	5.210	7.550	9.450	10.450
Rural	4	120	1.440	2.260	3.150	3.770	4.120
	6	120	2.160	3.400	4.720	5.660	6.180
	8	120	2.880	4.530	6.300	7.540	8.240
	10	120	3.600	5.660	7.870	9.430	10.300

Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010, p. 82).

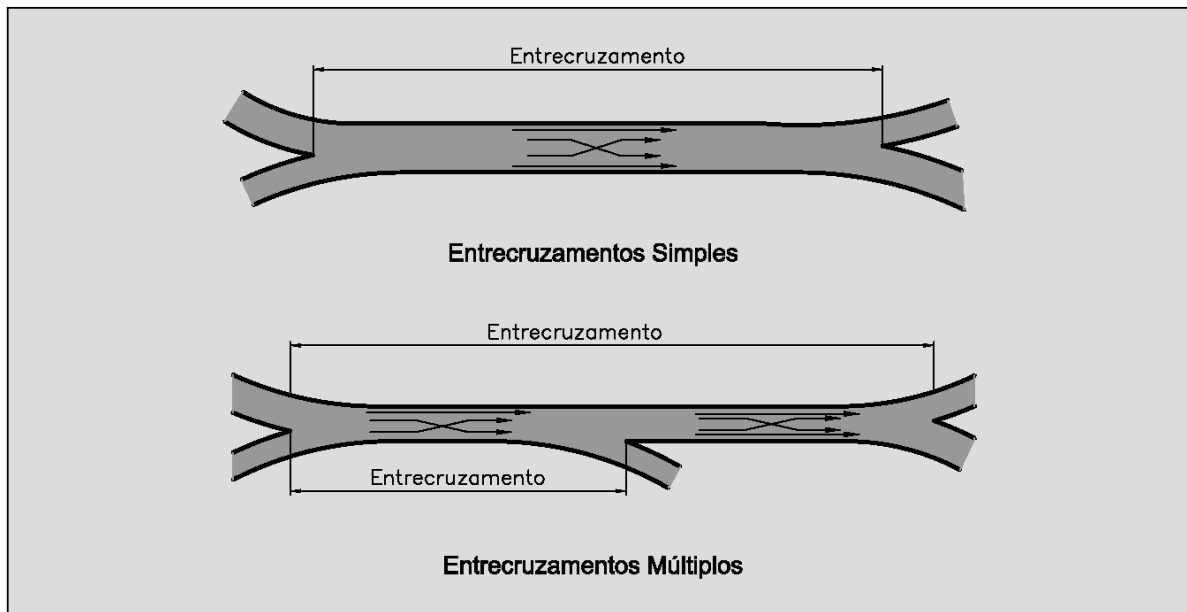
Obs.: Admitiu-se: Urbanas - VFL = 110 km/h; faixas de tráfego= 3,60 m; acostamentos = 1,80 m; terreno plano; 5% de caminhões; sem ajustamento para população de motoristas, FHP = 0,92; 0,63 interconexões por km. Rurais – VFL = 120 km/h; faixas de tráfego= 3,60 m; acostamentos = 1,80 m; terreno plano; 5% de caminhões; sem ajustamento para população de motoristas, FHP = 0,88; 0,31 interconexões por km. (INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS, 2010, p. 82).

a) Trechos de entrecruzamento

Segundo Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010), os entrecruzamentos acontecem quando há correntes de tráfego de igual sentido que se cruzam. Eles podem ser simples (uma entrada na corrente de tráfego e uma saída em seguida) ou múltiplos (duas entradas na corrente de tráfego seguidas de uma ou mais saídas, ou uma entrada seguida por duas ou mais saídas), como apresentado na Figura 7.

Conforme Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005), os entrecruzamentos podem causar sérios congestionamentos quando o volume total de entrecruzamento causar considerável diminuição da velocidade de tráfego. Para evitar isso, o dimensionamento deles deve considerar níveis de serviço compatíveis com o restante da via, os quais dependem do comprimento do entrecruzamento, do número de faixas e do volume das correntes que participam e seguem em frente.

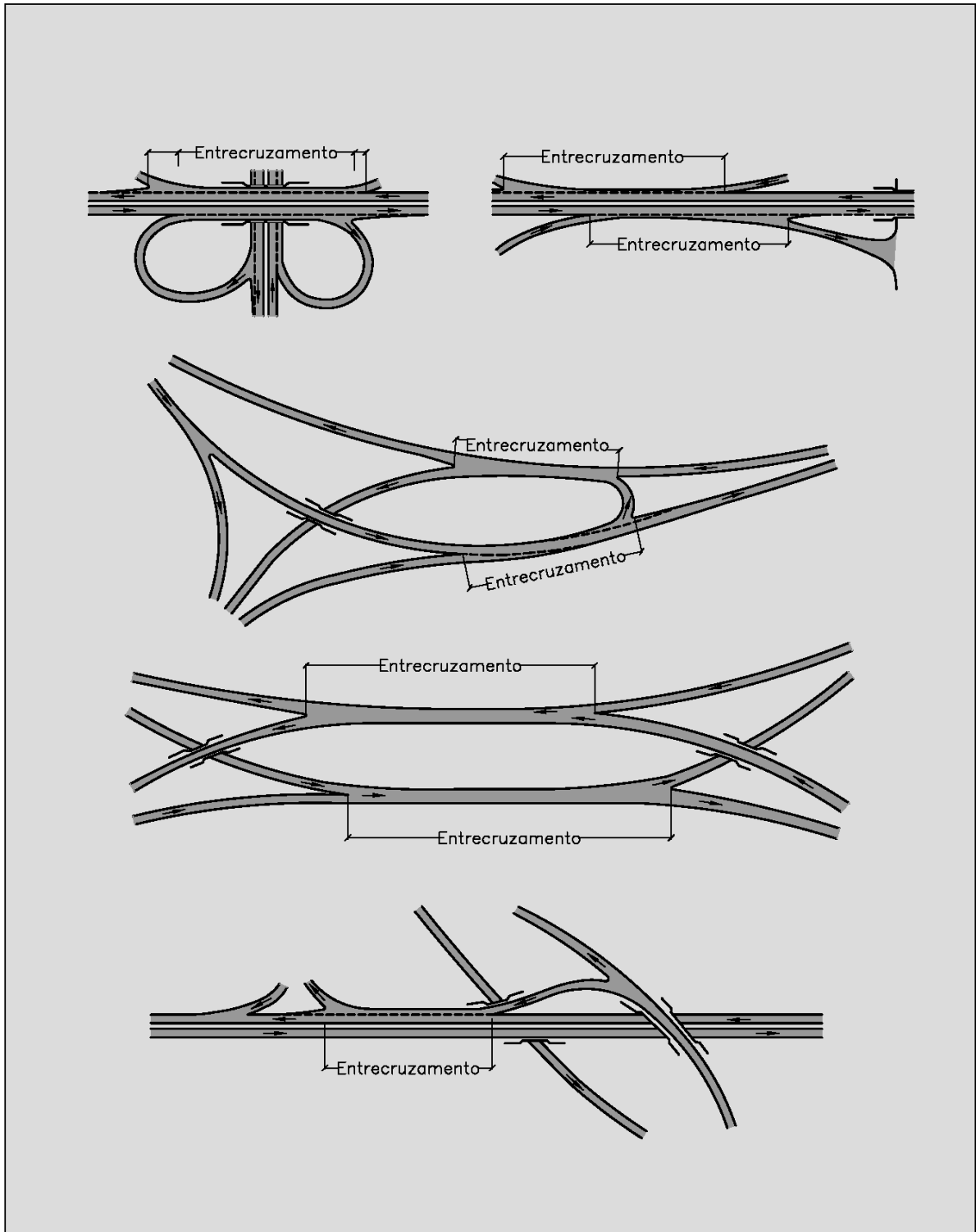
Figura 7 – Trechos de entrecruzamento



Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010, p. 83).

A Figura 8 apresenta os principais tipos de entrecruzamento.

Figura 8 – Tipos de entrecruzamento



Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010, p. 84).

b) Rodovias de múltiplas faixas sem controle de acesso

No estudo das interseções, pode-se definir **acesso** como a área onde a corrente principal de uma rodovia é interceptada pelos veículos que se utilizam das propriedades marginais, particulares ou comerciais. Do controle desses acessos depende muito a circulação na área de interseção. (SENÇO, 2008).

De acordo com Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010), quando os cruzamentos não são frequentes, ou forem em desnível, em sua maioria, e o desenvolvimento do solo lindeiro não gerar interferência significativa, rodovias de múltiplas faixas podem ser consideradas como vias expressas. A análise dessas premissas deve ser realizada no ano de projeto e deve considerar principalmente os acessos à rodovia, pois é provável o desenvolvimento geral e o aumento da atividade comercial ao longo da vida útil do projeto. Onde existem cruzamentos mais importantes ou onde o desenvolvimento lindeiro é significativo, deve-se considerar como “sem controle de acesso”.

c) Ruas arteriais e rodovias urbanas

Segundo Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010), a determinação dos volumes de serviço em ruas arteriais e rodovias urbanas não são fáceis, pois os níveis de serviço dessas vias variam com o tempo e tende a piorar de maneira imprevisível. Porém, um alto nível de operação pode ser mantido por anos com a aplicação de medidas de controle de acesso na rua ou rodovia.

d) Interseções

Conforme Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010), se as variáveis que interferem na capacidade de projeto de uma interseção puderem ser previstas para o ano de projeto, pode ser estimada a capacidade para interseções com semáforos ou sem eles, através dos procedimentos do Highway Capacity Manual (HCM). No caso de sinalizações semaforizadas, o projeto e o espaçamento delas precisa estar coordenado com a sinalização de tráfego e com as fases dos semáforos.

2.4 CLASSIFICAÇÃO DAS RODOVIAS

As rodovias podem ser classificadas de diferentes maneiras, entre elas, em relação à função, jurisdição e condições técnicas.

a) Função

Segundo Pontes Filho (1998, p. 24), as rodovias podem ser:

- **ARTERIAIS:** proporcionam alto nível de mobilidade para grandes volumes de tráfego. Sua principal função é atender ao tráfego de longa distância, seja internacional ou interestadual.
- **COLETORAS:** atende a núcleos populacionais ou centros geradores de tráfego de menor vulto, não servidos pelo Sistema Arterial. A função deste sistema é proporcionar mobilidade e acesso dentro de uma área específica.
- **LOCAIS:** constituído geralmente por rodovias de pequena extensão, destinadas basicamente a proporcionar acesso ao tráfego intra-municipal de áreas rurais e de pequenas localidades às rodovias mais importantes.

b) Jurisdição

Conforme Pontes Filho (1998, p. 24-25), as rodovias podem ter as seguintes classificações:

- **FEDERAIS:** é, em geral, uma via arterial e interessa diretamente à Nação, quase sempre percorrendo mais de um Estado. São construídas e mantidas pelo governo federal.
- **ESTADUAIS:** são as que ligam entre si cidades e a capital de um Estado. Atende às necessidades de um Estado, ficando contida em seu território. Têm usualmente a função de arterial ou coletora.
- **MUNICIPAIS:** são as construídas e mantidas pelo governo municipal. São do interesse de um município ou de municípios vizinhos, atendendo ao município que a administra, principalmente.
- **VICINAIS:** são em geral estradas municipais, pavimentadas ou não, de uma só pista, locais, e de padrão técnico modesto. Promovem a integração demográfica e territorial da região na qual se situam e possibilitam a elevação do nível de renda do setor primário. Podem também ser privadas, no caso de pertencerem a particulares.

c) Classes de rodovias

O Quadro 3 apresenta a classificação das rodovias conforme o critério técnico do volume diário médio (VDM).

Quadro 3 – Classes de projeto para rodovias estaduais

CLASSE DE PROJETO		CARACTERÍSTICAS		VDM ₁₀ (1)
0		Via expressa controle total de acesso		A classificação técnica nesta classe depende de decisão administrativa
I	A	Pista dupla	Controle parcial de acesso	> 9000 (2)
	B	Pista simples		3000 - 9000 (2)
II		Pista simples		1500 - 3000 (2)
III		Pista simples		300 - 1500 (2)
IV		Pista simples		< 300 (2)

Fonte: Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 16).

O Quadro 3 possui as seguintes observações, de acordo com Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 16):

- (1) VDM₁₀ é o volume diário médio previsto para o 10º ano após a abertura ao tráfego.
- (2) Para os projetos de restauração, os VDM apresentados servem como orientação devendo ser verificado o nível de serviço, que não poderá ser inferior ao Nível C para zonas planas e onduladas e inferior ao Nível D para zona montanhosa.

As classes das rodovias estaduais são:

- Classe 0

Segundo Rio Grande do Sul (1991, v. 1), trata-se de via expressa com controle de acesso, enquadrada por decisão de órgão administrativo.

De acordo com Adada (2008), o termo “Via Expressa” refere-se a rodovias com pistas duplas, as quais possuem controle parcial de acessos e admitem interseções no mesmo nível. Elas podem ser denominadas como *Expressways*. O DNER utiliza a terminologia incorretamente, pois as “Vias Expressas” citadas por ele possuem interseções em níveis distintos e controle total de acessos, o que internacionalmente é denominado como *Freeways*.

Conforme Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 15-17), os critérios para o enquadramento em classe 0 são:

- (1) Quando a função absolutamente preponderante da rodovia for a de atender a demanda do tráfego de passagem pela região atravessada (função mobilidade), sem maiores considerações quanto ao atendimento do tráfego local e das propriedades lindeiras (função acessibilidade) que, por hipótese, serão atendidas por outras vias;
- (2) Quando a interferência recíproca entre atividades humanas nas propriedades lindeiras ou áreas vizinhas à faixa de domínio (pedestres, paradas de ônibus, tráfego local, etc) e o fluxo de tráfego direto causarem atritos indesejáveis sob aspectos operacionais e de segurança;
- (3) Quando a rodovia constituir trecho ou parte de um sistema viário (conjunto de estradas do mesmo padrão) cujas características técnicas e operacionais se desejar manter uniformes e homogêneas.
- (4) Quando os volumes de tráfego forem elevados. Os custos e outros fatores condicionais inerentes à implantação de rodovias desse padrão são os mais elevados, justificando-se onde os volumes de tráfego envolvidos sejam relativamente altos geralmente não inferiores aqueles que requeriam uma rodovia Classe 1.A, ressalvado o critério do item (3).

- Classe I

Segundo Rio Grande do Sul (1991, v. 1), essa classe é subdividida em: vias de classe I-A (pista dupla) e classe I-B (pista simples).

Conforme Rio Grande do Sul (1991, v. 1), a classe I-A possui controle parcial de acesso e o número de faixas depende do tráfego previsto. Essa classe é recomendada em casos em que o tráfego futuro previsto para rodovias de pista simples implicar em níveis de serviço inferiores ao nível C. Em terrenos montanhosos, recomenda-se considerar a adoção de faixa adicional de subida (3ª faixa) antes de enquadrar na classe I-A.

A classe I-B pode ser caracterizada como:

“Rodovia de elevado padrão, com pista simples, suportando volumes de tráfego, conforme projetado para o 10º ano após a abertura ao tráfego compreendidos entre os seguintes limites: 3000 a 9000”. (RIO GRANDE DO SUL, 1991, v. 1, p.18).

- Classe II, III e IV

De acordo com Rio Grande do Sul (1991, v. 1), a escolha das classes II, III e IV depende do volume de tráfego projetado para o 10º ano após a abertura. O enquadramento em cada classe depende da Tabela 6.

2.5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE PROJETO

Conforme Pontes Filho (1998), projeto geométrico é a parte do projeto de estradas que avalia as características geométricas, as quais, caso não sejam adequadas, podem causar acidentes e baixa eficiência da via.

O anexo A apresenta as características básicas do projeto geométrico das rodovias estaduais, conforme indicado pelo DAER-RS em seu volume 1 das normas de projetos rodoviários.

a) Relevo

Não existem definições precisas em relação à diferença entre as regiões: plana, ondulada e montanhosa.

De acordo com Brasil (1997, p. 266), existem as seguintes definições:

TERRENO MONTANHOSO: qualquer combinação de alinhamento horizontal e vertical que obriga aos veículos pesados a operarem em velocidade reduzida por distâncias significativas ou a intervalos frequentes.
 TERRENO ONDULADO: qualquer combinação de alinhamento horizontal e vertical que obrigue aos veículos pesados a uma substancial redução de velocidade em relação aos automóveis, contudo não os obrigando a uma velocidade muito baixa em nenhum instante.
 TERRENO PLANO: qualquer combinação de alinhamento horizontal e vertical que permite aos veículos pesados a manterem aproximadamente a mesma velocidade que os automóveis.

O Quadro 4 indica as definições relativas ao relevo conforme o Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná (DER – PR).

Quadro 4 – Definições em relação ao relevo

Inclinação do Terreno	Região
< 10%	Plana
10 a 25%	Ondulada
> 25%	Montanhosa

Fonte: Elaborado pelo autor, com base no Adada (2008, p. 34).

De acordo com AASHTO (1994 apud ADADA, 2008, p. 32):

Região plana: é aquela que permite a implantação de rodovias com grandes distâncias de visibilidade, sem dificuldades de construção e sem custos elevados.

Região ondulada: é aquela onde as inclinações naturais do terreno exigem frequentes cortes e aterros de dimensões reduzidas para acomodação dos greides das rodovias, e que eventualmente oferecem alguma restrição à implantação dos alinhamentos horizontal e vertical.

Região montanhosa: é aquela onde são abruptas as variações longitudinais e transversais da elevação do terreno em relação à rodovia, e onde são frequentemente necessários aterros e cortes laterais das encostas para se conseguir implantar alinhamentos horizontais e verticais aceitáveis.

b) Velocidade de projeto

Segundo Pontes Filho (1998), a velocidade de projeto, ou velocidade diretriz, é a velocidade considerada no projeto e que condiciona características da via, tais como a curvatura, superelevação e distância de visibilidade. A velocidade de projeto deve estar coerente com a topografia e com a classe da rodovia, pois ela determina as condições de operação segura e confortável para os usuários da via.

De acordo com Pontes Filho (1998), uma única velocidade diretriz deve ser adotada, no entanto, quando a variação da topografia da região for significativa, podem ser adotadas velocidades diferentes em alguns trechos. Fator importante para considerar é o custo de construção, pois elevadas velocidades de projeto requerem características geométricas com maior amplitude, o que normalmente eleva consideravelmente o custo.

A Tabela 4 apresenta as velocidades indicadas para cada classe de projeto, de acordo com o relevo da região.

Tabela 4 – Velocidade diretriz para rodovias estaduais (km/h)

Classes do Projeto	Relevo		
	Plano	Ondulado	Montanhoso
0	120	100	80
I	100	80	60
II	80	70	50
III	80	60	40
IV	60	40	30

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 22).

c) Velocidade de operação

Conforme Pontes Filho (1998), a velocidade de operação é a soma das distâncias percorridas pelo tráfego, ou parte dele, dividida pelo tempo de percurso. Também pode ser considerada a velocidade mais alta, sem exceder a velocidade de projeto, que o veículo pode realizar sob condições favoráveis de tempo e tráfego,

visto que os veículos não conseguem percorrer todo o percurso com a velocidade de projeto.

A Tabela 5 apresenta a velocidade operacional relacionada a cada velocidade diretriz.

Tabela 5 – Relação entre a velocidade diretriz e a velocidade operacional

Velocidade Diretriz (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Velocidade Operacional (km/h)	37	44	51	58	64	69	74	78	81

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 22).

d) Distâncias de visibilidade

Conforme Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010), as distâncias de visibilidade dependem das características geométricas da rodovia para proporcionar padrões de visibilidade adequados, a fim de que possam parar o veículo, interromper ou concluir uma ultrapassagem sem perder o conforto e a segurança.

“A visibilidade é limitada pelas mudanças de direção e declividade ao longo de sua extensão, especialmente pelas curvas horizontais nos trechos em corte e pelas curvas verticais”. (PONTES FILHO, 1998, p. 59).

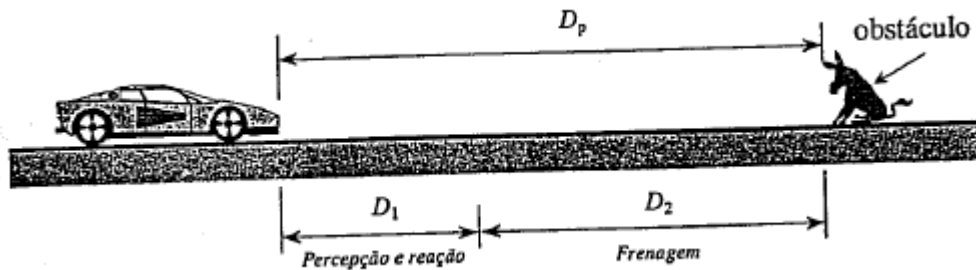
“Essas distâncias podem ser restringidas por curvas verticais convexas de comprimento insuficiente, por curvas verticais côncavas em trechos não iluminados, ou por obstáculos laterais muito próximos da pista”. (INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS, 2010, p. 209).

Existem diferentes distâncias de visibilidade: de parada, de ultrapassagem e para tomada de decisão.

- **Distância de visibilidade de parada**

De acordo com Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010), a distância de visibilidade de parada é a distância mínima que um veículo, sob a velocidade diretriz, necessita para conseguir parar com segurança após identificar um obstáculo na via.

Figura 9 – Distância de visibilidade de parada



Fonte: Pontes Filho (1998, p. 61).

A Tabela 6 apresenta dois tipos de valores para a distância de visibilidade de parada: os valores mínimos e os valores desejáveis.

Tabela 6 – Distância de visibilidade de parada (m)

Distância de Visibilidade de Parada (m)	Velocidade Diretriz (km/h)								
	30	40	50	60	70	80	90	100	120
Mínima	30	45	60	75	90	110	130	155	205
Desejável	30	45	65	85	110	140	175	210	310

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 23).

A Tabela 7 apresenta os valores médios de velocidade consequentes da chuva, os quais são considerados para a determinação da distância de visibilidade de parada mínima.

Tabela 7 – Velocidade Diretriz com tempo chuvoso

Velocidade Diretriz (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	120
Velocidade Medida (km/h)	30	38	46	54	62	71	79	86	98

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 23).

Segundo Rio Grande do Sul (1991, v. 1), os cálculos do valor da distância de visibilidade de parada consideram a altura dos olhos do motorista igual a 1,10 m e a altura do obstáculo equivale a 0,15 m. O cálculo segue a fórmula abaixo (equação 2) e para fins de projeto é arredondado:

$$d = 0,7V + \frac{V^2}{255f} \quad (2)$$

Onde:

d = distância de visibilidade de parada (m);

V = velocidade diretriz (km/h);

f = coeficiente de atrito entre pneu e pavimento molhado no caso de frenagem (adimensional).

Conforme Rio Grande do Sul (1991, v. 1), o tempo de percepção e reação corresponde ao termo $(0,7V)$, o que considera o tempo de 2,5 segundos. A distância percorrida desde o acionamento do sistema de frenagem até a imobilização equivale ao segundo termo.

Os valores de coeficiente de atrito para os casos de distância de visibilidade de parada mínima e desejável estão, respectivamente, nas Tabelas 8 e 9.

Tabela 8 – Valores de f para a velocidade média de viagem V'

v'	30	38	46	54	62	71	79	86	98
f	0,40	0,38	0,36	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,28

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 24).

Tabela 9 – Valores de f para a velocidade diretriz V

v	30	40	50	60	70	80	90	100	120
f	0,40	0,37	0,35	0,33	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 24).

I. Efeito do greide

A equação 3 é necessária para determinar a distância de visibilidade de parada recomendada devido à existência do greide.

$$d = 0,278Vt + \frac{V^2}{254 \left(\left(\frac{j}{9,81} \right) + i \right)} \quad (3)$$

Onde:

d = distância de visibilidade de parada (m);

V = velocidade diretriz (km/h);

t = tempo de percepção e reação = 2,5 s;

j = taxa de desaceleração (m/s²) = 3,4 m/s²;

i = greide da rodovia, positivo no sentido ascendente e negativo no descendente (m/m).

II. Efeito dos caminhões

Segundo Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010), o cálculo da distância de visibilidade de parada é baseado na operação de carros, embora os caminhões sejam mais pesados e maiores, dessa forma, precisam de distâncias maiores para parar. Porém, os caminhões possuem o assento mais alto, por isso a distância de visibilidade é maior, dessa forma, o cálculo considera apenas veículos de passeio.

- **Distância de visibilidade para tomada de decisão**

De acordo com Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010), a distância de visibilidade para tomada de decisão é a distância que o motorista precisa para conscientizar-se de situação de difícil percepção, perigosa ou inesperada, avalie o problema, defina a solução e execute a manobra com segurança e eficiência. Esse tipo de distância precisa ser considerado em interseções que requeiram manobras pouco comuns, em praças de pedágio (com mudança de seção transversal), em locais com redução de número de faixas de tráfego e em locais com concentração de demanda de tráfego. A característica comum que tais exemplos possuem é a possibilidade de erro na identificação, análise ou decisão referente ao problema.

A Tabela 10 apresenta a distância recomendada para a execução de algumas manobras (B, D e E) conforme a velocidade diretriz.

Tabela 10 – Distância de visibilidade para tomada de decisão (m)

Velocidade Diretriz (km/h)	Tipo de Manobra		
	B	D	E
50	155	170	195
60	195	205	235
70	235	235	275
80	280	270	315
90	325	315	360
100	370	355	400
110	420	380	430

Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010, p. 214).

Em relação à Tabela 10, seguem as observações, de acordo com Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010, p. 214):

Manobras de Evasão B: Simples parada em via urbana ($t = 9,1$ s).
 Manobras de Evasão D: Desvio de obstáculo em via suburbana ($t = 12,1$ a $12,9$ s).
 Manobras de Evasão E: Desvio de obstáculo em via urbana ($t = 14,0$ a $14,5$ s).

Conforme Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010), recomenda-se que tal distância esteja disponível nos locais críticos citados ou que os pontos críticos sejam movidos para locais com maior visibilidade. Caso não seja possível ter as distâncias recomendadas por condições de projeto horizontal ou vertical, ou não seja possível mudar o ponto crítico de posição, os motoristas devem receber informações sobre as condições prováveis que encontrarão em sua viagem.

As distâncias de visibilidade para tomada de decisão referentes às manobras A (simples parada) e C (desvio de obstáculo), que se referem às vias rurais, estão na Tabela 11.

Tabela 11 – Distâncias de visibilidade para tomada de decisão (m)

Velocidade diretriz (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Simples parada	50	75	95	125	155	185	225	265	305
Desvios de obstáculos	115	145	175	200	230	275	315	335	375

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Brasil (1999, p. 57).

“As distâncias da Tabela 11 não são obrigatórias, mas recomenda-se que se tente atendê-las quando possível. Em locais potencialmente perigosos poderão contribuir para reduzir o número de acidentes”. (BRASIL, 1999, p. 57).

Para as manobras A e B, as distâncias são determinadas pela equação 4.

$$d = 0,278Vt + 0,039\frac{V^2}{j} \quad (4)$$

Onde:

d = distância de visibilidade para tomada de decisão (m);

V = velocidade diretriz (km/h);

t = tempo pré-manobra (s);

j = desaceleração (m/s^2).

Para as manobras C, D e E, as distâncias são determinadas pela equação 5.

$$d = 0,278Vt \quad (5)$$

Onde:

d = distância de visibilidade para tomada de decisão (m);

V = velocidade diretriz (km/h);

t = tempo pré-manobra (s).

- **Distância de visibilidade de ultrapassagem**

De acordo com Pontes Filho (1998), trata-se da distância necessária para a manobra de ultrapassagem em condições seguras e confortáveis, quando o veículo estiver atrás de outro com velocidade menor, em uma via de pista simples e mão dupla. Recomenda-se propiciar trechos com viabilidade de ultrapassagem em intervalos frequentes, principalmente com volumes de tráfego elevados, pois a falta de trechos com tal característica pode causar a redução da capacidade e queda do nível de serviço. A frequência recomendada é a cada 1,5 a 3,0 quilômetros e com a maior extensão possível, pois distâncias maiores permitem o aumento do número de oportunidades e do número de veículos que consegue fazer em cada tentativa bem-sucedida.

Os valores calculados apresentados na Tabela 12 contemplam o caso de um veículo isolado, trafegando à velocidade média de viagem para volumes de tráfego medianamente elevados, sendo ultrapassado por um outro veículo viajando no mesmo sentido a uma velocidade 16 km/h superior. Supõe-se também que esta seja a velocidade do veículo se aproximando em sentido contrário. Os olhos do motorista encontram-se aproximadamente a 1,14 metros sobre a pista, e a altura do veículo em sentido oposto é de 1,37 metros. (RIO GRANDE DO SUL, 1991, v. 1, p. 25).

Tabela 12 – Distância de visibilidade de ultrapassagem

Velocidade Diretriz (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	120
Distância de Visibilidade de Ultrapassagem (m)	180	270	350	420	490	560	620	680	740

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 25).

“Obs: nos trechos de estradas de pista dupla, a distância de visibilidade será a metade dos valores fixados na Tabela 12”. (RIO GRANDE DO SUL, 1991, v. 1, p. 25).

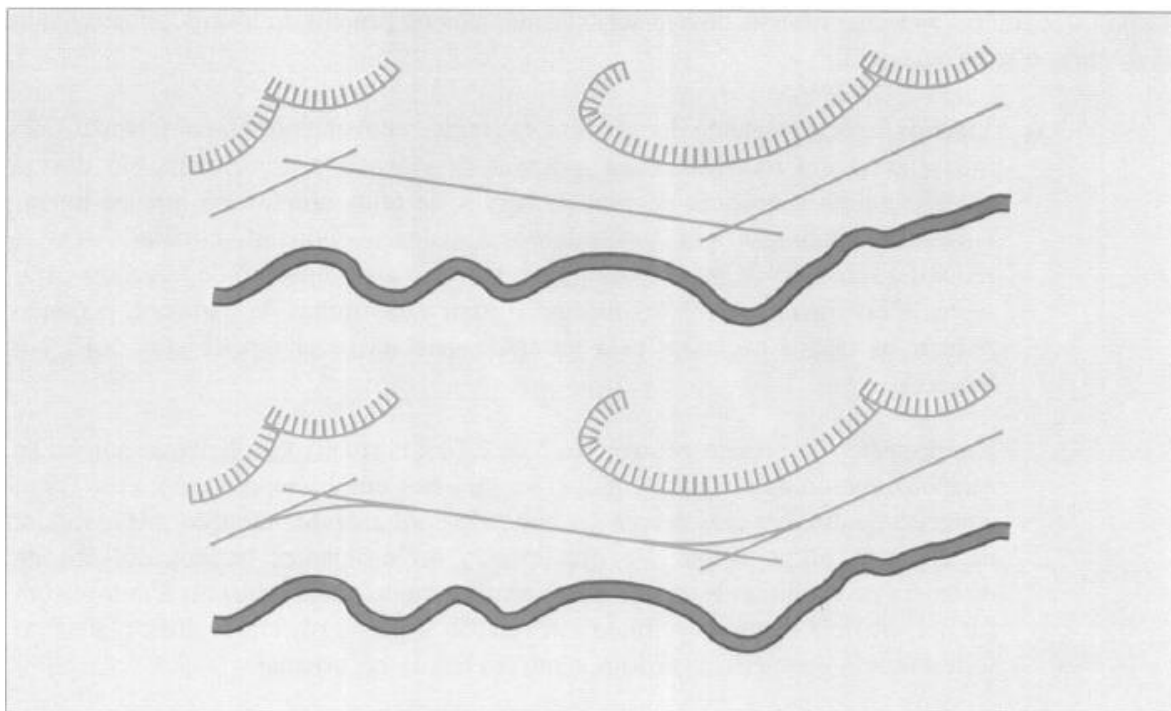
2.6 ALINHAMENTO HORIZONTAL

Conforme Pontes Filho (1998), o alinhamento horizontal é composto por trechos retilíneos e curvos em uma estrada, os quais devem estar em concordância com a topografia, o que se deseja para fins construtivos, de manutenção e estéticos.

a) Conceitos gerais para o traçado

Segundo Pontes Filho (1998), o alto padrão é alcançado com a adoção de curvas com raios grandes e longas tangentes seguidas por curvas circulares com pequeno desenvolvimento. A Figura 10 apresenta a concordância das tangentes.

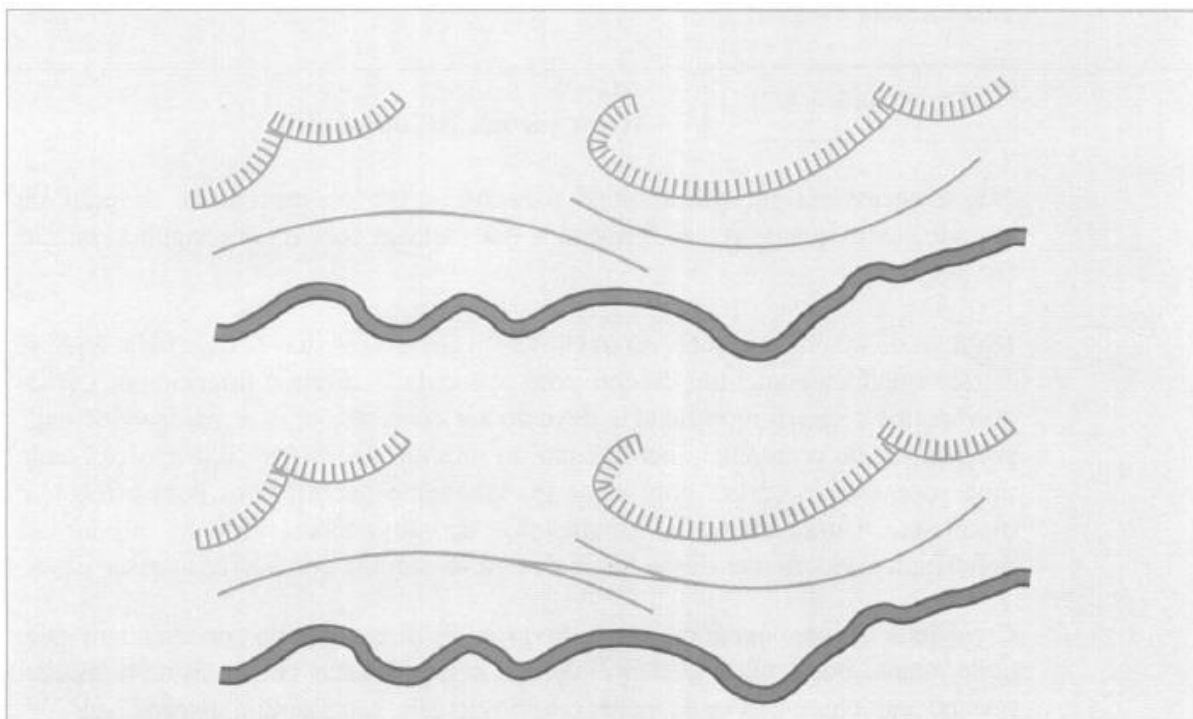
Figura 10 – Tangentes longas concordadas com curvas de raio pequeno



Fonte: Brasil (1999, p. 64).

De acordo com Rio Grande do Sul (1991, v. 1), no traçado convencional, primeiro são estabelecidas as tangentes e então são estabelecidas curvas com raio um pouco superior ao mínimo para realizar a concordância. A Figura 11 apresenta a concordância dos raios.

Figura 11 – Curvas de raio longo concordadas com tangentes curtas



Fonte: Brasil (1999, p. 64).

De acordo com Rio Grande do Sul (1991, v. 1), no traçado fluente, primeiro são estabelecidas longas curvas com raios amplos e então são estabelecidas as curvas de transição, o que minimiza as tangentes.

Conforme Rio Grande do Sul (1991, v. 1), limitar a extensão das tangentes (T) a percursos de 1,5 min com velocidade diretriz (V), considerando T (em metros) $< 25 V$ (em km/h), implicará em redução da sensação de monotonia para o usuário e do ofuscamento noturno.

Segundo Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 145-147):

b) No caso de ângulos centrais AC pequenos, iguais ou inferiores a 5, para evitar a aparência de quebrado alinhamento, os raios deverão ser suficientemente grande para proporcionar os desenvolvimentos circulares mínimos D obtidos pela fórmula a seguir:

$$D \geq 30 (10 - AC)$$

$$AC \leq 5^\circ$$

(D e R em metros, AC em graus)

Não é necessária curva horizontal para $AC < 0^\circ 15'$; entretanto, deverão ser evitados tanto quanto possível traçados que incluem curvas com ângulos centrais tão pequenos.

c) Ao final de longas tangentes ou trechos com curvaturas suaves ou, ainda, onde se seguir imediatamente um trecho com velocidade diretriz inferior, as curvas horizontais a serem introduzidas deverão ser coerentes com a maior velocidade precedente, de preferência bem acima do mínimo necessário, e

proporcionando uma sucessão de curvas com raios gradualmente decrescentes para orientar o motorista. Uma sinalização adequada de advertência poderá aliviar as deficiências decorrentes desse fato e deverá ser sempre considerada nesses casos.

d) Considerações de aparência da rodovia e de dirigibilidade recomendam que, tanto quanto possível, as curvas circulares sejam dotadas de curvas de transição, mesmo naqueles casos onde, pelos critérios usuais, estas seriam dispensáveis

e) É indesejável, sob aspectos operacionais e de aparência, a existência de duas curvas sucessivas no mesmo sentido quando entre elas existir um curto trecho em tangentes. De preferência, serão substituídas por uma única curva longa bem estudada ou, pelo menos, a tangente intermediária deverá ser substituída por um arco circular, constituindo-se então uma curva composta, evitando-se uma grande diferença de curvatura entre os raios. As curvas deverão ser concordadas quando necessário por segmentos de espirais adequados.

Não sendo possível adotar essas medidas, a extensão T da tangente intermediária que reduz esse problema deverá ser superior ao percurso de aproximadamente 15 segundos percorrido à velocidade diretriz V, ou seja,

$$T > 4 v$$

(T em metros; V em km/h)

f) Curvas sucessivas em sentidos opostos, dotadas de curvas de transição deverão ter suas extremidades coincidentes ou separadas por extensões curvas em tangente.

Entretanto, no caso de curvas reversas sem espiral, o comprimento mínimo da tangente intermediária deverá permitir a transição da superelevação em qualquer hipótese.

g) Curvas sucessivas, por considerações operacionais e de aparência, deverão desejavelmente manter um interrelacionamento, de modo a evitar variações abruptas de curvaturas, situação anti-natural que surpreende e confunde o motorista. Um critério desejável, a ser seguido quando possível, e que pode ser usado para orientar a escolha dos raios de curvas sucessivas encontra-se resumido na gráfico a seguir (Figura 12).

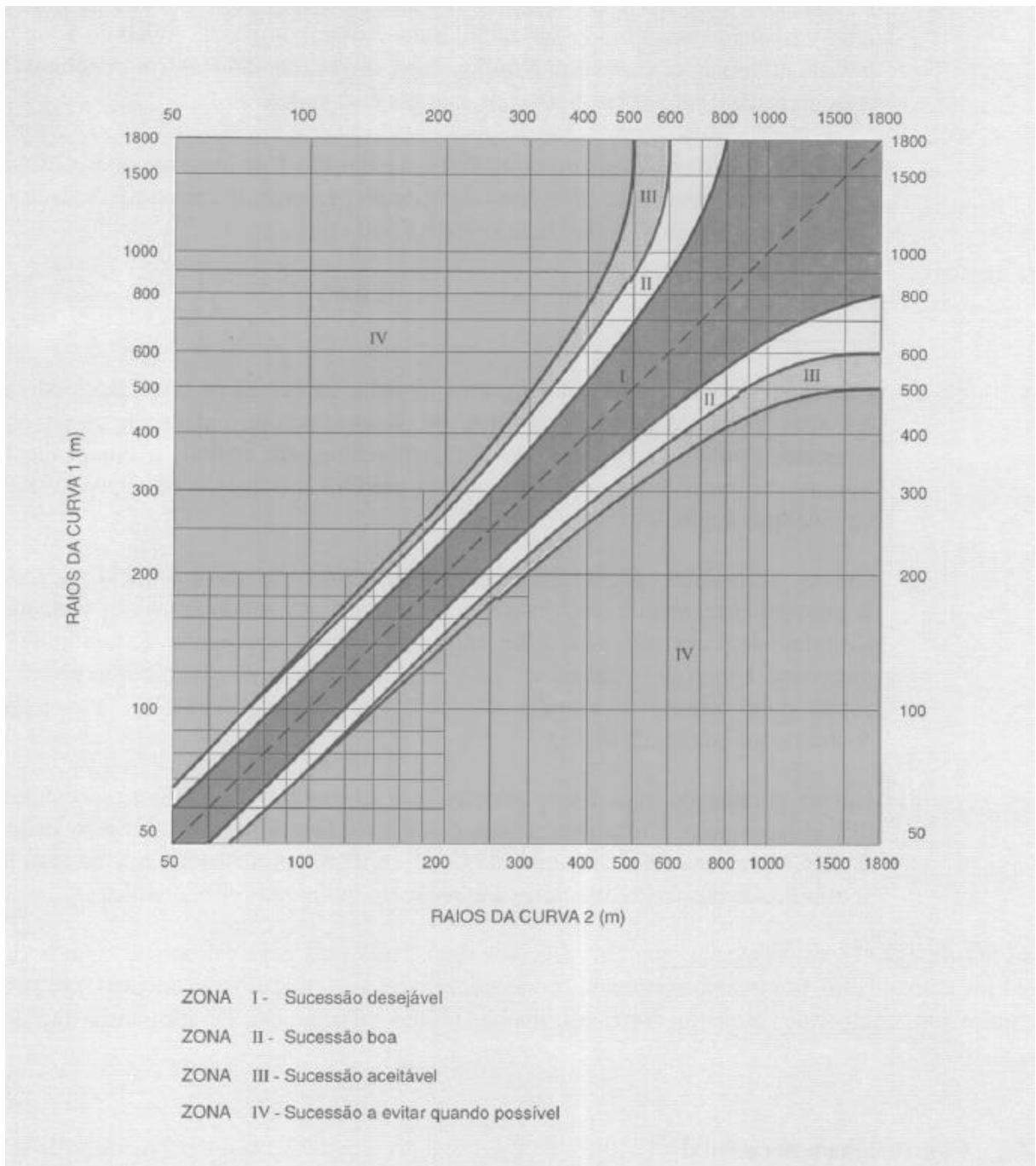
h) Curvas dotadas de raios muito grandes (por exemplo, $R > 5.000\text{m}$) apresentam dificuldades para serem percorridas e seu uso deverá ser evitado. Isso ocorre devido a pequena deflexão unitária que se verifica, por vezes inferior ao grau de sensibilidade das rodas dianteiras a atuação do motorista sobre o volante.

i) Nos projetos de melhoramento os eixos locados deverão ser preferencialmente posicionados de modo a propiciar o alargamento das rodovia existente num único lado.

De acordo com Pontes Filho (1998, p. 285):

- A escolha inadequada do traçado em planta é causa de acidentes, limitação da capacidade de tráfego da estrada e aumento do custo de operação, além de causar má aparência do ponto de vista estético. O traçado deve ser o mais uniforme e homogêneo possível.
- Curvas fechadas no fim de longas tangentes são pontos potenciais de acidentes. O mesmo ocorre com curvas de raios muito diferentes dos raios das demais curvas.

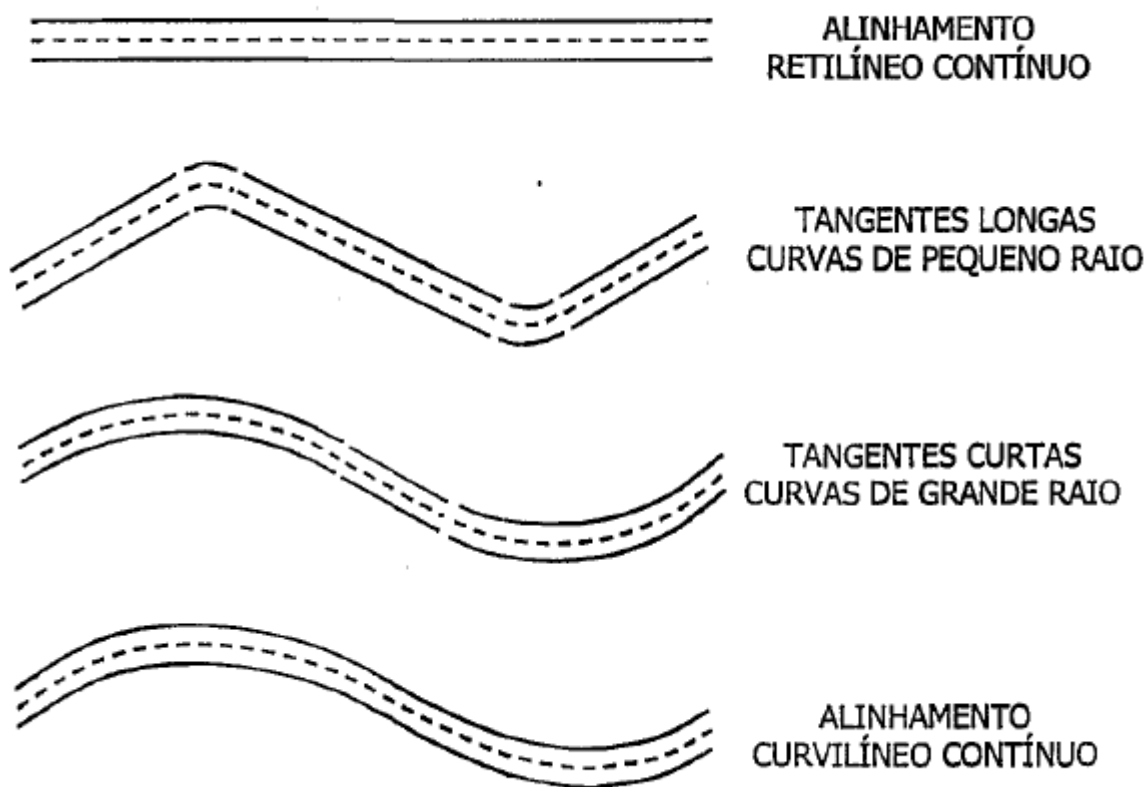
Figura 12 – Critérios desejáveis para orientar a escolha dos raios de curvas sucessivas



Fonte: Brasil (1999, p. 66).

Os tipos de alinhamento horizontal de uma estrada estão apresentados na Figura 13.

Figura 13 – Alinhamento horizontal de uma estrada



Fonte: Pontes Filho (1998, p. 286).

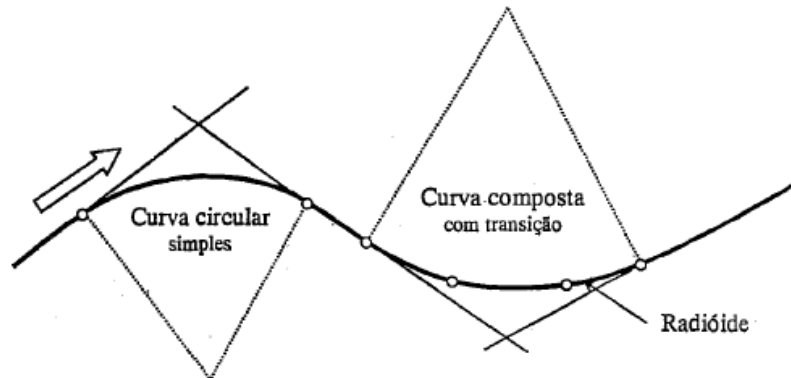
b) Concordância horizontal

Conforme Brasil (1999), dois trechos em tangente podem ser conectados de três maneiras diferentes:

- Curva circular simples, quando um arco liga dois trechos em tangente.
- Curva circular composta, quando dois ou mais arcos de círculo sucessivos conectam dois trechos em tangente. Geralmente, o primeiro e o terceiro arco possuem raios iguais, diferentemente do segundo arco, o qual possui raio menor que os outros. Recomenda-se que dois arcos sucessivos estejam próximos da razão de 1,5:1 ou até 2:1 nas interseções.
- Curva de raio constante combinada com curvas de raios variáveis (curvas de transição), em que as curvas de raio variável geralmente possuem mesmo comprimento, mas em interseções podem ser recomendados comprimentos diferentes para acompanhar a trajetória real dos veículos em casos severos de dificuldades de espaço.

A Figura 14 apresenta a curva circular simples e a curva composta com transição.

Figura 14 – Tipos de curvas horizontais

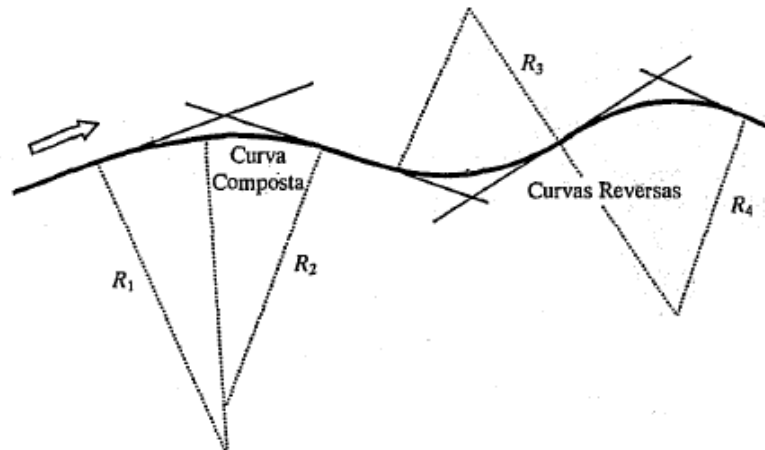


Fonte: Pontes Filho (1998, p. 37).

“Quando duas curvas se cruzam em sentidos opostos com o ponto de tangência em comum, recebem o nome de curvas reversas”. (PONTES FILHO, 1998, p. 37).

A Figura 15 apresenta a curva composta e as curvas reversas.

Figura 15 – Tipos de curvas horizontais



Fonte: Pontes Filho (1998, p. 38).

c) Raios mínimos de curvatura

Tabela 13 – Raios mínimos (m)

e _{máx}	V (km/h)								
	30	40	50	60	70	80	90	100	120
6%	25	55	90	135					
8%		50	80	125	170	230			
10%				115	155	210	265	345	540

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 32).

A Tabela 13 apresenta os valores de raio mínimo para diferentes velocidades V , em acordo com a taxa máxima de superelevação ($e_{máx}$). A equação 6 apresenta a fórmula para determinar o raio mínimo de uma curva horizontal.

$$R_{mín} = \frac{v^2}{127 (e_{max} + f_{max})} \quad (6)$$

Onde:

R = raio da curva (m);

V = velocidade diretriz (km/h);

f_{max} = máximo coeficiente de atrito transversal admissível entre pneu e pavimento (adimensional);

e_{max} = máxima taxa de superelevação admissível adotada, em valores absolutos (m/m).

A Tabela 14 apresenta os valores máximos de projeto para o coeficiente de atrito transversal (f).

Tabela 14 – Coeficiente de atrito transversal f

V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	120
f	0,20	0,18	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 33).

Segundo Rio Grande do Sul (1991, v. 1), os valores da Tabela 14 poderiam ser maiores, visto que os veículos mais novos possuem pneus melhores.

d) Curvas horizontais circulares

Conforme Pontes Filho (1998), uma estrada deve possuir o traçado mais curto possível, porém, para desviar de obstáculos econômicos, as curvas horizontais devem ser empregadas.

De acordo com Pontes Filho (1998, p. 72),

Geralmente a topografia da região atravessada, as características geológicas e geotécnicas dos solos de fundação, a hidrografia e problemas de desapropriação determinam o uso corrente de curvas horizontais. Escolhido o raio das curvas, as mesmas devem garantir:

- A inscrição dos veículos.
- A visibilidade dentro dos cortes.
- A estabilidade dos veículos que percorrem a via com grandes velocidades.

A Tabela 15 apresenta os valores dos raios mínimos, de acordo com a velocidade diretriz, os quais permitem dispensar a utilização da curva de transição.

Tabela 15 – Valores dos raios

V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	120
R (m)	200	350	500	700	850	1000	1200	1400	1600

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 33).

Conforme Rio Grande do Sul (1991, v. 1), os valores da Tabela 15 são apenas indicadores de ordem de grandeza, dessa forma, não devem ser considerados como precisos.

e) Geometria de curvas circulares

Segundo Pontes Filho (1998), a curva circular é projetada e locada de maneira simples e o estudo da mesma é importantíssimo, pois, ainda que seja utilizada a curva de transição, haverá uma curva circular na parte central da concordância.

Conforme Pontes Filho (1998, p. 74-75),

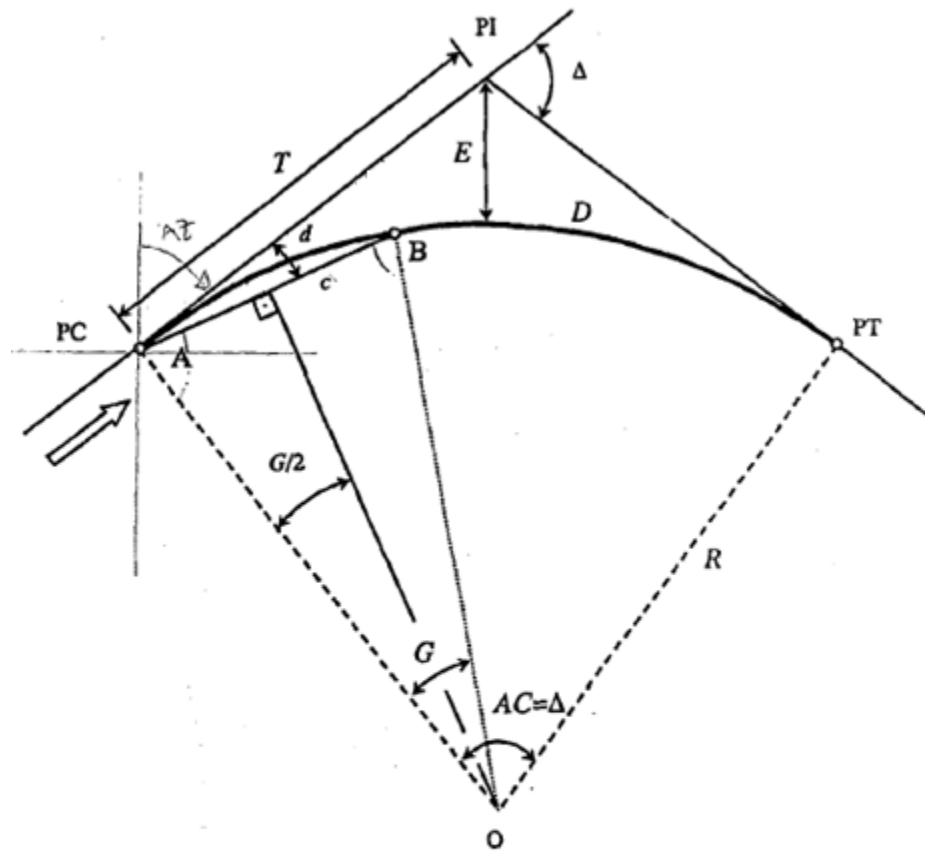
O ponto de início da curva circular denomina-se ponto de curva (PC), que pode ser à direita (PCD) ou à esquerda (PCE). A outra extremidade recebe o nome de ponto de tangente (PT). São os seguintes os principais elementos da curva circular:

- RAIO (R): é o raio do arco de círculo empregado na concordância, expresso em metros. É um elemento selecionado por ocasião do projeto, de acordo com as características técnicas da rodovia e a

topografia da região. A escolha do valor do raio pode ser feita também por meio de gabaritos, que representam, na escala da planta, trechos de curvas circulares de diversos raios, de valores convenientemente escalonados.

- **ÂNGULO CENTRAL (AC):** é o ângulo formado pelos raios que passam pelo PC e PT e que se interceptam no ponto O. Pode-se demonstrar facilmente que o ângulo central é numericamente igual à deflexão entre os alinhamentos ($AC=\Delta$).
- **TANGENTE (T):** segmentos de reta que unem os pontos de curva (PC) e de tangente (PT) ao ponto de interseção (PI).
- **DESENVOLVIMENTO (D):** é o comprimento do arco de círculo, desde o PC até o PT.
- **GRAU DA CURVA (G):** é o ângulo central que corresponde a uma corda de comprimento c. O grau é independente do ângulo central.
- **AFASTAMENTO (E):** é a distância entre o PI e o ponto médio da curva.
- **DEFLEXÃO POR METRO (dm):** ângulo formado entre a tangente T e uma corda de comprimento $c = 1$ m que parta do PC.

Figura 16 – Curva horizontal circular simples



PC = ponto de curva	T = tangente externa
PT = ponto de tangente	O = centro da curva
PI = ponto de interseção das tangentes	E = afastamento
D = desenvolvimento da curva	G = grau da curva
Δ = ângulo de deflexão	c = corda
AC = ângulo central da curva	d = deflexão sobre a tangente
R = raio da curva circular	

Fonte: Pontes Filho (1998, p. 73).

A Figura 16 apresenta a curva horizontal circular simples e os parâmetros relacionados.

Tanto para o projeto, quanto para a locação, devem ser consideradas as seguintes relações (equações 7 a 13) entre os elementos geométricos:

$$T = R \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) \quad (7)$$

$$E = R \left[\sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1 \right] \quad (8)$$

$$D = \frac{\pi R \Delta}{180^\circ} \quad (9)$$

$$E = T \tan\left(\frac{\Delta}{4}\right) \quad (10)$$

$$G = \frac{180^\circ c}{\pi R} \quad (11)$$

$$G = \frac{c \Delta}{D} \quad (12)$$

$$G = 2 \sin^{-1}\left(\frac{c}{2R}\right) \quad (13)$$

As equações 14 e 15 determinam as estacas dos pontos PC e PT:

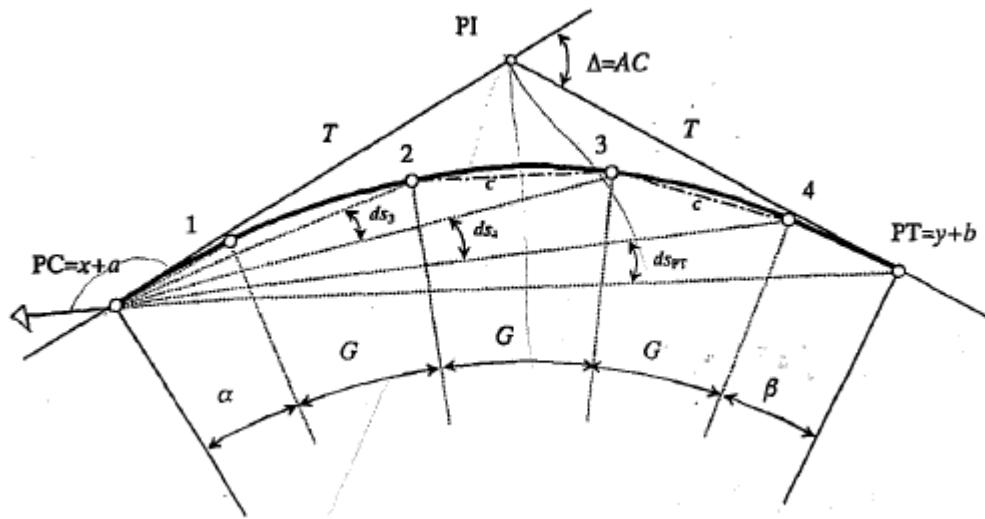
$$E(PC) = E(PI) - [T] \quad (14)$$

$$E(PT) = E(PC) + [D] \quad (15)$$

f) Locação de curvas circulares por deflexão

A Figura 17 apresenta os parâmetros relacionados à locação de uma curva circular.

Figura 17 – Locação de curvas circulares por ângulos de deflexão



Fonte: Pontes Filho (1998, p. 82).

Conforme Pontes Filho (1998), a locação por deflexões sucessivas ocorre através do ângulo que cada estaca forma com a tangente ou com a estaca anterior.

“A primeira deflexão sucessiva (ds_1) é obtida pelo produto da deflexão por metro (dm) pela distância entre o PC e a primeira estaca inteira dentro da curva (20-a)”. (PONTES FILHO, 1998, p. 83).

A equação 16 resulta na primeira deflexão sucessiva.

$$ds_1 = (c - a) \frac{G}{2c} \quad (16)$$

De acordo com Pontes Filho (1998), a multiplicação da deflexão por metro pela distância entre o PT e a última estaca inteira dentro da curva (equação 17) resulta na última deflexão sucessiva (ds_{PT}). E as demais deflexões são calculadas conforme a equação 18.

$$ds_{PT} = b \frac{G}{2c} \quad (17)$$

$$ds = d = \frac{G}{2} \quad (18)$$

Segundo Pontes Filho (1998, p. 84), afirma-se sobre as deflexões acumuladas:

“Estas são referidas sempre em relação à tangente e apresentam valores acumulados das deflexões sucessivas. Admitindo-se que os pontos PC e PT são estacas fracionárias (caso mais comum) [...]”.

Seguem abaixo as equações das deflexões acumuladas (equações 19 a 24):

$$da_1 = ds_1 = (c - a) \frac{G}{2c} \quad (19)$$

$$da_2 = ds_1 + ds_2 = (c - a) \frac{G}{2c} + \frac{G}{2} \quad (20)$$

$$da_3 = ds_1 + ds_2 + ds_3 = (c - a) \frac{G}{2c} + \frac{G}{2} + \frac{G}{2} \quad (21)$$

$$da_{n-1} = ds_1 + ds_2 + \dots + ds_{n-1} = (c - a) \frac{G}{2c} + \frac{G}{2} + \dots + \frac{G}{2} \quad (22)$$

$$da_{n-1} = (c - a) \frac{G}{2c} + (n - 2) \frac{G}{2} \quad (23)$$

$$da_n = da_{PT} = (c - a) \frac{G}{2c} + (n - 2) \frac{G}{2} + b \frac{G}{2c} \quad (24)$$

Tabela 16 – Locação de curvas circulares simples

Estacas	Deflexões Sucessivas	Deflexões Acumuladas
$PC = x + a$	0°	0°
1	ds_1	da_1
2	ds_2	da_2
3	ds_3	da_3
⋮	⋮	⋮
$PT = y + b$	ds_{PT}	$da_{PT} = \Delta/2$

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Pontes Filho (1998, p. 85).

A Tabela 16 apresenta parâmetros necessários para a locação de curvas circulares simples.

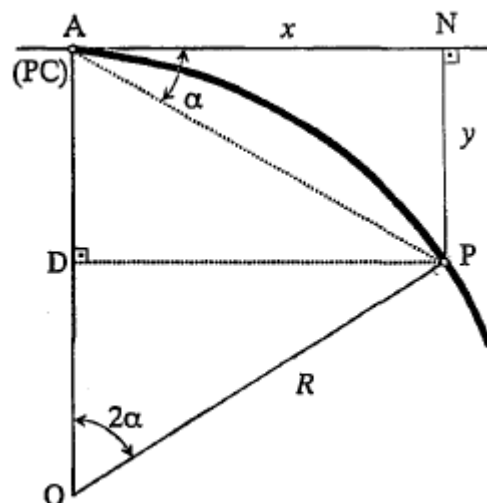
g) Locação de curvas circulares por offsets

“Para a locação de uma curva circular por offsets, deve-se calcular os valores da perpendicular $\overline{NP} = y$, quando $\overline{AN} = x$ e o raio R da curva são conhecidos [...]”. (PONTES FILHO, 1998, p. 87).

A partir do triângulo ODP da Figura 18 é obtida a equação 25.

$$y = R \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{x}{R} \right)^2} \right] \quad (25)$$

Figura 18 – Locação de curvas circulares por offsets



Fonte: Pontes Filho (1998, p. 87).

A Figura 18 apresenta os parâmetros relacionados à locação de curvas circulares por offset.

h) Curvas circulares compostas

De acordo com Hickerson (1967 apud PONTES FILHO, 1998, p. 40), “as curvas compostas são elementos importantes na adaptação do traçado de uma estrada a uma topografia acidentada, especialmente em terrenos montanhosos”.

Conforme Pontes Filho (1998), uma curva composta é constituída por duas curvas circulares consecutivas de raios diferentes com um ponto em comum,

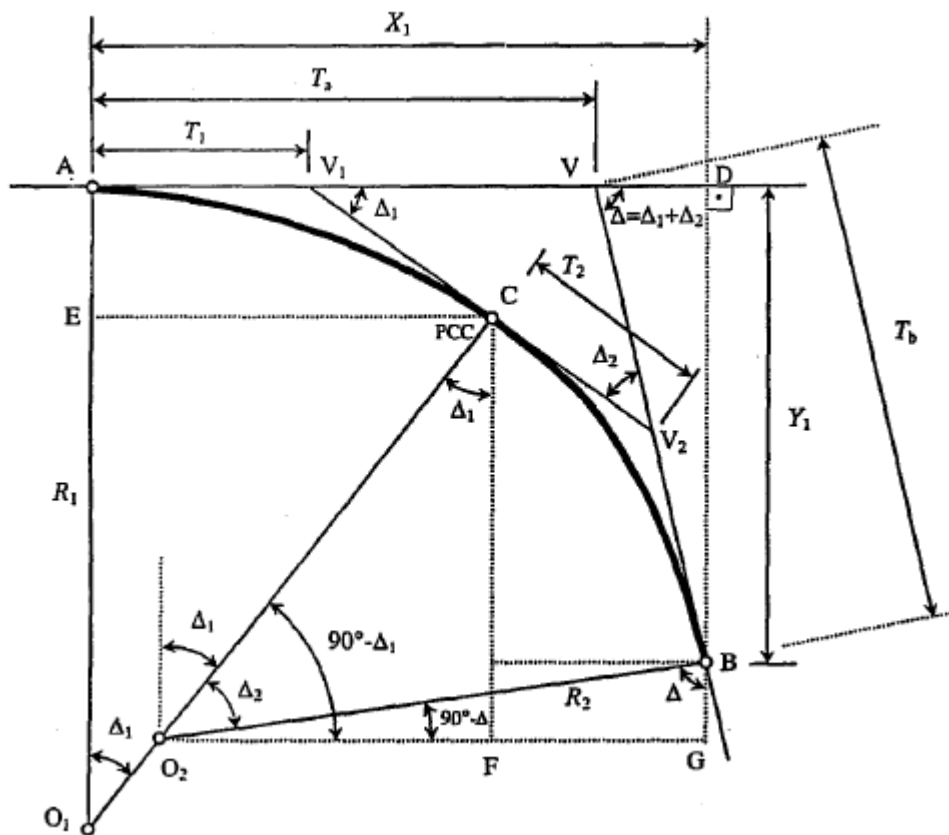
chamado PCC (ponto de curvatura composta), e que neste ponto estão do mesmo lado da reta tangente.

As curvas compostas podem ter dois centros ou três centros.

I. Curvas compostas com 2 centros

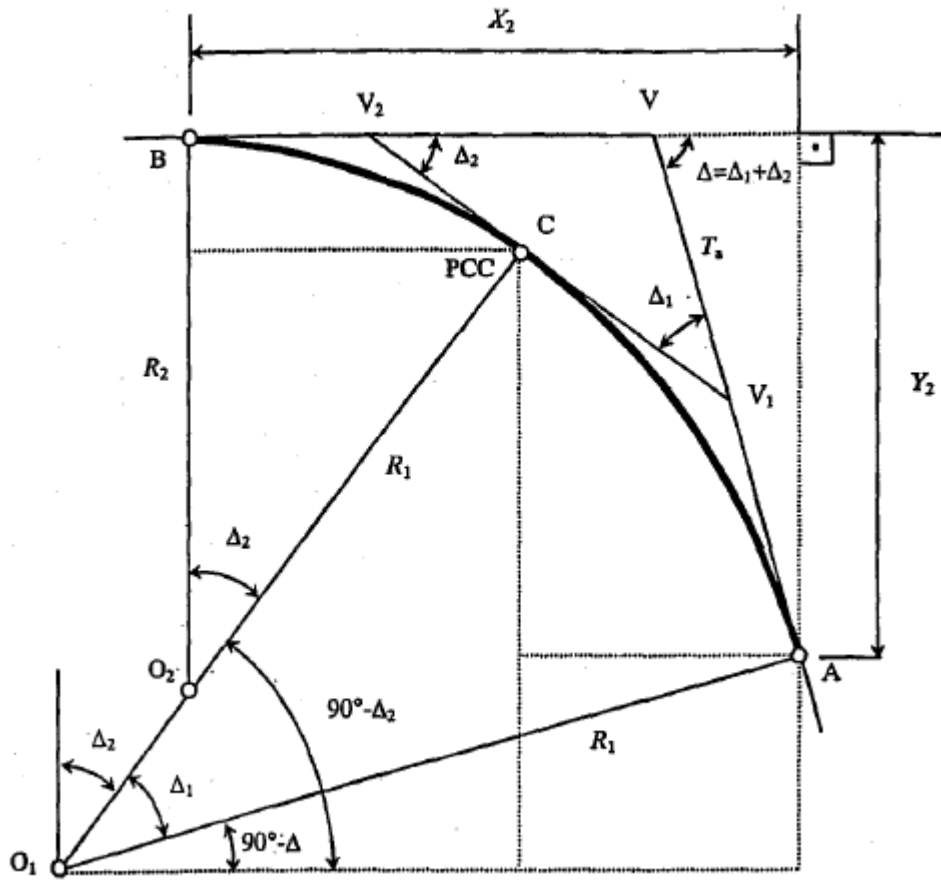
As Figuras 19 e 20 apresentam os elementos relacionados às curvas compostas com dois centros.

Figura 19 – Elementos de uma curva composta com dois centros



Fonte: Pontes Filho (1998, p. 102).

Figura 20 – Curva composta com 2 centros (inverso da Figura 19)



Fonte: Pontes Filho (1998, p. 103).

As equações 26 a 32 estão relacionadas às Figuras 19 e 20.

$$X_1 = R_2 \sin \Delta + (R_1 - R_2) \sin \Delta_1 \quad (26)$$

$$Y_1 = R_1 - R_2 \cos \Delta + (R_2 - R_1) \cos \Delta_1 \quad (27)$$

$$T_b = \frac{R_1 - R_2 \cos \Delta + (R_2 - R_1) \cos \Delta_1}{\sin \Delta} \quad (28)$$

$$X_2 = R_1 \sin \Delta + (R_2 - R_1) \sin \Delta_2 \quad (29)$$

$$Y_2 = R_2 - R_1 \cos \Delta + (R_1 - R_2) \cos \Delta_2 \quad (30)$$

$$T_a = \frac{R_2 - R_1 \cos \Delta + (R_1 - R_2) \cos \Delta_2}{\sin \Delta} \quad (31)$$

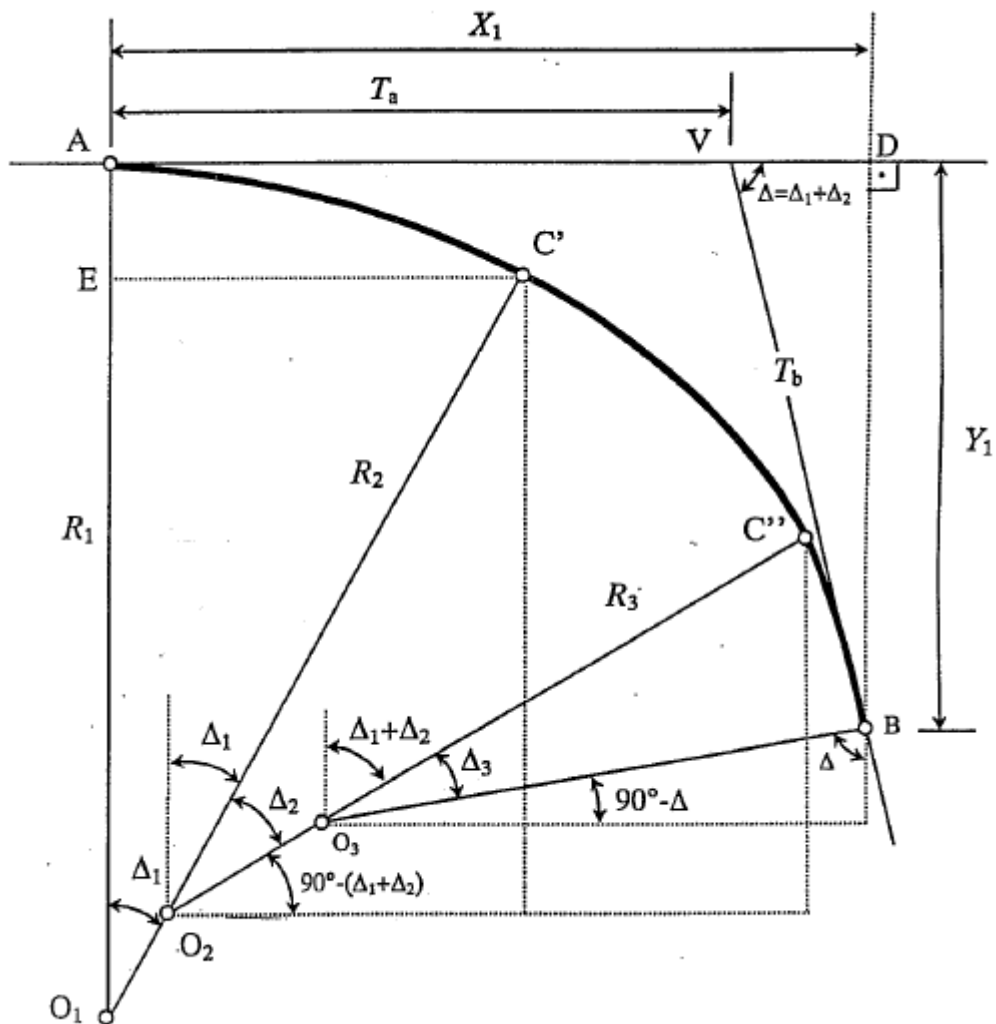
$$R_1 = R_2 + \frac{Y_1 - R_2(1 - \cos\Delta)}{1 - \cos\Delta_1} \quad (32)$$

Os elementos principais da curva composta com dois raios são: $R_1, R_2, T_a, T_b, \Delta, \Delta_1$ e Δ_2 .

II. Curvas compostas com 3 centros

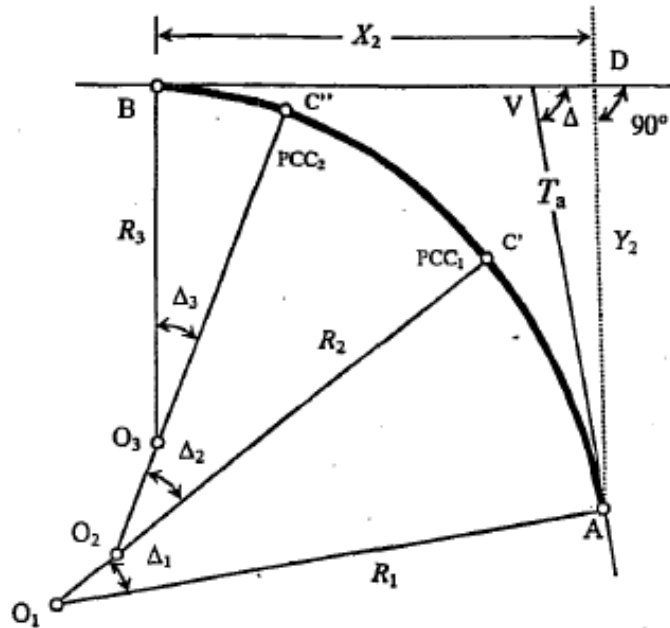
As Figuras 21 e 22 apresentam os elementos relacionados às curvas compostas com três centros.

Figura 21 – Curva composta com 3 centros



Fonte: Pontes Filho (1998, p. 109).

Figura 22 – Curva composta com 3 centros (inverso da Figura 21)



Fonte: Pontes Filho (1998, p. 110).

As equações 33 a 39 estão relacionadas às Figuras 21 e 22.

$$X_1 = (R_1 - R_2) \sin \Delta_1 + (R_2 - R_3) \sin (\Delta_1 + \Delta_2) + R_3 \sin \Delta \quad (33)$$

$$Y_1 = R_1 - (R_1 - R_2) \cos \Delta_1 - (R_2 - R_3) \cos(\Delta_1 + \Delta_2) - R_3 \cos \Delta \quad (34)$$

$$T_b = \frac{R_1 - (R_1 - R_2) \cos \Delta_1 - (R_2 - R_3) \cos(\Delta_1 + \Delta_2) - R_3 \cos \Delta}{\sin \Delta} \quad (35)$$

$$Y_1 = T_b \sin \Delta \quad (36)$$

$$X_1 = T_a + T_b \cos \Delta \quad (37)$$

$$T_b = \frac{Y_1}{\sin \Delta} \quad (38)$$

$$T_a = X_1 - T_b \cos \Delta \quad (39)$$

i) Curvas horizontais de transição

De acordo com Rio Grande do Sul (1991, v. 1), as curvas de transição devem ser utilizadas entre a tangente e a curva circular, pois quando o veículo entra ou sai de uma curva circular, ele faz uma trajetória diferente da circular.

Segundo Rio Grande do Sul (1991, v. 1), as curvas de transição devem ser utilizadas quando os valores dos raios das curvas circulares são menores que os indicados na Tabela 15.

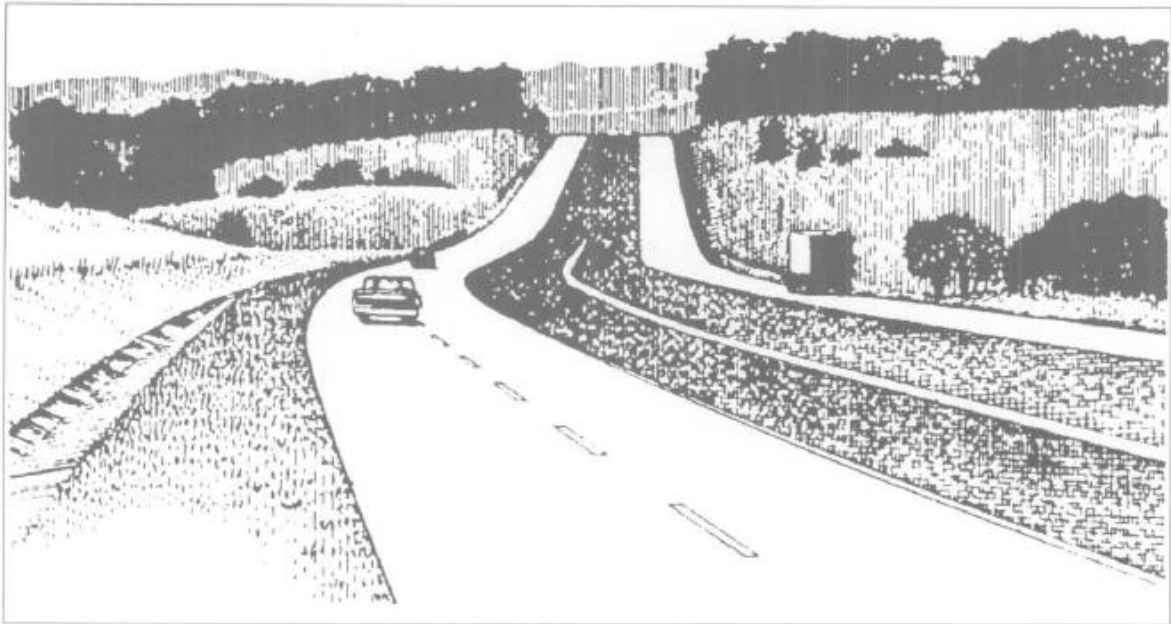
Conforme Pontes Filho (1998), a curva de transição é colocada entre a tangente e a curva circular, pois promove conforto e segurança e causa a mudança gradativa do raio infinito (tangente) para o raio da curva circular, evitando o surgimento brusco de uma força centrífuga que pode desviar o veículo da trajetória.

Segundo Brasil (1999, p. 67-68), as principais vantagens do uso de curva de transição são as seguintes:

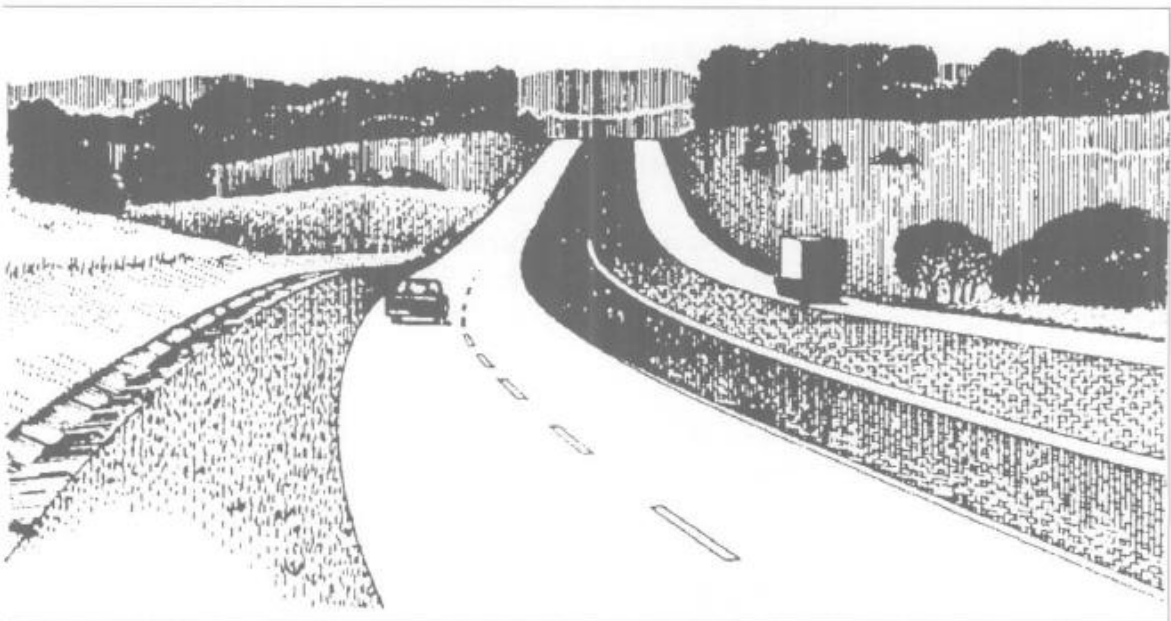
- a) Uma curva de transição adequadamente projetada fornece uma trajetória natural para os veículos em que a força centrífuga cresce gradualmente na passagem da tangente para a curva circular. A curva de transição reduz ao mínimo a tendência de atingir a faixa de tráfego adjacente e tende a uniformizar a velocidade.
- b) A curva de transição constitui o intervalo ideal para acomodar a variação da superelevação entre o trecho em tangente e a curva circular. A passagem da seção normal em tangente para a seção com superelevação plena na curva circular pode ser efetuada ao longo da curva de transição de uma maneira bastante coerente com a relação velocidade-raio do veículo. Nos locais em que a variação da superelevação é feita sem a curva de transição, parte na tangente e parte na curva circular, o motorista que se aproxima da curva tem que compensar o aumento da superelevação no trecho em tangente girando ligeiramente o volante no sentido contrário ao da curva à sua frente.
- c) A curva de transição facilita a implantação da superlargura na passagem do trecho em tangente para a curva circular. Os modernos sistemas de processamento dos projetos rodoviários permitem inclusive projetar curvas de transição pelos bordos com simples toques nos trechos em tangente e curva circular a conectar.
- d) O uso da curva de transição elimina as aparentes quebras de alinhamento nas junções de curvas e tangentes. A Figura 23 mostra claramente o confronto entre uso e não uso de curva de transição.

A Figura 23 apresenta a diferença visual entre uma curva com espiral de transição e uma sem ela.

Figura 23 – Concordância horizontal



Curva sem espiral de transição



Curva com espiral de transição

Fonte: Brasil (1999, p. 69).

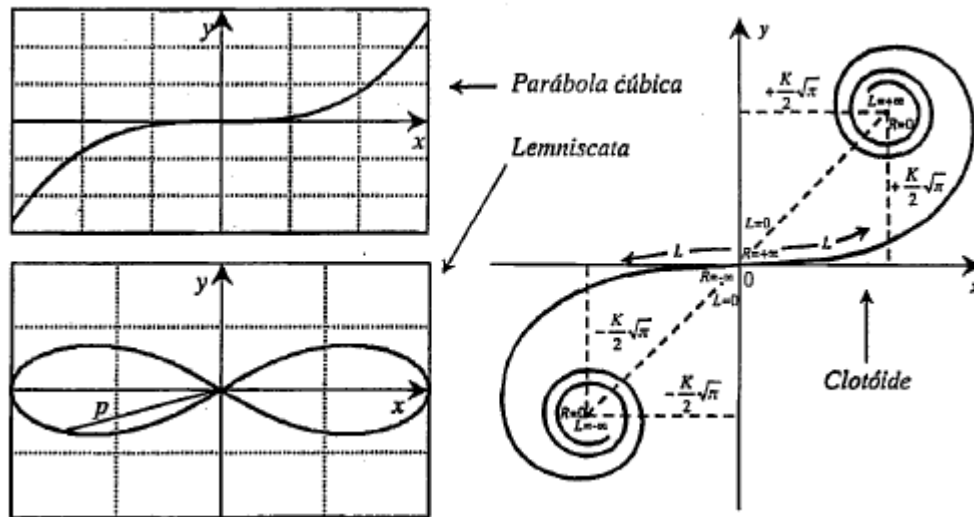
De acordo com Pontes Filho (1998, p. 129), as curvas mais utilizadas em projetos de estradas são:

1. Clotóide ou espiral de Cornu, onde o raio instantâneo de curvatura (R) é inversamente proporcional ao desenvolvimento da curva (L).

2. Lemniscata de Bernouille, onde o raio instantâneo de curvatura (R) é inversamente proporcional ao raio vetor correspondente (p).
3. Parábola cúbica ($y=k.x^3$).

A Figura 24 apresenta as curvas mais empregadas na transição.

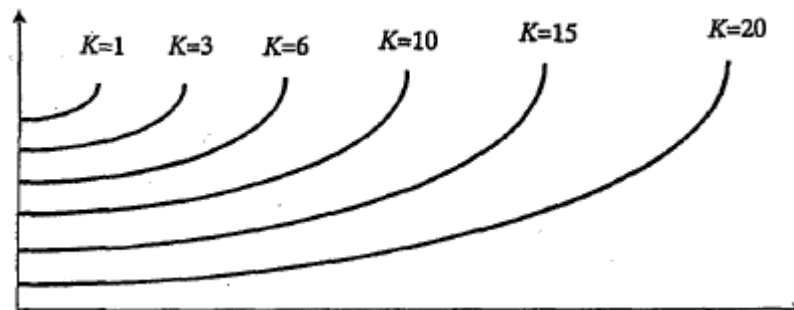
Figura 24 – Curvas de raio variável



Fonte: Pontes Filho (1998, p. 129).

Conforme Pontes Filho (1998, p. 129), a espiral de Cornu é amplamente utilizada. Para cada ponto da Clotóide, a constante K^2 é gerada pela multiplicação do raio de curvatura R pelo comprimento de arco L . O *parâmetro da clotóide* é a magnitude K .

Figura 25 – Tipos de clotóides



Fonte: Pontes Filho (1998, p. 130).

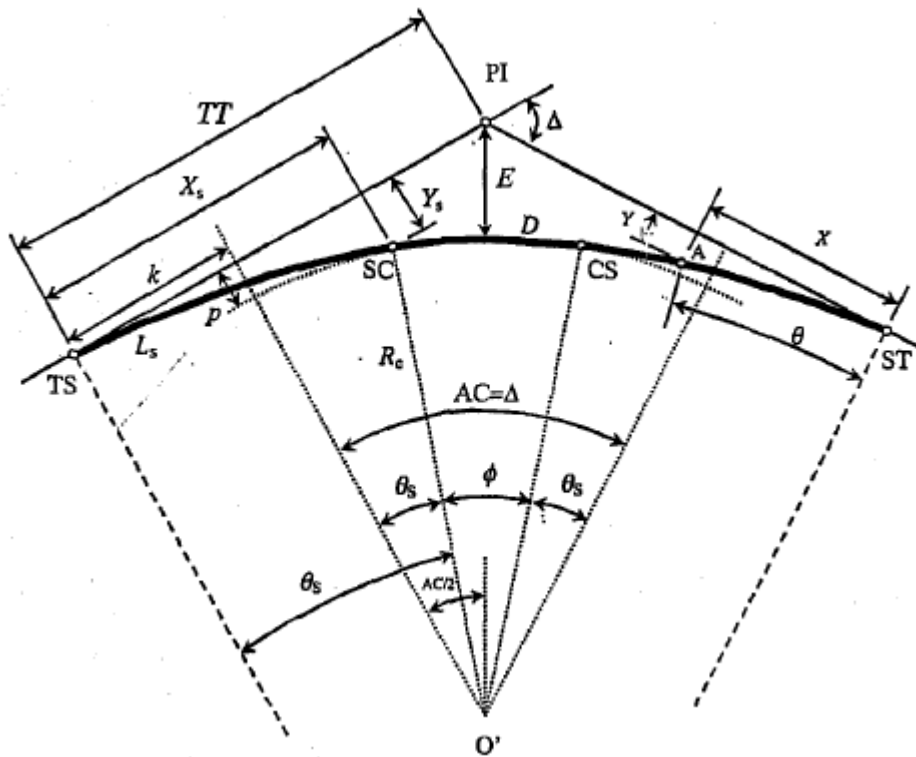
A Figura 25 apresenta clotóides com diferentes valores para o parâmetro K .

Segundo Pontes Filho (1998), quando o parâmetro da clotóide é grande, a espiral pode ser percorrida com altas velocidades, pois a curvatura aumenta lentamente. As clotóides com parâmetros pequenos apresentam aumento rápido de curvatura, o que implica em velocidades menores no percurso.

j) Curvas horizontais com transição (simétrica)

A Figura 26 apresenta a curva horizontal com transição simétrica e seus elementos.

Figura 26 – Curva horizontal com espirais de transição simétricas



Fonte: Pontes Filho (1998, p. 131).

A Figura 27 apresenta a legenda da Figura 26.

Figura 27 – Legenda da Figura 26

O' = centro do trecho circular afastado	AC = ângulo central
PI = ponto de interseção das tangentes	Δ = deflexão das tangentes
A = ponto genérico da transição	D = desenvolvimento do trecho circular
X_s = abscissa dos pontos SC e CS	R_c = raio da curva circular
Y_s = ordenada dos pontos SC e CS	L_s = comprimento do trecho de transição
TT = tangente total	E = distância do PI à curva circular
K = abscissa do centro O'	
p = afastamento da curva circular	Pontos notáveis:
X = abscissa de um ponto genérico A	TS = tangente-espiral
Y = ordenada de um ponto genérico A	SC = espiral-circular
θ_s = ângulo de transição	CS = circular-espiral
ϕ = ângulo central do trecho circular	ST = espiral-tangente

Fonte: Pontes Filho (1998, p. 132).

k) Cálculo dos elementos de espirais

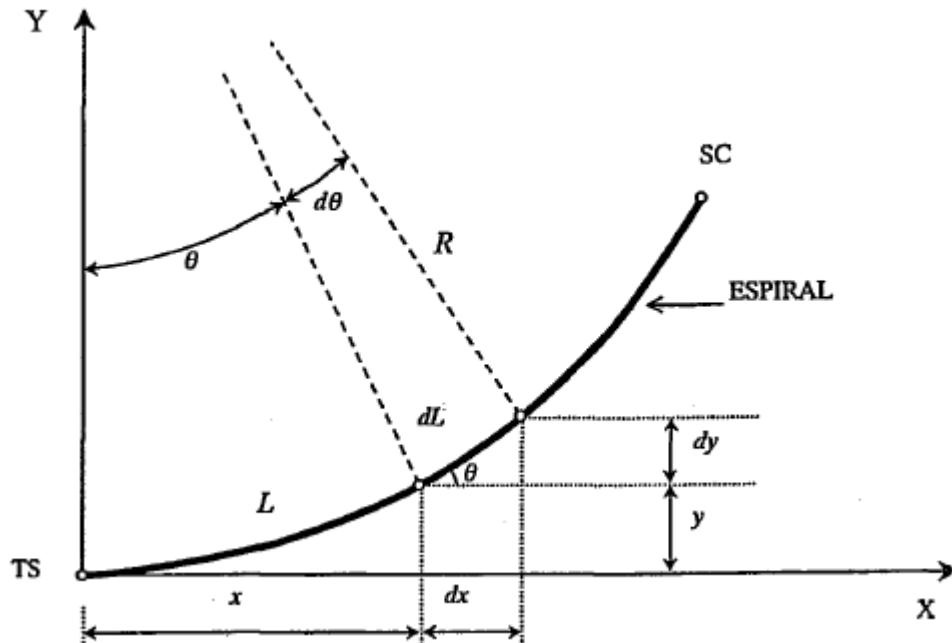
De acordo com Pontes Filho (1998, p. 132),

Para a introdução das espirais de transição numa curva circular, há a necessidade do afastamento da curva em relação à tangente. Este afastamento (p) pode ser obtido de três modos: método do centro conservado (redução do raio R_c para o valor $R_c - p$), método do raio conservado (afastamento do centro O da curva circular para uma nova posição O') e método do raio e centro conservados (afastamento das tangentes a uma distância p da curva circular).

O método do raio conservado é geralmente o mais usado, pois não altera o valor do raio R_c da curva circular e a posição das tangentes.

Os elementos das espirais estão apresentados nas Figuras 28 e 29.

Figura 28 – Elementos da espiral



Fonte: Pontes Filho (1998, p. 133).

Segundo Pontes Filho (1998), no ponto SC da Figura 28 tem-se $R=R_c$ e $L=L_s$, o que resulta na equação 40.

$$RL = K^2 = R_c L_s \quad (40)$$

As equações 41 a 43 também estão relacionadas à Figura 28:

$$\theta = \frac{L^2}{2R_c L_s} \quad (41)$$

$$X = L \left(1 - \frac{\theta^2}{10} + \frac{\theta^4}{216} - \frac{\theta^6}{9360} + \dots \right) \quad (42)$$

$$Y = L \left(\frac{\theta}{3} - \frac{\theta^3}{42} + \frac{\theta^5}{1320} - \frac{\theta^7}{75600} + \dots \right) \quad (43)$$

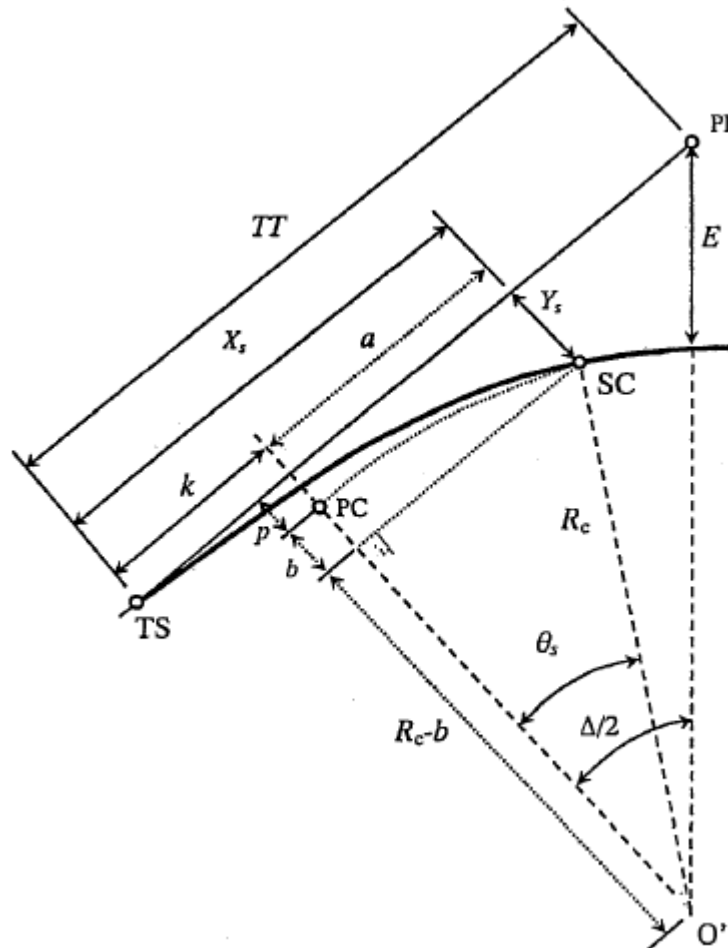
Na prática, utilizam-se as equações 44 a 46 para o ponto SC da curva.

$$\theta = \frac{L_s}{2R_c} \quad (44)$$

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{\theta^2}{10} + \frac{\theta^4}{216} \right) \quad (45)$$

$$Y_s = L_s \left(\frac{\theta}{3} - \frac{\theta^3}{42} \right) \quad (46)$$

Figura 29 – Elementos da espiral de transição



Fonte: Pontes Filho (1998, p. 138).

As equações 47 a 49 estão relacionadas à Figura 29.

$$p = Y_s - R_c(1 - \cos \theta_s) \quad (47)$$

$$k = X_s - (R_c \sin \theta_s) \quad (48)$$

$$TT = k + \left[(R_c + p) \tan \frac{\Delta}{2} \right] \quad (49)$$

As expressões abaixo (equações 50 a 53) são utilizadas para calcular as estacas dos pontos notáveis:

$$E(TS) = E(PI) - [TT] \quad (50)$$

$$E(SC) = E(TS) + [L_s] \quad (51)$$

$$E(CS) = E(SC) + [D] \quad (52)$$

$$E(ST) = E(CS) + [L_s] \quad (53)$$

As expressões (equações 54 e 55) para calcular o desenvolvimento da curva circular (D), no caso de espirais simétricas, seguem abaixo:

$$\phi = \Delta - 2\theta_s \quad (54)$$

$$D = R_c \phi \quad (55)$$

Na equação 55, ϕ é dado em radianos e R_c em metros.

“O valor de D necessariamente deverá ser não negativo. Quando forem escolhidos valores de L_s muito grandes, pode acontecer $2\theta_s > \Delta$, isto é, $D < 0$. Nesse caso, os valores de L_s devem ser diminuídos de forma que tenhamos sempre $D \geq 0$ ”. (PONTES FILHO, 1998, p. 141).

Segundo Pontes Filho (1998), a equação 56 apresenta o comprimento mínimo de transição que considera a reação transversal dos passageiros submetidos à variação centrífuga da curva (parâmetro J). Sendo R_c em metros, V em km/h e L_{smin} em metros.

$$L_{smin} = 0,036 \frac{V^3}{R_c} \quad (56)$$

“Sempre que possível devem ser adotados para L_s valores maiores que o mínimo calculado pela equação 56, de preferência $(L_{smin}+L_{smax})/2$ ou $3L_{smin}$, desde que estes valores sejam menores que L_{smax} ”. (PONTES FILHO, 1998, p. 143).

Conforme Pontes Filho (1998), o comprimento mínimo de transição também pode ser calculado como equivalente à distância percorrida pelo veículo, durante 2 segundos, quando se move à velocidade diretriz. Considera V em km/h e L_{smin} em metros (equação 57).

$$L_{smin} = 0,556V \quad (57)$$

Segundo Pontes Filho (1998), o comprimento máximo admite que não há desenvolvimento do trecho circular ($D=0$), ou seja, as espirais estão juntas.

Na equação 58, considera-se L_{smax} em metros, Δ em radianos e R_c em metros.

$$L_{smax} = R_c \Delta \quad (58)$$

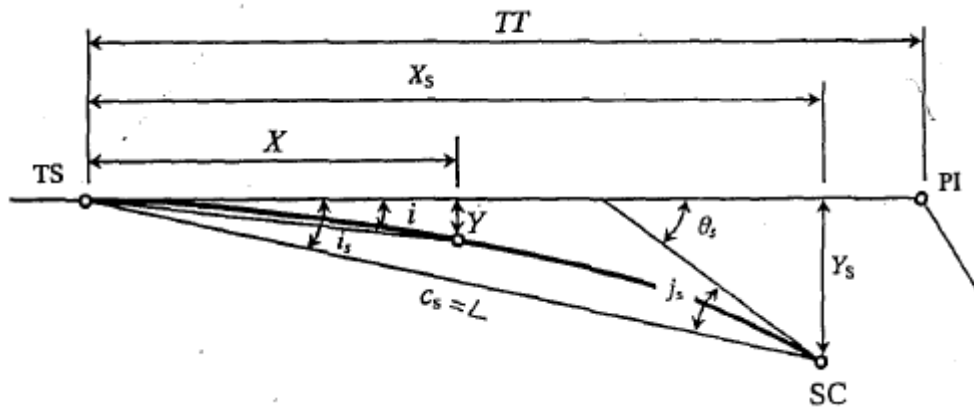
Para L_{smax} em metros, Δ em graus e R_c em metros, há a equação 59.

$$L_{smax} = \frac{R_c \Delta \pi}{180^\circ} \quad (59)$$

I) Locação de curvas de transição

A Figura 30 apresenta os elementos relacionados à locação da espiral de transição.

Figura 30 – Elementos para locação da espiral de transição



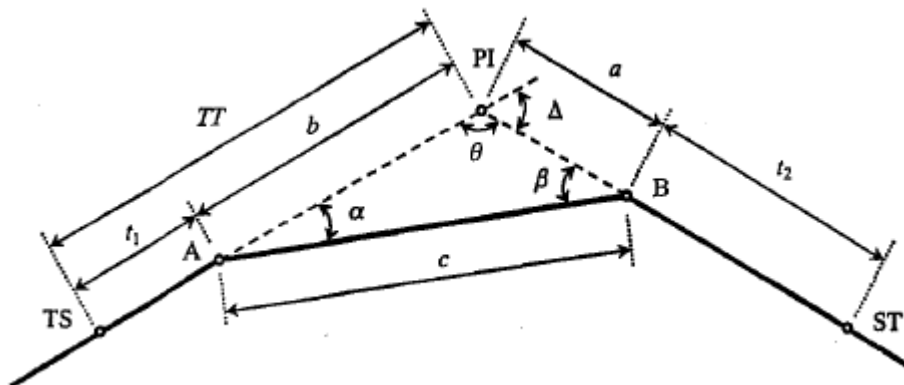
Fonte: Pontes Filho (1998, p. 151).

De acordo com Pontes Filho (1998, p. 152),

Dados R_c , L_s , Δ , $E(PI)$ e fixadas as direções das tangentes, calcula-se os valores de X_s , Y_s , θ_s , p , k e TT . A locação da curva de transição é iniciada pela localização do ponto TS sobre a primeira tangente a uma distância TT do ponto de interseção PI , quando este for acessível. Para o caso do PI ser inacessível (Figura 31), procede-se da seguinte maneira:

- Prolongar as direções das tangentes já conhecidas no sentido do PI .
- Escolher dois pontos A e B em locais convenientes.
- Determinar a distância \overline{AB} e os ângulos α e β .
- Calcular as distâncias t_1 e t_2 .

Figura 31 – Procedimento para PI inacessível



Fonte: Pontes Filho (1998, p. 152).

A Figura 31 expõe os elementos de locação no caso do ponto de interseção PI estar inacessível.

Para a locação, utilizam-se as equações 60 a 67.

$$\theta = \frac{L^2}{2R_c L_s} \quad (60)$$

$$X = L \left(1 - \frac{\theta^2}{10} + \frac{\theta^4}{216} \right) \quad (61)$$

$$Y = L \left(\frac{\theta}{3} - \frac{\theta^3}{42} \right) \quad (62)$$

$$i = \tan^{-1} \left(\frac{Y}{X} \right) \quad (63)$$

$$c = \frac{X}{\cos i} \quad (64)$$

$$i_s = \tan^{-1} \left(\frac{Y_s}{X_s} \right) \quad (65)$$

$$c_s = \frac{X_s}{\cos i_s} \quad (66)$$

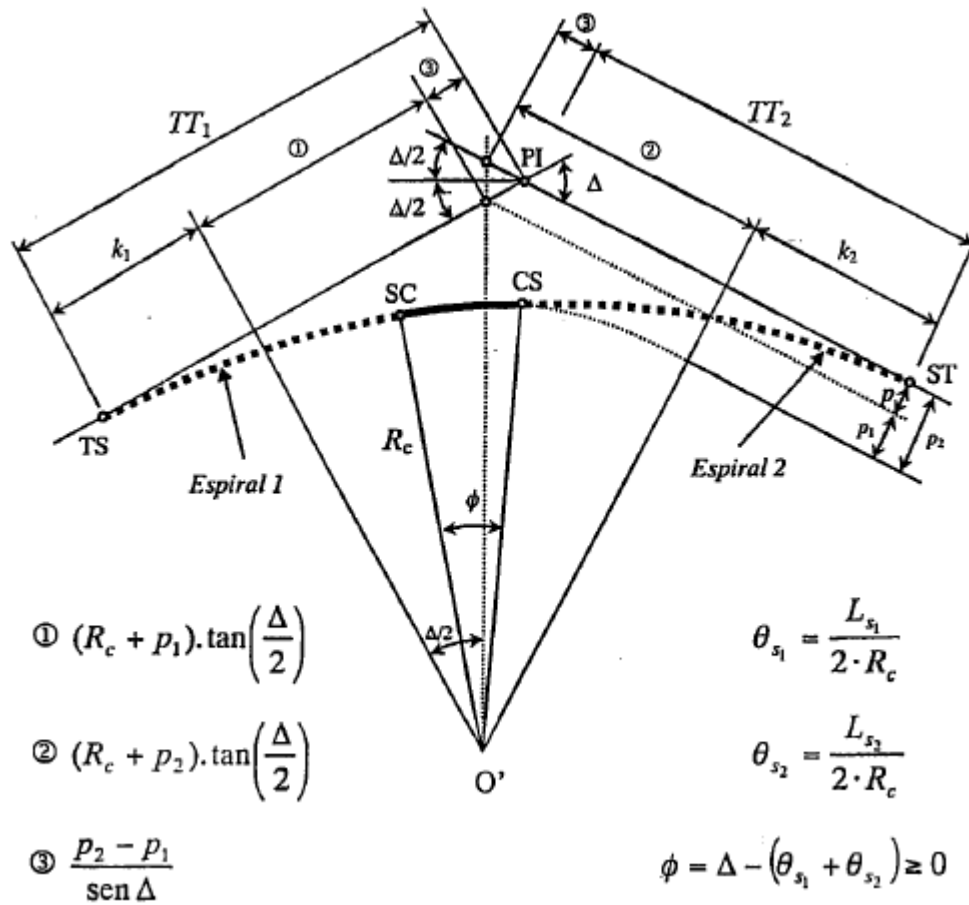
$$j_s = \theta_s - i_s \quad (67)$$

m) Curvas circulares com transições assimétricas

Conforme Pontes Filho (1998), os cálculos para as espirais assimétricas são iguais aos cálculos das espirais simétricas, com exceção dos valores de TT_1 e TT_2 . Nas curvas assimétricas, os comprimentos das transições são diferentes.

A Figura 32 apresenta os elementos das curvas circulares com transições assimétricas.

Figura 32 – Curva horizontal circular com transições assimétricas



Fonte: Pimenta apud Pontes Filho (1998, p. 158).

Para uma espiral assimétrica com comprimentos L_{s1} e L_{s2} , considerando $L_{s2} > L_{s1}$, seguem as equações, respectivamente, para as espirais 1 (equações 68 a 72) e 2 (equações 73 a 77).

$$X_{s_1} = L_{s_1} \left(1 - \frac{\theta_{s_1}^2}{10} + \frac{\theta_{s_1}^4}{216} - \dots \right) \tag{68}$$

$$Y_{s_1} = L_{s_1} \left(\frac{\theta_{s_1}}{3} - \frac{\theta_{s_1}^3}{42} + \frac{\theta_{s_1}^5}{1320} - \dots \right) \tag{69}$$

$$p_1 = Y_{s_1} - R_c(1 - \cos \theta_{s_1}) \tag{70}$$

$$k_1 = X_{s_1} - (R_c \sin \theta_{s_1}) \tag{71}$$

$$TT_1 = k_1 + \left[(R_c + p_1) \tan \frac{\Delta}{2} \right] + \frac{p_2 - p_1}{\sin \Delta} \quad (72)$$

$$X_{s_2} = L_{s_2} \left(1 - \frac{\theta_{s_2}^2}{10} + \frac{\theta_{s_2}^4}{216} - \dots \right) \quad (73)$$

$$Y_{s_2} = L_{s_2} \left(\frac{\theta_{s_2}}{3} - \frac{\theta_{s_2}^3}{42} + \frac{\theta_{s_2}^5}{1320} - \dots \right) \quad (74)$$

$$p_2 = Y_{s_2} - R_c (1 - \cos \theta_{s_2}) \quad (75)$$

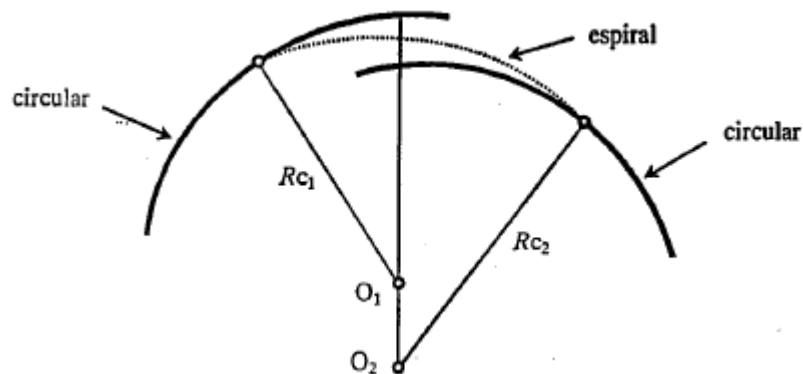
$$k_2 = X_{s_2} - (R_c \sin \theta_{s_2}) \quad (76)$$

$$TT_2 = k_2 + \left[(R_c + p_2) \tan \frac{\Delta}{2} \right] + \frac{p_2 - p_1}{\sin \Delta} \quad (77)$$

n) Curvas compostas com transição

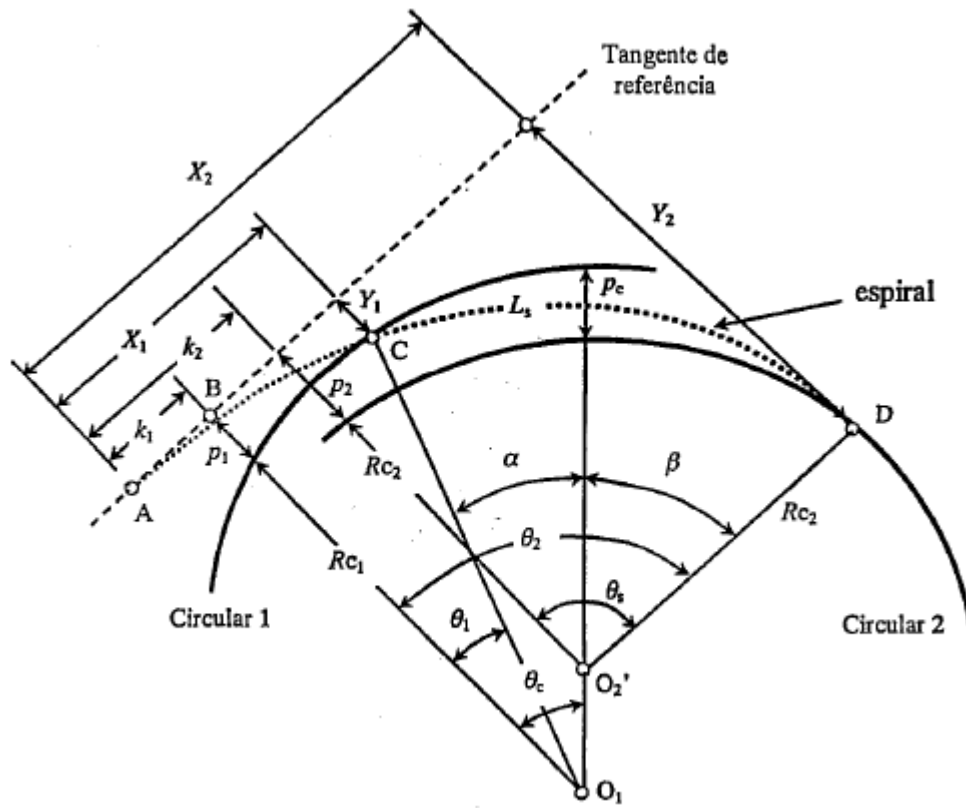
Segundo Pontes Filho (1998, p. 160), “esta concordância é utilizada quando se deseja tornar contínua a variação da curvatura entre duas curvas circulares consecutivas de raios diferentes, como mostram as Figuras 33 e 34”.

Figura 33 – Concordância de curvas circulares com espiral



Fonte: Pontes Filho (1998, p. 160).

Figura 34 – Curva composta com transição



Fonte: Pimenta apud Pontes Filho (1998, p. 161).

Considerando L_1 como o comprimento da espiral entre os pontos A e C, e L_2 o comprimento da espiral entre os pontos A e D, seguem as equações 78 a 81.

$$R_{c_1} L_1 = K^2 \text{ (ponto C)} \quad (78)$$

$$R_{c_2} L_2 = K^2 \text{ (ponto D)} \quad (79)$$

$$L_s = L_2 - L_1 \quad (80)$$

$$L_s = L_1 \frac{R_{c_1} - R_{c_2}}{R_{c_2}} \quad (81)$$

Adotado um valor para L_s , obtém-se as equações 82 a 93.

$$L_1 = L_s \frac{R_{c_2}}{R_{c_1} - R_{c_2}} \quad (82)$$

$$\theta_1 = \frac{L_1}{2 R_{c_1}} = \frac{L_s R_{c_2}}{2 R_{c_1} (R_{c_1} - R_{c_2})} \quad (83)$$

$$X_1 = L_1 \left(1 - \frac{\theta_1^2}{10} + \frac{\theta_1^4}{216} - \dots \right) \quad (84)$$

$$Y_1 = L_1 \left(\frac{\theta_1}{3} - \frac{\theta_1^3}{42} + \frac{\theta_1^5}{1320} - \dots \right) \quad (85)$$

$$p_1 = Y_1 - R_{c_1} (1 - \cos \theta_1) \quad (86)$$

$$k_1 = X_1 - (R_{c_1} \sin \theta_1) \quad (87)$$

$$L_2 = L_s \frac{R_{c_1}}{R_{c_1} - R_{c_2}} \quad (88)$$

$$\theta_2 = \frac{L_2}{2 R_{c_2}} = \frac{L_s R_{c_1}}{2 R_{c_2} (R_{c_1} - R_{c_2})} \quad (89)$$

$$X_2 = L_2 \left(1 - \frac{\theta_2^2}{10} + \frac{\theta_2^4}{216} - \dots \right) \quad (90)$$

$$Y_2 = L_2 \left(\frac{\theta_2}{3} - \frac{\theta_2^3}{42} + \frac{\theta_2^5}{1320} - \dots \right) \quad (91)$$

$$p_2 = Y_2 - R_{c_2} (1 - \cos \theta_2) \quad (92)$$

$$k_2 = X_2 - (R_{c_2} \sin \theta_2) \quad (93)$$

Considerando p_c como o afastamento entre as duas curvas circulares, há as equações 94 a 98.

$$\theta_c = \tan^{-1} \left(\frac{k_2 - k_1}{(R_{c_1} + p_1) - (R_{c_2} + p_2)} \right) \quad (94)$$

$$\alpha = \theta_c - \theta_1 \quad (95)$$

$$\beta = \theta_2 - \theta_c \quad (96)$$

$$\theta_s = \alpha + \beta \quad (97)$$

$$p_c = (R_{c_1} - R_{c_2}) - \frac{(R_{c_1} + p_1) - (R_{c_2} + p_2)}{\cos \theta_c} \quad (98)$$

2.7 SUPERELEVAÇÃO

Conforme Pontes Filho (1998), para combater a força centrífuga que os veículos desenvolvem nas curvas e evitar a derrapagem, torna-se necessária a inclinação transversal chamada de superelevação, o que depende do raio da curvatura e da velocidade do veículo. Assim a superelevação influencia a segurança e o conforto dos usuários da via. (RIO GRANDE DO SUL, 1991, v. 1).

De acordo com Brasil (1999, p. 91), os principais critérios básicos relacionados à superelevação compreendem:

- Variação da seção da pista na implantação da superelevação
- Posição do eixo de rotação;
- Necessidade de superelevação;
- Valores mínimos e máximos a considerar;
- Valores de superelevação para raios acima dos mínimos;
- Valores de superelevação nas restaurações de rodovias;
- Transição da superelevação;
- Concordância das rampas de superelevação

a) Variação da seção da pista na implantação da superelevação

Segundo Brasil (1999), a seção transversal da pista de rolamento é “abaulada” nos trechos retilíneos, as faixas de trânsito são inclinadas para os bordos a fim de escoar a água para fora da rodovia. Geralmente, essas inclinações são de 2%. Nos trechos em curva, a declividade é constante, possui o valor da superelevação e inclina-se para o bordo interno da curva.

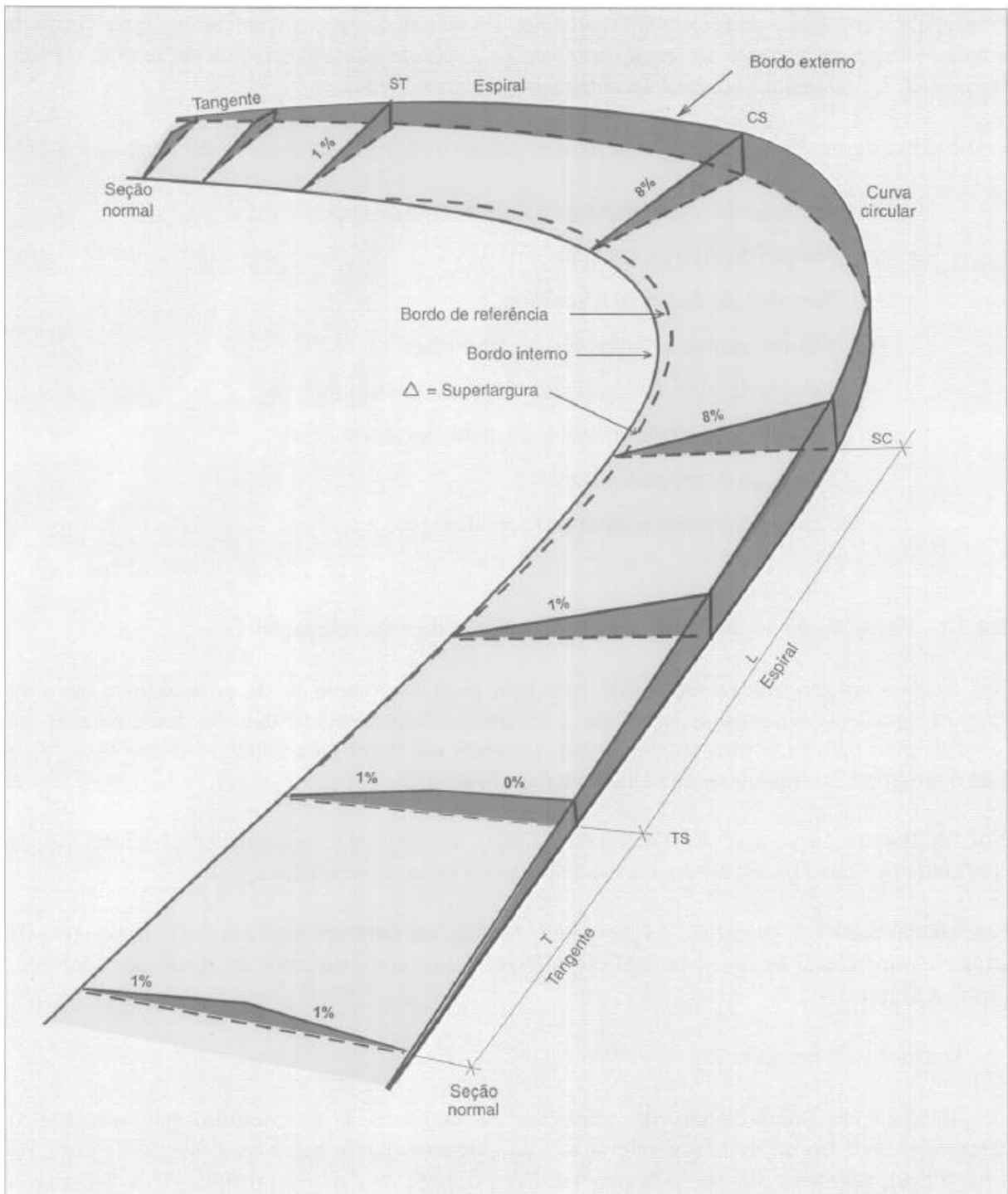
Conforme Brasil (1999), a transição entre a tangente e a curva possui dois trechos (comprimentos) até atingir a superelevação desejada, como a Figura 35 apresenta.

De acordo com Brasil (1999, p. 91),

Denomina-se de comprimento de transição da tangente T a extensão que antecede o comprimento de transição da superelevação e ao longo da qual se processa a rotação da pista, ou a parte dela, até tornar sua seção horizontal. Por extensão de conceito, mantém-se a designação também nos casos em que a pista tem declividade num único sentido.

A Figura 35 apresenta a implantação da superelevação em um trecho de estrada.

Figura 35 – Variação da seção da pista na implantação da superelevação



Fonte: Brasil (1999, p. 92).

Segundo Brasil (1999, p. 93),

Por definição, o comprimento de transição da superelevação L inicia no ponto onde toda, ou parte da pista tem (ou teria) sua seção no plano horizontal e termina no ponto onde for atingida a superelevação final (e) a ser mantida constante no trecho circular. Se a pista em tangente tem declividade transversal num único sentido, correspondente ao lado interno

da curva que se segue, a definição mantém sua validade, considerando-se ter havido um giro fictício da pista, desde sua situação hipotética prévia com a pista horizontal, até a situação com a efetiva declividade transversal em tangente.

Conforme Brasil (1999), a equação 99 mantém a mesma taxa de variação de superelevação nos trechos em T (em tangente) e L (em curva).

$$T = \frac{Ldt}{e} \quad (99)$$

Onde:

T = comprimento de transição em tangente / abaulamento (m);

L = comprimento de transição da superelevação (m);

dt = declividade transversal da pista em tangente (%);

e = superelevação mantida no trecho circular (%).

A equação 100 considera $dt = 2\%$.

$$T = \frac{2L}{e} \quad (100)$$

De acordo com Brasil (1999, p. 93),

Nas rodovias de pista dupla é comum que nos trechos em tangente as pistas apresentem inclinação constante dt para o bordo externo a partir do bordo interno. A transição da superelevação nesse caso é semelhante ao caso de pista simples com a diferença que a pista gira por inteiro até atingir inclinação de 0%. As fórmulas se mantêm inalteradas.

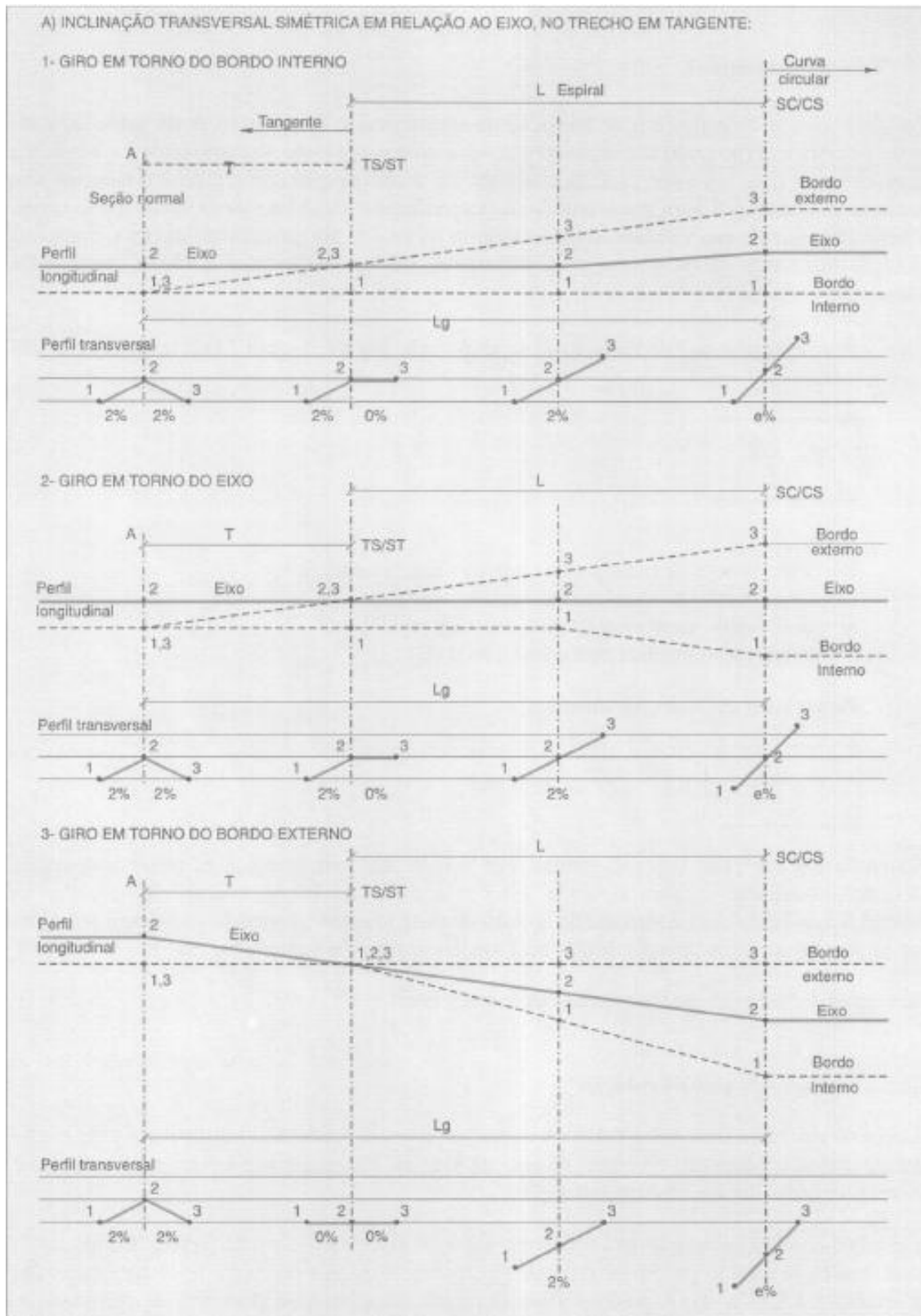
b) Posição do eixo de rotação

Segundo Brasil (1999, p. 93),

O eixo de rotação é uma linha fictícia longitudinal à pista, mantendo constante em cada trecho seu afastamento horizontal e vertical do eixo da rodovia. Em torno dele a pista gira ao longo do comprimento de transição da superelevação.

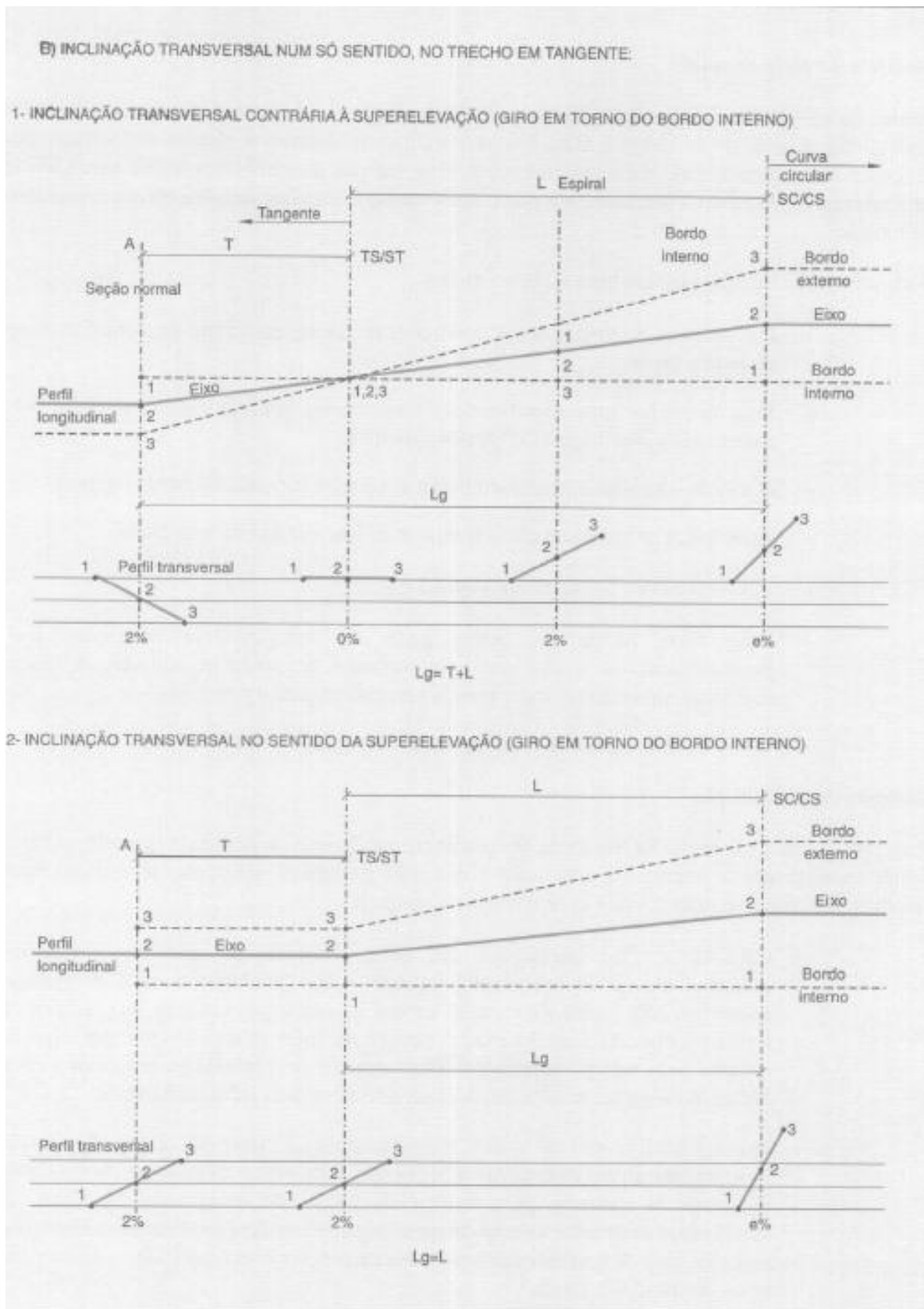
A posição do eixo de rotação tem influência sobre diversos elementos de projeto. De um modo geral, o eixo de rotação poderá ser disposto em diversas situações conforme pode ser visualizado nas Figuras 36 e 37. A posição a ser escolhida em cada caso decorrerá da consideração conjunto de todos os fatores intervenientes.

Figura 36 – Métodos de giro de acordo com a posição do eixo de rotação



Fonte: Brasil (1999, p. 94).

Figura 37 – Métodos de giro de acordo com a posição do eixo de rotação



Conforme Brasil (1999), para rodovia de pista simples, geralmente a linha de centro da rodovia coincide com o eixo de rotação utilizado para a superelevação, o que minimiza as variações de altura dos bordos, no entanto, em alguns casos há vantagem em utilizar um dos bordos como eixo de rotação.

De acordo com Brasil (1999, p. 96), pode ser recomendável o uso do bordo interno quando:

- Por motivos de melhoria das condições de drenagem deseja-se manter as cotas do bordo interno;
- Para aproveitar uma superfície em revestimento primário, já consolidada pelo tráfego, deseja-se impedir cortes da superfície;
- O uso do solo adjacente desaconselha a redução das cotas do bordo interno;
- Após longa tangente em nível deseja-se realçar o início de uma curva.

Segundo Brasil (1999, p. 96), pode ser recomendável o uso do bordo externo quando:

- Uma forte rampa de bordo pode ser esteticamente desaconselhável, principalmente se iniciar em uma estrutura de ponte ou viaduto. A rampa resultante no bordo interno é menos perceptível para o motorista.
- O uso do solo adjacente desaconselha a elevação das cotas do bordo externo.

De acordo com Brasil (1999, p. 96),

Para rodovia de pista dupla há três situações possíveis, em função da largura do canteiro central, assim considerada a largura da separação física não trafegável acrescida de acostamentos internos, faixas de segurança e faixas de conversão à esquerda.

- Canteiro $\leq 7m$, interseções em geral e obras de arte com estruturas independentes e espaço central coberto – Em princípio o eixo de rotação coincidirá com o eixo do canteiro central. No caso particular de uso de barreira rígida no eixo do canteiro central poderá ser mais vantajoso optar por eixo de rotação pelos bordos adjacentes ao canteiro e de preferência na mesma cota. Desse modo evitar-se-á excessiva assimetria dos dois lados da barreira.
- $7m < \text{Canteiro} \leq 12m$ – Em princípio deve-se optar por eixos de rotação independentes para cada pista, coincidentes com o eixo da pista ou com o bordo adjacente ao canteiro, para reduzir diferenças de cotas entre as pistas. A necessidade de atender as cotas do solo adjacente poderá implicar em adotar para eixos de giro os bordos externos; nesse caso deverá ser verificado o reflexo nas cotas dos bordos internos.
- Canteiro $> 12m$ ou canteiros largos com dimensões variáveis – As pistas deverão ser tratadas como pistas independentes.

c) Necessidade de superelevação

Conforme Brasil (1999), para cada valor de velocidade diretriz existe um valor de raio em que o trecho pode ser considerado como tangente e a aceleração centrífuga é desprezível, por isso ela pode ser desconsiderada.

Tabela 17 – Valores de R acima dos quais a superelevação é dispensável

V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	≥100
R (m)	450	800	1250	1800	2450	3200	4050	5000

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Brasil (1999, p. 97).

Tabela 18 – Valores mínimos de raio

V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	120
R (m)	1000	1400	1800	2300	2800	3400	4100	5000	5000

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 35).

As Tabelas 17 e 18 apresentam valores de raio, para cada velocidade, a partir dos quais a superelevação é dispensável. Segundo Brasil (1999), a Tabela 17 não apresenta valores precisos, apenas indicadores de ordem de grandeza.

d) Valores mínimos e máximos a considerar

Segundo Brasil (1999), o valor mínimo admissível de declividade transversal dos trechos em tangente é de 2%, pois facilita a drenagem das águas pluviais e pode ser considerada adequada para a situação brasileira. Por coerência, para uma pista superelevada, a declividade mínima é igual à declividade transversal da seção normal em tangente.

De acordo com Brasil (1999, p. 97), o valor máximo admissível para a superelevação é condicionado por diversos fatores, tais como:

- Grande possibilidade do fluxo de tráfego operar a velocidades bem abaixo da velocidade diretriz, devido à frequência dos veículos comerciais, condições de rampa, interseções em nível e congestionamento;
- A velocidade diretriz e a classe de projeto;
- Comprimento de transição da superelevação com viabilidade prática, principalmente nos casos de curvas reversas e pistas com muitas faixas;
- Razões econômica, visando, por exemplo, poupar estruturas existentes e reduzir os custos de construção e manutenção.

Os valores práticos recomendados, para a taxa máxima admissível de superelevação, estão apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 – Taxa máxima admissível de superelevação

$e_{m\acute{a}x} = 12\%$	A taxa máxima prática admissível para a superelevação de projetos rodoviários é de 12%. Seu emprego deve ser limitado aos casos de melhorias e correção de situações perigosas existentes sem alteração dos raios em planta (por economia ou impossibilidade). Deverá ser verificada a incidência de veículos lentos, já que para esses, o aumento da superelevação será contra-indicada. No caso de projetos novos deve-se procurar aumentar os raios e não a superelevação. Para duplicação com aproveitamento de pista existente sem alterações, cada sentido pode ser atendido separadamente, se necessário.
$e_{m\acute{a}x} = 10\%$	Próprio para rodovias de padrão elevado, onde as condições topográficas, geométricas e de atrito lateral e os volumes de tráfego favoreçam elevadas velocidades e fluxo ininterrupto. Adotar para rodovias de Classe 0 em geral e Classe I em regiões planas e onduladas.
$e_{m\acute{a}x} = 8\%$	Em projetos de rodovias de padrão intermediário ou de rodovias de elevado padrão sujeitas a fatores (geralmente topográficos) que reduzam a velocidade média. Adotar para Classe I em região montanhosa e rodovias das demais classes de projeto em geral.
$e_{m\acute{a}x} = 6\%$	Em projetos condicionados por urbanização adjacente e frequentes interseções, que provocam redução da velocidade média.
$e_{m\acute{a}x} = 4\%$	Em situações extremas, com intensa ocupação do solo adjacente e reduzida flexibilidade para variar as declividades transversais da pista, sem vias marginais.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base no Brasil (1999, p. 98).

O Quadro 6 apresenta as taxas máximas de superelevação recomendadas pelo DAER-RS.

Quadro 6 – Taxas máximas de superelevação (e_{\max})

Rodovias	Classes de Projeto	e_{\max}
Estadual	0 e I	10%
	II e III	8%
	IV	6%
Vicinal	A e B	8%
	C e D	6%

Fonte: Elaborado pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 26).

Conforme Brasil (1999), preferencialmente, a superelevação máxima deve ser mantida para um trecho inteiro. A determinação da taxa de superelevação para raios maiores que o mínimo depende do valor adotado.

Para o raio mínimo permitido para uma determinada velocidade diretriz emprega-se a superelevação máxima correspondente. Para raios maiores que o mínimo, a aceleração centrífuga diminui e não há mais a necessidade de manter essa superelevação máxima. A experiência mostrou ser aconselhável a adoção de valores variáveis, decrescentes em função do raio, que dessem ao motorista condições de conforto para os diversos raios adotados em um projeto. (BRASIL, 1999, p. 98).

e) Transição da superelevação

O tópico está subdividido em: curvas de transição e comprimento de transição.

• Curvas de transição

De acordo com Brasil (1999), na transição, trecho situado entre a tangente e a curva circular, a clotóide permite o equilíbrio perfeito entre o crescimento da superelevação e o crescimento da aceleração centrífuga, por isso é recomendada para projetos rodoviários.

Conforme Brasil (1999, p. 105),

Considerações de ordem prática levam a dispensar o uso da clotóide nos casos em que se revela de pouca relevância, quando:

- a trajetória descrita pelos veículos no trecho de transição puder ser acomodada dentro do conjunto tangente – curva circular sem maior dificuldade;
- os comprimentos de clotóide forem pequenos e praticamente se confundirem com o conjunto tangente-curva circular que substituem;
- for pequeno o crescimento da aceleração centrífuga;

Existem vários critérios visando orientar o estabelecimento do limite de emprego de curvas de transição. Pode-se citar, a título ilustrativo:

- que o afastamento (recuo) entre circunferência e tangente (ΔR ou p) seja superior a 0,30m;

- que o ângulo central do segmento de clotoide (S_c) seja superior a $3^{\circ}11'$;
- que a curva requeira uma superelevação igual ou inferior a 3%.

Segundo Brasil (1999), o critério de dispensa do uso de curva de transição recomendado refere-se à aceleração centrífuga. Quando a aceleração centrífuga for menor ou igual a $0,4 \text{ m/s}^2$, ou seja, quando $R \geq 0,193 V^2$, a curva de transição pode ser dispensada.

A Tabela 19 apresenta as velocidades e os respectivos raios associados à dispensa da curva de transição. Essa tabela pode ser comparada com a Tabela 15, visto que ambas tratam da utilização de curvas de transição.

Tabela 19 – Valores dos raios acima dos quais podem ser dispensadas curvas de transição

V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
R (m)	170	300	500	700	950	1200	1550	1900	2300	2800

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Brasil (1999, p. 105).

- **Comprimento de transição da superelevação**

De acordo com Brasil (1999), o comprimento mínimo da curva de transição deverá ser maior ou igual ao comprimento de transição da superelevação L . Entre os critérios a serem atendidos pelo parâmetro L , está o critério da taxa máxima de variação da aceleração centrífuga, conforme equações 101 e 102.

$$C = -0,009V + 1,5 \quad (101)$$

Onde:

C = taxa de variação da aceleração centrífuga (m/s^3);

V = velocidade diretriz (km/h).

$$L_{min} = \frac{V^3}{46,656CR} - \frac{eV}{0,367C} \quad (102)$$

Onde:

L_{min} = comprimento de transição da superelevação (m);

e = superelevação plena na curva (m/m);

R = raio da curva (m).

Conforme Brasil (1999), o desconforto do motorista ao longo do percurso da curva de transição é medido pela taxa de variação da aceleração centrífuga. Ainda em relação a esse critério, o segundo termo de L_{min} é muito pequeno quando comparado com o primeiro termo, dessa forma, o segundo pode ser desprezado.

Critério do comprimento mínimo absoluto de L – Valores muito pequenos para o comprimento de transição da superelevação não têm eficácia prática, prejudicam a aparência da rodovia e conduzem a perfis íngremes para os bordos da pista. Adota-se como valores mínimos absolutos os comprimentos correspondentes ao percurso durante cerca de 2 segundos com a velocidade diretriz da rodovia. (BRASIL, 1999, p. 107).

A Tabela 20 apresenta os comprimentos mínimos indicados para a transição da superelevação.

Tabela 20 – Comprimentos mínimos absolutos de L

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
L (m)	30	30	30	40	40	50	60	60	70

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Brasil (1999, p. 107).

De acordo com Brasil (1999), o critério da fluência ótica consiste na determinação do comprimento mínimo, de modo que a transição fique em destaque no caso de curvas com raios grande, da ordem de 800 e 1000 metros. O critério está exposto na equação 103.

$$L_{min} > \frac{R}{9} \quad (103)$$

Onde:

L_{min} = comprimento de transição da superelevação (m);

R = raio da curva circular (m).

Critério da máxima rampa de superelevação admissível – A diferença de greides entre o eixo da pista e o bordo mais afetado pela superelevação (rampa de superelevação) não deve ultrapassar os valores constantes da Tabela 21 para garantir valores confortáveis e seguros para a velocidade de giro do veículo em torno do eixo de rotação. (BRASIL, 1999, p. 107).

Tabela 21 – Rampas de superelevação admissíveis para pistas de 2 faixas com eixo de rotação no centro

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	≥100
r (%)	0,73	0,65	0,59	0,54	0,50	0,47	0,43

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Brasil (1999, p. 107).

Segundo Brasil (1999), quando a distância entre o eixo de rotação e o bordo mais desfavorável for maior que a largura de uma faixa de rolamento, os comprimentos de transição e as rampas de superelevação básicas, as quais correspondem às pistas com duas faixas, serão majorados com os fatores dispostos no Quadro 7.

Quadro 7 – Fatores de majoração do comprimento de transição para o caso do eixo de rotação fora do centro

Distância entre bordo da pista e eixo de rotação	Fator de Majoração	
	Comprimento de Transição	Rampas de superelevação
Dobro de uma faixa	1,50	1,33
Triplo de uma faixa	2,00	1,50
Quádruplo de uma faixa	2,50	1,60

Fonte: Elaborado pelo autor, com base no Brasil (1999, p. 108).

O critério da máxima rampa de superelevação admissível está exposto na equação 104.

$$L_{min} = \frac{d + l}{2r} \cdot e \quad (104)$$

Onde:

L_{min} = comprimento mínimo de transição da superelevação (m);

d = distância do eixo de rotação ao bordo mais afastado da pista de rolamento (m);

l = largura de uma faixa de rolamento (m);

r = rampa básica de superelevação admissível em pistas simples com eixo de rotação no centro da pista;

e = taxa de superelevação na curva circular (%).

Critério do máximo ângulo central da clotóide – Considerações de ordem prática recomendam limitar o comprimento da clotóide ao valor do raio da curva de concordância, o que corresponde ao ângulo central de transição de $28^{\circ} 39'$ (S_c). (BRASIL, 1999, p. 108).

A equação 105 equivale ao critério do máximo ângulo central.

$$L_{max} = R \quad (105)$$

Onde:

L_{max} = valor máximo do comprimento da clotóide (m);

R = raio da curva circular (m).

De acordo com Brasil (1999), o critério de tempo de percurso limita o trajeto da transição à distância percorrida durante 8 segundos. O critério corresponde à equação 106.

$$L_{max} = 2,2 V \quad (106)$$

Onde:

L_{max} = valor máximo do comprimento da transição da superelevação (m);

V = velocidade diretriz (km/h).

Conforme Brasil (1999), os comprimentos de transição da superelevação deverão ser valores múltiplos de 10 metros em projetos, no entanto, há casos em que podem ser adotados valores fracionários, como em curvas reversas concordadas por clotóides sucessivas (curva em S).

Segundo Brasil (1999), considerando a aparência geral e a condução ótica, há um critério complementar que indica o comprimento mínimo de superelevação total maior ou igual à distância percorrida durante 2 segundos à velocidade diretriz (equação 107).

$$D \geq 0,5 V \quad (107)$$

Onde:

D = desenvolvimento circular dotado da superelevação total (m);

V = velocidade diretriz (km/h).

De acordo com Brasil (1999), a equação 108 visa obter aparência geral satisfatória para o caso de curvas reversas. Porém, se a distância entre as curvas for insuficiente para um trecho de tangente com abaulamento usual, poderá ser adotada uma única rampa de superelevação com ponto de superelevação nula entre as curvas, em conformidade com as equações 109 e 110.

$$\frac{R_1 L_1}{R_2 L_2} \leq 2,5 \quad (108)$$

Onde:

R = raio da curva (m);

L = comprimento da transição da superelevação (m).

Observação: o denominador da equação 108 é o maior produto.

$$d_1 = \frac{e_1 d}{e_1 + e_2} \quad (109)$$

$$d_2 = \frac{e_2 d}{e_1 + e_2} \quad (110)$$

Onde:

d = menor distância entre pontos das duas curvas com superelevação plena (m);

e_1 = superelevação plena da curva 1 (%);

e_2 = superelevação plena da curva 2 (%);

d_1 = distância do ponto com superelevação nula ao ponto com superelevação plena da curva 1 (m);

d_2 = distância do ponto com superelevação nula ao ponto com superelevação plena da curva 2 (m).

Conforme Brasil (1999), no caso de curvas sucessivas e considerando que o resultado de outros critérios resultou em um trecho de tangente inferior à distância percorrida em dois segundos com a velocidade diretriz V (equação 111), então não haverá o trecho em tangente, o trecho em transição da seção transversal superelevada da primeira curva ligar-se-á diretamente com a da segunda curva.

$$T \leq 0,5 V \quad (111)$$

Onde:

T = trecho em tangente (m);

V = velocidade diretriz (km/h).

A equação 112 apresenta a relação existente entre as curvas.

$$\frac{R_1 L_1}{R_2 L_2} \geq 2,5 \quad (112)$$

Onde:

R = raio da curva (m);

L = comprimento da transição da superelevação (m).

Observação: o denominador da equação 112 é o maior produto.

Segundo Brasil (1999), para curvas compostas, o comprimento da transição da superelevação será determinado pelos critérios gerais correspondentes a apenas uma curva, considerando o seguinte:

- Para o Critério da Máxima Rampa de Superelevação Admissível, a superelevação será a diferença entre as superelevações adotadas para cada curva;
- O Critério do Mínimo Valor Absoluto considera a Tabela 20;
- O Critério do Máximo Crescimento da Aceleração Centrífuga considera o raio R obtido da equação 113.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \quad (113)$$

Onde:

R_{eq} = raio equivalente, para fins de emprego nas fórmulas (m);

R_1 = menor raio (m);

R_2 = maior raio (m).

De acordo com Brasil (1999, p. 114), para a transição da superelevação sem curva de transição:

Nesta hipótese a transição da superelevação será procedida ao longo do comprimento de transição calculado, dispondo-se de 60% a 70% desse comprimento na tangente que precede o PC. Se houver conveniência poderá haver pequenos deslocamentos longitudinais para fazer que os pontos notáveis coincidam com estacas inteira ou +10.

f) Concordância das rampas de superelevação

Conforme Brasil (1999, p. 114-115),

No projeto em perfil de uma rodovia adota-se normalmente quebras de greide com diferença de rampas de 0,5%, sem utilização de curvas verticais de concordância. Para as rampas de superelevação inferiores a 0,5% não há pois necessidade de efetuar concordâncias complementares.

Para o caso de rampas maiores deve-se complementar o projeto normal em perfil com detalhes do arredondamento a ser efetuado na implantação da rodovia. Recomenda-se nesses arredondamentos utilizar parábolas de eixo vertical com os seguintes comprimentos:

Tabela 22 – Comprimentos mínimos das curvas de arredondamento

Velocidade Diretriz (km/h)	40-60	80-120
Comprimento da Concordância Vertical (m)	10	20

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Brasil (1999, p. 115).

A Tabela 22 indica os comprimentos mínimos para as parábolas de eixo vertical.

Mais importante do que a rígida obediência aos valores recomendados é a obtenção de um perfil contínuo e fluente, esteticamente agradável, para os bordos da pista. Este será mais facilmente assegurado se as cotas do bordo forem estabelecidas desenhando (em escala mais deformada que o habitual) o perfil teórico do bordo, interpolando graficamente a concordância e lendo as cotas resultantes, especialmente quando a transição da

superelevação coincidir com uma concordância vertical do greide da rodovia. (BRASIL, 1999, p. 115).

2.8 SUPERLARGURA

A largura de uma rodovia é calculada considerando a largura máxima dos veículos que a utilizam e suas velocidades, a distância entre eles, por questão de segurança, e a distância entre os veículos e o bordo do pavimento. (BRASIL, 1999).

Segundo Brasil (1999), os veículos não acompanham a curvatura da rodovia e há maior dificuldade para o motorista avaliar a distância transversal neste trecho. Torna-se necessário aumentar a largura da pista para garantir a segurança e o conforto dos usuários. Esse aumento de largura é chamado de superlargura. (SENÇO, 2008).

Os requisitos geométricos perdem rapidamente a relevância com o crescimento dos raios, enquanto que as influências dinâmicas (empíricas) decrescem devagar, por isso a superlargura necessita de limites, considerando que ela implica em aumento de trabalho e de custos. O valor mínimo indicado é de 0,40 metros. (BRASIL, 1999).

De acordo com Brasil (1999, p. 73),

De um modo geral, só se justifica a adoção de superlargura para valores relativamente pequenos de raios, que normalmente só são frequentes em vias urbanas sujeitas a séries condicionantes de traçado, em rodovias de classes II ou III ou em rodovias situadas em regiões topograficamente muito adversas. Também a existência de acostamentos pavimentados contribui para reduzir a necessidade de superlargura da pista principal.

Na fixação dos parâmetros deve ser levado em conta a participação de caminhões no tráfego da rodovia, em alguns casos bastante elevada, o que aumenta sensivelmente a probabilidade desses veículos se cruzarem em uma curva, situação tanto mais perigosa considerando a inércia e a menor dirigibilidade consequente de sua grande massa, que requerem larguras de pista adequadas para uma operação segura.

O anexo B apresenta os valores de superlargura, sendo múltiplos de 0,20 metros, a fim de estar coerente com a ordem de grandeza da largura de pista, com a falta de precisão e com o empirismo dos fatores relacionados ao cálculo. (BRASIL, 1999).

Conforme Brasil (1999, p. 82), sobre o cálculo da superlargura para pistas com mais de duas faixas, afirma-se o seguinte:

O critério recomendado nesta hipótese é o de multiplicar os valores tabelados por 1,25 no caso de pistas com três faixas e por 1,50 no caso de pistas com quatro faixas, arredondando conforme conveniente. Os valores recomendados constam na Tabela 23.

No caso de pistas de duas faixas dotadas de faixas auxliar (3ª faixa ascendente, faixas de aceleração, desaceleração, conversão, entrelaçamento), é dispensável considerar essa faixa no cômputo da superlargura, especialmente quando margeada por acostamento ou faixa de segurança pavimentada.

Tabela 23 – Valores de superlargura para pistas de 3 e 4 faixas em função dos valores básicos para pistas de 2 faixas (m)

Valores Básicos Pistas de 2 Faixas	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60	1,40	1,20	1,00	0,80	0,60	0,40
Valores Básicos Pistas de 3 Faixas	3,80	3,60	3,20	3,00	2,80	2,60	2,20	2,00	1,80	1,60	1,20	1,00	0,80	0,60
Valores Básicos Pistas de 4 Faixas	4,60	4,20	4,00	3,60	3,40	3,00	2,80	2,40	2,20	1,80	1,60	1,20	1,00	0,60

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Brasil (1999, p. 82).

A implantação da superlargura em pistas de duas faixas pode ser distribuída com metade para cada lado da pista (alargamento simétrico), no caso de curvas acompanhadas de curva de transição, ou em apenas um lado (alargamento assimétrico), preferencialmente o lado interno, como no caso de curva circular simples sem transição. (BRASIL, 1999).

Segundo Brasil (1999, p. 83), sobre a implantação da superlargura para pistas com mais de duas faixas, afirma-se o seguinte:

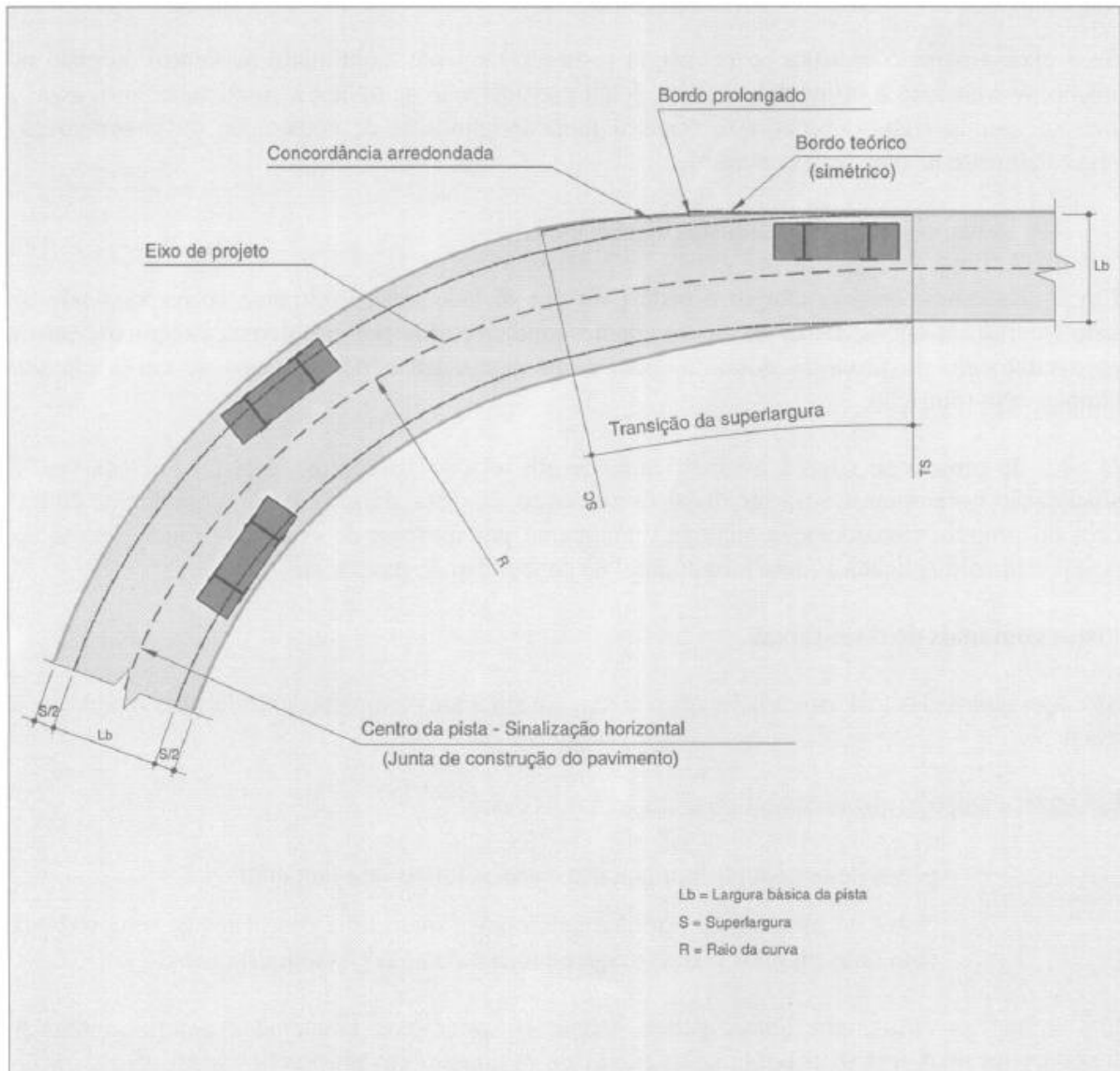
Em termos amplos, pistas desse tipo abrangem dois casos:

- pistas de mão dupla, com quatro ou mais faixas de rolamento.
- pistas de mão única, normalmente constituindo uma das pistas de uma rodovia com duas ou mais pistas, frequentemente dotadas de canteiro central.

Em ambos os casos, em linhas gerais, valem os princípios enunciados anteriormente. A superlargura total será distribuída pelas faixas de rolamento em proporções iguais. Sinalização horizontal e juntas de construção do pavimento deverão coincidir com os limites entre as faixas de rolamento.

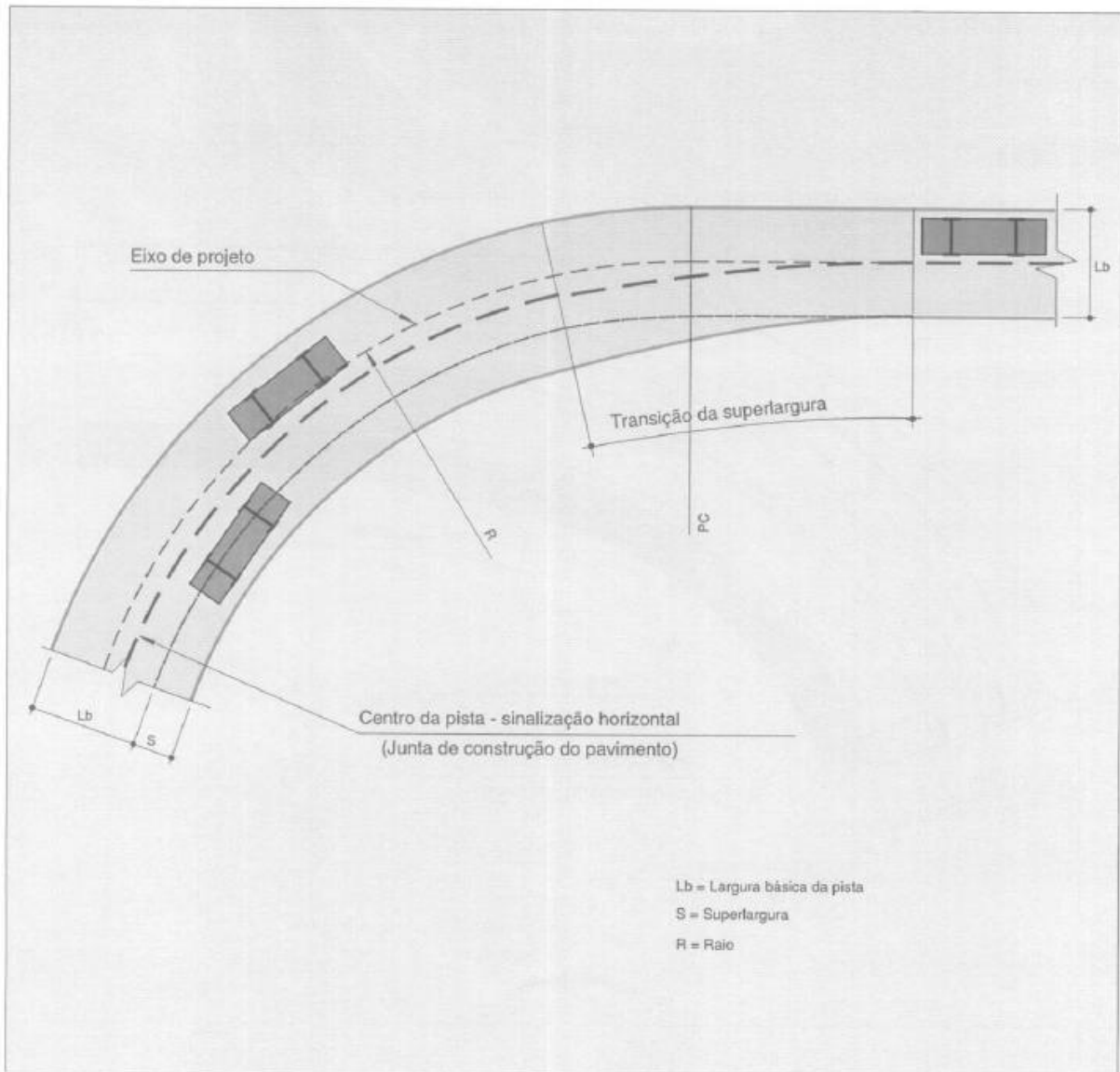
No caso de pistas de mão única separadas por canteiro central (Figura 40), usualmente este terá sua largura mantida constante, seja por considerações de ordem estética, seja por não se dispor de largura suficiente para estreitá-lo. Nessas situações, o alargamento da pista para proporcionar a superlargura será assimétrico, para o lado oposto ao canteiro central.

Figura 38 – Exemplo de superlargura obtida por alargamento simétrico da pista



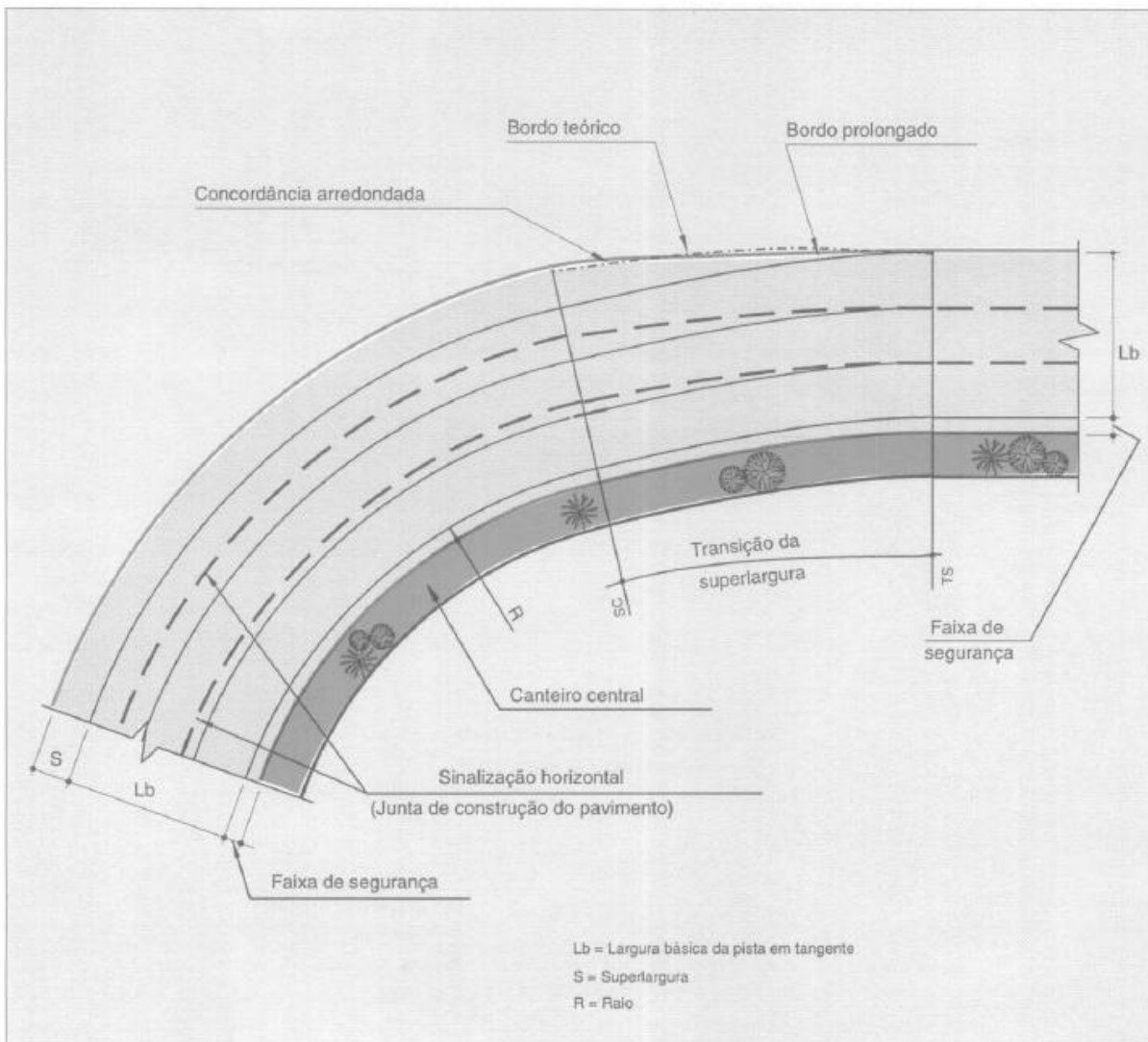
Fonte: Brasil (1999, p. 84).

Figura 39 – Exemplo de superlargura obtida por alargamento assimétrico da pista



Fonte: Brasil (1999, p. 85).

Figura 40 – Exemplo de superlargura obtida por alargamento assimétrico da pista (pista com canteiro central)



Fonte: Brasil (1999, p. 86).

Cabe observar que, normalmente, não há necessidade de prever larguras diferentes para as faixas de rolamento nos lados internos e externos da curva, mesmo no caso de raios sensivelmente pequenos, sendo consideradas irrelevantes as diferenças que seriam obtidas. (BRASIL, 1999, p. 87).

Segundo Pontes Filho (1998), devem ser utilizadas curvas de arredondamento, com comprimento entre 10 e 20 metros, no início e no fim dos alargamentos, a fim de suavizar as quebras de alinhamento das bordas da via, independente da situação.

2.9 ALINHAMENTO VERTICAL

Este item apresenta o conceito de greide, os tipos e os aspectos que devem ser considerados em projeto.

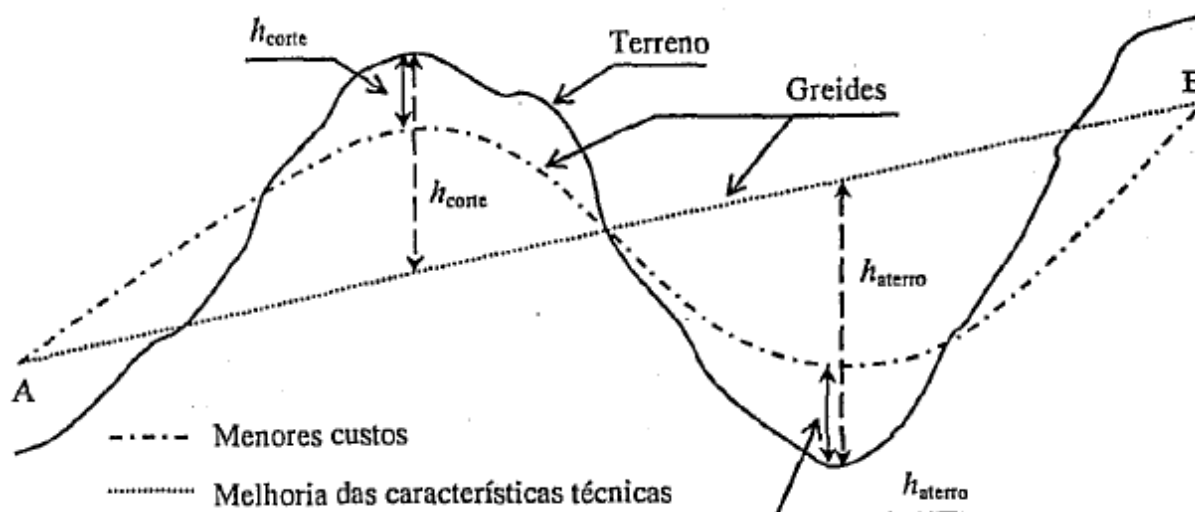
a) Greide

Greide de uma estrada é o conjunto das alturas a que deve obedecer o perfil longitudinal da estrada quando concluída. Os greides são classificados em retos e curvos. São retos quando possuem uma inclinação constante em um determinado trecho. Os greides são curvos quando se utiliza uma curva de concordância para concordar os greides retos [...]. (PONTES FILHO, 1998, p. 40).

Conforme Pontes Filho (1998, p. 41-43), para lançar o greide de uma estrada, devem ser observadas as seguintes condições:

- Minimização das rampas longitudinais. A principal limitação do emprego de rampas suaves reside no fator econômico, traduzido pelo aumento do custo de construção em regiões topograficamente desfavoráveis (Figura 41).
- Deve-se garantir um vão livre de 5,50 m para passagem sobre rodovia federal, de 7,20 m sobre ferrovia e de 2,00 m sobre a máxima enchente verificada nos cursos d'água.
- Otimização das massas. O greide deve ser uma linha que minimize os volumes de cortes e aterros, equilibrando-os.
- Cuidados com a drenagem superficial. Evitar que pontos de cota mais baixa fiquem situados dentro de cortes, assim como trechos com declividade menor que 1%.
- As curvas verticais devem ser suaves e bem concordadas com as tangentes verticais. Freqüentes quebras no greide devem ser evitadas.
- Nas rampas ascendentes longas é preferível colocar rampas maiores no início e diminuí-las no topo, tirando proveito do impulso acumulado no segmento anterior à subida.
- Harmonizar os projetos geométricos horizontal e vertical. Sempre que possível, as curvas verticais devem estar contidas nos trechos de curva horizontal. Isto, além de oferecer melhor aspecto estético tridimensional, aumenta as distâncias de visibilidade em alguns casos.
- Onde houver rampas de comprimento acima do crítico e se o volume de tráfego de veículos lentos for considerável, deve-se prever uma 3ª faixa para uso destes veículos.
- Para maior facilidade no cálculo das ordenadas da curva vertical, deve-se projetar os greides retos de forma que o PIV coincida com estacas inteiras ou intermediárias (+10,00).
- Garantir amplas condições de visibilidade.
- Evitar cortes profundos, principalmente em rochas.

Figura 41 – Perfil Longitudinal

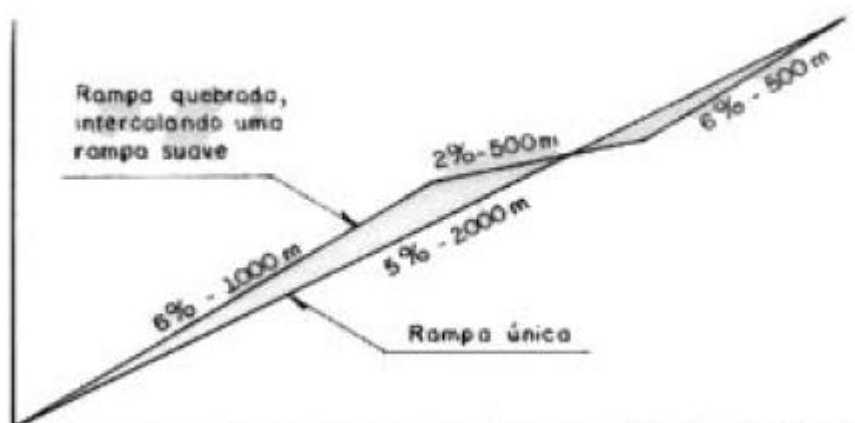


Fonte: Peixoto (1996 apud PONTES FILHO, 1998, p. 43).

Segundo Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 147), devem ser considerados os seguintes aspectos:

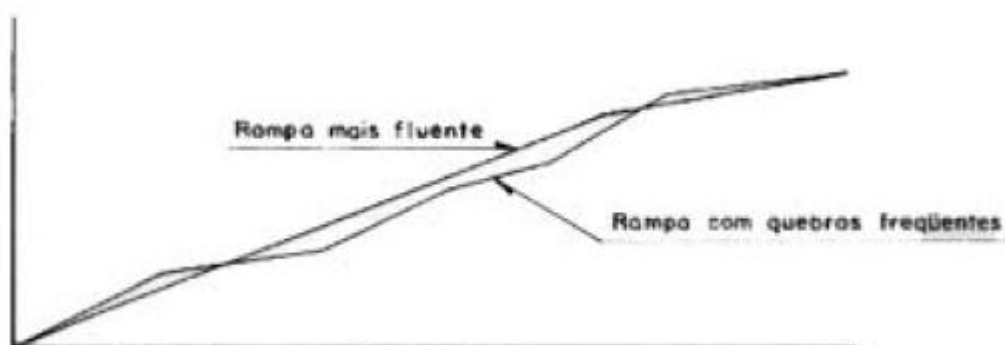
- a) O projeto de greide deve evitar frequentes alterações de menor vulto nos valores das rampas. Estas deverão ser tão contínuas quanto possível, Fig. 43. deverão ser evitadas sempre que possível curvas verticais no mesmo sentido separadas por pequenas extensões de rampa, principalmente em rodovias de pista dupla, Fig. 44.
- b) Em trechos longos em rampa, é conveniente dispor as rampas mais íngremes na parte inferior e as rampas mais suaves na topo, para tirar proveito do impulso acumulado no segmento plano ou descendentes anterior a subida, Fig. 43. Poderá também ser considerada a conveniência de intercalar, no caso de rampas íngremes, trechos com rampas mais suaves, em vez de dispor uma única rampa contínua, em alguma casos de valor apenas um pouco inferior às referidas rampas íngremes, Fig. 42.
- c) Greides excessivamente colados, muitas vezes associados a traçados sensivelmente retos, são indesejáveis por motivos estéticos e por proporcionarem situações perigosas em terrenos levemente ondulados: a sucessão de pequenas lombadas e depressões oculta veículos nos pontos baixos, dando uma falsa impressão de oportunidade de ultrapassagem, Fig. 45.

Figura 42 – Rampas sucessivas



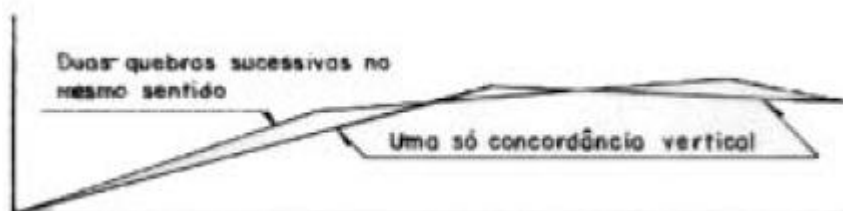
Fonte: Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 148).

Figura 43 – Rampas em projetos



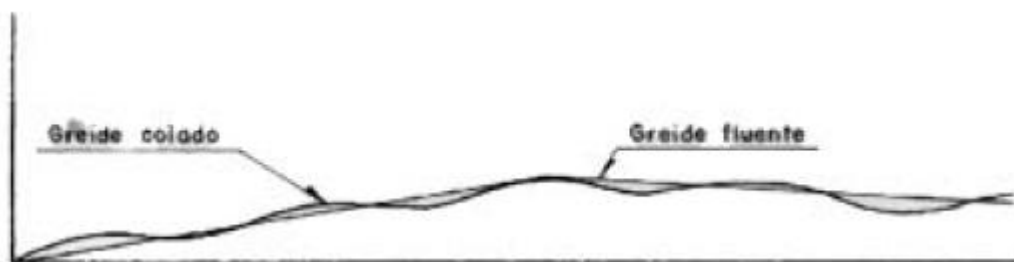
Fonte: Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 148).

Figura 44 – Rampas em projetos



Fonte: Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 148).

Figura 45 – Rampas em projetos



Fonte: Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 148).

De acordo com Pontes Filho (1998), a inclinação transversal pode ser nula em alguns trechos, porém em trechos em corte, há a necessidade de uma inclinação mínima para o escoamento da água na superfície, o que normalmente é 0,5%, mas pode ser admitido o mínimo de 0,35% para pavimentos de alta qualidade e executados com cuidado.

Conforme Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010), em vias expressas, a rampa mínima com inclinação de 0,35% é suficiente para evitar problemas com recalques diferenciais, com os desníveis construtivos e com o desgaste de uso da superfície da pista.

No caso de ramos, rampas com as menores inclinações possíveis são desejáveis, principalmente quando a velocidade de projeto e o volume de tráfego são elevados, considerando o uso majoritariamente por veículos comerciais. Deve ser evitado um greide muito íngreme em uma descida antes de curvas mais fechadas ou de um local de parada obrigatória. (INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS, 2010).

As rampas máximas indicadas pelo DNER estão apresentadas nas Tabelas 24 e 25.

Tabela 24 – Rampas máximas para vias urbanas (%)

Categoria da via	Relevo	Velocidade diretriz (km/h)						
		50	60	70	80	90	100	110
Vias expressas *	Plano				4	4	3	3
	Ondulado				5	5	4	4
	Montanhoso				6	6	6	5
Vias arteriais	Plano	8	7	6	6			
	Ondulado	9	8	7	7			
	Montanhoso	11	10	9	9			

Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010, p. 292).

“Greides 1% mais elevados podem ser adotados em terreno montanhoso ou em áreas urbanas com faixas de domínio muito restritas”. (INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS, 2010, p. 292).

Tabela 25 – Rampas máximas para ramos (critério geral)

Velocidade de projeto (km/h)	30-40	40-50	50-70	70-80
Rampa máxima	6% - 8%	5% - 7%	4% - 6%	3% - 5%

Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010, p. 292).

Segundo Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2010), em relação à Tabela 25:

- a inclinação pode ser 2% maior quando houver declive e o ramo possuir mão única;
- inclinações maiores podem ser utilizadas devido às condições topográficas.

O DAER-RS recomenda os valores de rampa máxima apresentados na Tabela 26.

Tabela 26 – Rampas máximas

Rodovias	Classes de Projeto	Região		
		Plana	Ondulada	Montanhosa
Estadual	0	3,0%	4,0%	5,0%
	I	3,0%	4,5%	6,0%
	II	3,0%	5,0%	7,0%
	III	4,0%	6,0%	8,0%
	IV	5,0%	7,0%	9,0%
Vicinal	A	4,0%	6,0%	8,0%
	B	4,0%	6,0%	8,0%
	C	5,0%	7,0%	9,0%
	D	6,0%	8,0%	10,0%

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 60).

Segundo Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 60),

Esses valores poderão se acrescidos de 1% para extensões de até 900 metros em regiões planas; 300 metros em regiões onduladas; e 150 metros em regiões montanhosas.

Nos trechos em corte ou seção mista, a rampa mínima admissível é de 1%. No cálculo dos greides deverão utilizados valores das rampas com a precisão do centésimo.

b) Curvas verticais

As curvas verticais (greides curvos) são parábolas do 2º grau com curvatura K. O parâmetro K é igual ao comprimento horizontal da curva em metros, ele é necessário para considerar as distâncias de visibilidade de parada, as quais são consideradas com comprimento menor que o comprimento do greide curvo. O comprimento L da curva vertical é obtido através da fórmula $L=K \times A$, em que A é a diferença algébrica entre os greides, em porcentagem. No caso do A ser muito pequeno, o comprimento mínimo a ser adotado é obtido através de $L= 0,6 V$ (V em km/h). (RIO GRANDE DO SUL, 1991, v. 1).

As curvas verticais podem ser convexas ou côncavas e seus comprimentos mínimos são as distâncias de visibilidade de parada (situação mínima) e de ultrapassagem (situação especial). A segunda normalmente resulta em comprimentos muito grandes, os quais são difíceis de colocar em prática. (PONTES FILHO, 1998).

As equações das curvas convexas e côncavas estão apresentadas, respectivamente, nas equações 114 e 115.

$$K = \frac{d^2}{412} \quad (114)$$

$$K = \frac{d^2}{122 + 3,5d} \quad (115)$$

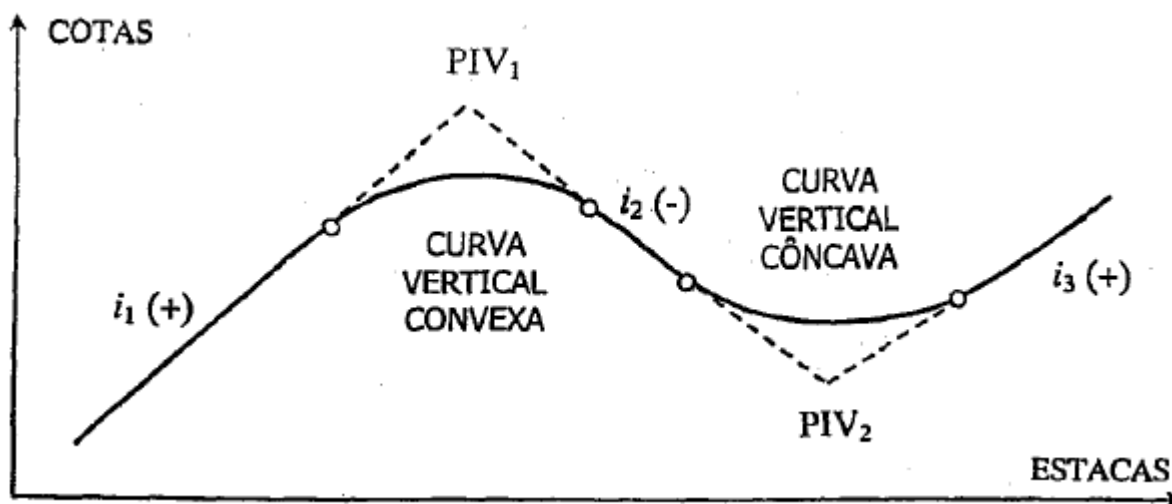
Onde:

d = distância de visibilidade de parada mínima ou desejável (em metros).

O anexo C apresenta os valores desejáveis e mínimos para as curvas verticais convexas e côncavas, os quais são recomendados pelo DAER-RS em seu volume 1 das normas de projetos rodoviários.

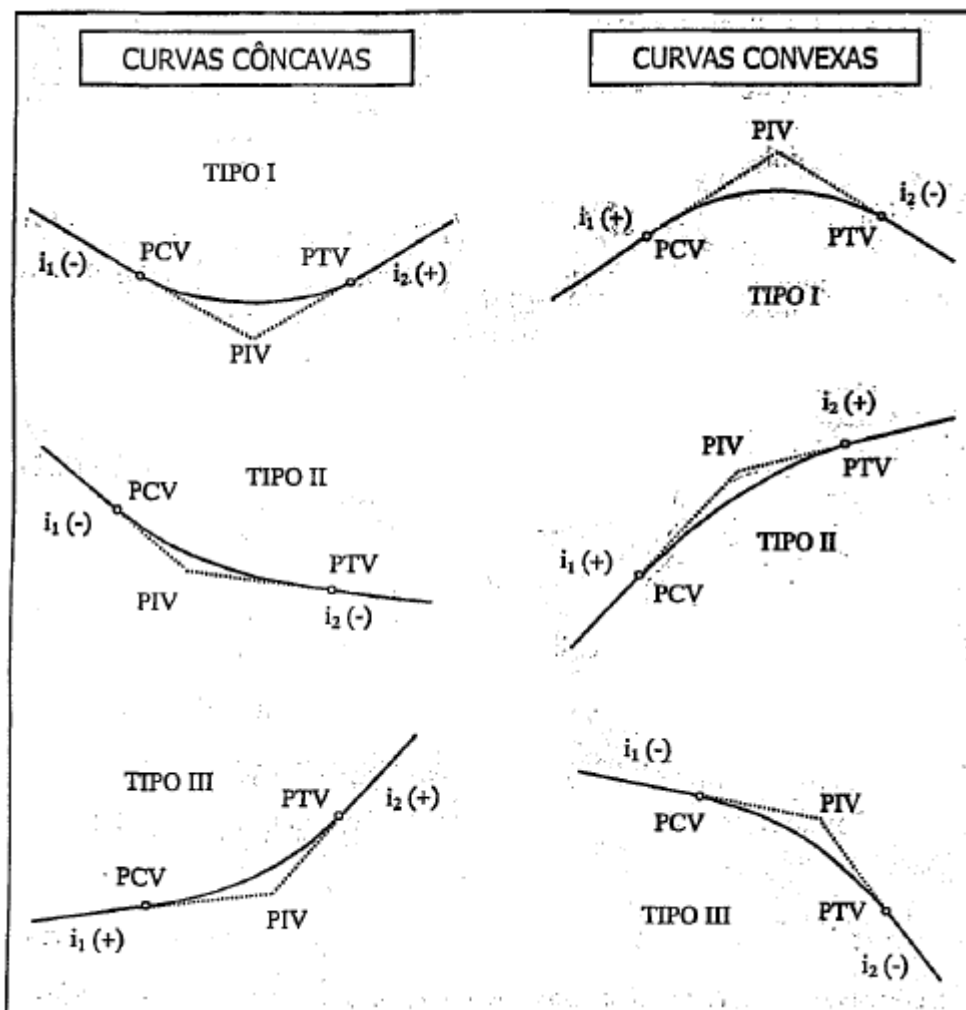
As Figuras 46 e 47 apresentam os diferentes tipos de curvas verticais.

Figura 46 – Tipos de curvas verticais (greides curvos)



Fonte: Pontes Filho (1998, p. 44).

Figura 47 – Tipos de curvas verticais

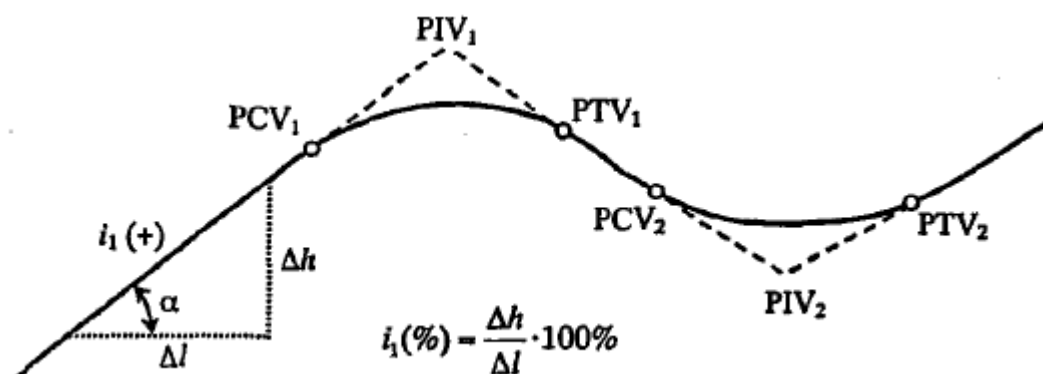


Fonte: Pontes Filho (1998, p. 214).

Os greides retos são expressos pela declividade, determinada em porcentagem, o que é a tangente do ângulo com a horizontal. Para adotar a convenção de que as rampas ascendentes tem greides positivos e as rampas descendentes têm valores negativos, considera-se que o sentido do perfil longitudinal é o sentido do estaqueamento. (PONTES FILHO, 1998).

A Figura 48 apresenta os greides positivos e negativos em um perfil de estrada.

Figura 48 – Perfil de uma estrada

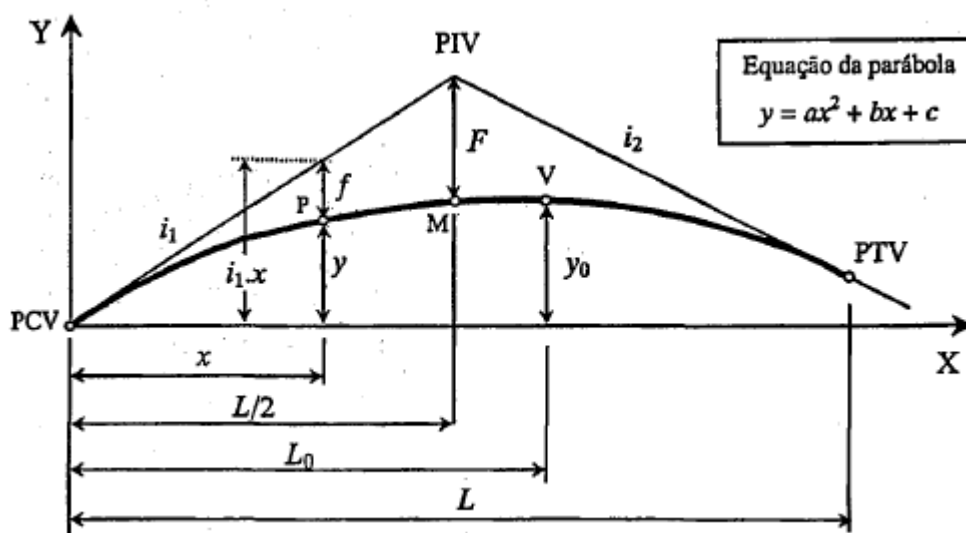


Fonte: Pontes Filho (1998, p. 210).

À interseção dos greides retos dá-se a denominação de PIV (ponto de interseção vertical). Os pontos de tangência são denominados de PCV (ponto de curva vertical) e PTV (ponto de tangência vertical), por analogia com a curva circular do projeto em planta. A medida do comprimento de uma curva vertical (L) é feita sobre a projeção horizontal da curva. (PONTES FILHO, 1998, p. 210).

A Figura 49 apresenta os elementos relacionados a uma curva vertical.

Figura 49 – Esquema para cálculo das cotas e flechas da parábola



Fonte: Pontes Filho (1998, p. 215).

As equações 116 a 122 estão relacionadas à Figura 49.

$$g = i_1 - i_2$$

(116)

$$y = \left(\frac{i_2 - i_1}{2L} \right) x^2 + i_1 x \quad (117)$$

$$L = R_v |i_1 - i_2| \quad (118)$$

$$f = \frac{g}{2L} x^2 \quad (119)$$

$$F = \frac{gL}{8} \quad (120)$$

$$L_0 = \frac{i_1 L}{g} \quad (121)$$

$$y_0 = \frac{i_1^2 L}{2g} \quad (122)$$

Onde:

R_v = raio da curva vertical;

g = diferença algébrica das rampas;

L = comprimento da curva vertical;

x = distância horizontal do ponto de cálculo da flecha ao PCV;

f = flecha da parábola;

F = flecha máxima;

L_0 = abscissa do vértice V;

y_0 = ordenada do vértice V.

As equações 123 a 126 resultam nas cotas e estacas do PCV e PTV.

$$E(PCV) = E(PIV) - [L/2] \quad (123)$$

$$E(PTV) = E(PIV) + [L/2] \quad (124)$$

$$Cota(PCV) = Cota(PIV) - i_1 L/2 \quad (125)$$

$$Cota(PTV) = Cota(PIV) + i_2L/2 \quad (126)$$

2.10 COORDENAÇÃO DOS ALINHAMENTOS HORIZONTAL E VERTICAL

O alinhamento horizontal e vertical são elementos permanentes da estrada e a alteração desses alinhamentos por deficiências é muito difícil e o custo econômico é alto. Eles devem ser projetados combinados, pois se completam. As deficiências de um podem ser prejudiciais para os pontos positivos do outro e agravar os defeitos de cada um. (AASHTO, 2011).

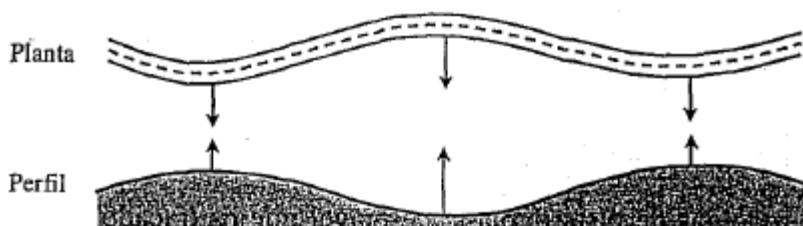
“A coordenação dos alinhamentos horizontal e vertical confere à rodovia boas características de segurança, conforto de dirigir e aparência”. (PONTES FILHO, 1998, p. 310).

Conforme DNER apud Pontes Filho (1998, p. 310-311), alguns aspectos básicos devem ser considerados:

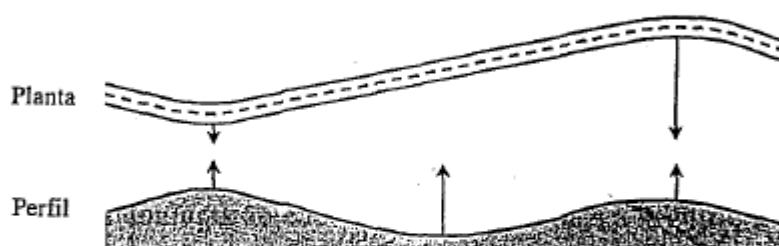
- Trechos em tangente horizontal não são coerentes com freqüentes quebras no greide e vice-versa.
- Curvas verticais e horizontais devem se superpor, de preferência as horizontais iniciando um pouco antes das verticais. Os vértices das tangentes das curvas verticais e horizontais devem aproximadamente coincidir.
- Curvas horizontais não devem iniciar ou findar no cume das lombadas para não surpreender o motorista. Quando a curva horizontal se encontra dentro de um corte, esse efeito será reduzido pelo balizamento natural dos taludes de corte.
- Analogamente, curvas horizontais não devem ter seu início coincidente com pontos baixos do greide, ao final de longas descidas, por causa do natural aumento de velocidade nestas descidas.
- Em rodovias de pista dupla, é desejável que os traçados em planta e perfil sejam independentes para as duas pistas.

As Figuras 50 a 54 apresentam a combinação entre a vista em planta e o perfil longitudinal da estrada.

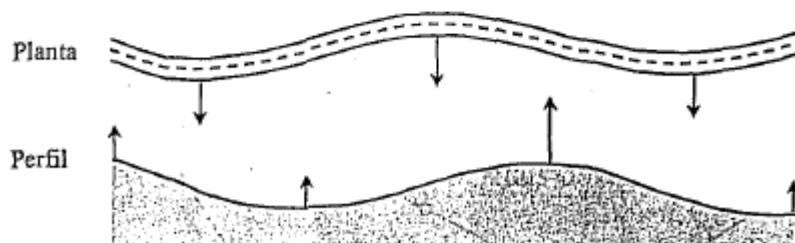
Figura 50 – Combinação de alinhamentos



Os vértices das curvas horizontais e verticais coincidem aproximadamente. As horizontais são um pouco mais longas e anunciam as verticais.



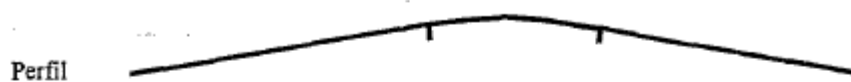
Uma das deflexões do alinhamento horizontal foi suprimida, mas os demais vértices ainda coincidem.



Falta de coordenação. Os vértices de um alinhamento coincidem com os pontos de inflexão do outro.

Fonte: DNER apud Pontes Filho (1998, p. 312).

Figura 51 – Combinação de alinhamentos



Combinação anti-estética e perigosa. A reversão de traçado ocorre no vértice da curva vertical.



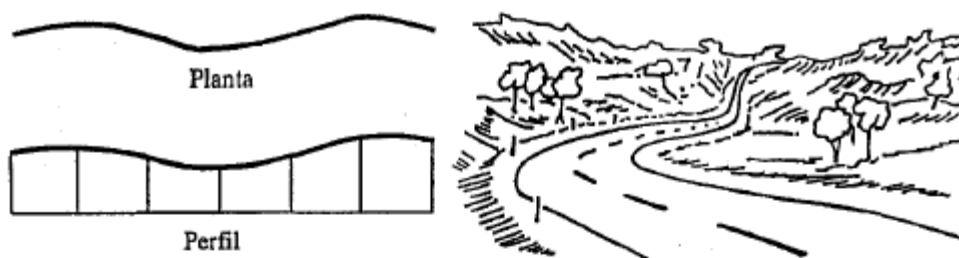
Duas curvas sucessivas no mesmo sentido devem ser ligadas por ampla curva composta. O perfil convexo atenua a deformação que ocorre quando as curvas são ligadas por uma tangente curta.



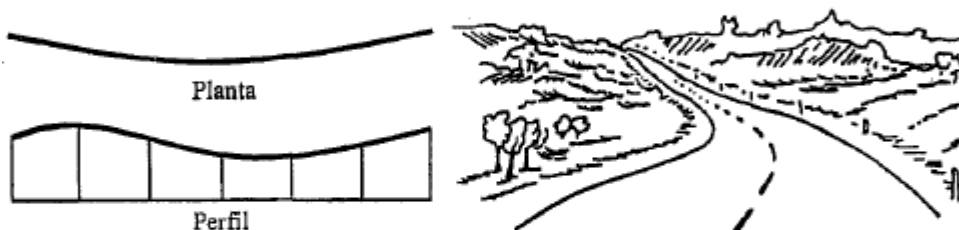
Curvas horizontais longas podem associar-se a suaves ondulações em perfil.

Fonte: DNER apud Pontes Filho (1998, p. 313).

Figura 52 – Combinação de alinhamentos



Combinação ideal. Um traçado fluente resulta quando as curvas horizontais e verticais coincidem. Idealmente, as horizontais devem sobrepor ligeiramente as verticais.



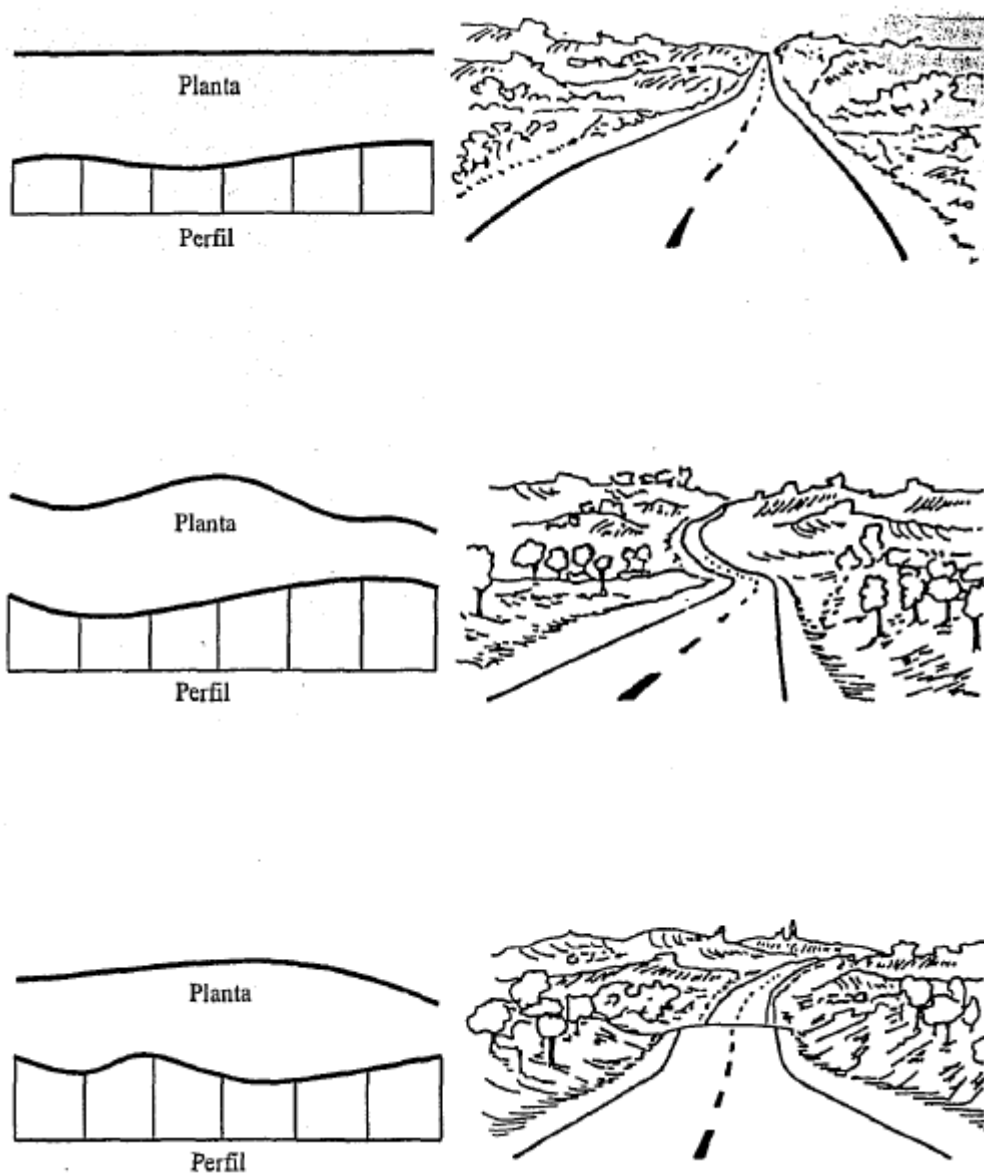
Se a escala horizontal é grande e a vertical é relativamente pequena, pode ser satisfatório incluir duas curvas verticais ao longo da curva horizontal extensa.



O topo da curva vertical restringe a visibilidade no início da curva horizontal e pode gerar uma situação perigosa.

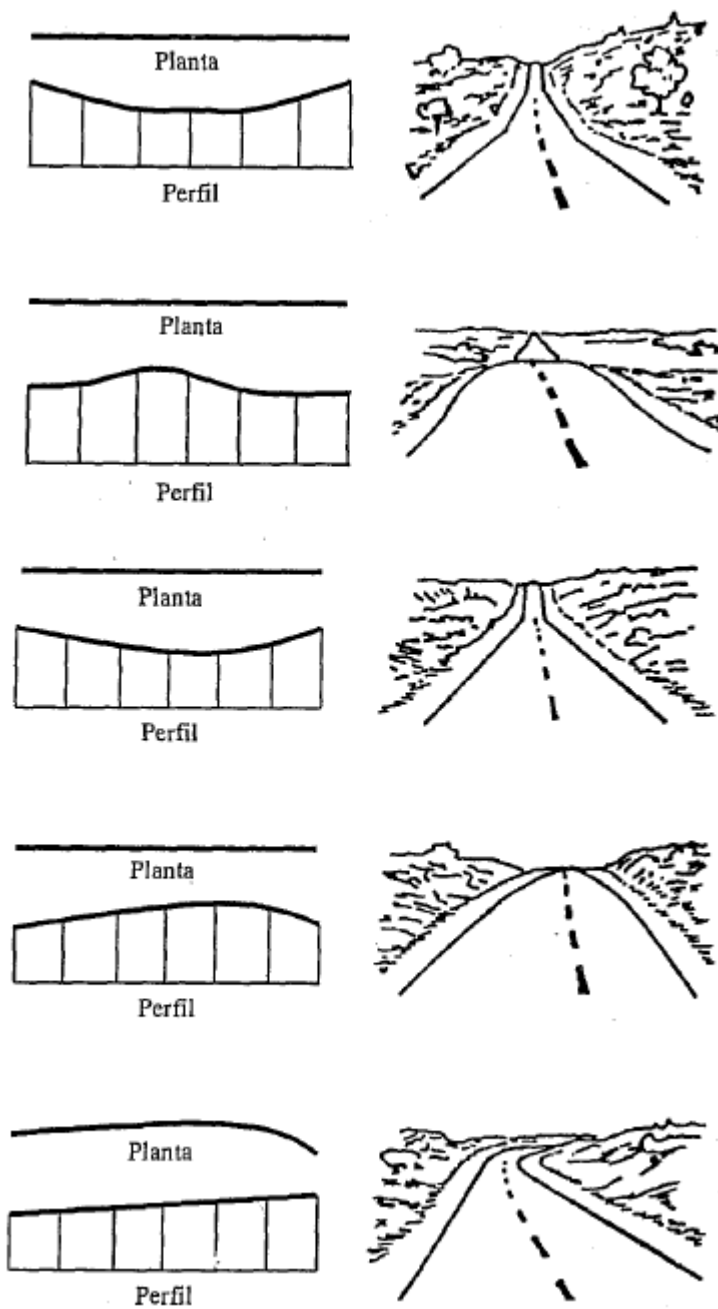
Fonte: AUSTROADS (1989 apud PONTES FILHO, 1998, p. 314).

Figura 53 – Combinação de alinhamentos



Fonte: AUSTROADS (1989 apud PONTES FILHO, 1998, p. 315).

Figura 54 – Combinação de alinhamentos

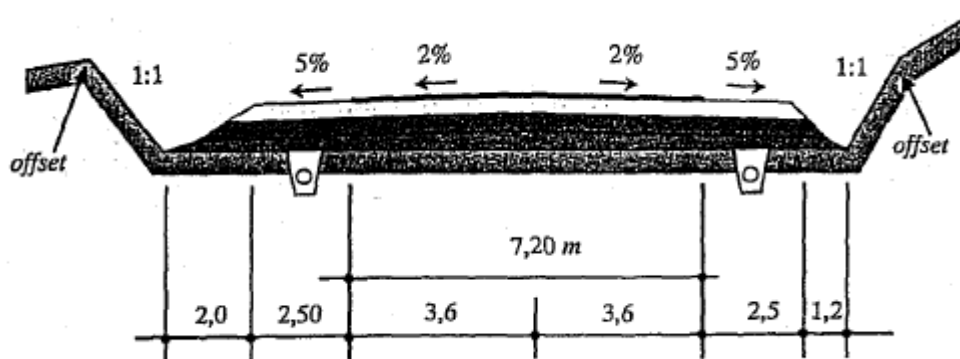


Fonte: AUSTRROADS (1989 apud PONTES FILHO, 1998, p. 316).

2.11 ELEMENTOS DA SEÇÃO TRANSVERSAL

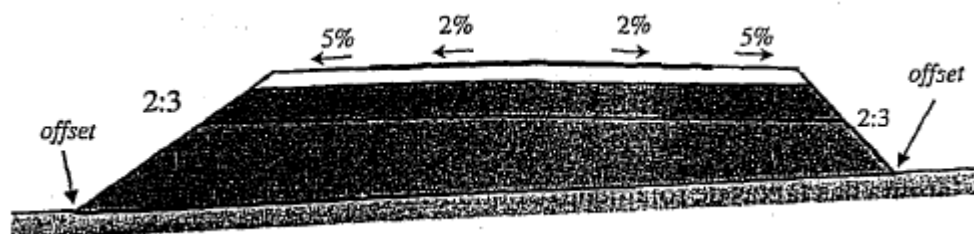
A seção transversal pode estar em corte, aterro ou ser mista, conforme apresentado, respectivamente, nas Figuras 55 a 57.

Figura 55 – Seção em corte



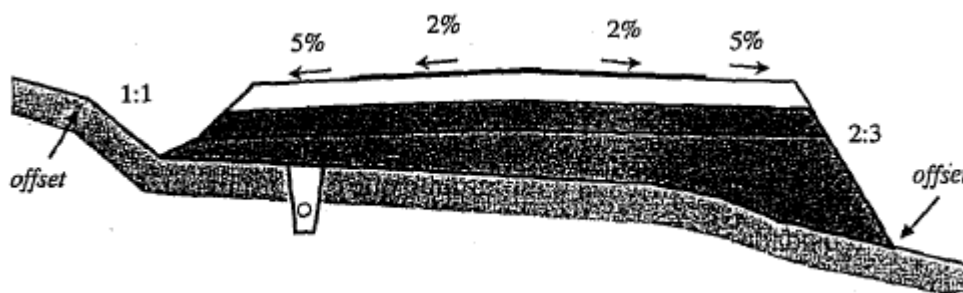
Fonte: Pontes Filho (1998, p. 45).

Figura 56 – Seção em aterro



Fonte: Pontes Filho (1998, p. 45).

Figura 57 – Seção mista



Fonte: Pontes Filho (1998, p. 45).

a) Inclinação transversal

Nas estradas, a inclinação transversal mínima aconselhável de um pavimento asfáltico é 2%, e 1,5% no caso de pavimentos de concreto bem executados, podendo essa inclinação ir até 5% no caso de estradas com solo estabilizado. O mais frequente é o uso de pistas com inclinação transversal constante para cada faixa de rolamento, simétricas em relação ao eixo da estrada. Muitas vezes são usadas pistas com uma única inclinação transversal para todas as faixas, no caso de estradas com pista dupla. (PONTES FILHO, 1998, p. 46).

Pavimentos com qualidade alta e ótimo padrão de acabamento são necessários para adotar valores baixos de inclinação transversal, os quais são desejáveis por razões estéticas, para proporcionar conforto ao usuário e proporcionar desvio lateral reduzido no caso de freadas bruscas, ventos intensos e presença de lama na estrada. Por outro lado, valores altos para a inclinação transversal proporcionam a aceleração do escoamento da água da chuva. (RIO GRANDE DO SUL, 1991, v. 1).

O Quadro 8 apresenta as inclinações transversais recomendadas pelo DAER-RS para trechos em tangente. Conforme Rio Grande do Sul (1991, v. 1), se o acostamento é menor que 2,00 m, a inclinação do acostamento é igual à inclinação da pista.

Quadro 8 – Inclinação transversal em tangente

Tipos de Rodovias	Classes	Pistas	Acostamentos
Estadual	0 a III	2%	5%
	IV	3%	3%
Vicinal	A e B	2%	2%
	C e D	3%	3%

Fonte: Elaborado pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 29).

b) Faixas de rolamento

A soma da largura do veículo de projeto à largura de segurança resulta na largura da faixa de rolamento, o que está entre 3,00 m e 3,75 m. Para evitar que falte uniformidade na largura das faixas, projetos com padrão alto mantêm a mesma largura em toda a rodovia. (RIO GRANDE DO SUL, 1991, v. 1).

O Quadro 9 apresenta as larguras das faixas de rolamento recomendadas pelo DAER-RS .

Quadro 9 – Largura das faixas de rolamento (m)

Rodovias	Classes do projeto	Região		
		Plana	Ondulada	Montanhosa
Estadual	0	3,75	3,60	3,60
	I	3,60	3,60	3,50
	II e III	3,50	3,50	3,50
	IV	3,00	3,00	3,00
Vicinal	A	3,50	3,50	3,50
	B, C e D	3,00	3,00	3,00

Fonte: Elaborado pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 27).

c) Acostamentos

Para os acostamentos de pista simples, as larguras recomendadas pelo DAER-RS estão no Quadro 10. Conforme Rio Grande do Sul (1991, v. 1), os valores mínimos estão entre parênteses no quadro abaixo.

Quadro 10 – Largura dos acostamentos externos (m)

Rodovias	Classes do projeto	Região		
		Plana	Ondulada	Montanhosa
Estadual	0	3,00	3,00 (2,50)	2,50
	I	3,00 (2,50)	2,50	2,50
	II	2,50 (2,00)	2,50 (2,00)	2,00 (1,00)
	III	2,50 (1,00)	2,00 (1,00)	1,50 (1,00)
	IV	1,00	0,50	0,50
Vicinal	A e B	1,00	1,00	1,00
	C	0,50	0,50	0,50
	D	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 27).

Para pista dupla, considerando as classes 0 e I, as larguras de acostamento interno recomendadas pelo DAER-RS, para pistas de mão única, estão indicadas no Quadro 11. O Quadro 10 deve ser utilizado para o acostamento externo das pistas duplas. (RIO GRANDE DO SUL, 1991, v. 1).

Conforme Rio Grande do Sul (1991, v. 1), os valores entre parênteses no Quadro 11 são excepcionais e os demais valores são recomendados. Os valores indicados para três faixas devem ser adotados quando houver acostamento, porém, caso não seja necessário, indica-se adotar os valores para duas faixas.

Quadro 11 – Largura dos acostamentos internos (m)

Número de Faixas	Região		
	Plana	Ondulada	Montanhosa
2	(1,20) 0,60	(1,00) 0,60	0,50
3	(3,00) 2,50	(2,50) 2,00	(2,50) 2,00
≥ 4	(3,00) 2,50	(3,00) 2,50	(3,00) 2,50

Fonte: Elaborado pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 28).

d) Inclinação dos taludes dos cortes e aterros

Os Quadros 12 e 13 apresentam as inclinações relacionadas ao plano horizontal que são permitidas para os taludes de cortes e aterros, considerando a razão v/h (vertical/horizontal). (RIO GRANDE DO SUL, 1991, v. 1).

Quadro 12 – Inclinação dos taludes dos cortes

Em Cortes	
Nos terrenos sem possibilidade de escorregamentos (condição normal)	1,5 : 1,0
Nos terrenos com possibilidade de escorregamentos (com justificativa geológica e geotécnica)	1,0 : 1,0
Nos solos arenosos (tipo região de praia)	1,0 : 2,0
Nos terrenos de rocha viva	4,0 : 1,0

Fonte: Elaborado pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 29).

Quadro 13 – Inclinação dos taludes dos aterros

Em Aterros	
Aterros com solos em geral	1,0 : 1,5
Aterros em areia	1,0 : 2,0
Aterros com fragmentos de rocha	1,0 : 1,0

Fonte: Elaborado pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 29).

e) Faixa de domínio

Para as zonas rurais, a largura mínima da faixa de domínio é de 10 m para cada lado da pista, a partir da crista de cortes ou pés de aterros, no entanto, essa largura não pode ser menor que a largura que consta no Quadro 14. Essa mesma regra é aplicada para o caso de rodovias com duas pistas independentes. (RIO GRANDE DO SUL, 1991, v. 1).

Em locais onde a frequência da presença de animais ou tropas exija, a faixa de domínio poderá apresentar excentricidade em relação ao eixo da pista e proporcionará uma largura de 20,00 m em um dos lados da rodovia. (RIO GRANDE DO SUL, 1991, v. 1).

O Quadro 14 apresenta as larguras mínimas de faixas de domínio recomendadas pelo DAER-RS. Segundo Rio Grande do Sul (1991, v. 1), a faixa de domínio das estradas de classe 0 deve ter a largura definida para cada caso, porém não pode ser menor que a das estradas da Classe I.

Quadro 14 – Largura da faixa de domínio (m)

Rodovias	Classes do projeto	Região		
		Plana	Ondulada	Montanhosa
Estadual	0	-	-	-
	I	60	70	80
	II	30	40	50
	III e IV	30	40	50
Vicinal	A, B, C e D	30	40	50

Fonte: Elaborado pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 30).

Nos trechos urbanos, a faixa de domínio deve ter largura suficiente para que permita a construção de duas vias que atendam o tráfego local, desde que exista a tendência da região se tornar urbana nos próximos anos ou que seja viável economicamente. (RIO GRANDE DO SUL, 1991, v. 1).

f) Arborização

Na medida do possível, os projetos rodoviários devem prever a arborização da faixa de domínio. Esta arborização tem a função de evitar a erosão, de ajudar no aspecto paisagístico regional e de ser uma sinalização viva. (RIO GRANDE DO SUL, 1991, v. 1).

g) Canteiros centrais

Canteiros centrais com as maiores larguras possíveis são desejáveis pelos aspectos estéticos e de operação, visto que impedem os fluxos contrários de interferir mutuamente, considerando ainda que facilitam o retorno de veículos desgovernados para a estrada. (INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS, 2010).

Conforme Rio Grande do Sul (1991, v. 1, p. 59),

A largura mínima dos canteiros centrais nas rodovias com duplicação será de 4,00m quando for usada conversão à esquerda, o que permitirá a execução do refúgio central com 3,50m de largura.

Nos demais casos, a largura poderá ser reduzida, sendo permitida a largura mínima de 1,50m.

2.12 INTERSEÇÕES RODOVIÁRIAS

A interseção pode ser definida como a área em que há o cruzamento ou união de vias, e na qual estão posicionados dispositivos para ordenar os diferentes movimentos de tráfego. (PONTES FILHO, 1998).

As interseções podem ser divididas em dois grupos: Interseções em Nível e Interseções em Níveis Diferentes. (RIO GRANDE DO SUL, v. 2, 1991).

a) Interseções em nível

Segundo Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 89), as interseções em nível podem ser classificadas por três critérios:

- a) Em função do número de ramos:
 - *Interseção de três ramos ou "T"*: interseção em nível com três ramos. A designação "T" decorre de ser comum que um dos ramos se situe no prolongamento de outro.
 - *Interseção de quatro ramos*: interseção em nível com quatro ramos.
 - *Interseção de ramos múltiplos*: interseção em nível com cinco ou mais ramos.

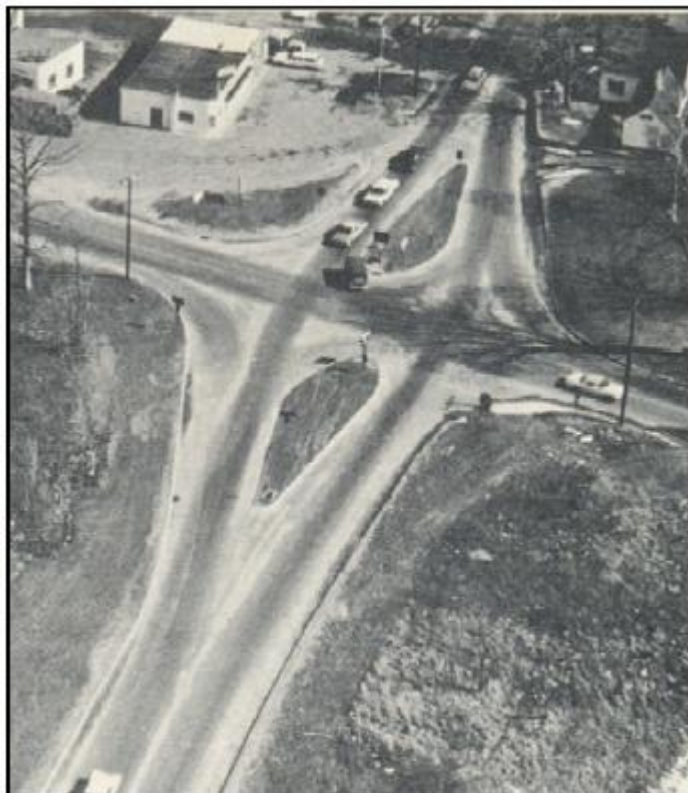
- b) Em função das soluções adotadas:
 - *Mínima*: solução sem nenhum controle especial, aplicável normalmente onde o volume horário total (dois sentidos) em termos de (UCP) da via principal for inferior a 300 e o da via secundária for inferior a 50.
 - *Gota*: solução que adota uma ilha direcional do tipo "gota" na via secundária com a função de disciplinar os movimentos de giro à esquerda.
 - *Canalizada*: solução em que os movimentos do tráfego têm suas trajetórias definidas pela sinalização horizontal, por ilhas e outros meios, com o objetivo de minimizar os seus conflitos.
 - *Rótula (rotatória)*: solução em que o tráfego se move no sentido anti-horário ao redor de uma ilha central.
 - *Rótula vazada*: solução em que as correntes diretas da via principal atravessam uma ilha central, em torno da qual as demais correntes circulam no sentido anti-horário.

- c) Em função do controle de sinalização:
 - *Sem sinalização semafórica (luminosa)*: típica de zonas rurais onde o fluxo é controlado por sinalização horizontal e vertical.

- Com *sinalização semafórica (luminosa)*: típica de zonas urbanas onde o fluxo é controlado por semáforo;

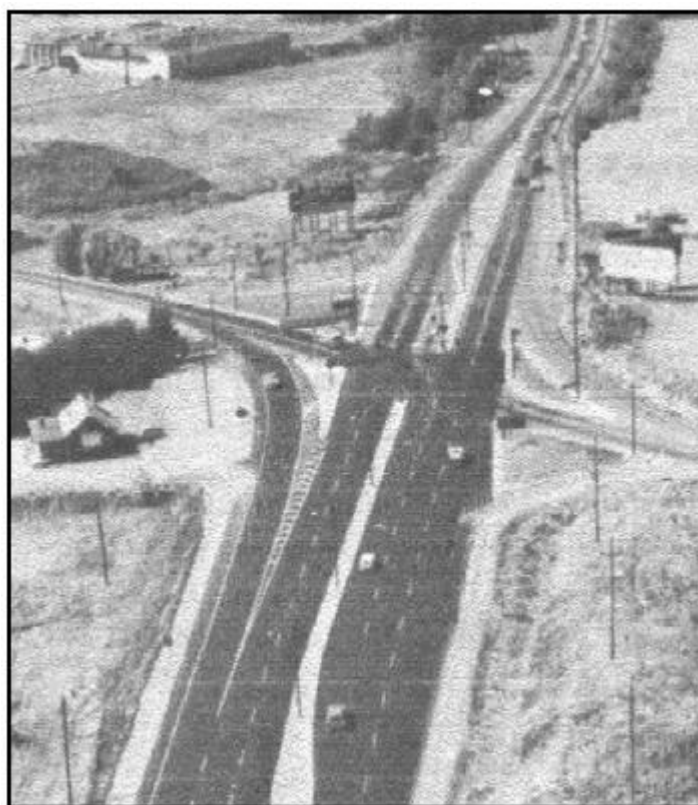
As Figuras 58 a 60 são exemplos de interseções em nível.

Figura 58 – Interseção tipo gota



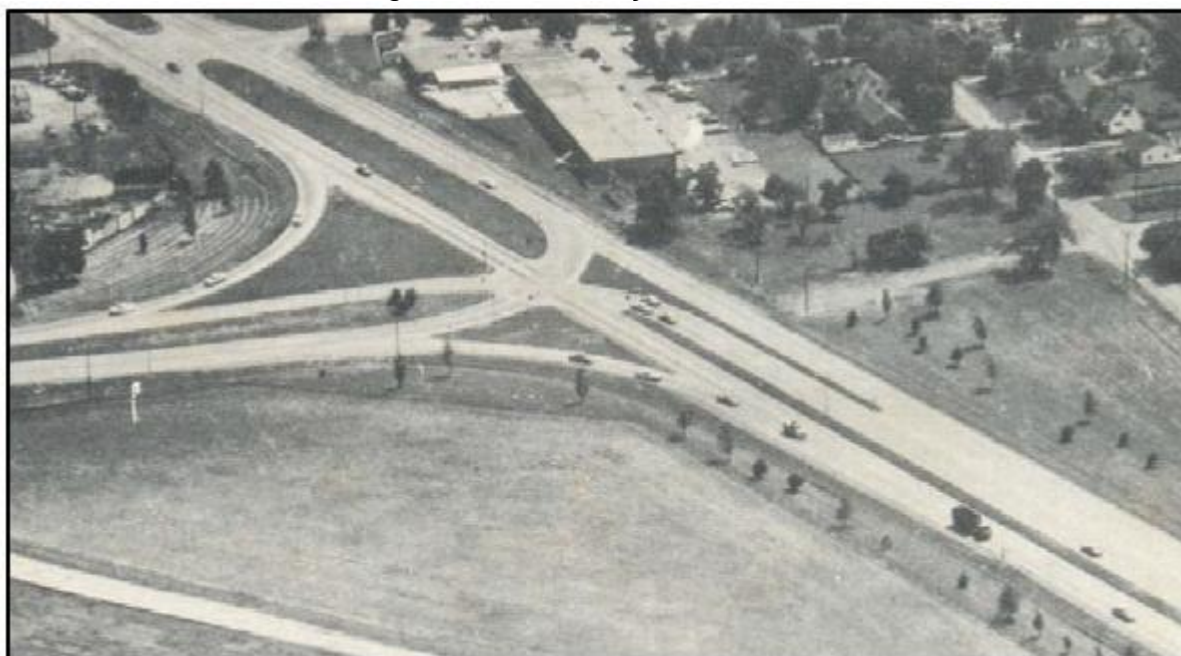
Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 90).

Figura 59 – Interseção canalizada I



Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 90).

Figura 60 – Interseção canalizada II



Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 91).

b) Interseções em níveis diferentes

As interseções em níveis diferentes podem ser: por cruzamento em níveis diferentes sem ramos ou por interconexão. Se a rodovia principal passar por cima da via secundária, o cruzamento é chamado de “passagem superior”, no entanto, se ocorrer o contrário, denomina-se passagem inferior. (INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS, 2005).

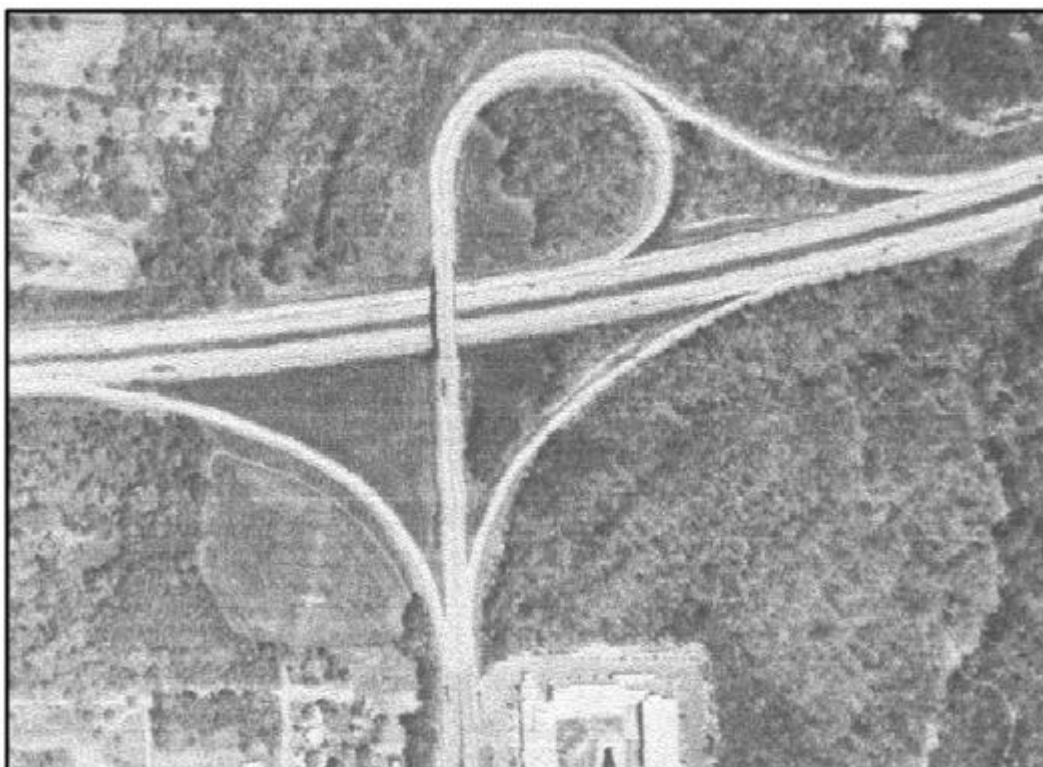
De acordo com Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 93):

b) *Interconexão*: quando, além do cruzamento em desnível, a interseção possui ramos que conduzem os *veículos* de uma via à outra. Normalmente as interconexões são classificadas em sete tipos básicos:

- *Interconexão em “T” ou “Y”*: interconexão com três ramos. O aspecto geral do projeto faz com que seja designada por “T” ou “Y”. Quando uma das correntes de tráfego de um ramo executar giro próximo de 270° a interconexão é designada por “*trombeta*”.
- *Diamante*: interconexão em que a via principal apresenta, para cada sentido, uma saída à direita antes do cruzamento e uma entrada à direita após o mesmo. As conexões na via secundária são interseções em nível.
- *Trevo completo*: interconexão em que, nos quatro quadrantes, os movimentos de conversão à esquerda são feitos por laços (*loops*) e à direita por conexões externas aos laços.
- *Trevo parcial*: interconexão formada pela eliminação de um ou mais ramos de um trevo completo, apresentando pelo menos um ramo em laço.
- *Direcional*: interconexão que utiliza ramos direcionais para os principais movimentos de conversão à esquerda. Quando todos os movimentos de conversão são feitos por ramos direcionais a interconexão diz-se “*totalmente direcional*”.
- *Semidirecional*: interconexão que utiliza ramos semidirecionais para os principais movimentos de conversão à esquerda.
- *Giratório*: interconexão que utiliza uma interseção rotatória (rótula) na via secundária.

As Figuras 61 a 68 são exemplos de interseções em níveis diferentes.

Figura 61 – Trombeta



Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 94).

Figura 62 – Diamante



Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 94).

Figura 63 – Trevo completo



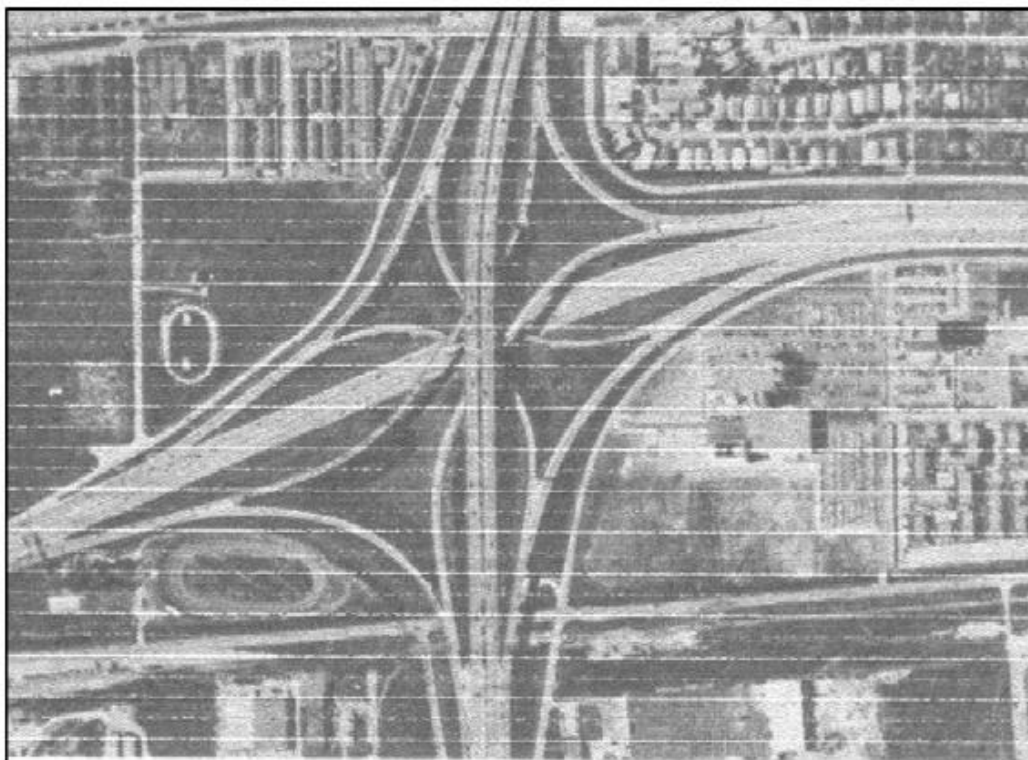
Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 95).

Figura 64 – Trevo parcial



Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 95).

Figura 65 – Direcional I



Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 96).

Figura 66 – Direcional II



Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 96).

Figura 67 – Semidirecional com laços



Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 97).

Figura 68 – Giratório



Fonte: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2005, p. 97).

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Conforme Gil (2002), a pesquisa documental possui fontes diversas, as quais podem ser documentos públicos ou privados, sejam documentos que já passaram por alguma análise, como relatórios e tabelas, sejam documentos oficiais e descritivos, tais como memorandos e regulamentos.

De acordo com Gil (2002), o estudo de caso visa mostrar o problema globalmente, o qual é baseado em situações cotidianas, que são descritas para situar o leitor no contexto. Segundo Stake (2000 apud GIL, 2002), o estudo de caso intrínseco possui como objeto o próprio caso.

Com base nessas informações, essa pesquisa pode ser considerada documental, assim como um estudo de caso intrínseco, por possuir as características citadas. Durante o início da pesquisa, foram consultadas notícias para determinar o problema e delimitá-lo, depois foram consultados outros documentos, tais como manuais, a fim de obter informações e dados para resolvê-lo.

Terminada a pesquisa bibliográfica, foram determinados os parâmetros de projeto: volume de tráfego, tipo de relevo, parâmetros geométricos e tipos de interseção.

A partir dos parâmetros de projeto, o traçado da rodovia foi desenvolvido no programa DataGeosis 2017, gerando as plantas e os perfis do projeto. Os resultados obtidos foram comparados às informações da pesquisa bibliográfica e ajudaram a sustentar as conclusões deste estudo.

As etapas desenvolvidas no projeto estão apresentadas simplificadaamente na Figura 69.

Figura 69 – Fluxograma das etapas desenvolvidas



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

3.2 COLETA DE DADOS

3.2.1 Contextualização

A área de projeto, localizada no Rio Grande do Sul (Brasil), é delimitada pelos municípios de Novo Hamburgo e São Leopoldo, próximo à divisa com o município de Portão.

A Figura 70 localiza a região e o viaduto do bairro Scharlau. A Figura 71 apresenta os pontos (A e B) de início e fim da rodovia que foi proposta nesse projeto. O ponto A indica a interseção com a BR-116 e o ponto B indica o ponto de encontro com a ERS-240.

O histórico da população de Novo Hamburgo e de Portão está apresentado, respectivamente, nas Tabelas 27 e 28. Também são mostrados, sequencialmente,

os dados do PIB (Tabelas 29 e 30) e da frota de veículos, a qual foi considerada até junho de 2020 (Tabelas 31 e 32).

Figura 70 – Mapa de Situação



Fonte: Elaborada pelo autor, com base na Azambuja Engenharia e Geotecnia (2014, p. 7).

Figura 71 – Mapa de Localização



Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Google (SÃO LEOPOLDO..., 2020).

Tabela 27 – População de Novo Hamburgo

Ano	População	Crescimento (%)
2010	243.912	-
2011	246.489	1,06
2012	248.236	0,71
2013	248.946	0,29
2014	248.254	-0,28
2015	249.504	0,50
2016	249.744	0,10
2017	250.292	0,22
2018	249.721	-0,23

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (2020d).

Tabela 28 – População de Portão

Ano	População	Crescimento (%)
2010	31.585	-
2011	31.895	0,98
2012	32.394	1,56
2013	32.900	1,56
2014	33.662	2,32
2015	34.395	2,18
2016	34.865	1,37
2017	35.058	0,55
2018	35.388	0,94

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (2020d).

Tabela 29 – PIB de Novo Hamburgo

Ano	PIB (R\$)	Crescimento (%)
2002	2.705.289.943	-
2003	3.049.436.778	12,72
2004	3.304.763.575	8,37
2005	3.662.607.347	10,83
2006	3.837.965.196	4,79
2007	4.114.608.655	7,21
2008	4.551.449.281	10,62
2009	4.549.758.825	-0,04
2010	5.536.879.607	21,70
2011	6.204.124.429	12,05
2012	6.521.643.697	5,12
2013	7.053.847.168	8,16
2014	7.806.020.062	10,66
2015	8.122.465.220	4,05
2016	8.257.280.810	1,66
2017	8.736.150.678	5,80

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (2020c).

Tabela 30 – PIB de Portão

Ano	PIB (R\$)	Crescimento (%)
2002	315.056.094	-
2003	355.821.236	12,94
2004	427.674.114	20,19
2005	491.649.095	14,96
2006	497.561.861	1,20
2007	557.403.096	12,03
2008	592.106.002	6,23
2009	635.643.259	7,35
2010	761.657.154	19,82
2011	843.178.100	10,70
2012	839.537.772	-0,43
2013	971.376.827	15,70
2014	1.144.794.799	17,85
2015	1.141.178.779	-0,32
2016	1.113.614.333	-2,42
2017	1.077.214.477	-3,27

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (2020c).

Tabela 31 – Frota de Novo Hamburgo

Ano	Frota	Crescimento (%)
2007	101.957	-
2008	107.096	5,04
2009	112.717	5,25
2010	119.905	6,38
2011	128.078	6,82
2012	136.254	6,38
2013	143.521	5,33
2014	148.956	3,79
2015	152.477	2,36
2016	154.696	1,46
2017	157.901	2,07
2018	162.284	2,78
2019	166.586	2,65
2020	167.585	0,60

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (2020b).

Tabela 32 – Frota de Portão

Ano	Frota	Crescimento (%)
2007	13.572	-
2008	14.749	8,67
2009	15.836	7,37
2010	17.311	9,31
2011	18.499	6,86
2012	19.457	5,18
2013	20.764	6,72
2014	21.639	4,21
2015	22.625	4,56
2016	23.469	3,73
2017	24.437	4,12
2018	25.429	4,06
2019	26.670	4,88
2020	27.176	1,90

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (2020b).

3.2.2 Dados de tráfego

Os dados de tráfego estão separados em: contagens de tráfego e pesquisas de origem/destino.

a) Fontes de contagens de tráfego

Para as contagens de tráfego, foram consultadas diferentes fontes de pesquisa conforme é apresentado a seguir:

- **Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes (DNIT)**

Os dados deste órgão federal foram coletados no km 246 da BR-116. O ponto de coleta iniciou a operação em 02/07/2015 e as suas coordenadas geográficas são: latitude -29.75417 e longitude -51.15139.

A Tabela 33 apresenta o Volume Médio Diário Anual (VMDa) para os anos: 2015, 2016, 2017 e 2018. São considerados os sentidos crescente (aumento da quilometragem da rodovia) e decrescente (redução da quilometragem da rodovia). Eles representam, respectivamente, os sentidos São Leopoldo – Porto Alegre e Porto Alegre – São Leopoldo.

Tabela 33 – Histórico de VMDa

Ano	2015	2016	2017	2018
Crescente	49177	47373	50611	49485
Decrescente	47420	46682	48730	47712
Total	96597	94055	99341	97197

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Brasil (2020).

A Tabela 34 apresenta os dados de Volume Total Diário para cada ano (2015, 2016, 2017 e 2018) com a separação por categoria de veículo e por sentido de tráfego.

Tabela 34 – Volume Total Diário

Categoria	Ano	2015	2016	2017	2018
Ônibus/Caminhão de 2 eixos	Crescente	3223	2889	3168	3121
	Decrescente	2879	2720	2954	2919
	Total	6103	5609	6122	6041
Ônibus/Caminhão de 3 eixos	Crescente	1263	1122	1280	1305
	Decrescente	1293	1206	1351	1367
	Total	2556	2328	2630	2672
Caminhão de 4 eixos	Crescente	527	470	543	549
	Decrescente	528	496	566	584
	Total	1055	966	1109	1133
Caminhão de 5 eixos	Crescente	294	259	279	296
	Decrescente	299	279	306	316
	Total	593	538	584	613
Caminhão de 6 eixos	Crescente	239	230	252	292
	Decrescente	298	303	336	351
	Total	537	533	588	643
Caminhão de 7 eixos	Crescente	32	42	42	50
	Decrescente	49	50	47	44
	Total	81	92	90	94
Caminhão de 8 eixos	Crescente	2	1	2	2
	Decrescente	2	2	1	2
	Total	3	3	3	4
Caminhão de 9 eixos	Crescente	23	20	21	25
	Decrescente	38	35	39	45
	Total	60	55	60	70
Passeio	Crescente	40304	39292	42053	40932
	Decrescente	38792	38610	40523	39522
	Total	79096	77902	82576	80453
Moto	Crescente	2439	2308	2080	1977
	Decrescente	2375	2182	1764	1715
	Total	4814	4489	3844	3692
Outros	Crescente	831	740	891	936
	Decrescente	867	799	843	847
	Total	1698	1539	1735	1783

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Brasil (2020).

- **Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER)**

A Tabela 35 mostra os valores de VDM por ano e a classificação dos veículos contados no trecho da ERS-240, o qual está compreendido entre a BR-116 (Vila Scharlau) e a entrada para a ERS- 239 (para Estância Velha).

Tabela 35 – Contagem de tráfego

Ano	VDM	Passeio	Coletivo	Carga			
				Leve	Média	Pesada	Ultra Pesada
2005	32484	23742	1140	1989	1582	2541	1490
2011	46484	35160	992	2623	2129	3322	2258

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Rio Grande do Sul (2017, p. 69).

- **Empresa Gaúcha de Rodovias (EGR)**

A Tabela 36 apresenta a quantidade de veículos, separados por categoria, que passaram por dia, em cada ano, pelo pedágio na ERS-240 em Portão-RS. Apenas os veículos no sentido “interior-capital” passaram pelo pedágio, então somente esses foram considerados na contagem.

Tabela 36 – Contagem de tráfego

Categoria	Ano							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	9514	10767	10428	11251	11563	10952	11366	8942
2	1458	1537	1505	1608	1553	1448	1459	1377
3	739	786	810	719	709	716	682	666
4	234	236	219	275	247	219	294	290
5	185	190	213	192	184	179	191	168
6	262	289	354	325	296	300	352	368
7	37	43	56	64	68	66	68	67
8	7	8	11	12	11	11	15	14
9	3	1	35	32	46	38	36	33
10	0	0	2	1	2	2	2	1
11	0	0	7	8	13	15	18	15
12	0	-	-	-	-	-	174	72
13	-	-	-	-	-	-	27	10
14	-	-	-	-	-	-	5	2
15	-	-	-	-	-	-	1	0

Fonte: Elaborada pelo autor, com base na Empresa Gaúcha de Rodovias (EGR) (2020).

A Tabela 37 mostra a relação entre o código da categoria e a denominação.

Tabela 37 – Categorias

Categoria	Código
Veículos de Passeio e Utilitários com 2 eixos	1
Veículos Comerciais com 2 eixos	2
Veículos Comerciais com 3 eixos	3
Veículos Comerciais com 4 eixos	4
Veículos Comerciais com 5 eixos	5
Veículos Comerciais com 6 eixos	6
Veículos de Passeio e Utilitários com 2 eixos e Reboque com 1 eixo	7
Veículos de Passeio e Utilitários com 2 eixos e Reboque com 2 eixos	8
Veículos Comerciais com 7 eixos	9
Veículos Comerciais com 8 eixos	10
Veículos Comerciais com 9 eixos	11
Ônibus e Microônibus com 2 eixos	12
Ônibus com 3 eixos	13
Ônibus com 4 eixos	14
Veículos Comerciais com mais de 9 eixos	15

Fonte: Elaborada pelo autor, com base na Empresa Gaúcha de Rodovias (EGR) (2020).

- **Estudo de Tráfego produzido pela ENGIMIND**

Os dados apresentados são o resultado de um estudo realizado pela Engimind, o qual foi solicitado pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), através do Chamamento Público de Estudos nº 11/2015, para fazer a concessão das rodovias federais BR-101/290/386/448/RS.

A Figura 72 mostra os movimentos de tráfego que acontecem no viaduto do Bairro Scharlau em São Leopoldo. A Tabela 38 quantifica o tráfego em cada movimento.

Figura 72 – Movimentos de tráfego no viaduto



Fonte: Produto... (2020?, p. 121).

Tabela 38 – Matriz de movimentos

Movimento	Veículos Leves	Motos	Ônibus	Caminhões 2-3E	Caminhões 4-10E	Oficiais e Especiais	Total
A	11126	962	177	1328	198	20	13811
B	12659	749	305	1955	1162	17	16847
C	11628	619	310	1850	1007	32	15446
D	10	16	-	1	-	-	27
E	9810	875	99	1242	193	9	12228
F	3146	165	235	148	13	5	3712
G	3945	316	64	914	130	8	5377
H	9796	808	111	1195	181	16	12107
I	6590	331	271	1388	740	24	9344
J	2474	279	13	538	50	13	3367
K	3381	368	39	318	15	2	4123
Total							96389

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Produto... (2020?, p. 121).

b) Pesquisas de origem/destino

A Tabela 39 apresenta a pesquisa de origem/destino realizada em 2007 com veículos de carga e de passeio no posto da Polícia Rodoviária Federal, em São Leopoldo, para ambos os sentidos da BR-116.

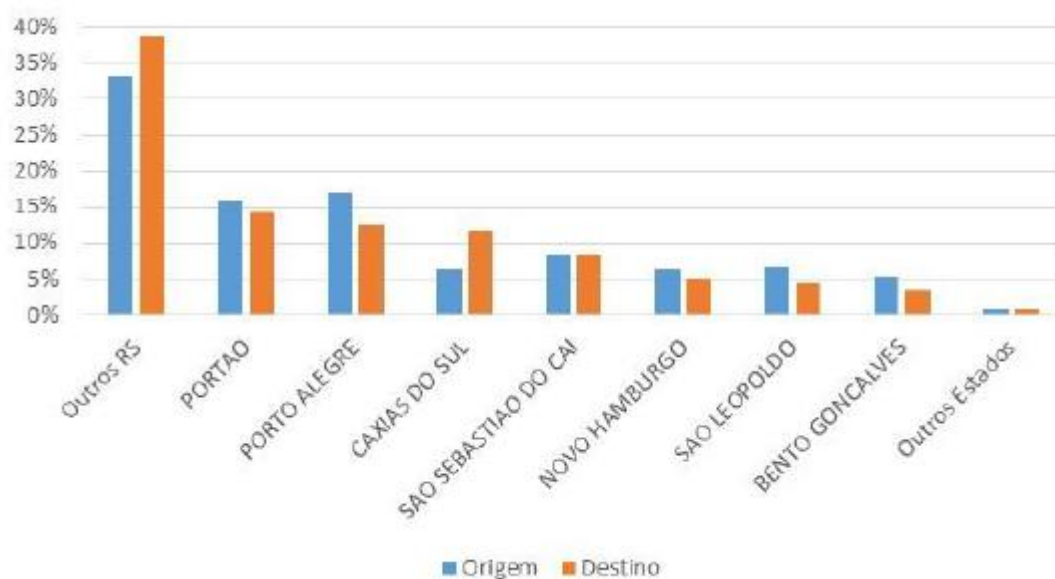
Tabela 39 – Matriz de origem e destino agregada na BR-116 em São Leopoldo

Origem	Destino				Total
	RMPA	Estado	Fora do Estado	Fora do País	
RMPA	80%	7%	0%	0%	87%
Estado	10%	1%	0%	0%	11%
Fora do Estado	1%	1%	0%	0%	2%
Fora do País	0%	0%	0%	0%	0%
Total	91%	9%	0%	0%	100%

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Consórcio Ecoplan – Magna (2009, p. 35).

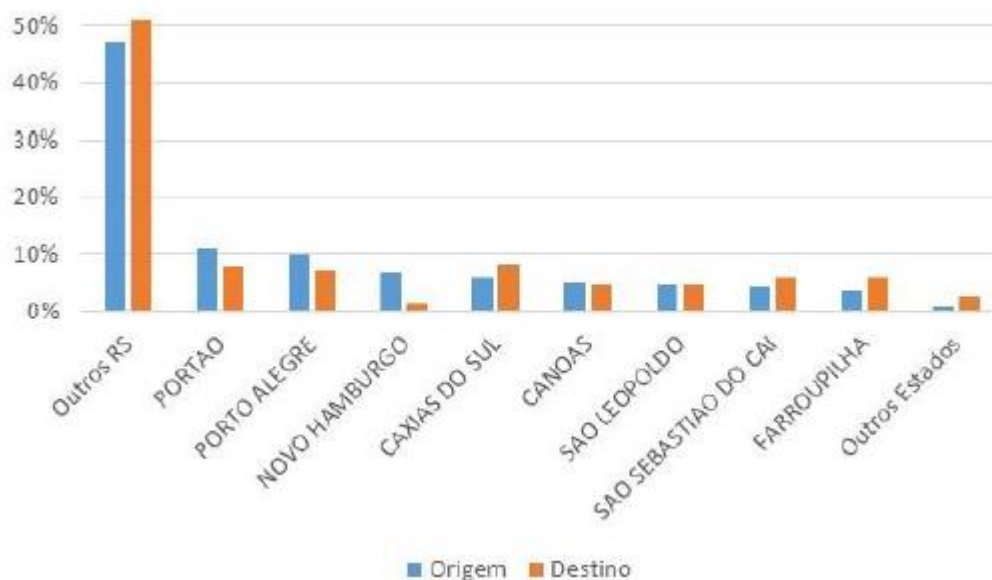
A Figura 73 apresenta o resultado de uma pesquisa de origem/destino, produzida pela Engimind, realizada com automóveis no km 14 da ERS-240. A Figura 74 mostra os resultados obtidos com caminhões no mesmo local. Os dados foram obtidos em março e abril de 2016.

Figura 73 – Pesquisa de origem/destino



Fonte: Produto... (2020?, p. 70).

Figura 74 – Pesquisa de origem/destino



Fonte: Produto... (2020?, p. 76).

3.3 ANÁLISE DE DADOS

a) Tráfego

Os dados de pesquisas de origem e destino foram utilizados para determinar os percentuais de veículos que se deslocam nas direções de interesse da proposta de projeto. O percentual de veículos foi obtido a partir do somatório dos percentuais dos veículos com origem ou destino em Novo Hamburgo com os veículos resultantes das considerações adotadas.

A partir da obtenção dos percentuais para cada sentido da rodovia proposta, foi determinado o volume médio diário anual (VDMa) considerando os dados coletados de contagens de tráfego.

Conforme Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2006), para determinar o volume de tráfego no final do período de projeto, adota-se a equação 127, a qual representa uma progressão geométrica.

$$V_n = V_0(1 + a)^n \quad (127)$$

Onde:

V_n = volume de tráfego no ano “n”;

V_0 = volume de tráfego no ano base;

a = razão da progressão geométrica (fator de crescimento anual);

n = número de anos decorridos após o ano base.

O número "N", necessário ao dimensionamento do pavimento flexível de uma rodovia, é definido pelo número de repetições de um eixo-padrão de 8,2 t (18.000 lb ou 80 kN), durante o período de vida útil do projeto, que teria o mesmo efeito que o tráfego previsto sobre a estrutura do pavimento. (INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS, 2006).

Conforme Senço (2007), para a determinação do parâmetro N, utiliza-se a equação 128.

$$N = 365 V_m P (FC)(FE)(FR) \quad (128)$$

Onde:

V_m = veículos comerciais por dia no sentido mais solicitado, no ano médio do período de projeto;

P = período de projeto;

FC = fator de carga;

FE = fator de eixo;

FR = fator climático regional.

Segundo Senço (2007), o fator de eixo é determinado considerando as equações 129 e 130, sendo aquela condição necessária para esta.

$$p_2 + p_3 + \dots + p_n = 100\% \quad (129)$$

$$FE = (p_2/100)^2 + (p_3/100)^3 + \dots + (p_n/100)^n \quad (130)$$

Onde:

FE = fator de eixo;

p_2 = porcentagem de veículos de 2 eixos;

p_3 = porcentagem de veículos de 3 eixos;

p_n = porcentagem de veículos de n eixos.

b) Relevo

Foi adotado o critério dos valores de inclinação de terreno do Quadro 4 para a determinação do relevo de projeto, considerando o trecho pelo qual passa o eixo da estrada proposta.

c) Parâmetros de projeto

Os parâmetros de projeto, necessários para o dimensionamento da rodovia, foram escolhidos após a determinação do relevo de projeto e da classe da rodovia.

d) Traçado

O traçado da via foi definido a partir das limitações locais de projeto.

e) Veículo de projeto

Os dados de tráfego indicaram que os veículos comerciais de 2 eixos (ônibus e/ou caminhões convencionais) são a maioria dos veículos comerciais que trafegam pela ERS-240, por isso o veículo de projeto é o veículo CO.

f) Eixo de projeto

Conforme Senço (2007), o veículo padrão adotado pelo método do DNER para o dimensionamento de pavimentos flexíveis é o de 18.000 libras por eixo simples de roda dupla – ESRD –, ou seja, o veículo com aproximadamente 8,2 tf por eixo simples.

4 RESULTADOS

Os resultados estão separados em tráfego, relevo, parâmetros de projeto, traçado e interseções.

4.1 TRÁFEGO

a) Origem/destino do tráfego

A análise considerou que os municípios que constam na Tabela 40 compõe a Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA).

Tabela 40 – Municípios da região metropolitana de Porto Alegre

Ano de Inclusão na RMPA	Municípios	População Total 2018 ¹ (habitantes)	Área 2018 ² (km ²)	Densidade Demográfica 2018 ¹ (hab/km ²)	Crescimento Demográfico (2010-2018 ¹) (% aa)	Taxa de Urbanização 2010 ² (%)
	RMPA	4.308.026	10.342,4	416,5	0,83	96,90
1973	Alvorada	212.901	71,6	2.973,4	0,78	100,00
1998	Araricá	5.811	35,2	165,2	1,98	100,00
2000	Arroio dos Ratos	14.201	425,2	33,4	0,28	95,45
1973	Cachoeirinha	133.657	43,9	3.044,6	1,28	100,00
1973	Campo Bom	65.218	60,8	1.072,5	0,77	97,44
1973	Canoas	357.168	130,8	2.730,9	0,97	99,86
2001	Capela de Santana	12.559	183,1	68,6	0,71	95,24
1994	Charqueadas	37.595	216,5	173,6	0,53	97,75
1989	Dois Irmãos	32.614	65,2	500,6	1,87	98,27
1989	Eldorado do Sul	38.988	508,8	76,6	1,32	100,00
1973	Estância Velha	49.117	52,1	942,3	1,54	99,60
1973	Esteio	84.509	27,7	3.053,5	0,31	96,40
1989	Glorinha	7.839	323,6	24,2	1,37	99,63
1973	Gravataí	277.273	463,2	598,6	0,75	93,97
1973	Guaíba	100.677	376,2	267,6	0,44	98,93
2011	Igrejinha	34.909	136,8	255,2	0,96	89,68
1989	Ivoti	23.347	63,1	370,0	1,78	30,00
1999	Montenegro	66.596	424,8	156,8	1,17	90,88
1989	Nova Hartz	20.175	62,1	324,8	0,92	83,23
1998	Nova Santa Rita	27.414	217,9	125,8	2,09	94,43
1973	Novo Hamburgo	249.721	223,9	1.115,5	0,29	81,75
1989	Parobé	55.423	108,7	510,0	0,65	65,35
1989	Portão	35.388	160,3	220,8	1,43	97,65
1973	Porto Alegre	1.465.430	495,4	2.958,1	0,24	82,15
2010	Rolante	21.291	295,6	72,0	0,86	85,73
2000	Santo Antônio da Patrulha	42.929	1.049,8	40,9	0,73	90,26
1999	São Jerônimo	22.710	936,4	24,3	0,06	77,05
1973	São Leopoldo	230.268	102,7	2.241,3	0,65	82,84
2012	São Sebastião do Cai	23.931	112,3	213,0	0,84	95,22
1973	Sapiranga	81.192	137,7	589,7	0,73	70,84
1973	Sapucaia do Sul	147.481	58,3	2.529,3	1,23	59,55
1999	Taquara	58.709	457,8	128,2	0,64	78,57
1989	Triunfo	26.286	819,1	32,1	-0,03	95,36
1973	Viamão	244.699	1.495,9	163,6	0,00	80,28

Fonte: METROPLAN, SEPLAG/DEE Dados (apud RIO GRANDE DO SUL, 2020a).

Foram estimados valores percentuais a partir das Figuras 73 e 74 e da Tabela 39 para criar as Tabelas 41 e 44. As figuras indicadas citavam apenas “outros RS”, ou seja, outros municípios do Rio Grande do Sul. Por isso as tabelas criadas consideram o que está exposto na Tabela 39, ou seja, 87% das viagens com origem em “outros RS” iniciam na RMPA. Assim como 91% das viagens com destino a “outros RS” são para a RMPA.

Os percentuais de origem/destino de automóveis e de veículos comerciais (ônibus/caminhões) foram separados conforme as Figuras 73 e 74.

- **Automóveis**

A Tabela 41 apresenta os percentuais adotados para origem e destino.

Tabela 41 – Percentuais de origem e destino

	Origem	Destino
Outros (RMPA)	10,89%	17,29%
Outros (Estado)	22,11%	20,71%
Portão	16,00%	14,50%
Porto Alegre	16,50%	13,00%
Caxias do Sul	7,00%	12,00%
São Sebastião do Cai	8,00%	8,50%
Novo Hamburgo	6,50%	5,00%
São Leopoldo	7,00%	4,50%
Bento Gonçalves	5,00%	3,50%
Fora do Estado	1,00%	1,00%
Total	100,00%	100,00%

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

As Tabelas 42 e 43 foram obtidas a partir da multiplicação dos percentuais de origem e destino da Tabela 41. Elas apresentam, respectivamente, os percentuais de origem e destino considerando os sentidos interior-capital e capital-interior da ERS-240.

Tabela 42 – Percentuais de origem e destino

Origem	Destino					
	Novo Hamburgo	Porto Alegre	São Leopoldo	Outros (RMPA)	Outros (Estado)	Fora do Estado
Bento Gonçalves	0,25%	0,65%	0,23%	0,86%	1,04%	0,05%
Caxias do Sul	0,35%	0,91%	0,32%	1,21%	1,45%	0,07%
Portão	0,80%	2,08%	0,72%	2,77%	3,31%	0,16%
São Leopoldo	0,35%	0,91%	0,32%	1,21%	1,45%	0,07%
São Sebastião do Cai	0,40%	1,04%	0,36%	1,38%	1,66%	0,08%
Outros (RMPA)	0,54%	1,42%	0,49%	1,88%	2,26%	0,11%
Outros (Estado)	1,11%	2,87%	0,99%	3,82%	4,58%	0,22%
Fora do Estado	0,05%	0,13%	0,05%	0,17%	0,21%	0,01%

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Tabela 43 – Percentuais de origem e destino

Origem	Destino							
	Bento Gonçalves	Caxias do Sul	Portão	São Leopoldo	São Sebastião do Cai	Outros (RMPA)	Outros (Estado)	Fora do Estado
Novo Hamburgo	0,23%	0,78%	0,94%	0,29%	0,55%	1,12%	1,35%	0,07%
Porto Alegre	0,58%	1,98%	2,39%	0,74%	1,40%	2,85%	3,42%	0,17%
São Leopoldo	0,25%	0,84%	1,02%	0,32%	0,60%	1,21%	1,45%	0,07%
Outros (RMPA)	0,38%	1,31%	1,58%	0,49%	0,93%	1,88%	2,26%	0,11%
Outros (Estado)	0,77%	2,65%	3,21%	0,99%	1,88%	3,82%	4,58%	0,22%
Fora do Estado	0,04%	0,12%	0,15%	0,05%	0,09%	0,17%	0,21%	0,01%

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Devido aos dados das pesquisas de origem e destino não especificarem todas as origens e destinos dos veículos, foram adotadas duas considerações:

- 50% dos veículos com origem e/ou destino não especificados e que não estão destinados às cidades de Canoas, São Leopoldo e Porto Alegre, os quais estão presentes nas Tabelas 42 e 45, foram em direção a Novo Hamburgo pela ERS-240 e BR-116;
- 50% dos veículos com origem e/ou destino não especificados e que não possuem origem nas cidades de Canoas, São Leopoldo e Porto

Alegre, os quais estão presentes nas Tabelas 43 e 46, foram em direção a Portão pela BR-116 (sentido interior-capital) e ERS-240.

Os dados de origem e destino mostram que 18,87% dos automóveis utilizariam a rodovia projetada para ir a Novo Hamburgo e 19,27% trafegariam no sentido contrário, ou seja, o somatório de tais percentuais corresponde a 38,14% dos automóveis que passaram pela ERS-240.

- **Veículos comerciais**

A Tabela 44 apresenta os percentuais adotados para origem e destino.

Tabela 44 – Percentuais de origem e destino

	Origem	Destino
Outros (RMPA)	20,92%	30,09%
Outros (Estado)	26,09%	20,91%
Portão	11,00%	8,00%
Porto Alegre	10,00%	8,00%
Caxias do Sul	6,00%	8,50%
Canoas	5,00%	4,50%
São Sebastião do Cai	4,50%	6,00%
Novo Hamburgo	7,50%	1,00%
São Leopoldo	4,50%	4,50%
Farroupilha	4,00%	6,00%
Fora do Estado	0,50%	2,50%
Total	100,00%	100,00%

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

As Tabelas 45 e 46 foram obtidas a partir da multiplicação dos percentuais de origem e destino da Tabela 44. Elas apresentam, respectivamente, os percentuais de origem e destino considerando os sentidos interior-capital e capital-interior da ERS-240.

Tabela 45 – Percentuais de origem e destino

Origem	Destino						
	Canoas	Novo Hamburgo	Porto Alegre	São Leopoldo	Outros (RMPA)	Outros (Estado)	Fora do Estado
Caxias do Sul	0,27%	0,06%	0,48%	0,27%	1,81%	1,25%	0,15%
Farroupilha	0,18%	0,04%	0,32%	0,18%	1,20%	0,84%	0,10%
Portão	0,50%	0,11%	0,88%	0,50%	3,31%	2,30%	0,28%
São Leopoldo	0,20%	0,05%	0,36%	0,20%	1,35%	0,94%	0,11%
São Sebastião do Cai	0,20%	0,05%	0,36%	0,20%	1,35%	0,94%	0,11%
Outros (RMPA)	0,94%	0,21%	1,67%	0,94%	6,29%	4,37%	0,52%
Outros (Estado)	1,17%	0,26%	2,09%	1,17%	7,85%	5,45%	0,65%
Fora do Estado	0,02%	0,01%	0,04%	0,02%	0,15%	0,10%	0,01%

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Tabela 46 – Percentuais de origem e destino

Origem	Destino							
	Caxias do Sul	Farroupilha	Portão	São Leopoldo	São Sebastião do Cai	Outros (RMPA)	Outros (Estado)	Fora do Estado
Canoas	0,43%	0,30%	0,40%	0,23%	0,30%	1,50%	1,05%	0,13%
Novo Hamburgo	0,64%	0,45%	0,60%	0,34%	0,45%	2,26%	1,57%	0,19%
Porto Alegre	0,85%	0,60%	0,80%	0,45%	0,60%	3,01%	2,09%	0,25%
São Leopoldo	0,38%	0,27%	0,36%	0,20%	0,27%	1,35%	0,94%	0,11%
Outros (RMPA)	1,78%	1,25%	1,67%	0,94%	1,25%	6,29%	4,37%	0,52%
Outros (Estado)	2,22%	1,57%	2,09%	1,17%	1,57%	7,85%	5,45%	0,65%
Fora do Estado	0,04%	0,03%	0,04%	0,02%	0,03%	0,15%	0,10%	0,01%

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Foram adotadas as mesmas considerações utilizadas para os automóveis devido aos dados das pesquisas de origem e destino não especificarem todas as origens e destinos dos veículos comerciais.

Os dados de origem e destino mostram que 21,51% dos veículos comerciais (caminhões/ônibus) utilizariam a rodovia projetada para ir a Novo Hamburgo e 27,03% trafegariam no sentido contrário, em outras palavras, o somatório de tais

percentuais corresponde a 48,54% dos veículos comerciais que passaram pela ERS-240.

b) Contagens de tráfego

Foram utilizados os dados da EGR (2020) para determinar o volume de tráfego de projeto, pois há um histórico maior desta fonte em relação aos dados do DNIT, ainda que aqueles sejam limitados a um sentido da ERS-240. A tabela do DAER não foi utilizada porque possui dados desatualizados e insuficientes para uma análise.

No caso da Tabela 38, ela mostra que há tráfego nas direções de interesse do projeto, no entanto, não há um histórico de dados para analisar e também não está definido o período que os dados representam, por isso ela não foi utilizada para determinar o tráfego de projeto e tampouco para determinar os percentuais de origem e destino.

A determinação do VDM precisa considerar o percentual de veículos que passam no sentido interior-capital da ERS-240 em relação ao total, pois somente tal sentido possui registros de contagem de tráfego. Considera-se que metade dos veículos que trafegam apenas dentro de São Leopoldo passam pelo sentido interior-capital da ERS-240, assim como metade dos veículos com origem e também destino indeterminados, tanto para automóveis quanto para caminhões.

Os dados de tráfego de 2020 são consideravelmente menores em relação aos dos anos anteriores, por isso são considerados não representativos e se utilizam os dados de 2019 da ERS-240. Assim os percentuais indicam que os 11448 veículos (somatória das categorias 1, 7 e 8), os quais passaram pela ERS-240 no sentido interior-capital, correspondem a 51,56% dos veículos de passeio que passaram na rodovia, ou seja, o total das três categorias que passou pela rodovia corresponderia a 22205 veículos. As demais categorias, as quais foram representadas por 3242 veículos no sentido interior-capital, correspondem a 6467 veículos no somatório dos dois sentidos.

Com esses dados, os veículos que utilizariam a rodovia proposta no ano de 2019 equivalem ao VDM de 11607 veículos/dia, ou seja, o resultado da soma das multiplicações dos percentuais de veículos da ERS-240 que utilizariam a rodovia proposta pela quantidade diária de veículos de cada categoria considerada (automóveis e veículos comerciais).

c) Crescimento do tráfego

Para a determinação do crescimento de tráfego, podem ser considerados os dados regionais, os dados de tráfego e o valor recomendado por órgão competente.

- **Dados regionais**

A Tabela 47 foi obtida a partir da análise das Tabelas 27 a 32. Ela apresenta a média de crescimento, para Novo Hamburgo e Portão, dos critérios: frota (4,71%), PIB (8,54%) e população (0,86%).

Tabela 47 – Percentuais de crescimento de tráfego

Cidade	Frota	PIB	População
Novo Hamburgo	3,92	8,25	0,30
Portão	5,51	8,84	1,43
Média	4,71	8,54	0,86

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

- **Tráfego**

A Tabela 48 indica o VDM do sentido interior-capital da ERS-240 e a variação anual dos valores para o período compreendido de 2013 a 2019. O ano de 2020 não foi considerado devido à variação significativa do VDM em relação aos anos anteriores, a qual foi ocasionada pela pandemia de Covid-19.

Tabela 48 – Contagem anual do pedágio da EGR na ERS-240

Ano	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
VDM	12439	13858	13639	14485	14693	13947	14690
%	-	11,41%	-1,58%	6,20%	1,44%	-5,08%	5,33%

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Conforme a Tabela 48, a média da variação de tráfego implica em um crescimento anual de 2,95%.

- **Recomendações de Órgãos Rodoviários**

A taxa de crescimento anual de 3% tem sido utilizada em situações em que não há informações de indicadores socioeconômicos. (INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS, 2006).

Considerando os valores médios de crescimento (frota, PIB e população) da Tabela 47 e o crescimento anual de tráfego na ERS-240 (2,95%), o valor de 3% foi escolhido, o qual é próximo do valor obtido na análise de tráfego.

A partir do VDM de 2019, do percentual de crescimento e do período de projeto (10 anos), obtém-se, com a equação 127, 15599 veículos/dia para o ano de 2030, dos quais 4212 são veículos comerciais (caminhões/ônibus) e 11387 são automóveis.

d) Determinação do N

A determinação dos parâmetros necessários para o cálculo do N inicia-se com a análise do tráfego de veículos no ano de 2025, o qual foi escolhido por ser intermediário no período de 10 anos.

- **Fator de eixo**

A Tabela 49 indica o VDM para cada categoria de veículo comercial no ano de 2025, considerando o sentido da rodovia proposta com o maior volume de tráfego.

Observação: os percentuais da Tabela 49 foram considerados iguais para ambos os sentidos da rodovia proposta, por isso foi analisado apenas um sentido.

Tabela 49 – Veículos comerciais em 2025 no sentido mais solicitado

Categoria	%	Total
Ônibus/Caminhão de 2 eixos	50,00%	1013
Ônibus/Caminhão de 3 eixos	22,00%	446
Caminhão de 4 eixos	9,00%	182
Caminhão de 5 eixos	6,00%	122
Caminhão de 6 eixos	11,00%	223
Caminhão de 7 eixos	1,00%	20
Caminhão de 8 eixos	0,00%	0
Caminhão de 9 eixos	1,00%	20
Caminhão com mais de 9 eixos	0,00%	0
Total		2026

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

A partir do somatório dos produtos de percentuais (Tabela 49) pelo número de eixos de cada classe, obtém-se o valor do fator de eixo, o qual corresponde a 3,14.

- **Fator de carga**

O fator de carga de projeto depende dos valores determinados para cada classe de veículo, assim é necessário determinar as classes consideradas, as cargas máximas permitidas e os fatores de equivalência.

Primeiramente, a Tabela 49 possui apenas a separação dos veículos por número de eixos, no entanto, existem diferentes tipos de veículos com o mesmo número de eixos, por conseguinte foram considerados os veículos com maior peso bruto total para cada categoria do anexo D, o qual apresenta a classificação dos veículos conforme o Manual de Estudos de Tráfego de 2006 nas páginas 51 a 55.

A Tabela 50 indica as classes consideradas e os respectivos pesos brutos totais.

Observação: o anexo D não tem veículos com 8 eixos, por isso foi calculado o peso bruto total para esse número de eixos considerando a Tabela 51, a qual determina a carga máxima permitida para cada tipo de eixo. A Tabela 53 indica os eixos considerados no cálculo citado.

Tabela 50 – Classes adotadas

Nº de eixos	Classe	PBT
2	2C	16
3	2S1	26
4	2C2	36
5	3C2	43
6	3D3	50
7	3Q4	63
8	-	65,5
9	3T6	74

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Tabela 51 – Cargas máximas

Tipos de eixo	P (em tf)
Simples rodas simples	6
Simples rodas duplas	10
Tandem duplo	17
Tandem triplo	25,5

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Brasil ([2020?]).

Em relação aos fatores de equivalência, existem os determinados pela AASHTO e os da USACE, os primeiros têm como base a perda da capacidade estrutural e diferem para pavimentos rígidos e flexíveis; os segundos foram obtidos a partir da análise da deformação permanente resultante do carregamento. (INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS, 2006).

Os fatores de equivalência de carga da USACE foram adotados, os quais estão indicados na Tabela 52.

Tabela 52 – Fatores de carga USACE

Tipos de eixo	Faixas de Cargas (t)	Equações (P em tf)
Dianteiro simples e traseiro simples	0 – 8	$FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	≥ 8	$FC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Tandem duplo	0 – 11	$FC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$
	≥ 11	$FC = 1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$
Tandem triplo	0 – 18	$FC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	≥ 18	$FC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Instituto de Pesquisas Rodoviárias (2006, p. 244).

As equações da Tabela 52 e as informações da Tabela 51 foram utilizadas para criar a Tabela 53. Ela indica os tipos de eixos de cada classe, inclusive os adotados para veículos com 8 eixos. A legenda desta tabela está no Quadro 15.

Tabela 53 – Fatores de carga por classe

Classe	Fator de Carga										Média
	EDS	ETD	ETS	ETS	ETS	ETS	ETD	ETD	ETD	ETT	
2C	0,28		3,29								1,78
2S1	0,28		3,29		3,29						2,29
2C2	0,28		3,29		3,29	3,29					2,54
3C2	0,28	8,55	3,29		3,29						3,85
3D3	0,28	8,55	3,29				8,55				5,17
3Q4	0,28	8,55	3,29	3,29	3,29	3,29					3,66
-	0,28	8,55					8,55			9,30	6,67
3T6	0,28	8,55					8,55	8,55	8,55		6,89

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Quadro 15 – Tipos de eixo

Sigla	Tipo de eixo
EDS	Eixo Dianteiro Simples
ETD	Eixo Traseiro Duplo
ETS	Eixo Traseiro Simples
ETT	Eixo Traseiro Triplo

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O Fator de carga determinado é 2,53, o qual resultou de uma média ponderada, a qual consiste em uma divisão que possui como numerador o somatório dos produtos da média de cada classe (Tabela 53) pelo respectivo volume de tráfego (Tabela 49) e como denominador possui o total de volume de veículos comerciais (2026 veículos/dia).

- **Fator climático regional**

[...] Não se dispõe no Brasil, por enquanto, de elementos experimentais para tal fixação e, como tem sido adotada a embebição dos corpos de prova C.B.R. como norma geral, fica-se quase sempre do lado de segurança, adotando um F.R.=1. (SOUZA, 1981, p. 15).

O fator climático regional adotado é igual a 1.

- **Cálculo do N**

Os dados utilizados são de 2019, pois os de 2020 foram desconsiderados devido à pandemia de Covid-19.

Os seguintes parâmetros foram determinados:

- V_m equivalente a 2026 veículos/dia;
- período de projeto de 10 anos;
- fator de eixo igual a 3,14;
- fator de carga equivale a 2,53;
- fator climático regional igual a 1.

Assim, conforme a equação 128, o N equivale a 58.746.565 repetições de um eixo-padrão de 8,2 t.

Na Tabela 54, a espessura mínima de revestimento betuminoso é determinada a partir do valor do parâmetro N.

Tabela 54 – Espessura mínima de revestimento betuminoso

N	Espessura mínima
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos e=5,0 cm
$5 \times 10^6 \leq N < 10^7$	Concreto betuminoso e=7,5 cm
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso e=10,0 cm
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso e=12,5 cm

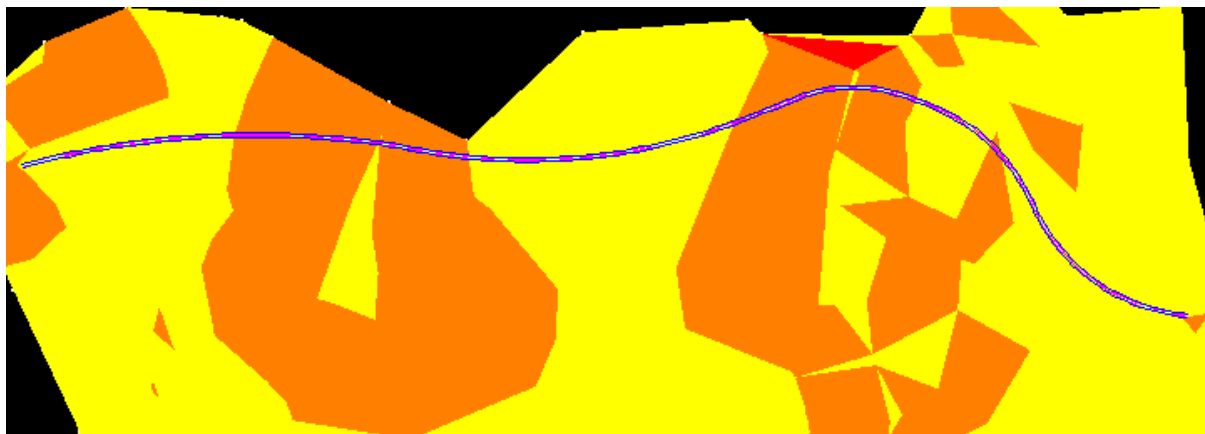
Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Souza (1981, p. 16).

Conforme a Tabela 54, a espessura mínima de revestimento betuminoso é de 12,5 cm.

4.2 RELEVO

A Figura 75 apresenta as bordas da estrada sobrepostas ao terreno. A Figura 76 apresenta a legenda das inclinações do terreno, as quais estão definidas como amarelo para inclinações de 0% até 10%; laranja para inclinações acima de 10% e até 25%; vermelho para inclinações maiores que 25%.

Figura 75 – Relevo



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

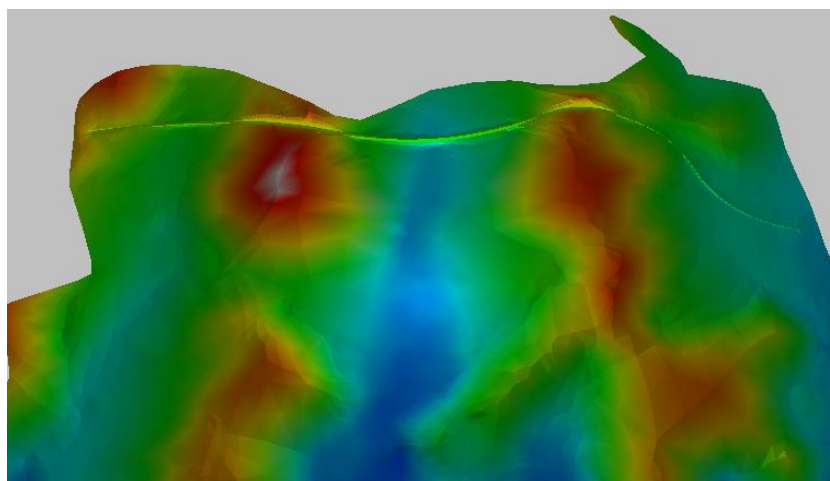
Figura 76 – Legenda

	(%)	Cores:
De 0 até	10	Amarelo
até	25	Cor n° 30
maior que	25	Vermelho

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

A Figura 77 também apresenta a via sobreposta ao terreno, porém se diferencia por apresentar em três dimensões. As cores utilizadas na figura estão no padrão do programa DataGeosis, o qual adota cores brancas para as áreas com altitudes mais extremas e gradua para as cores vermelha, amarela, verde e azul à medida que a cota vai diminuindo.

Figura 77 – Relevo em 3D



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

A estrada passa por trechos com inclinação entre 10% e 25%. O relevo ondulado foi considerado como o relevo representativo deste projeto geométrico.

4.3 PARÂMETROS DE PROJETO

Considerando o relevo ondulado e o tráfego de 15599 veículos/dia para o ano de 2030, obtêm-se parâmetros de projeto com o anexo A, os quais são:

- Classe I;
- velocidade diretriz de 80 km/h;
- distância de visibilidade de parada desejável (140 m) e mínima (110 m);
- distância de visibilidade de ultrapassagem de 560 m;
- taxa máxima de superelevação de 10%;
- raio mínimo de curvatura horizontal de 210 m;
- rampa máxima de 4,5%;
- "k" para curvas verticais convexas - desejável (48) e mínimo (29);
- "k" para curvas verticais côncavas - desejável (32) e mínimo (24);
- largura da faixa de rolamento de 3,60 m;
- largura do acostamento externo de 2,50 m;
- gabarito mínimo vertical de 5,50 m;
- inclinação transversal em tangente de 2%;
- largura da faixa de domínio de 70 m.

A partir dos dados do anexo, foi definido que a largura da plataforma - somatório das larguras de pista, acostamentos e folgas – é de 13,20 m para plataforma de seção de aterro e 14,20 m para a plataforma de seção de corte.

O Quadro 1 indica que o nível de serviço adequado para a rodovia é o "C" e o Quadro 2 mostra que rodovias similares, em terreno ondulado, as quais possuem velocidade diretriz de 80 km/h e pista simples, comportam 280 veículos por hora. Porém os dados indicam que haverá 650 veículos por hora, assim o nível de serviço de projeto é "D". Caso o número de faixas de rolamento fosse aumentado, haveria o superdimensionamento da via. Por isso a classe da rodovia é I-B.

A Tabela 14 indica que o coeficiente de atrito transversal "f" equivale a 0,14 para a velocidade de 80 km/h, a qual foi adotada na proposta.

O Quadro 8 indica a inclinação transversal de 5% para acostamentos em tangente.

As curvas horizontais com transição não podem ser dispensadas para raios de até 1200 m. Dessa forma, a Tabela 55 determina o valor do comprimento mínimo de transição das equações indicadas na revisão bibliográfica.

Tabela 55 – Comprimento mínimo de transição

R (m)	L Mínimo (m)	
	Equação 56	Equação 57
210	87,77	44,48
250	73,73	
300	61,44	
350	52,66	
400	46,08	
450	40,96	
500	36,86	
550	33,51	
600	30,72	
650	28,36	
700	26,33	
750	24,58	
800	23,04	
850	21,68	
900	20,48	

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Outro fator necessário no projeto é o chamado “fator de homogeneização”. Conforme Magna Engenharia Ltda (2011), no trecho entre a rodovia ERS-239 (para Campo Bom) e a entrada para a BR-290/BR-386 (Porto Alegre), os dados indicam que 70% dos materiais de corte correspondem ao material de 1ª categoria, o qual teve o fator de homogeneização considerado como 1,3. Por isso o valor adotado nessa proposta também é 1,3.

4.4 TRAÇADO

O traçado da rodovia foi delimitado para evitar a área habitada do bairro Scharlau (Figuras 78 e 79), pois isso ocasionaria a necessidade de desapropriações. O relevo também foi um fator importante para a escolha do traçado, pois áreas com

cota mais elevada necessitam de maior movimentação de solo, o que aumenta o custo de construção do projeto.

Figura 78 – Parte do bairro Scharlau na área de projeto



Fonte: Google (SÃO LEOPOLDO..., 2020).

Figura 79 – Parte do bairro Scharlau na área de projeto



Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Google (SÃO LEOPOLDO..., 2020).

Foi verificada a presença de uma rede elétrica na área de projeto, a qual não pode ser evitada, pois ela passa ao lado da Estrada Presidente Lucena (Figura 80), ou seja, perpendicularmente à área de projeto.

Figura 80 – Rede elétrica



Fonte: Elaborada pelo autor, com base no Google (SÃO LEOPOLDO..., 2020).

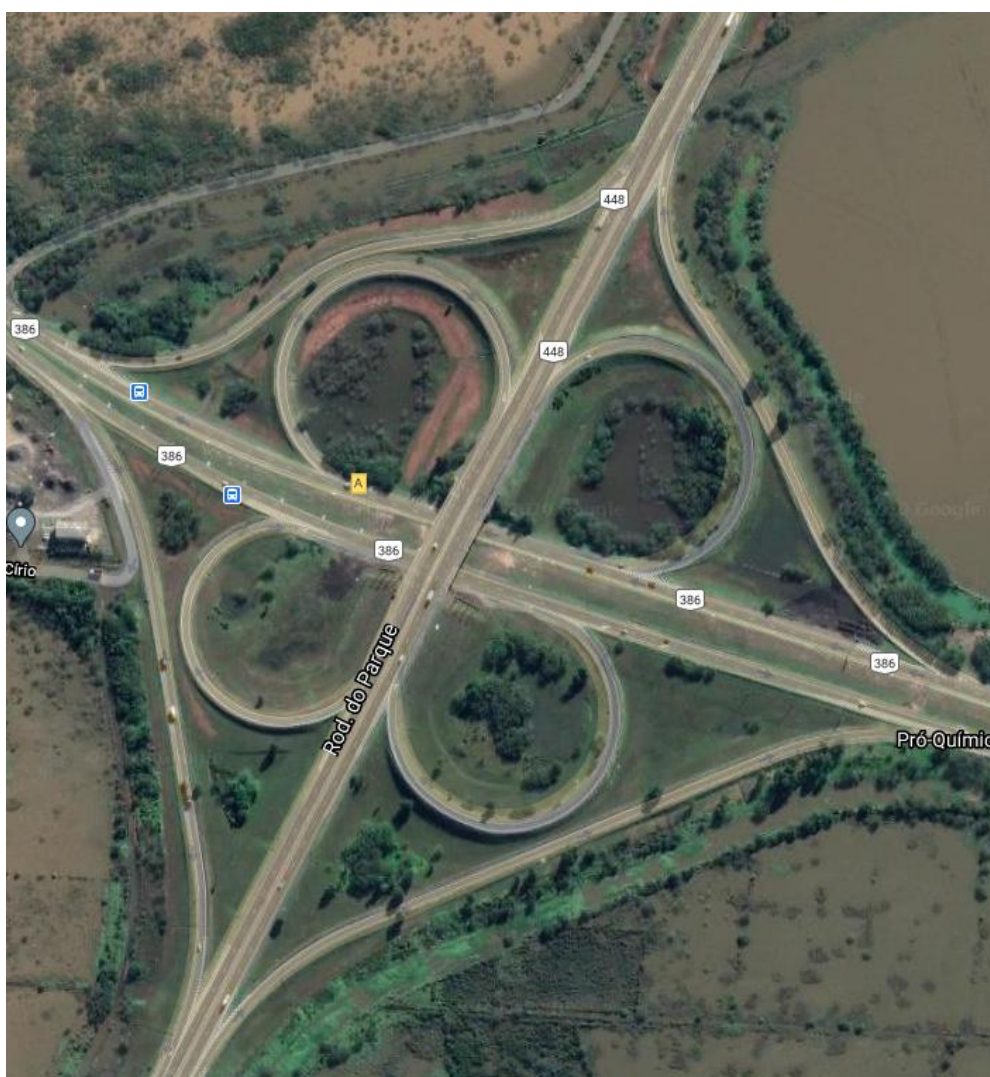
4.5 INTERSEÇÕES

O projeto de obras de arte especiais não faz parte do escopo deste trabalho, mas a revisão bibliográfica permite indicar interseções.

A ligação com a BR-116 em Novo Hamburgo pode ser realizada de maneira semelhante ao apresentado na Figura 63, a qual apresenta o trevo completo, assim como a Figura 81, o qual pode ser adaptado para a BR-116, que possui um trevo parcial.

Para o acesso dos veículos que transitam na rodovia proposta, recomenda-se a duplicação do viaduto, o qual permite o acesso a Novo Hamburgo, no sentido Portão-Novo Hamburgo.

Figura 81 – Trevo completo



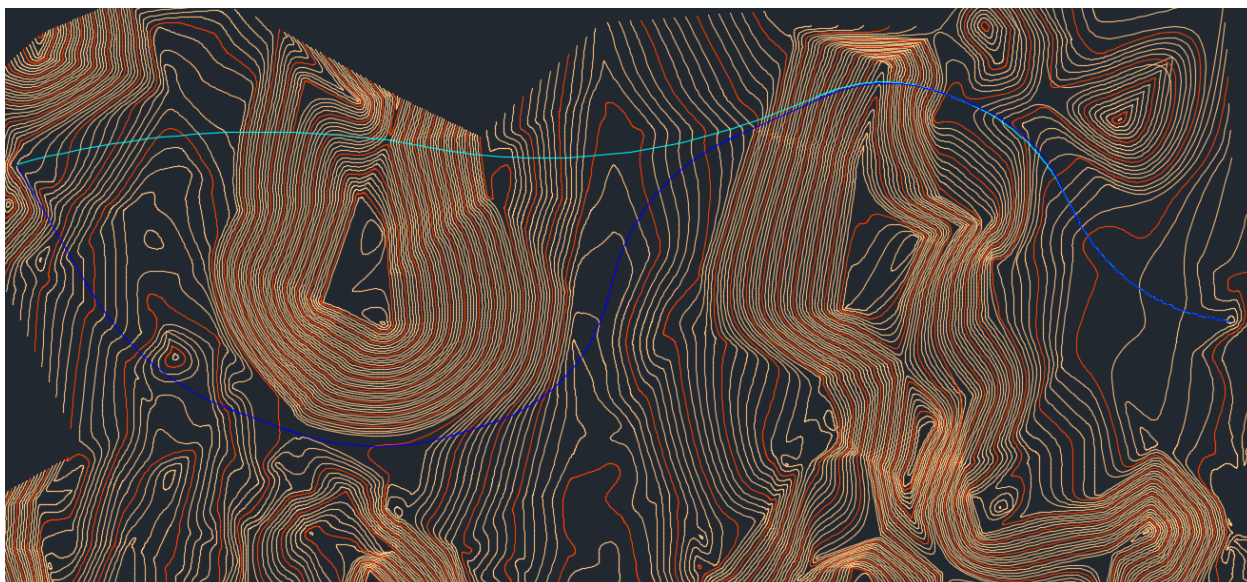
Fonte: Google (CANOAS..., 2020).

A interseção da via proposta com a ERS-240 também pode ser em desnível, mas com uma ligação em Trombeta conforme a Figura 61.

4.6 ESTUDO DE TRAÇADOS

Foram elaborados dois traçados diferentes para a definição do projeto geométrico da rodovia, os quais são apresentados na Figura 82. Não foram definidos outros traçados, pois a área do bairro Scharlau com edificações limitou as possibilidades de traçado.

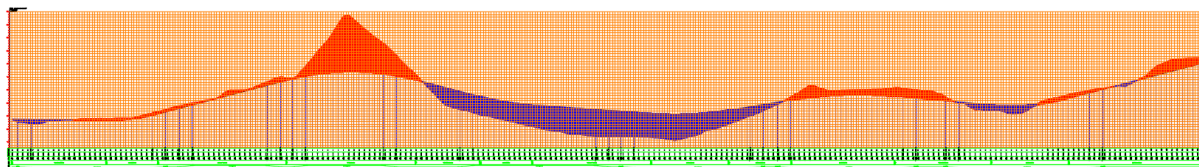
Figura 82 – Traçados propostos



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

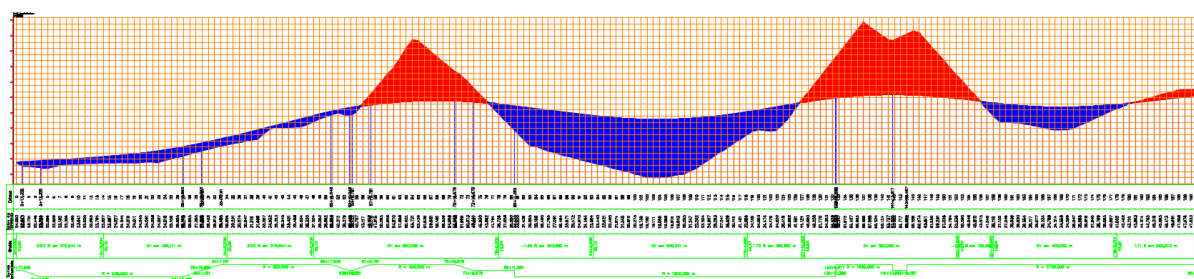
O traçado 1, o qual está na cor azul-marinho na Figura 82, possui o perfil longitudinal apresentado na Figura 83 e o traçado 2, o qual está na cor ciano, na Figura 84. Os perfis longitudinais apresentam a área de corte em vermelho e a área de aterro em azul.

Figura 83 – Perfil Longitudinal



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Figura 84 – Perfil Longitudinal



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

A Tabela 56 apresenta os dados de cada traçado.

Tabela 56 – Dados dos traçados

	Traçado 1	Traçado 2
Vol. Corte (m ³)	268619,33	474090,64
Vol. Aterro (m ³)	207191,66	363610,75
Extensão (m)	4609,47	3822,73
Inclinação (%)	2,62	2,53
Altura Máx. (m)	45,715	46,118
CH	7	6
CV	7	6

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

O traçado 1 possui menor volume de corte (268619,33 m³) e de aterro (207191,66 m³) e menor altura máxima de seção transversal (45,715 m), porém possui maior extensão (4,61 km), maior inclinação de rampa (2,62%) e mais curvas

horizontais e verticais (7 de cada tipo). Assim, embora o traçado 2 possua mais volume de corte ($474090,64 \text{ m}^3$) e de aterro ($363610,75 \text{ m}^3$) e maior altura de seção transversal (46,118 m), possui menor extensão (3,82 km), menor inclinação (2,53%) e menos curvas horizontais e verticais (6 de cada tipo).

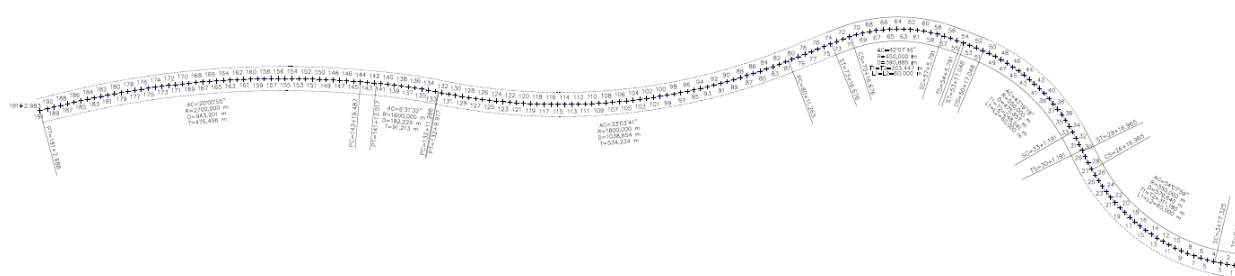
Os traçados 1 e 2 têm os mesmos pontos inicial e final, porém o traçado 1 sobrepõe a faixa de domínio da ERS-240 e também algumas propriedades com construções que fazem parte do bairro Scharlau. Assim, o traçado escolhido foi o traçado 2.

4.7 PROJETO GEOMÉTRICO

O projeto está na íntegra nos apêndices E até O, porém alguns dados e considerações são tratados neste item.

O traçado do projeto foi determinado a partir de um estudo de traçados, considerando o que já foi citado nos itens 4.4 e 4.6, para passar por trechos com as menores cotas possíveis e evitar desapropriações. A extensão do traçado, o qual está apresentado na Figura 85, é de 3,82 km.

Figura 85 – Planta baixa



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

O traçado possui 6 curvas horizontais e 6 curvas verticais. A maior inclinação de rampa é 2,53% e a maior altura (46,118 m) de seção transversal ocorre nas estacas 141+13.517 e 142.

As Tabelas 57 e 58 mostram que o maior comprimento de tangente é de 534,234 metros. Segundo o Rio Grande do Sul (1991, v. 1), caso a extensão das tangentes seja limitada a percursos de 1,5 minutos com velocidade diretriz (V), há a

redução da sensação de monotonia para o usuário e do ofuscamento noturno. Considerando que as tangentes tem extensão menor que 2000 metros, então o projeto é favorável para a redução do ofuscamento e da sensação de monotonia.

Tabela 57 – Elementos das curvas

CURVA	1	2	3
TIPO DE CURVA	Transição Simétrica	Transição Simétrica	Transição Simétrica
ÂNGULO CENTRAL	54°07'59"	43°19'18"	42°07'46"
RAIO	550,000 m	550,000 m	450,000 m
DESENVOLVIMENTO	579,640 m	475,857 m	390,885 m
TANGENTES	T1= 311,180 m/ T2= 311,180 m	T1= 248,541 m/ T2= 248,541 m	T1= 203,447 m/ T2= 203,447 m
COMP. TRANSIÇÃO	L1= 60,000 m/ L2= 60,000 m	L1= 60,000 m/ L2= 60,000 m	L1= 60,000 m/ L2= 60,000 m

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Tabela 58 – Elementos das curvas

CURVA	4	5	6
TIPO DE CURVA	Circular Simples	Circular Simples	Circular Simples
ÂNGULO CENTRAL	33°03'41"	6°31'32"	20°00'55"
RAIO	1800,000 m	1600,000 m	2700,000 m
DESENVOLVIMENTO	1038,654 m	182,229 m	943,201 m
TANGENTES	534,234 m	91,213 m	476,456 m
COMP. TRANSIÇÃO	L1= 0,000 m/ L2= 0,000 m	L1= 0,000 m/ L2= 0,000 m	L1= 0,000 m/ L2= 0,000 m

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Considerando que as curvas 1, 2 e 3 sejam sucessivas, assim como as curvas 4, 5 e 6, também pode ser observado nas Tabelas 57 e 58 que não há variações abruptas de curvaturas sucessivas, considerando o critério da Figura 12, por isso, conforme Rio Grande do Sul (1991, v. 1), não há a criação de situações antinaturais que surpreendam e confundam o motorista. Assim como também não há curvas com raios maiores que 5000 metros, pois o maior raio é de 2700 metros, o que evita que existam dificuldades para percorrer as curvas.

Conforme pode ser visto nos apêndices J, K e L, a combinação dos alinhamentos busca coincidir os vértices e também associar curvas horizontais longas com suaves ondulações no perfil. O resultado obtido dependeu da cota final que precisava ser atendida, das curvas de nível do terreno, do fator de homogeneização, do greide e das áreas que precisavam ser evitadas (com cotas altas e/ou com edificações).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo propor um projeto geométrico para uma nova via, a qual une os municípios de Novo Hamburgo e São Leopoldo e viabiliza a mobilidade urbana na região.

O trabalho identificou os dados necessários para a criação da proposta, ou seja, os objetivos específicos foram atingidos com a realização do estudo de tráfego, da análise do relevo e da determinação dos parâmetros desse projeto, os quais incluem a velocidade diretriz.

A proposta elaborada permite reduzir o fluxo atual de veículos nas rodovias que estão no entorno assim como possibilita atender a demanda futura na região, para acompanhar o crescimento da frota, o que resulta na melhora do nível de serviço da rede viária. A consequência é a melhora da economia local, pois o modal rodoviário é o principal no país e por isso tem grande impacto economicamente.

Ela também possibilita o desenvolvimento local com a instalação de novas empresas no entorno, pois a rodovia irá passar por um trecho não habitado e que possui potencial para a expansão das cidades que estão ao seu redor.

O trabalho também impacta em dois aspectos importantes para a melhora da mobilidade na região: possibilita o acesso de veículos com até 5,50 m de altura, os quais são restringidos pelo viaduto no Bairro Scharlau (São Leopoldo), e reduz a distância entre os dois limites de projeto, o que resulta na redução do tempo de viagem.

A proposta de projeto não possui sinalização semafórica, por isso permite que os veículos trafeguem sem realizar paradas, o que é favorável ao fluxo de tráfego devido à eliminação dos tempos de espera, à redução dos conflitos de tráfego e à redução dos custos gerados pelos congestionamentos, além de impedir a ação de criminosos.

O Quadro 16 apresenta as principais características técnicas do projeto. A classe técnica I foi determinada a partir do tráfego esperado de 15599 veículos/dia para o ano de 2030. O relevo foi determinado como ondulado devido ao traçado passar por áreas com inclinação superior a 10% e de até 25%.

Quadro 16 – Características técnicas

Classe da Rodovia:	I
Extensão Total:	3,82 km
Região:	Ondulada
Velocidade Diretriz:	80 km/h
Raio circular mínimo c/ transição (Norma):	209,974 m
Raio circular mínimo s/ transição (Norma):	1200 m
Greide, Rampa Máxima (Norma):	4,5%

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

O traçado da rodovia foi delimitado para evitar áreas com cota mais elevada devido ao aumento do custo de movimentação de terra e para evitar desapropriações na área habitada do bairro Scharlau, o que também implica em aumentar o custo do projeto.

O projeto, o qual conecta o trevo parcial no km 241 da BR-116 (Novo Hamburgo) ao km 4 da ERS-240, pode ser caracterizado por ter uma faixa de domínio de 70,00 metros, 7,20 metros de pista de rolamento, dois acostamentos com 2,50 metros (cada), superelevação máxima de 10% e, no alinhamento horizontal, por ter uma extensão de 3822,728 m, dos quais 3610,466 m são de 6 curvas horizontais e 212,262 m são de tangente. O qual possui, no alinhamento vertical, 1422,811 m de rampa (aclive máximo de 2,53% e declive máximo de 1,32%) e 2400,172 m de extensão em curvas verticais. Assim, a graficação do projeto foi apresentada em planta baixa, perfil longitudinal e perfis transversais nos apêndices J, K, L, M e O.

5.1 SUGESTÕES

Sugere-se como continuidade deste trabalho:

- a) Analisar o solo do local;
- b) analisar os materiais necessários para a execução do projeto;
- c) analisar os serviços utilizados na execução do projeto;
- d) elaborar o orçamento do projeto;
- e) elaborar o projeto de drenagem;
- f) elaborar o projeto de sinalização semafórica;
- g) elaborar o projeto das interseções.

REFERÊNCIAS

ADADA, Lucas Bach. **Tópicos de Projeto Geométrico Rodoviário**: Programa de Integração e Capacitação – DER/2008. [Curitiba]: DER Paraná, 2008. Disponível em:

http://www.der.pr.gov.br/arquivos/File/RHTemp/ProjetosGeometricos_LucasAdada.pdf. Acesso em: 04 abr. 2020.

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (AASHTO). **A policy on geometric design of highways and streets**. 6th ed. Washington: Code: GDHS-6, 2011. Disponível em: https://www.academia.edu/31621593/A_Policy_on_Geometric_Design_of_Highways_and_Streets. Acesso em: 04 abr. 2020.

AZAMBUJA ENGENHARIA E GEOTECNIA. **Projeto executivo de engenharia para recuperação, reforço e reabilitação de pontes rodoviárias na BR-116/RS**. Supervisão e Coordenação Geral de Desenvolvimento e Projetos/DPP/DNIT e Fiscalização: Superintendência Regional do Rio Grande do Sul. Brasília, DF: DNIT, abr. 2014. v. 1: Relatório de projeto. Relatório final. Contrato: 373/2009, Processo: 50610.001330/2008-78 e Edital: 0510/2008-10. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/anexo/Projetos/Projetos_edital0516_14-10_10.pdf. Acesso em: 01 ago. 2020.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). **Glossário de termos técnicos rodoviários**. Rio de Janeiro: DNER, 1997. Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/700_glossario_de_termos_tecnicos.pdf. Acesso em: 04 abr. 2020.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). **Manual de projeto geométrico de rodovias rurais**. Rio de Janeiro: DNER, 1999. Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/706_manual_de_projeto_geometrico.pdf. Acesso em: 24 mar. 2020.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **2. Limites legais**. [Brasília, DF]: DNIT, [2020?]. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/Pesagem/qfv%20pdf.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2020.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Plano Nacional de Contagem de Tráfego (PNCT)**: [dados 2015-2018]. RS: BR-116: BR-116/ RS km 246. Brasília, DF: DNIT, 2020. Disponível em: <http://servicos.dnit.gov.br/dadospnct/ContagemContinua>. Acesso em: 01 ago. 2020.

CANOAS RS. *In*: GOOGLE maps. Mountain View: Google, 2020. Disponível em: <https://www.google.com/maps/@-29.8815764,-51.234134,1001m/data=!3m1!1e3>. Acesso em: 13 set. 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES (CNT). **Transporte em números**. Brasília, DF: CNT, 12 dez. 2019. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/analises-transporte>. Acesso em: 23 mar. 2020.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). **Resolução nº 210 de 13 de novembro de 2006**. Estabelece os limites de peso e dimensões para veículos que transitem por vias terrestres e dá outras providências. Brasília, DF: CONTRAN, 2006. Disponível em: <https://infraestrutura.gov.br/resolucoes-contran.html>. Acesso em: 25 mar. 2020.

CONSÓRCIO ECOPLAN - MAGNA. **Estudo de viabilidade técnico-econômica e ambiental e projeto executivo de engenharia para implantação de rodovia federal**. Supervisão: Diretoria de Planejamento e Pesquisa, Coordenação: Coordenação Geral de Desenvolvimento e Projeto e Fiscalização: Superintendência Regional no Estado do Rio Grande do Sul. Brasília, DF: DNIT, abr. 2009. v. anexo 3E.1: Estudos de tráfego. Relatório parcial nº 02. Contrato: 0121/2007-00, Processo: 50.610.000.454/2006-74 e Edital: 0228/2006-00.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO (DER/SP). **Manual básico de estradas e rodovias vicinais**. São Paulo: DER/SP,

2012. v. 1: Planejamento, projeto, construção e operação. Disponível em: <http://www.der.sp.gov.br/WebSite/Documentos/RodoviasVicinas.aspx>. Acesso em: 01 jul. 2020.

EMPRESA GAÚCHA DE RODOVIAS (EGR). **Volume de tráfego**: [dados 2013-2020]. Porto Alegre: EGR, 2020. Disponível em: <https://www.egr.rs.gov.br/conteudo/1716/volume-de-trafego>. Acesso em: 01 ago. 2020.

ERTEL, Débora. Acidente entre carros, moto e caminhão bloqueia a RS-240, na Scharlau. **Jornal VS**, São Leopoldo, 02 mar. 2020. Disponível em: <https://www.jornalvs.com.br/noticias/regiao/2020/03/02/acidente-entre-carros--moto-e-caminhao-bloqueia-a-rs-240--na-scharlau.html>. Acesso em: 22 mar. 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

HINO, Marcia R. M. C.; CUNHA, Maria A. V. C. da. Mobilidade urbana: estudo da importância de serviços baseados em tecnologia para os gêneros. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação**, Curitiba, v. 16, n. 1, p. 1-17, jan./abr. 2017. Artigo 2. Disponível em: <http://www.periodicosibepes.org.br/index.php/reinfo/article/view/2336/pdf>. Acesso em: 29 mar. 2020.

INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS (Brasil). **Manual de projeto de interseções**. 2. ed. Rio de Janeiro: IPR, 2005. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/ipr_new/..%5Carquivos_internet%5Cipr%5Cipr_new%5Cmanuais%5CMANUAL_DE_PROJETO_DE_INTERSECOES_Versao_Final.pdf. Acesso em: 24 mar. 2020.

INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS (Brasil). **Manual de estudos de tráfego**. Rio de Janeiro: IPR, 2006. Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/723_manual_estudos_trafego.pdf. Acesso em: 23 mar. 2020.

INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS (Brasil). **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas**. Rio de Janeiro: IPR, 2010. Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/740_manual_projetos_geometricos_travessias_urbanas.pdf/view. Acesso em: 23 mar. 2020.

MAGNA ENGENHARIA LTDA. **Projeto básico de engenharia para melhoramentos físicos e de segurança de tráfego da rodovia BR-116/RS**. Supervisão: Diretoria de Planejamento e Pesquisa, Coordenação: Coordenação Geral de Desenvolvimento e Projeto e Fiscalização: Superintendência Regional no Estado do Rio Grande do Sul. Brasília, DF: DNIT, ago. 2011. v. 1: Relatório do projeto e documentos básicos para concorrência. t. 1. Contrato: 390/2009, Processo: 50.610.002584/2008-11 e Edital: 0024/2009-10. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/anexo/Projetos/Projetos_edital0516_14-10_6.pdf. Acesso em: 5 ago. 2020.

OLIVEIRA, José Renato. Caminhão que levava passarelas entalou no viaduto da Scharlau. **O Diário**, Dois Irmãos, 28 set. 2018. Disponível em: <https://odiario.net/noticias/geral/caminhao-que-levava-passarelas-entalou-no-viaduto-da-scharlau/>. Acesso em: 22 mar. 2020.

PONTES FILHO, Glauco. **Estradas de rodagem: projeto geométrico**. São Carlos: G. Pontes Filho, 1998. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/107338877/Estradas-de-Rodagem-Projeto-Geometrico-Glauco-Pontes-Filho>. Acesso em: 23 mar. 2020.

[PRODUTO 1: estudo de tráfego]. [S. l.: s. n., 2020?]. Disponível em: http://portal-hml.antt.gov.br/backend/galeria/arquivos/C2025__PRODUTO_1__ESTUDO_DE_TRAFEGO.pdf. Acesso em: 5 ago. 2020.

RIO GRANDE DO SUL. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER-RS). **Normas de projetos rodoviários**. Porto Alegre: DAER-RS, 1991. v. 1. Disponível em: <https://www.daer.rs.gov.br/upload/arquivos/201607/27143350-normas-projetos-geometrico.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2020.

RIO GRANDE DO SUL. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER-RS). **Normas de projetos rodoviários**. Porto Alegre: DAER-RS, 1991. v. 2. Disponível em: <https://www.daer.rs.gov.br/upload/arquivos/201607/27143432-normas-projeto-intersercoes.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2020.

RIO GRANDE DO SUL. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER-RS). **Volume diário médio (VDM) de rodovias**: VDM - 2017 - EET/SPQ. Rede rodoviária federal - divisão em trechos. Porto Alegre: DAER-RS, 2017. Disponível em: <https://www.daer.rs.gov.br/upload/arquivos/201803/13092642-vdm-2017-eet-spq.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2020.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão. Demografia: Região Metropolitana de Porto Alegre – RMPA. *In*: RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão. **Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul**. 5. ed. Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão, jul. 2020a. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/regiao-metropolitana-de-porto-alegre-rmpa>. Acesso em: 08 ago. 2020.

RIO GRANDE DO SUL. Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN-RS). **Frota em circulação no RS**. Porto Alegre: DETRAN-RS, 2020b. Disponível em: <https://detran-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/202007/23160847-01-frota-do-rs.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2020.

RIO GRANDE DO SUL. Departamento de Economia e Estatística (DEE). Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão. **PIB municipal**: série histórica: [dados 2002-2017]. Porto Alegre: DEE, 2020c. Disponível em: <https://dee.rs.gov.br/pib-municipal>. Acesso em: 06 ago. 2020.

RIO GRANDE DO SUL. Departamento de Economia e Estatística (DEE). Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão. **População**: município e sexo: [dados 2010-2018]. Porto Alegre: DEE, 2020d. Disponível em: <https://dee.rs.gov.br/populacao>. Acesso em: 06 ago. 2020.

SÃO LEOPOLDO RS. *In*: GOOGLE maps. Mountain View: Google, 2020. Disponível em: <https://www.google.com/maps/@-29.7170241,-51.1591736,4012m/data=!3m1!1e3>. Acesso em: 01 ago. 2020.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de técnicas de pavimentação**. São Paulo: Editora PINI, 2007.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de técnicas de projetos rodoviários**. São Paulo: Editora PINI, 2008.

SOUZA, Murillo Lopes de. **Método de projeto de pavimento flexíveis**. 3. ed. Rio de Janeiro: IPR, 1981. (IPR, 667 – 22). Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/667_metodo_de_projeto_de_pavimentos_flexiveis.pdf. Acesso em: 01 ago. 2020.

TOMAZELLI, Idiana. Perda de tempo no trânsito gera prejuízo de R\$ 62,1 bi por ano. **Estadão**, São Paulo, 23 set. 2015. Disponível em: <https://brasil.estadao.com.br/noticias/rio-de-janeiro,perda-de-tempo-no-transito-gera-prejuizo-de-r-62-1-bi-por-ano,1767794>. Acesso em: 29 mar. 2020.

ANEXO A – INFORMAÇÕES DO DAER-RS

20

Quadro 3 - Características básicas do projeto geométrico das rodovias estaduais

CARACTERÍSTICAS	REGIÕES	CLASSES				OBSERVAÇÕES
		0	I	II	III	
Tráfego (VDM para o 10º ano de projeto)	-	(1)	(2)	1500-300	300-1500	< 300
Velocidade diretriz (km/h)	P O M	120 100 80	100 80 60	80 70 50	80 60 40	60 40 30
Distância de visibilidade de parada desejável (mínimo) - (m)	P O M	310(205) 210(155) 140(110)	210(155) 140(110) 85(75)	140(110) 110(90) 65(60)	140(110) 85(75) 45(45)	85(75) 45(45) 30(30)
Distância de visibilidade de ultrapassagem (m)	P O M	370 340 280	340 280 210	680 490 350	560 420 270	420 230 180
Taxa máxima de superelevação (%)	O	10%	10%	8%	8%	6%
Raio mínimo de curvatura horizontal (m)	P O M	540 345 210	345 210 115	230 170 80	230 125 50	135 55 25
Rampa máxima (%)	P O M	3% 4% 5%	3% 4,5% 6%	3% 5% 7%	4% 6% 8%	5% 7% 9%
Valor mínimo de "k" para curvas verticais convexas - desejável (mínimo)	P O M	233(102) 107(58) 48(29)	107(58) 48(29) 18(14)	107(29) 29(20) 10(9)	48(29) 18(14) 5(5)	18(14) 5(5) 2(2)
Valor mínimo de "k" para curvas verticais côncavas - desejável (mínimo)	P O M	80(50) 52(36) 32(24)	52(36) 32(24) 17(15)	52(36) 24(19) 12(11)	32(24) 17(15) 7(7)	17(15) 7(7) 4(4)
Largura da faixa de rolamento (m)	P O M	3,75 3,60 3,60	3,60 3,60 3,50	3,50	3,50	3,00
Largura do acostamento externo (m) (mínimo)	P O M	3,00 3,00-(2,50) 2,50	3,00-(2,50) 2,50 2,50	2,50-(2,00) 2,50-(2,00) 2,00-(1,00)	2,50-(1,00) 2,00-(1,00) 1,50-(1,00)	1,00 0,50 0,50
Largura recomendada do acostamento interno (m) - (excepcional) (6)	P O M	(1,2) - 0,6 (1,0) - 0,6 0,5	(1,2) - 0,6 (1,0) - 0,6 0,5	-	-	-
Gabarito mínimo vertical	-	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50
Afastamento lateral mínimo do bordo do acostamento - obstáculos contínuos	-	0,50	0,50	0,50	0,30	0,30
Largura do Canteiro Central - Valor mínimo (7)	-	4	4	-	-	-
Afastamento lateral mínimo do bordo do acostamento - obstáculo isolado	-	1,50	1,50	1,50	0,50	0,50
Inclinação transversal em tangente	-	2%	2%	2%	2%	3%
Largura da faixa de domínio (m)	P O M	(8)	60 70 80	30 40 50	30 40 50	30 40 50
Plataforma de terraplanagem	-	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)

(1) A classe de rodovia é definida por decisão administrativa.

(2) > 9000 para Classe IA e 3000 a 9000 para Classe IB.

(3) A largura da plataforma de terraplanagem para cada classe é definida pela soma das larguras de pista + acostamento + folgas.

(4) Para as Classes 0 a III a folga será de 1,00m para cada semi-plataforma de aterro e 1,50m para cada semi-plataforma de corte.

(5) Para a Classe IV, a folga F será de 0,50m para cada semiplataforma de aterro e 1,00m para cada semiplataforma de corte.

(6) Largura do acostamento para pista com duas faixas. Para Três e quatro faixas, ver Q-15.

(7) A largura de 4m é usada para rodovias com conversão a esquerda. Nos demais casos, a largura poderá ser reduzida para o mínimo de 1,50m.

(8) A largura da faixa de domínio das rodovias Classe 0 será fixada no projeto.

Observação Geral: Os VDMs apresentados servem como orientação devendo ser verificado o nível de serviço.

ANEXO B – TABELAS DE SUPERLARGURA

Quadro 5.4.4.1 - Valores de Superlargura para Projeto (m)
Pista de 2 Faixas - Largura = 7,20m

Veículo de Projeto = CO

R \ V	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	
30	2,20	1,80	1,60	1,40	1,20	1,20	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40 *
40				1,40	1,20	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
50							1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
60																	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,60

R \ V	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240	
40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	*																
50	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	*										
60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	*				
70			0,80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
80																							

R \ V	245	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300	305	310	315	320	325	360	365	A	A	420	
70	0,40	0,40	0,40	0,40	*																		
80	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	*								
90	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	*				
≥ 100														0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40 *

* Superlargura dispensável

Quadro 5.4.4.2 - Valores de Superlargura para Projeto (m)
Pista de 2 Faixas - Largura = 6,60m

Veículo de Projeto = CO

R \ V	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	
30	2,60	2,20	2,00	1,80	1,60	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
40				1,80	1,60	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
50										1,40	1,20	1,20	1,20	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80
60																	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

R \ V	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240	
30	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40
40	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
50	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
60	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60
70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
80	1,20	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80

R \ V	245	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300	305	310	315	320	325	330	335	340	345	350
30	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	Sup. Disp.	0,40
40	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
50	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
70	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60

* Superlargura dispensável

Quadro 5.4.4.2 - Valores de Superlargura para Projeto (m) - Continuação
 Pista de 2 Faixas - Largura = 6,60m

Veículo de Projeto = CO

R V	355	a	425	430	435	a	515	520	a	550	555	a	620	625	n	680	685	a	840	845	a	1000
	40	0,40	0,40	0,40	0,40*	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	*	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
50	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	*	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	*	0,40
70	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40

* Superlargura dispensável

Quadro 5.4.4.3 - Valores de Superlargura para Projeto (m)
Pista de 2 Faixas - Largura = 7,20m

Veículo de Projeto = SR**

R \ V	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	
30	5,00	4,00	3,60	3,00	2,80	2,40	2,20	2,00	2,00	1,80	1,60	1,60	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
40					3,00	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,80	1,60	1,60	1,40	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,20	1,00	1,00	1,00
50										2,00	1,80	1,80	1,60	1,60	1,40	1,40	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
60																1,40	1,40	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,20

R \ V	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240	
30	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40
40	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60	0,60
60	1,20	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60
70			1,20	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
80													1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80

** Adotada uma distância entre eixos fictícios de 10,00m e um balanço dianteiro de 1,20m

Quadro 5.4.4.3 - Valores de Superlargura para Projeto (m)
Pista de 2 Faixas - Largura = 7,20m

Veículo de Projeto = SR**

R \ V	245	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300	305	310	315	320	325	330	335	340	345	350	
30	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	*	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	*	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	*	0,40	
40	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,60	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
50	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
70	0,80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
90	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
100															0,80	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	

R \ V	355	a	380	385	a	430	435	a	480	a	540	545	a	600
60	0,40	0,40	0,40	*										
70	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	*							
80	0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	*				
90	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	*		
≥ 100	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40

* Superlargura dispensável

** Adotada uma distância entre eixos fictícia de 10,00m e um balanço dianteiro de 1,20m

ANEXO C – CURVAS VERTICAIS

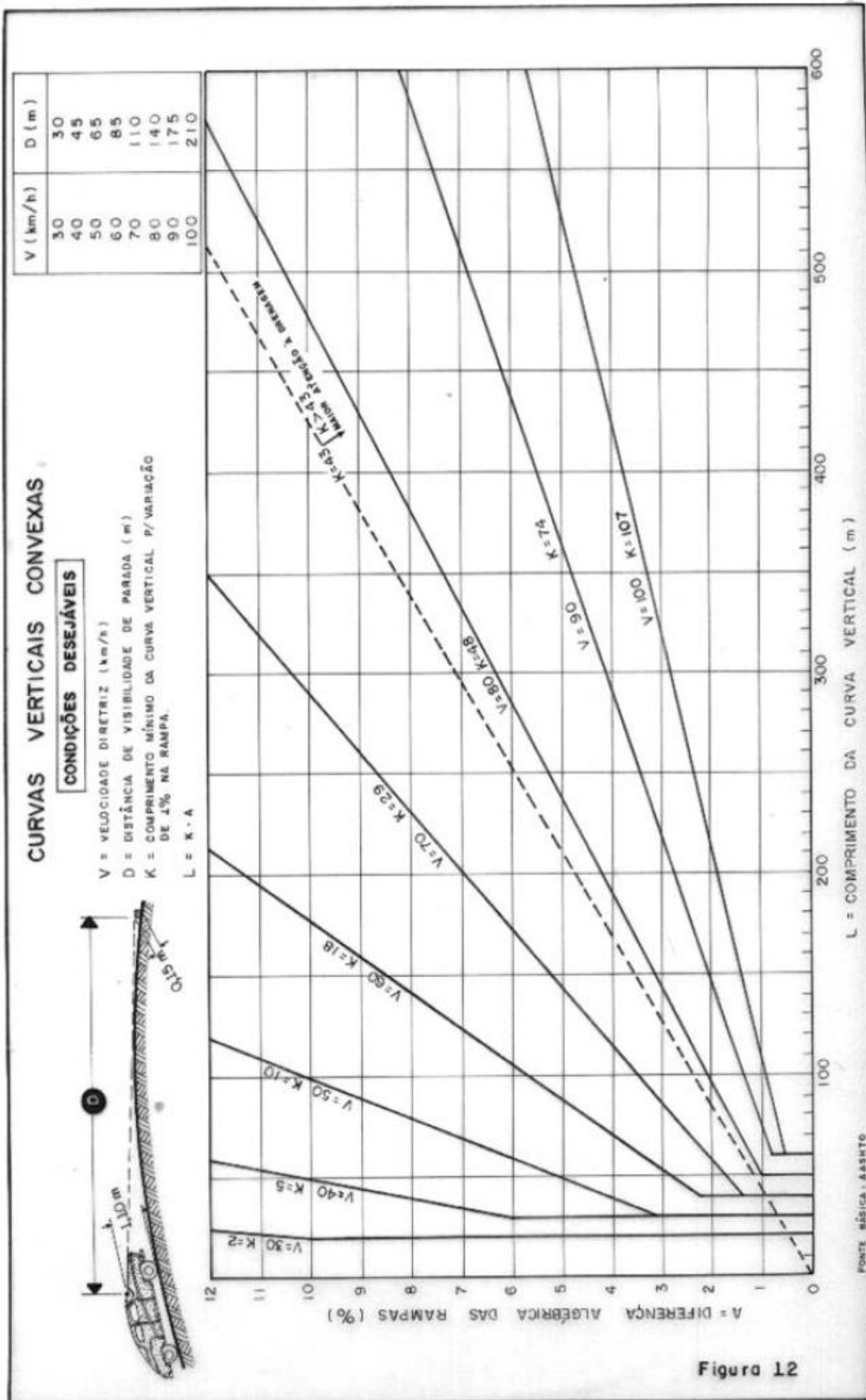


Figura 12

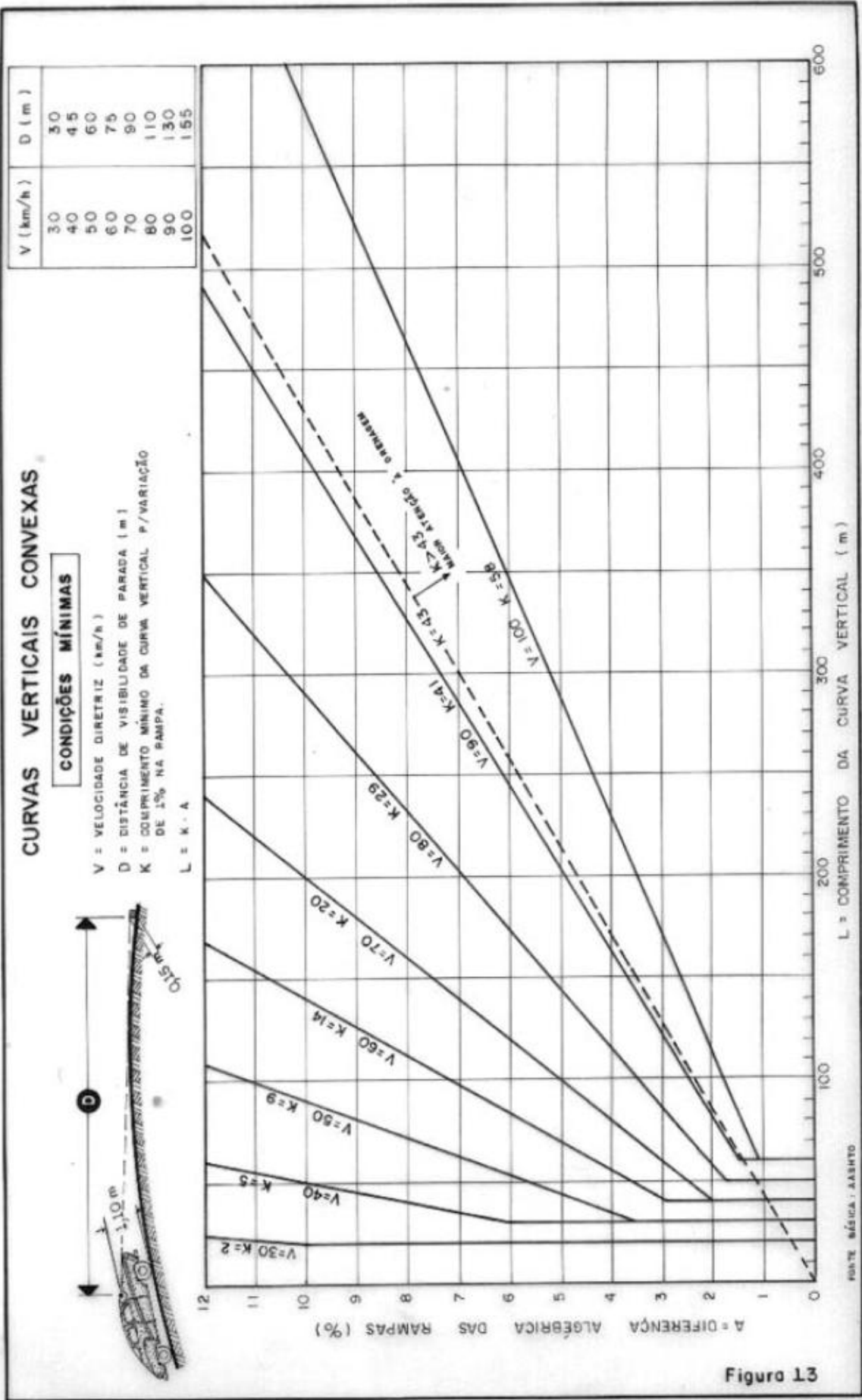
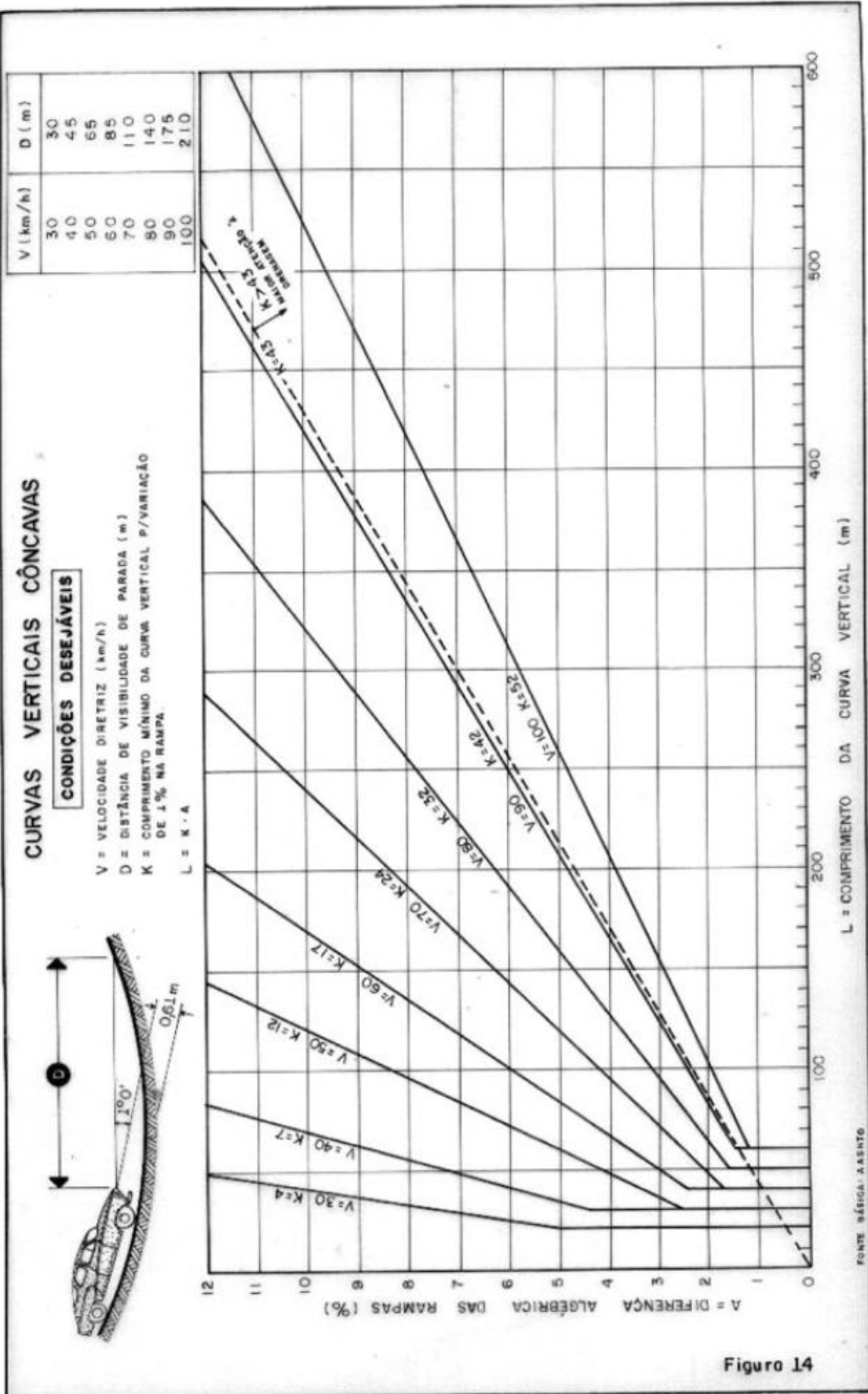
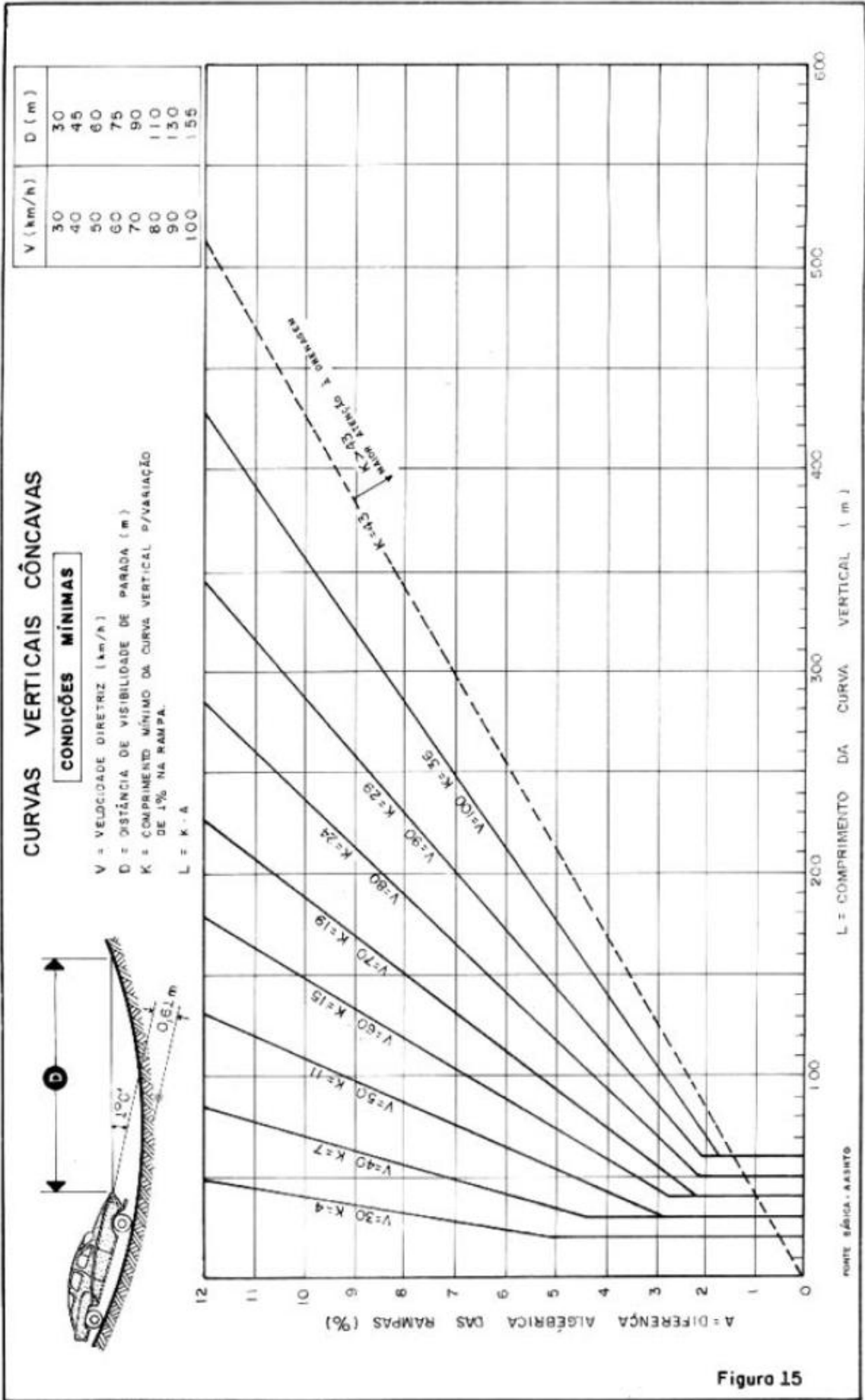


Figura 13



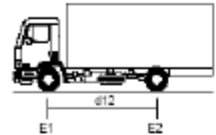
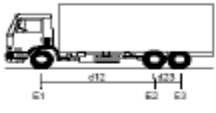
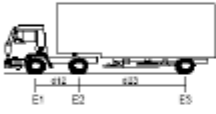
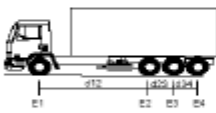


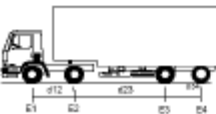
Figuro 14


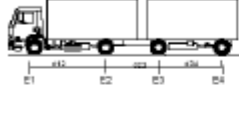
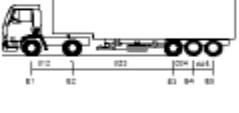

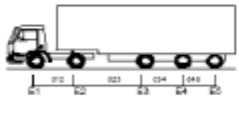




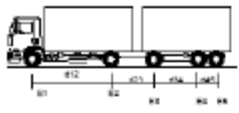


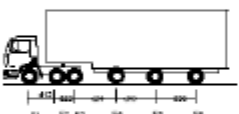
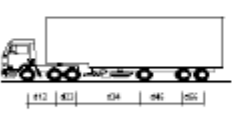
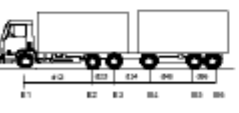
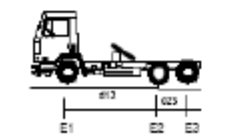
Figuro 15

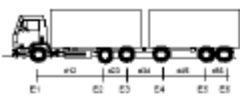
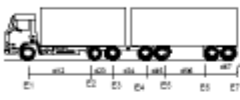
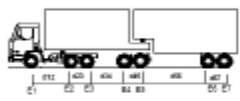
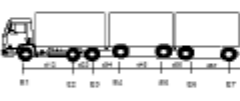

ANEXO D – CLASSIFICAÇÃO DOS VEÍCULOS (DNIT)


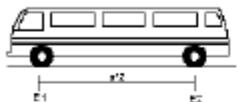

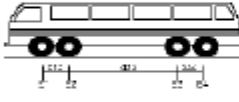
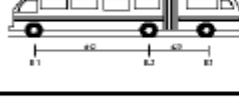
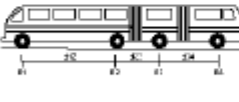
Figura 13 - Veículos adotados na classificação do DNIT

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	2	16(16,8)	CAMINHÃO E1 = eixo simples (ES), rodagem simples (RS), carga máxima (CM) = 8t ou capacidade declarada pelo fabricante do pneumático E2 = ES, rodagem dupla (RD), CM = 10t $d12 \leq 3,50m$	2C
	3	23(24,2)	CAMINHÃO TRUCADO E1 = ES, RS, CM = 8t E2E3 = ES, conjunto de eixos em tandem duplo TD, CM = 17t $d12 > 2,40m$ $1,20m < d23 \leq 2,40m$	3C
	3	26(27,3)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM = 8t E2 = ED, RD, CM = 10t E3 = ED, RD, CM = 10t $d12, d23 > 2,40m$	2S1
	4	31,5(33,1)	CAMINHÃO SIMPLES E1 = ES, RS, CM 8t E2E3E4 = conjunto de eixos em tandem triplo TT; CM = 25,5t $d12 > 2,40$ $1,20m < d23, d34 \leq 2,40m$	4C
	4	29(30,5)	CAMINHÃO DUPLO DIRECIONAL TRUCADO E1E2 = conjunto de eixos direcionais CED, CM = 12t E3E4 = TD, CM = 17t $1,20m < d34 \leq 2,40m$	4CD
	4	33(34,7)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 8t E2 = ED, RD, CM 10t E3E4 = TD, CM = 17t $d12, d23 > 2,40m$ $1,20m < d34 \leq 2,40m$	2S2
	4	36(37,8)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 8t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10t $d12, d23, d34 > 2,40m$	2I2

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	4	33(34,7)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t d12, d34 > 2,40m 1,20 < d23 ≤ 2,40	3S1
	4	36(37,8)	CAMINHÃO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10m d12, d23, d34 > 2,40m	2C2
	5	41,5(43,6)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD CM10t E3E4E5 = TT, CM 25,5t d12, d23 > 2,40m 1,20m d34, d45 ≤ 2,40m	2S3
	5	40(42)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM17t E4E5 = TD, CM 17t d12, d34 > 2,40m 1,20m < d23, d45 ≤ 2,40m	3S2
	5	45(47,3)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t d12, d23, d34, d45 > 2,40m	2I3
	5	43(45,2)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4E5 = TD, CM 17t d12, d23, d34 > 2,40m 1,20m < d45 ≤ 2,40m	2J3
	5	43(45,2)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3I2

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	5	43(45,2)	CAMINHÃO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4E5 = TD, CM 17t d12, d23, d34 > 2,40m 1,20m < d45 ≤ 2,40m	2C3
	5	43(45,2)	CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3C2
	6	45(47,3)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4E5E6 = TT, CM 25,5t d12, d34, > 2,40m 1,20m < d23, d45, d56 ≤ 2,40m	3S3
	6	45(47,3)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t E6 = ED, RD, CM 10t d12, d34, d45, d56 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3I3
	6	45(47,3)	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5E6 = TD, CM 17t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23, d56 ≤ 2,40m	3J3
	6	45(47,3)	CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5E6 = TD, CM 17t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23, d56 ≤ 2,40m	3C3
	6	19,5(20,5)	CAMINHÃO TRATOR E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD(6 pneus), CM 13,5t 1,20m < d23 ≤ 2,40m A CMT do conjunto vai variar conforme a capacidade do semi-reboque, no mínimo 10 ton até, no máximo o limite legal de 4r ton.	X

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	6	50(52,5)	ROMEU E JULIETA(caminhão trucado + reboque) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = T0, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5E6 = TD, CM 17t d12, d34, d45 > 2,40m 1,20m < d23, d56 ≤ 2,40m	3D3
	7	57(59,9)	ROMEU E JULIETA(caminhão trucado + reboque) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = T0, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t d12, d34, d56 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67 ≤ 2,40m	3D4
	7	57(59,9)	BI TREM ARTICULADO(caminhão trator trucado + dois semi reboques) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = T0, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t d12, d34, d56 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67 ≤ 2,40m	3D4
	7	63(66,2)	TREMINHÃO(caminhão trucado + dois reboques) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4 = ED, RD, CM 10t E5 = ED, RD, CM 10t E6 = ED, RD, CM 10t E7 = ED, RD, CM 10t d12, d34, d56, d67 > 2,40m 1,20m < d23 ≤ 2,40m	3Q4
	9	74(77,7)	TRI TREM(caminhão trator trucado + três semi reboques) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t E8E9 = TD, CM 17t d12, d34, d56, d78 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67, d89 ≤ 2,40m	3T6

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	9	74(77,7)	RODOTREM (caminhão trator trucado + dois semi reboques dom dolly) E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = TD, CM 17t E4E5 = TD, CM 17t E6E7 = TD, CM 17t E8E9 = TD, CM 17t d12, d34, d56, d78 > 2,40m 1,20m < d23, d45, d67, d89 ≤ 2,40m	3T6
	2	16(16,8)	ÔNIBUS E1 = ES, RS, CM 6t ou a capacidade declarada pelo fabricante do pneumático E2 = ED, RD, CM 10t d12 ≤ 3,50m	2CB
	3	19,5(20,5)	ÔNIBUS TRUCADO E1 = ES, RS, CM 6t E2E3 = conjunto de eixos em tandem duplo com 6 pneumáticos, carga máxima 13,5t d12 > 2,40m 1,20 < d23 ≤ 2,40m	3CB
	4	25,5(26,8)	ÔNIBUS DUPLO DIRECIONAL TRUCADO E1E2 = conjunto de eixos direcionais, carga máxima 12 ton E3E4 = conjunto de eixos em tandem duplo com 6 pneumáticos, carga máxima 13,5t 1,20 < d34 ≤ 2,40m	4CB
	3	26(27,3)	ÔNIBUS URBANO ARTICULADO E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t d12, d23 > 2,40m	2SB1
	4	36(37,8)	ÔNIBUS URBANO BI-ARTICULADO E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10t d12, d23, d34 > 2,40m	2IB2

APÊNDICE E – RELATÓRIO DE LOCAÇÃO/EIXO DO PROJETO

Ponto	X	Y	Cota
0	485620,842	6712972,846	24,000
0+17.325	485603,763	6712975,755	24,108
1	485601,126	6712976,206	24,125
2	485581,437	6712979,715	24,250
3	485561,793	6712983,463	24,375
3+17.325	485544,815	6712986,901	24,483
4	485542,208	6712987,499	24,500
5	485522,813	6712992,375	24,625
6	485503,607	6712997,953	24,750
7	485484,618	6713004,225	24,875
8	485465,868	6713011,183	25,000
9	485447,384	6713018,819	25,125
10	485429,190	6713027,121	25,250
11	485411,310	6713036,080	25,375
12	485393,767	6713045,682	25,500
13	485376,585	6713055,916	25,625
14	485359,787	6713066,768	25,750
15	485343,394	6713078,223	25,885
16	485327,428	6713090,267	26,038
17	485311,911	6713102,884	26,211
18	485296,862	6713116,056	26,402
19	485282,303	6713129,766	26,613
20	485268,252	6713143,997	26,842
21	485254,727	6713158,729	27,091
22	485241,747	6713173,943	27,358
23	485229,328	6713189,619	27,645
24	485217,488	6713205,736	27,951
25	485206,241	6713222,273	28,275
26	485195,603	6713239,208	28,619
26+16.965	485187,067	6713253,868	28,925
27	485185,632	6713256,542	28,981
28	485176,295	6713274,225	29,363
29	485167,173	6713292,023	29,763
29+16.965	485159,604	6713307,205	30,118
30	485158,264	6713309,929	30,183

30+1.191	485157,738	6713310,998	30,209
31	485149,338	6713327,826	30,622
32	485140,196	6713345,613	31,079
33	485130,840	6713363,286	31,556
33+1.191	485130,276	6713364,335	31,585
34	485120,785	6713380,572	32,051
35	485110,090	6713397,471	32,556
36	485098,788	6713413,970	33,062
37	485086,894	6713430,048	33,567
38	485074,423	6713445,682	34,072
39	485061,392	6713460,853	34,577
40	485047,818	6713475,539	35,082
41	485033,719	6713489,723	35,587
42	485019,113	6713503,384	36,092
43	485004,021	6713516,506	36,597
44	484988,462	6713529,070	37,103
45	484972,456	6713541,060	37,608
46	484956,024	6713552,461	38,113
47	484939,189	6713563,256	38,618
48	484921,973	6713573,433	39,123
49	484904,398	6713582,976	39,616
50	484886,488	6713591,875	40,083
50+17.048	484870,974	6713598,942	40,461
51	484868,248	6713600,071	40,525
52	484849,722	6713607,598	40,942
53	484831,104	6713614,901	41,334
53+17.048	484815,164	6713620,947	41,648
54	484812,399	6713621,979	41,700
54+5.791	484806,973	6713624,005	41,802
55	484793,636	6713628,906	42,042
56	484774,779	6713635,565	42,358
57	484755,828	6713641,943	42,649
57+5.791	484750,323	6713643,737	42,729
58	484736,649	6713647,594	42,915
59	484717,209	6713652,288	43,155
60	484697,580	6713656,114	43,371
61	484677,800	6713659,064	43,561
62	484657,909	6713661,132	43,726

63	484637,946	6713662,314	43,866
64	484617,950	6713662,608	43,981
65	484597,960	6713662,013	44,070
66	484578,017	6713660,531	44,135
67	484558,159	6713658,164	44,174
68	484538,426	6713654,917	44,188
69	484518,857	6713650,797	44,176
70	484499,490	6713645,811	44,140
70+16.676	484483,524	6713641,000	44,090
71	484480,385	6713639,908	44,078
72	484461,557	6713633,177	43,991
73	484442,827	6713626,167	43,879
73+16.676	484427,291	6713620,110	43,767
74	484424,201	6713618,883	43,742
75	484405,612	6713611,503	43,580
76	484387,024	6713604,124	43,392
77	484368,435	6713596,744	43,179
78	484349,846	6713589,365	42,941
79	484331,257	6713581,985	42,691
80	484312,669	6713574,606	42,440
80+11.263	484302,200	6713570,450	42,299
81	484294,072	6713567,246	42,189
82	484275,408	6713560,060	41,939
83	484256,664	6713553,082	41,688
84	484237,845	6713546,313	41,438
85	484218,951	6713539,753	41,187
86	484199,986	6713533,404	40,937
87	484180,951	6713527,266	40,686
88	484161,850	6713521,340	40,435
89	484142,683	6713515,626	40,185
90	484123,455	6713510,126	39,934
91	484104,166	6713504,839	39,684
92	484084,820	6713499,767	39,433
93	484065,419	6713494,911	39,182
94	484045,964	6713490,270	38,940
95	484026,460	6713485,846	38,720
96	484006,908	6713481,639	38,525
97	483987,310	6713477,649	38,354

98	483967,669	6713473,878	38,206
99	483947,987	6713470,324	38,083
100	483928,267	6713466,990	37,984
101	483908,511	6713463,875	37,908
102	483888,722	6713460,980	37,857
103	483868,902	6713458,304	37,830
104	483849,053	6713455,849	37,827
105	483829,178	6713453,615	37,848
106	483809,280	6713451,602	37,892
107	483789,361	6713449,810	37,961
108	483769,423	6713448,239	38,054
109	483749,468	6713446,890	38,171
110	483729,500	6713445,763	38,312
111	483709,521	6713444,858	38,477
112	483689,532	6713444,175	38,666
113	483669,538	6713443,714	38,879
114	483649,539	6713443,475	39,116
115	483629,540	6713443,458	39,377
116	483609,541	6713443,664	39,662
117	483589,545	6713444,091	39,971
118	483569,556	6713444,741	40,304
119	483549,575	6713445,613	40,653
120	483529,605	6713446,707	41,003
121	483509,649	6713448,023	41,353
122	483489,708	6713449,560	41,703
123	483469,786	6713451,319	42,052
124	483449,884	6713453,299	42,402
125	483430,005	6713455,500	42,752
126	483410,153	6713457,922	43,102
127	483390,328	6713460,564	43,452
128	483370,534	6713463,427	43,799
129	483350,773	6713466,509	44,124
130	483331,048	6713469,810	44,425
131	483311,360	6713473,331	44,701
132	483291,713	6713477,070	44,952
132+9.917	483281,986	6713479,004	45,068
132+11.288	483280,642	6713479,276	45,084
133	483272,098	6713480,976	45,180

134	483252,448	6713484,702	45,382
135	483232,754	6713488,183	45,560
136	483213,017	6713491,417	45,713
137	483193,241	6713494,404	45,842
138	483173,430	6713497,144	45,946
139	483153,586	6713499,636	46,026
140	483133,713	6713501,880	46,081
141	483113,812	6713503,875	46,112
141+13.517	483100,350	6713505,083	46,118
142	483093,890	6713505,635	46,118
143	483073,963	6713507,337	46,099
143+19.487	483054,546	6713508,996	46,057
144	483054,035	6713509,039	46,056
145	483034,101	6713510,664	45,988
146	483014,156	6713512,142	45,896
147	482994,200	6713513,471	45,779
148	482974,235	6713514,652	45,638
149	482954,262	6713515,686	45,472
150	482934,282	6713516,572	45,281
151	482914,295	6713517,309	45,066
152	482894,304	6713517,899	44,827
153	482874,309	6713518,340	44,566
154	482854,311	6713518,634	44,301
155	482834,312	6713518,779	44,037
156	482814,312	6713518,776	43,773
157	482794,313	6713518,625	43,509
158	482774,315	6713518,326	43,245
159	482754,320	6713517,878	42,993
160	482734,329	6713517,283	42,765
161	482714,343	6713516,539	42,561
162	482694,363	6713515,648	42,382
163	482674,390	6713514,608	42,227
164	482654,425	6713513,421	42,096
165	482634,470	6713512,086	41,990
166	482614,525	6713510,603	41,908
167	482594,591	6713508,972	41,850
168	482574,671	6713507,193	41,816
169	482554,764	6713505,268	41,807

170	482534,871	6713503,194	41,821
171	482514,995	6713500,974	41,861
172	482495,136	6713498,606	41,924
173	482475,295	6713496,091	42,012
174	482455,473	6713493,429	42,123
175	482435,671	6713490,621	42,260
176	482415,890	6713487,666	42,420
177	482396,132	6713484,564	42,605
178	482376,398	6713481,317	42,813
179	482356,688	6713477,923	43,034
180	482337,004	6713474,383	43,256
181	482317,346	6713470,698	43,477
182	482297,717	6713466,867	43,698
183	482278,116	6713462,890	43,919
184	482258,545	6713458,769	44,140
185	482239,006	6713454,503	44,361
186	482219,498	6713450,092	44,582
187	482200,024	6713445,537	44,803
188	482180,584	6713440,838	45,024
189	482161,179	6713435,994	45,245
190	482141,811	6713431,008	45,466
191	482122,480	6713425,877	45,687
191+2.688	482119,885	6713425,177	45,717
191+2.983	482119,600	6713425,100	45,720

APÊNDICE F – RELATÓRIO DE VOLUMES POR SEÇÕES

Calculado pelo método da semi-distancia.

Estaca	m2 Corte	m2 Aterro	Acc m2 Corte	Acc m2 Aterro	m Semi-Dist	m3 Corte	m3 Aterro	Acc m3 Corte	Acc m3 Aterro
0	0,00	4,01	0,00	4,01	8,66	0,00	186,34	0,00	186,34
0+17.325	0,00	17,50	0,00	21,51	1,34	0,00	47,23	0,00	233,57
1	0,00	17,81	0,00	39,32	10,00	0,00	401,76	0,00	635,34
2	0,00	22,37	0,00	61,69	10,00	0,00	504,32	0,00	1139,66
3	0,00	28,07	0,00	89,76	8,66	0,00	533,86	0,00	1673,51
3+17.325	0,00	33,57	0,00	123,33	1,34	0,00	90,96	0,00	1764,47
4	0,00	34,43	0,00	157,76	10,00	0,00	726,40	0,00	2490,87
5	0,00	38,21	0,00	195,97	10,00	0,00	706,32	0,00	3197,19
6	0,00	32,43	0,00	228,40	10,00	0,00	566,52	0,00	3763,71
7	0,00	24,23	0,00	252,63	10,00	0,00	474,78	0,00	4238,49
8	0,00	23,25	0,00	275,88	10,00	0,00	470,65	0,00	4709,13
9	0,00	23,82	0,00	299,70	10,00	0,00	482,84	0,00	5191,97
10	0,00	24,47	0,00	324,16	10,00	0,00	496,75	0,00	5688,72
11	0,00	25,21	0,00	349,37	10,00	0,00	512,41	0,00	6201,13
12	0,00	26,04	0,00	375,41	10,00	0,00	529,89	0,00	6731,02
13	0,00	26,96	0,00	402,36	10,00	0,00	549,16	0,00	7280,18
14	0,00	27,96	0,00	430,33	10,00	0,00	570,81	0,00	7851,00
15	0,00	29,12	0,00	459,45	10,00	0,00	585,56	0,00	8436,56
16	0,00	29,44	0,00	488,89	10,00	0,00	611,92	0,00	9048,47
17	0,00	31,76	0,00	520,64	10,00	0,00	666,74	0,00	9715,22
18	0,00	34,92	0,00	555,57	10,00	0,00	732,07	0,00	10447,29
19	0,00	38,29	0,00	593,86	10,00	0,00	803,28	0,00	11250,57
20	0,00	42,04	0,00	635,90	10,00	0,00	883,40	0,00	12133,97
21	0,00	46,30	0,00	682,20	10,00	0,00	974,40	0,00	13108,38
22	0,00	51,14	0,00	733,34	10,00	0,00	1077,16	0,00	14185,54
23	0,00	56,58	0,00	789,92	10,00	0,00	1109,52	0,00	15295,06
24	0,00	54,38	0,00	844,30	10,00	0,00	1038,97	0,00	16334,03
25	0,00	49,52	0,00	893,83	10,00	0,00	946,62	0,00	17280,65
26	0,00	45,14	0,00	938,97	8,48	0,00	737,55	0,00	18018,20
26+16.965	0,00	41,81	0,00	980,78	1,52	0,00	126,03	0,00	18144,23
27	0,00	41,26	0,00	1022,03	10,00	0,00	790,91	0,00	18935,14
28	0,00	37,85	0,00	1059,88	10,00	0,00	734,62	0,00	19669,76
29	0,00	35,62	0,00	1095,50	8,48	0,00	593,21	0,00	20262,97
29+16.965	0,00	34,32	0,00	1129,82	1,52	0,00	103,84	0,00	20366,81

30	0,00	34,11	0,00	1163,93	0,60	0,00	40,59	0,00	20407,41
30+1.191	0,00	34,03	0,00	1197,96	9,40	0,00	629,70	0,00	21037,10
31	0,00	32,93	0,00	1230,89	10,00	0,00	649,63	0,00	21686,73
32	0,00	32,04	0,00	1262,92	10,00	0,00	635,48	0,00	22322,22
33	0,00	31,52	0,00	1294,44	0,60	0,00	37,56	0,00	22359,77
33+1.191	0,00	31,53	0,00	1325,98	9,40	0,00	607,01	0,00	22966,79
34	0,00	33,02	0,00	1358,99	10,00	0,00	682,45	0,00	23649,23
35	0,00	35,23	0,00	1394,23	10,00	0,00	727,17	0,00	24376,40
36	0,00	37,49	0,00	1431,71	10,00	0,00	772,73	0,00	25149,13
37	0,00	39,79	0,00	1471,50	10,00	0,00	819,30	0,00	25968,42
38	0,00	42,15	0,00	1513,65	10,00	0,00	831,67	0,00	26800,09
39	0,00	41,03	0,00	1554,67	10,00	0,00	676,08	0,00	27476,17
40	0,00	26,59	0,00	1581,26	10,00	3,05	351,53	3,05	27827,70
41	0,31	8,57	0,31	1589,83	10,00	3,05	180,58	6,10	28008,28
42	0,00	9,49	0,31	1599,32	10,00	0,00	268,10	6,10	28276,38
43	0,00	17,32	0,31	1616,64	10,00	0,00	417,92	6,10	28694,30
44	0,00	24,47	0,31	1641,11	10,00	0,00	556,90	6,10	29251,19
45	0,00	31,22	0,31	1672,33	10,00	0,00	666,42	6,10	29917,61
46	0,00	35,43	0,31	1707,76	10,00	0,00	690,97	6,10	30608,58
47	0,00	33,67	0,31	1741,43	10,00	0,00	616,82	6,10	31225,40
48	0,00	28,01	0,31	1769,44	10,00	0,00	502,44	6,10	31727,84
49	0,00	22,24	0,31	1791,68	10,00	0,00	390,52	6,10	32118,36
50	0,00	16,82	0,31	1808,50	8,52	0,00	249,74	6,10	32368,11
50+17.048	0,00	12,48	0,31	1820,98	1,48	0,00	35,83	6,10	32403,93
51	0,00	11,80	0,31	1832,78	10,00	0,00	212,30	6,10	32616,23
52	0,00	9,43	0,31	1842,21	10,00	0,00	379,30	6,10	32995,53
53	0,00	28,50	0,31	1870,71	8,52	0,00	527,59	6,10	33523,12
53+17.048	0,00	33,39	0,31	1904,11	1,48	0,00	99,69	6,10	33622,82
54	0,00	34,16	0,31	1938,27	2,90	0,00	202,14	6,10	33824,95
54+5.791	0,00	35,65	0,31	1973,92	7,10	0,00	384,68	6,10	34209,63
55	0,00	18,50	0,31	1992,41	10,00	144,51	184,96	150,61	34394,59
56	14,45	0,00	14,76	1992,41	10,00	738,29	0,00	888,90	34394,59
57	59,39	0,00	74,15	1992,41	2,89	389,06	0,00	1277,96	34394,59
57+5.791	75,02	0,00	149,16	1992,41	7,10	1372,53	0,00	2650,49	34394,59
58	118,18	0,00	267,35	1992,41	10,00	3084,01	0,00	5734,50	34394,59
59	190,24	0,00	457,59	1992,41	10,00	4658,48	0,00	10392,98	34394,59
60	275,64	0,00	733,24	1992,41	10,00	6622,24	0,00	17015,22	34394,59
61	386,63	0,00	1119,87	1992,41	10,00	9160,95	0,00	26176,16	34394,59

62	529,54	0,00	1649,41	1992,41	10,00	12285,70	0,00	38461,86	34394,59
63	699,14	0,00	2348,54	1992,41	10,00	15503,99	0,00	53965,85	34394,59
64	851,39	0,00	3199,93	1992,41	10,00	16890,02	0,00	70855,87	34394,59
65	837,75	0,00	4037,68	1992,41	10,00	15633,88	0,00	86489,75	34394,59
66	725,77	0,00	4763,45	1992,41	10,00	13443,59	0,00	99933,34	34394,59
67	618,70	0,00	5382,15	1992,41	10,00	11388,13	0,00	111321,47	34394,59
68	520,20	0,00	5902,36	1992,41	10,00	9508,86	0,00	120830,33	34394,59
69	430,76	0,00	6333,11	1992,41	10,00	7829,83	0,00	128660,15	34394,59
70	352,29	0,00	6685,40	1992,41	8,34	5399,62	0,00	134059,78	34394,59
70+16.676	295,36	0,00	6980,76	1992,41	1,66	965,00	0,00	135024,78	34394,59
71	285,38	0,00	7266,14	1992,41	10,00	5129,64	0,00	140154,42	34394,59
72	227,70	0,00	7493,84	1992,41	10,00	3867,58	0,00	144022,00	34394,59
73	159,09	0,00	7652,93	1992,41	8,34	2217,49	0,00	146239,49	34394,59
73+16.676	106,87	0,00	7759,80	1992,41	1,66	339,76	0,00	146579,26	34394,59
74	97,53	0,00	7857,33	1992,41	10,00	1455,15	0,00	148034,40	34394,59
75	47,99	0,00	7905,32	1992,41	10,00	578,89	0,00	148613,29	34394,59
76	9,90	0,00	7915,22	1992,41	10,00	99,02	195,05	148712,32	34589,64
77	0,00	19,50	7915,22	2011,92	10,00	0,00	701,99	148712,32	35291,62
78	0,00	50,69	7915,22	2062,61	10,00	0,00	1367,91	148712,32	36659,53
79	0,00	86,10	7915,22	2148,71	10,00	0,00	2120,11	148712,32	38779,64
80	0,00	125,91	7915,22	2274,62	5,63	0,00	1555,36	148712,32	40335,00
80+11.263	0,00	150,28	7915,22	2424,90	4,37	0,00	1399,95	148712,32	41734,95
81	0,00	170,18	7915,22	2595,08	10,00	0,00	3894,03	148712,32	45628,97
82	0,00	219,23	7915,22	2814,31	10,00	0,00	4780,48	148712,32	50409,45
83	0,00	258,82	7915,22	3073,13	10,00	0,00	5292,34	148712,32	55701,79
84	0,00	270,41	7915,22	3343,54	10,00	0,00	5545,00	148712,32	61246,79
85	0,00	284,09	7915,22	3627,64	10,00	0,00	5811,14	148712,32	67057,93
86	0,00	297,03	7915,22	3924,66	10,00	0,00	6058,41	148712,32	73116,33
87	0,00	308,82	7915,22	4233,48	10,00	0,00	6284,34	148712,32	79400,67
88	0,00	319,62	7915,22	4553,10	10,00	0,00	6491,79	148712,32	85892,46
89	0,00	329,56	7915,22	4882,66	10,00	0,00	6684,87	148712,32	92577,32
90	0,00	338,93	7915,22	5221,59	10,00	0,00	6868,91	148712,32	99446,24
91	0,00	347,97	7915,22	5569,56	10,00	0,00	7047,38	148712,32	106493,62
92	0,00	356,77	7915,22	5926,33	10,00	0,00	7223,89	148712,32	113717,51
93	0,00	365,62	7915,22	6291,95	10,00	0,00	7405,75	148712,32	121123,26
94	0,00	374,96	7915,22	6666,91	10,00	0,00	7603,11	148712,32	128726,37
95	0,00	385,36	7915,22	7052,26	10,00	0,00	7822,08	148712,32	136548,45
96	0,00	396,86	7915,22	7449,12	10,00	0,00	8063,48	148712,32	144611,93

97	0,00	409,50	7915,22	7858,62	10,00	0,00	8328,03	148712,32	152939,96
98	0,00	423,31	7915,22	8281,93	10,00	0,00	8616,49	148712,32	161556,45
99	0,00	438,34	7915,22	8720,27	10,00	0,00	8929,68	148712,32	170486,14
100	0,00	454,63	7915,22	9174,90	10,00	0,00	9268,50	148712,32	179754,64
101	0,00	472,22	7915,22	9647,12	10,00	0,00	9613,89	148712,32	189368,53
102	0,00	489,17	7915,22	10136,29	10,00	0,00	9823,51	148712,32	199192,04
103	0,00	493,19	7915,22	10629,48	10,00	0,00	9872,47	148712,32	209064,51
104	0,00	494,07	7915,22	11123,55	10,00	0,00	9813,44	148712,32	218877,95
105	0,00	487,28	7915,22	11610,83	10,00	0,00	9634,40	148712,32	228512,34
106	0,00	476,16	7915,22	12086,99	10,00	0,00	9424,37	148712,32	237936,72
107	0,00	466,28	7915,22	12553,27	10,00	0,00	9223,57	148712,32	247160,29
108	0,00	456,08	7915,22	13009,35	10,00	0,00	8816,01	148712,32	255976,31
109	0,00	425,52	7915,22	13434,88	10,00	0,00	8214,72	148712,32	264191,03
110	0,00	395,95	7915,22	13830,83	10,00	0,00	7521,19	148712,32	271712,22
111	0,00	356,17	7915,22	14187,00	10,00	0,00	6728,43	148712,32	278440,64
112	0,00	316,68	7915,22	14503,68	10,00	0,00	5976,02	148712,32	284416,66
113	0,00	280,93	7915,22	14784,61	10,00	0,00	5302,52	148712,32	289719,19
114	0,00	249,33	7915,22	15033,93	10,00	0,00	4692,09	148712,32	294411,28
115	0,00	219,89	7915,22	15253,82	10,00	0,00	4123,96	148712,32	298535,24
116	0,00	192,51	7915,22	15446,33	10,00	0,00	3596,22	148712,32	302131,46
117	0,00	167,11	7915,22	15613,44	10,00	0,00	3102,52	148712,32	305233,99
118	0,00	143,14	7915,22	15756,58	10,00	0,00	2612,35	148712,32	307846,34
119	0,00	118,09	7915,22	15874,68	10,00	0,00	2344,47	148712,32	310190,81
120	0,00	116,35	7915,22	15991,03	10,00	0,00	2429,24	148712,32	312620,05
121	0,00	126,57	7915,22	16117,60	10,00	0,00	2679,61	148712,32	315299,66
122	0,00	141,39	7915,22	16258,99	10,00	0,00	2829,02	148712,32	318128,67
123	0,00	141,51	7915,22	16400,51	10,00	0,00	2475,79	148712,32	320604,46
124	0,00	106,07	7915,22	16506,57	10,00	0,00	1666,46	148712,32	322270,92
125	0,00	60,58	7915,22	16567,15	10,00	0,00	823,70	148712,32	323094,62
126	0,00	21,79	7915,22	16588,94	10,00	129,80	217,92	148842,12	323312,55
127	12,98	0,00	7928,20	16588,94	10,00	727,34	0,00	149569,46	323312,55
128	59,75	0,00	7987,95	16588,94	10,00	1814,21	0,00	151383,66	323312,55
129	121,67	0,00	8109,62	16588,94	10,00	3207,92	0,00	154591,58	323312,55
130	199,13	0,00	8308,75	16588,94	10,00	4915,93	0,00	159507,51	323312,55
131	292,47	0,00	8601,22	16588,94	10,00	6960,94	0,00	166468,45	323312,55
132	403,63	0,00	9004,84	16588,94	4,96	4318,38	0,00	170786,83	323312,55
132+9.917	467,25	0,00	9472,09	16588,94	0,69	646,90	0,00	171433,72	323312,55
132+11.28	476,51	0,00	9948,61	16588,94	4,36	4416,24	0,00	175849,96	323312,55

133	537,34	0,00	10485,95	16588,94	10,00	12217,22	0,00	188067,18	323312,55
134	684,39	0,00	11170,34	16588,94	10,00	15196,87	0,00	203264,05	323312,55
135	835,31	0,00	12005,64	16588,94	10,00	18248,99	0,00	221513,05	323312,55
136	989,60	0,00	12995,25	16588,94	10,00	21145,67	0,00	242658,72	323312,55
137	1124,98	0,00	14120,23	16588,94	10,00	21353,92	0,00	264012,64	323312,55
138	1010,43	0,00	15130,66	16588,94	10,00	19163,46	0,00	283176,10	323312,55
139	905,93	0,00	16036,58	16588,94	10,00	17240,62	0,00	300416,72	323312,55
140	818,14	0,00	16854,73	16588,94	10,00	15513,13	0,00	315929,85	323312,55
141	733,18	0,00	17587,91	16588,94	6,76	9814,72	0,00	325744,57	323312,55
141+13.517	719,05	0,00	18306,96	16588,94	3,24	4719,02	0,00	330463,59	323312,55
142	736,72	0,00	19043,68	16588,94	10,00	15293,76	0,00	345757,35	323312,55
143	792,65	0,00	19836,33	16588,94	9,74	15991,76	0,00	361749,10	323312,55
143+19.487	848,58	0,00	20684,92	16588,94	0,26	435,34	0,00	362184,44	323312,55
144	850,07	0,00	21534,99	16588,94	10,00	17550,18	0,00	379734,62	323312,55
145	904,95	0,00	22439,94	16588,94	10,00	17826,25	0,00	397560,87	323312,55
146	877,68	0,00	23317,62	16588,94	10,00	16352,89	0,00	413913,76	323312,55
147	757,61	0,00	24075,23	16588,94	10,00	13881,37	0,00	427795,13	323312,55
148	630,53	0,00	24705,76	16588,94	10,00	11372,84	0,00	439167,97	323312,55
149	506,76	0,00	25212,52	16588,94	10,00	9016,43	0,00	448184,40	323312,55
150	394,89	0,00	25607,41	16588,94	10,00	6919,31	0,00	455103,70	323312,55
151	297,05	0,00	25904,45	16588,94	10,00	5097,77	0,00	460201,47	323312,55
152	212,73	0,00	26117,18	16588,94	10,00	3540,83	0,00	463742,30	323312,55
153	141,35	0,00	26258,53	16588,94	10,00	2233,13	0,00	465975,43	323312,55
154	81,96	0,00	26340,50	16588,94	10,00	1163,53	0,00	467138,96	323312,55
155	34,39	0,00	26374,89	16588,94	10,00	348,43	18,22	467487,39	323330,76
156	0,45	1,82	26375,34	16590,77	10,00	4,53	338,40	467491,92	323669,16
157	0,00	32,02	26375,34	16622,78	10,00	0,00	996,33	467491,92	324665,49
158	0,00	67,61	26375,34	16690,40	10,00	0,00	1701,05	467491,92	326366,53
159	0,00	102,49	26375,34	16792,89	10,00	0,00	2023,76	467491,92	328390,29
160	0,00	99,89	26375,34	16892,78	10,00	0,00	1977,60	467491,92	330367,89
161	0,00	97,88	26375,34	16990,65	10,00	0,00	1942,60	467491,92	332310,50
162	0,00	96,39	26375,34	17087,04	10,00	0,00	1956,40	467491,92	334266,89
163	0,00	99,25	26375,34	17186,29	10,00	0,00	2051,61	467491,92	336318,51
164	0,00	105,91	26375,34	17292,20	10,00	0,00	2191,96	467491,92	338510,46
165	0,00	113,29	26375,34	17405,49	10,00	0,00	2347,27	467491,92	340857,73
166	0,00	121,44	26375,34	17526,93	10,00	0,00	2518,33	467491,92	343376,06
167	0,00	130,39	26375,34	17657,32	10,00	0,00	2664,33	467491,92	346040,39
168	0,00	136,04	26375,34	17793,36	10,00	0,00	2708,29	467491,92	348748,67

169	0,00	134,79	26375,34	17928,15	10,00	0,00	2689,68	467491,92	351438,35
170	0,00	134,18	26375,34	18062,33	10,00	0,00	2589,13	467491,92	354027,48
171	0,00	124,74	26375,34	18187,06	10,00	0,00	2298,21	467491,92	356325,69
172	0,00	105,09	26375,34	18292,15	10,00	0,00	1921,59	467491,92	358247,28
173	0,00	87,07	26375,34	18379,22	10,00	0,00	1576,69	467491,92	359823,97
174	0,00	70,60	26375,34	18449,82	10,00	0,00	1261,55	467491,92	361085,52
175	0,00	55,56	26375,34	18505,38	10,00	0,00	974,30	467491,92	362059,82
176	0,00	41,87	26375,34	18547,25	10,00	0,00	713,11	467491,92	362772,93
177	0,00	29,44	26375,34	18576,69	10,00	0,00	476,23	467491,92	363249,15
178	0,00	18,18	26375,34	18594,87	10,00	0,00	261,41	467491,92	363510,57
179	0,00	7,96	26375,34	18602,83	10,00	1,89	89,89	467493,80	363600,45
180	0,19	1,03	26375,53	18603,86	10,00	47,61	10,30	467541,41	363610,75
181	4,57	0,00	26380,10	18603,86	10,00	147,16	0,00	467688,58	363610,75
182	10,14	0,00	26390,25	18603,86	10,00	261,73	0,00	467950,31	363610,75
183	16,03	0,00	26406,27	18603,86	10,00	382,56	0,00	468332,87	363610,75
184	22,23	0,00	26428,50	18603,86	10,00	509,59	0,00	468842,46	363610,75
185	28,73	0,00	26457,23	18603,86	10,00	642,76	0,00	469485,22	363610,75
186	35,54	0,00	26492,78	18603,86	10,00	782,00	0,00	470267,22	363610,75
187	42,66	0,00	26535,43	18603,86	10,00	927,26	0,00	471194,48	363610,75
188	50,07	0,00	26585,50	18603,86	10,00	989,81	0,00	472184,29	363610,75
189	48,91	0,00	26634,42	18603,86	10,00	918,22	0,00	473102,52	363610,75
190	42,91	0,00	26677,33	18603,86	10,00	859,33	0,00	473961,85	363610,75
191	43,02	0,00	26720,35	18603,86	1,34	116,03	0,00	474077,88	363610,75
191+2.688	43,30	0,00	26763,65	18603,86	0,15	12,77	0,00	474090,64	363610,75
191+2.983	43,33	0,00	26806,97	18603,86					

Volume Total de Corte: 474090,64 m3

Volume Total de Aterro: 363610,75 m3

APÊNDICE G – NOTA DE SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM

NOTA DE SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM

Estaca	Distância	Offset		Início Talude		Bordo		% Terreno	Eixo Projeto	Cota Vermelha	Distância	Bordo		Início Talude		Offset		Cota	Altura
		Cota	Altura	Distância	Cota	Distância	Cota					%	Distância	Cota	Distância	Cota	Distância		
0	7,746	22,835	-1,093	7,100	23,803	3,600	23,928	-2,0	24,000	24,000	0,000	3,600	23,928	-2,0	7,100	23,803	7,209	23,640	-0,288
0+17.325	7,815	22,838	-1,198	7,100	23,911	3,600	24,036	-2,0	22,871	24,108	-1,237	3,600	24,036	-2,0	7,100	23,911	7,970	22,606	-1,430
1	7,750	22,953	-1,100	7,100	23,928	3,600	24,053	-2,0	22,863	24,125	-1,262	3,600	24,053	-2,0	7,100	23,928	7,987	22,597	-1,456
2	8,004	22,697	-1,481	7,100	24,053	3,600	24,178	-2,0	22,701	24,250	-1,549	3,600	24,178	-2,0	7,100	24,053	8,120	22,524	-1,654
3	8,259	22,440	-1,863	7,100	24,178	3,600	24,303	-2,0	22,446	24,375	-1,929	3,600	24,303	-2,0	7,100	24,178	8,257	22,442	-1,861
3+17.325	8,479	22,218	-2,193	7,100	24,286	3,600	24,411	-2,0	22,225	24,483	-2,258	3,600	24,411	-2,0	7,100	24,286	8,469	22,232	-2,179
4	8,514	22,181	-2,247	7,100	24,303	3,600	24,428	-2,0	22,191	24,500	-2,309	3,600	24,428	-2,0	7,100	24,303	8,501	22,201	-2,227
5	8,642	22,115	-2,438	7,100	24,428	3,600	24,553	-2,0	22,096	24,625	-2,529	3,600	24,553	-2,0	7,100	24,428	8,667	22,077	-2,476
6	8,463	22,508	-2,170	7,100	24,553	3,600	24,678	-2,0	22,559	24,750	-2,191	3,600	24,678	-2,0	7,100	24,553	8,383	22,629	-2,049
7	8,137	23,123	-1,680	7,100	24,678	3,600	24,803	-2,0	23,182	24,875	-1,693	3,600	24,803	-2,0	7,100	24,678	8,073	23,219	-1,584
8	8,022	23,420	-1,508	7,100	24,803	3,600	24,928	-2,0	23,366	25,000	-1,634	3,600	24,928	-2,0	7,100	24,803	8,094	23,312	-1,616
9	8,044	23,512	-1,541	7,100	24,928	3,600	25,053	-2,0	23,456	25,125	-1,669	3,600	25,053	-2,0	7,100	24,928	8,119	23,400	-1,653
10	8,070	23,598	-1,580	7,100	25,053	3,600	25,178	-2,0	23,541	25,250	-1,709	3,600	25,178	-2,0	7,100	25,053	8,146	23,483	-1,695
11	8,099	23,679	-1,624	7,100	25,178	3,600	25,303	-2,0	23,620	25,375	-1,755	3,600	25,303	-2,0	7,100	25,178	8,178	23,561	-1,742
12	8,132	23,755	-1,673	7,100	25,303	3,600	25,428	-2,0	23,695	25,500	-1,805	3,600	25,428	-2,0	7,100	25,303	8,212	23,634	-1,794
13	8,169	23,825	-1,728	7,100	25,428	3,600	25,553	-2,0	23,764	25,625	-1,861	3,600	25,553	-2,0	7,100	25,428	8,251	23,702	-1,851
14	8,209	23,889	-1,789	7,100	25,553	3,600	25,678	-2,0	23,827	25,750	-1,923	3,600	25,678	-2,0	7,100	25,553	8,288	23,771	-1,907
15	8,259	23,948	-1,864	7,100	25,688	3,600	25,813	-2,0	23,887	25,885	-1,998	3,600	25,813	-2,0	7,100	25,688	8,327	23,847	-1,965
16	8,325	24,004	-1,962	7,100	25,841	3,600	25,966	-2,0	24,027	26,038	-2,012	3,600	25,966	-2,0	7,100	25,841	8,296	24,047	-1,920
17	8,378	24,097	-2,042	7,100	26,014	3,600	26,139	-2,0	24,044	26,211	-2,166	3,600	26,139	-2,0	7,100	26,014	8,358	24,127	-2,012
18	8,456	24,171	-2,159	7,100	26,205	3,600	26,330	-2,0	24,016	26,402	-2,386	3,600	26,330	-2,0	7,100	26,205	8,503	24,101	-2,229
19	8,559	24,227	-2,314	7,100	26,416	3,600	26,541	-2,0	24,011	26,613	-2,602	3,600	26,541	-2,0	7,100	26,416	8,656	24,082	-2,459
20	8,687	24,265	-2,506	7,100	26,645	3,600	26,770	-2,0	24,045	26,842	-2,797	3,600	26,770	-2,0	7,100	26,645	8,817	24,070	-2,700
21	8,839	24,285	-2,734	7,100	26,894	3,600	27,019	-2,0	24,061	27,091	-3,030	3,600	27,019	-2,0	7,100	26,894	8,985	24,066	-2,953
22	9,017	24,286	-3,000	7,100	27,161	3,600	27,286	-2,0	24,058	27,358	-3,301	3,600	27,286	-2,0	7,100	27,161	9,162	24,069	-3,217
23	9,219	24,270	-3,303	7,100	27,448	3,600	27,573	-2,0	24,037	27,645	-3,608	3,600	27,573	-2,0	7,100	27,448	9,346	24,079	-3,494
24	9,219	24,576	-3,303	7,100	27,754	3,600	27,879	-2,0	24,518	27,951	-3,433	3,600	27,879	-2,0	7,100	27,754	9,276	24,489	-3,389
25	9,055	25,146	-3,057	7,100	28,078	3,600	28,203	-2,0	25,108	28,275	-3,167	3,600	28,203	-2,0	7,100	28,078	9,105	25,070	-3,133
26	8,887	25,742	-2,805	7,100	28,422	3,600	28,547	-2,0	25,695	28,619	-2,923	3,600	28,547	-2,0	7,100	28,422	8,949	25,649	-2,898
26+16.965	8,756	26,244	-2,609	7,100	28,728	3,600	28,853	-2,0	26,190	28,925	-2,735	3,600	28,853	-2,0	7,100	28,728	8,829	26,135	-2,718
27	8,729	26,341	-2,569	7,100	28,784	3,600	28,909	-2,0	26,278	28,981	-2,704	3,600	28,909	-2,0	7,100	28,784	8,813	26,214	-2,695
28	8,598	26,919	-2,372	7,100	29,166	3,600	29,291	-2,0	26,855	29,363	-2,508	3,600	29,291	-2,0	7,100	29,166	8,683	26,791	-2,500
29	8,507	27,456	-2,236	7,100	29,566	3,600	29,691	-2,0	27,385	29,763	-2,378	3,600	29,691	-2,0	7,100	29,566	8,602	27,314	-2,378
29+16.965	8,455	27,889	-2,157	7,100	29,921	3,600	30,046	-2,0	27,816	30,118	-2,302	3,600	30,046	-2,0	7,100	29,921	8,552	27,743	-2,303
30	8,446	27,967	-2,144	7,100	29,986	3,600	30,111	-2,0	27,893	30,183	-2,290	3,600	30,111	-2,0	7,100	29,986	8,545	27,819	-2,292
30+1.191	8,443	27,997	-2,139	7,100	30,012	3,600	30,137	-2,0	27,924	30,209	-2,285	3,600	30,137	-2,0	7,100	30,012	8,542	27,849	-2,287
31	8,401	28,474	-2,076	7,100	30,425	3,600	30,550	-2,0	28,402	30,622	-2,220	3,600	30,550	-2,0	7,100	30,425	8,497	28,329	-2,221
32	8,367	28,981	-2,026	7,100	30,882	3,600	31,007	-2,0	28,912	31,079	-2,167	3,600	31,007	-2,0	7,100	30,882	8,460	28,842	-2,165
33	8,368	29,457	-2,027	7,100	31,359	3,600	31,484	-2,0	29,424	31,556	-2,132	3,600	31,484	-2,0	7,100	31,359	8,434	29,357	-2,127
33+1.191	8,373	29,478	-2,035	7,100	31,388	3,600	31,513	-2,0	29,455	31,585	-2,130	3,600	31,513	-2,0	7,100	31,388	8,432	29,389	-2,124
34	8,453	29,825	-2,154	7,100	31,854	3,600	31,979	-2,0	29,826	32,051	-2,225	3,600	31,979	-2,0	7,100	31,854	8,451	29,827	-2,152
35	8,544	30,194	-2,291	7,100	32,359	3,600	32,484	-2,0	30,201	32,556	-2,356	3,600	32,484	-2,0	7,100	32,359	8,535	30,207	-2,277
36	8,635	30,562	-2,428	7,100	32,865	3,600	32,990	-2,0	30,574	33,062	-2,487	3,600	32,990	-2,0	7,100	32,865	8,618	30,587	-2,402

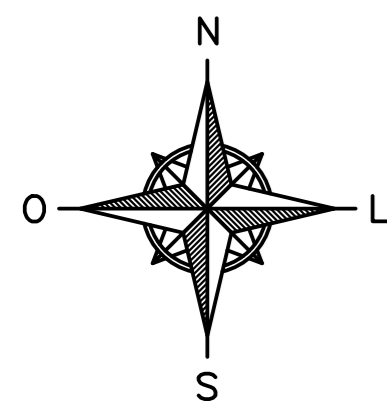
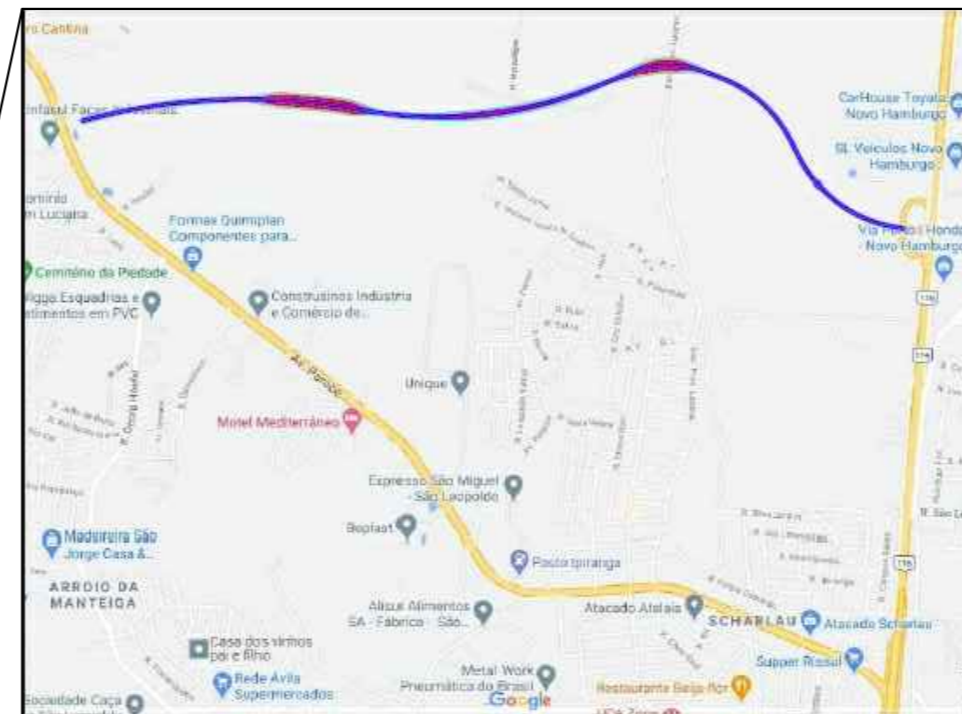
37	8,728	30,928	-2,567	7,100	33,370	3,600	33,495	-2,0	30,947	33,567	-2,620	3,600	33,495	-2,0	7,100	33,370	8,703	30,966	-2,529
38	8,822	31,293	-2,707	7,100	33,875	3,600	34,000	-2,0	31,318	34,072	-2,754	3,600	34,000	-2,0	7,100	33,875	8,788	31,342	-2,657
39	8,375	32,467	-2,037	7,100	34,380	3,600	34,505	-2,0	31,686	34,577	-2,891	3,600	34,505	-2,0	7,100	34,380	8,875	31,717	-2,788
40	7,703	33,980	-1,030	7,100	34,885	3,600	35,010	-2,0	33,267	35,082	-1,816	3,600	35,010	-2,0	7,100	34,885	8,718	32,459	-2,551
41	7,987	35,648	0,133	7,600	35,390	3,600	35,515	-2,0	34,932	35,587	-0,656	3,600	35,515	-2,0	7,100	35,390	7,877	34,225	-1,290
42	7,194	35,755	-0,265	7,100	35,895	3,600	36,020	-2,0	35,353	36,092	-0,740	3,600	36,020	-2,0	7,100	35,895	7,751	34,919	-1,101
43	7,526	35,762	-0,764	7,100	36,400	3,600	36,525	-2,0	35,345	36,597	-1,252	3,600	36,525	-2,0	7,100	36,400	8,102	34,897	-1,629
44	7,815	35,833	-1,197	7,100	36,906	3,600	37,031	-2,0	35,401	37,103	-1,701	3,600	37,031	-2,0	7,100	36,906	8,413	34,936	-2,094
45	8,078	35,943	-1,593	7,100	37,411	3,600	37,536	-2,0	35,498	37,608	-2,110	3,600	37,536	-2,0	7,100	37,411	8,695	35,018	-2,518
46	8,317	36,091	-1,950	7,100	37,916	3,600	38,041	-2,0	35,634	38,113	-2,479	3,600	38,041	-2,0	7,100	37,916	8,517	35,790	-2,251
47	8,530	36,276	-2,270	7,100	38,421	3,600	38,546	-2,0	36,320	38,618	-2,298	3,600	38,546	-2,0	7,100	38,421	8,241	36,710	-1,836
48	8,526	36,787	-2,265	7,100	38,926	3,600	39,051	-2,0	37,204	39,123	-1,919	3,600	39,051	-2,0	7,100	38,926	7,987	37,595	-1,456
49	8,291	37,633	-1,911	7,100	39,419	3,600	39,544	-2,0	38,052	39,616	-1,564	3,600	39,544	-2,0	7,100	39,419	7,750	38,443	-1,100
50	8,062	38,443	-1,568	7,100	39,886	3,600	40,011	-2,0	38,862	40,083	-1,221	3,600	40,011	-2,0	7,100	39,886	7,522	39,254	-0,757
50+17.048	7,875	39,102	-1,287	7,100	40,264	3,600	40,389	-2,0	39,523	40,461	-0,939	3,600	40,389	-2,0	7,100	40,264	7,334	39,914	-0,475
51	7,851	39,202	-1,251	7,100	40,328	3,600	40,453	-2,0	39,632	40,525	-0,894	3,600	40,453	-2,0	7,100	40,328	7,298	40,031	-0,422
52	7,635	39,942	-0,928	7,100	40,745	3,600	40,870	-2,0	40,212	40,942	-0,730	3,600	40,870	-2,0	7,100	40,745	7,355	40,363	-0,507
53	8,347	39,267	-1,995	7,100	41,137	3,600	41,262	-2,0	39,379	41,334	-1,955	3,600	41,262	-2,0	7,100	41,137	8,196	39,492	-1,770
53+17.048	8,529	39,307	-2,269	7,100	41,451	3,600	41,576	-2,0	39,401	41,648	-2,247	3,600	41,576	-2,0	7,100	41,451	8,405	39,493	-2,083
54	8,560	39,314	-2,314	7,100	41,503	3,600	41,628	-2,0	39,408	41,700	-2,293	3,600	41,628	-2,0	7,100	41,503	8,435	39,500	-2,128
54+5.791	8,618	39,328	-2,402	7,100	41,605	3,600	41,730	-2,0	39,422	41,802	-2,380	3,600	41,730	-2,0	7,100	41,605	8,493	39,515	-2,215
55	7,921	40,614	-1,356	7,100	41,845	3,600	41,970	-2,0	40,707	42,042	-1,335	3,600	41,970	-2,0	7,100	41,845	7,797	40,799	-1,171
56	8,857	42,999	0,713	7,600	42,161	3,600	42,286	-2,0	43,117	42,358	0,759	3,600	42,286	-2,0	7,600	42,161	9,218	43,240	0,954
57	11,936	45,342	2,765	7,600	42,452	3,600	42,577	-2,0	45,522	42,649	2,873	3,600	42,577	-2,0	7,600	42,452	12,488	45,711	3,134
57+5.791	12,818	46,010	3,353	7,600	42,532	3,600	42,657	-2,0	46,218	42,729	3,489	3,600	42,657	-2,0	7,600	42,532	13,457	46,436	3,780
58	14,924	47,600	4,758	7,600	42,718	3,600	42,843	-2,0	47,915	42,915	5,000	3,600	42,843	-2,0	7,600	42,718	15,897	48,249	5,406
59	17,770	49,739	6,655	7,600	42,958	3,600	43,083	-2,0	50,285	43,155	7,129	3,600	43,083	-2,0	7,600	42,958	19,330	50,779	7,695
60	20,986	52,098	8,799	7,600	43,174	3,600	43,299	-2,0	52,608	43,371	9,237	3,600	43,299	-2,0	7,600	43,174	22,839	53,333	10,034
61	25,061	55,005	11,516	7,600	43,364	3,600	43,489	-2,0	54,870	43,561	11,309	3,600	43,489	-2,0	7,600	43,364	26,396	55,895	12,406
62	29,094	57,859	14,204	7,600	43,529	3,600	43,654	-2,0	57,898	43,726	14,172	3,600	43,654	-2,0	7,600	43,529	29,994	58,459	14,804
63	29,979	58,588	14,794	7,600	43,669	3,600	43,794	-2,0	60,922	43,866	17,056	3,600	43,794	-2,0	7,600	43,669	29,974	58,585	14,791
64	29,952	58,685	14,776	7,600	43,784	3,600	43,909	-2,0	63,731	43,981	19,751	3,600	43,909	-2,0	7,600	43,784	29,955	58,687	14,778
65	29,938	58,765	14,767	7,600	43,873	3,600	43,998	-2,0	63,439	44,070	19,369	3,600	43,998	-2,0	7,600	43,873	29,969	58,786	14,787
66	29,956	58,841	14,779	7,600	43,938	3,600	44,063	-2,0	61,635	44,135	17,501	3,600	44,063	-2,0	7,600	43,938	29,989	58,863	14,801
67	29,972	58,892	14,790	7,600	43,977	3,600	44,102	-2,0	59,881	44,174	15,708	3,600	44,102	-2,0	7,600	43,977	28,903	58,179	14,077
68	29,989	58,916	14,801	7,600	43,991	3,600	44,116	-2,0	58,182	44,188	13,994	3,600	44,116	-2,0	7,600	43,991	26,402	56,525	12,410
69	29,368	58,491	14,387	7,600	43,979	3,600	44,104	-2,0	56,539	44,176	12,363	3,600	44,104	-2,0	7,600	43,979	24,043	54,942	10,837
70	26,955	56,846	12,778	7,600	43,943	3,600	44,068	-2,0	54,958	44,140	10,818	3,600	44,068	-2,0	7,600	43,943	21,829	53,429	9,361
70+16.676	25,042	55,521	11,503	7,600	43,893	3,600	44,018	-2,0	53,688	44,090	9,598	3,600	44,018	-2,0	7,600	43,893	20,087	52,217	8,199
71	24,784	55,337	11,331	7,600	43,881	3,600	44,006	-2,0	53,445	44,078	9,367	3,600	44,006	-2,0	7,600	43,881	19,691	51,942	7,936
72	22,452	53,695	9,776	7,600	43,794	3,600	43,919	-2,0	51,998	43,991	8,007	3,600	43,919	-2,0	7,600	43,794	17,846	50,625	6,705
73	19,188	51,408	7,601	7,600	43,682	3,600	43,807	-2,0	50,073	43,879	6,193	3,600	43,807	-2,0	7,600	43,682	15,562	48,990	5,183
73+16.676	16,516	49,514	5,819	7,600	43,570	3,600	43,695	-2,0	48,341	43,767	4,575	3,600	43,695	-2,0	7,600	43,570	13,337	47,394	3,700
74	15,998	49,143	5,473	7,600	43,545	3,600	43,670	-2,0	47,997	43,742	4,255	3,600	43,670	-2,0	7,600	43,545	12,893	47,074	3,404
75	12,795	46,846	3,338	7,600	43,383	3,600	43,508	-2,0	45,930	43,580	2,350	3,600	43,508	-2,0	7,600	43,383	10,312	45,191	1,683
76	9,635	44,552	1,232	7,600	43,195	3,600	43,320	-2,0	43,862	43,392	0,470	3,600	43,320	-2,0	7,600	43,195	7,765	43,305	-0,015
77	7,533	42,333	-0,774	7,100	42,982	3,600	43,107	-2,0	41,794	43,179	-1,386	3,600	43,107	-2,0	7,100	42,982	8,288	41,200	-1,907
78	8,697	40,349	-2,521	7,100	42,744	3,600	42,869	-2,0	39,726	42,941	-3,216	3,600	42,869	-2,0	7,100	42,744	9,569	39,040	-3,829
79	9,853	38,364	-4,255	7,100	42,494	3,600	42,619	-2,0	37,658	42,691	-5,033	3,600	42,619	-2,0	7,100	42,494	10,842	36,881	-5,738
80	11,010	36,379	-5,990	7,100	42,243	3,600	42,368	-2,0	35,590	42,440	-6,850	3,600	42,368	-2,0	7,100	42,243	12,114	34,722	-7,646

80+11.263	11,661	35,261	-6,966	7,100	42,102	3,600	42,227	-2,0	34,425	42,299	-7,874	3,600	42,227	-2,0	7,100	42,102	12,831	33,506	-8,721
81	12,169	34,389	-7,728	7,100	41,992	3,600	42,117	-2,0	33,520	42,189	-8,669	3,600	42,117	-2,0	7,100	41,992	13,385	32,565	-9,553
82	13,342	32,379	-9,488	7,100	41,742	3,600	41,867	-2,0	31,438	41,939	-10,501	3,600	41,867	-2,0	7,100	41,742	14,659	30,403	-11,463
83	14,529	30,348	-11,269	7,100	41,491	3,600	41,616	-2,0	29,595	41,688	-12,094	3,600	41,616	-2,0	7,100	41,491	14,876	29,827	-11,789
84	15,320	28,911	-12,455	7,100	41,241	3,600	41,366	-2,0	29,158	41,438	-12,280	3,600	41,366	-2,0	7,100	41,241	14,994	29,400	-11,965
85	15,605	28,233	-12,882	7,100	40,990	3,600	41,115	-2,0	28,460	41,187	-12,728	3,600	41,115	-2,0	7,100	40,990	15,285	28,713	-12,403
86	15,759	27,751	-13,113	7,100	40,740	3,600	40,865	-2,0	27,765	40,937	-13,172	3,600	40,865	-2,0	7,100	40,740	15,574	28,029	-12,836
87	15,916	27,265	-13,349	7,100	40,489	3,600	40,614	-2,0	27,091	40,686	-13,595	3,600	40,614	-2,0	7,100	40,489	15,860	27,349	-13,265
88	16,076	26,774	-13,590	7,100	40,238	3,600	40,363	-2,0	26,464	40,435	-13,971	3,600	40,363	-2,0	7,100	40,238	16,144	26,673	-13,691
89	16,239	26,279	-13,834	7,100	39,988	3,600	40,113	-2,0	25,971	40,185	-14,214	3,600	40,113	-2,0	7,100	39,988	16,425	26,001	-14,112
90	16,405	25,779	-14,083	7,100	39,737	3,600	39,862	-2,0	25,472	39,934	-14,462	3,600	39,862	-2,0	7,100	39,737	16,672	25,379	-14,483
91	16,574	25,276	-14,336	7,100	39,487	3,600	39,612	-2,0	24,970	39,684	-14,713	3,600	39,612	-2,0	7,100	39,487	16,917	24,762	-14,850
92	16,746	24,768	-14,593	7,100	39,236	3,600	39,361	-2,0	24,464	39,433	-14,969	3,600	39,361	-2,0	7,100	39,236	17,155	24,153	-15,208
93	16,920	24,256	-14,855	7,100	38,985	3,600	39,110	-2,0	23,954	39,182	-15,229	3,600	39,110	-2,0	7,100	38,985	17,327	23,644	-15,466
94	17,102	23,740	-15,128	7,100	38,743	3,600	38,868	-2,0	23,440	38,940	-15,500	3,600	38,868	-2,0	7,100	38,743	17,507	23,132	-15,736
95	17,302	23,220	-15,428	7,100	38,523	3,600	38,648	-2,0	22,921	38,720	-15,799	3,600	38,648	-2,0	7,100	38,523	17,705	22,615	-16,033
96	17,520	22,697	-15,756	7,100	38,328	3,600	38,453	-2,0	22,400	38,525	-16,125	3,600	38,453	-2,0	7,100	38,328	17,922	22,095	-16,358
97	17,757	22,171	-16,111	7,100	38,157	3,600	38,282	-2,0	21,874	38,354	-16,480	3,600	38,282	-2,0	7,100	38,157	18,157	21,571	-16,711
98	18,013	21,640	-16,494	7,100	38,009	3,600	38,134	-2,0	21,345	38,206	-16,862	3,600	38,134	-2,0	7,100	38,009	18,411	21,042	-17,092
99	18,286	21,106	-16,905	7,100	37,886	3,600	38,011	-2,0	20,812	38,083	-17,271	3,600	38,011	-2,0	7,100	37,886	18,684	20,511	-17,500
100	18,578	20,569	-17,343	7,100	37,787	3,600	37,912	-2,0	20,275	37,984	-17,709	3,600	37,912	-2,0	7,100	37,787	18,974	19,975	-17,937
101	18,889	20,028	-17,808	7,100	37,711	3,600	37,836	-2,0	19,735	37,908	-18,173	3,600	37,836	-2,0	7,100	37,711	19,284	19,436	-18,401
102	19,217	19,484	-18,301	7,100	37,660	3,600	37,785	-2,0	19,192	37,857	-18,665	3,600	37,785	-2,0	7,100	37,660	19,444	19,144	-18,641
103	19,453	19,104	-18,654	7,100	37,633	3,600	37,758	-2,0	19,111	37,830	-18,719	3,600	37,758	-2,0	7,100	37,633	19,443	19,119	-18,639
104	19,480	19,059	-18,695	7,100	37,630	3,600	37,755	-2,0	19,085	37,827	-18,741	3,600	37,755	-2,0	7,100	37,630	19,440	19,120	-18,635
105	19,435	19,149	-18,627	7,100	37,651	3,600	37,776	-2,0	19,288	37,848	-18,560	3,600	37,776	-2,0	7,100	37,651	19,281	19,380	-18,396
106	19,213	19,527	-18,294	7,100	37,695	3,600	37,820	-2,0	19,615	37,892	-18,278	3,600	37,820	-2,0	7,100	37,695	19,095	19,702	-18,118
107	19,037	19,859	-18,030	7,100	37,764	3,600	37,889	-2,0	19,943	37,961	-18,019	3,600	37,889	-2,0	7,100	37,764	18,925	20,026	-17,863
108	18,877	20,192	-17,790	7,100	37,857	3,600	37,982	-2,0	20,295	38,054	-17,759	3,600	37,982	-2,0	7,100	37,857	18,700	20,457	-17,525
109	18,351	21,098	-17,001	7,100	37,974	3,600	38,099	-2,0	21,247	38,171	-16,924	3,600	38,099	-2,0	7,100	37,974	18,153	21,395	-16,704
110	17,753	22,135	-16,105	7,100	38,115	3,600	38,240	-2,0	22,202	38,312	-16,110	3,600	38,240	-2,0	7,100	38,115	17,620	22,336	-15,904
111	16,933	23,531	-14,874	7,100	38,280	3,600	38,405	-2,0	23,524	38,477	-14,953	3,600	38,405	-2,0	7,100	38,280	16,942	23,516	-14,888
112	16,129	24,926	-13,668	7,100	38,469	3,600	38,594	-2,0	24,907	38,666	-13,759	3,600	38,594	-2,0	7,100	38,469	16,154	24,887	-13,707
113	15,365	26,285	-12,522	7,100	38,682	3,600	38,807	-2,0	26,253	38,879	-12,625	3,600	38,807	-2,0	7,100	38,682	15,407	26,222	-12,585
114	14,658	27,582	-11,462	7,100	38,919	3,600	39,044	-2,0	27,541	39,116	-11,574	3,600	39,044	-2,0	7,100	38,919	14,712	27,501	-11,543
115	13,968	28,877	-10,427	7,100	39,180	3,600	39,305	-2,0	28,829	39,377	-10,548	3,600	39,305	-2,0	7,100	39,180	14,033	28,780	-10,525
116	13,296	30,171	-9,419	7,100	39,465	3,600	39,590	-2,0	30,115	39,662	-9,547	3,600	39,590	-2,0	7,100	39,465	13,370	30,059	-9,531
117	12,641	31,463	-8,436	7,100	39,774	3,600	39,899	-2,0	31,401	39,971	-8,570	3,600	39,899	-2,0	7,100	39,774	12,724	31,338	-8,560
118	11,943	32,843	-7,389	7,100	40,107	3,600	40,232	-2,0	32,685	40,304	-7,619	3,600	40,232	-2,0	7,100	40,107	12,093	32,617	-7,615
119	11,203	34,302	-6,279	7,100	40,456	3,600	40,581	-2,0	34,126	40,653	-6,527	3,600	40,581	-2,0	7,100	40,456	11,440	33,946	-6,635
120	11,119	34,777	-6,154	7,100	40,806	3,600	40,931	-2,0	34,553	41,003	-6,450	3,600	40,931	-2,0	7,100	40,806	11,421	34,324	-6,607
121	11,450	34,630	-6,650	7,100	41,156	3,600	41,281	-2,0	34,474	41,353	-6,879	3,600	41,281	-2,0	7,100	41,156	11,711	34,239	-7,042
122	11,880	34,336	-7,295	7,100	41,506	3,600	41,631	-2,0	34,176	41,703	-7,527	3,600	41,631	-2,0	7,100	41,506	12,095	34,012	-7,618
123	11,938	34,598	-7,383	7,100	41,855	3,600	41,980	-2,0	34,520	42,052	-7,532	3,600	41,980	-2,0	7,100	41,855	12,043	34,441	-7,539
124	10,773	36,696	-5,634	7,100	42,205	3,600	42,330	-2,0	36,416	42,402	-5,986	3,600	42,330	-2,0	7,100	42,205	11,152	36,127	-6,203
125	9,306	39,247	-3,433	7,100	42,555	3,600	42,680	-2,0	38,992	42,752	-3,760	3,600	42,680	-2,0	7,100	42,555	9,652	38,728	-3,953
126	7,845	41,787	-1,243	7,100	42,905	3,600	43,030	-2,0	41,561	43,102	-1,541	3,600	43,030	-2,0	7,100	42,905	8,152	41,326	-1,704
127	9,327	44,406	1,026	7,600	43,255	3,600	43,380	-2,0	44,124	43,452	0,672	3,600	43,380	-2,0	7,600	43,255	8,517	43,866	0,486
128	12,827	47,086	3,359	7,600	43,602	3,600	43,727	-2,0	46,680	43,799	2,881	3,600	43,727	-2,0	7,600	43,602	11,663	46,310	2,584
129	16,364	49,770	5,718	7,600	43,927	3,600	44,052	-2,0	49,228	44,124	5,104	3,600	44,052	-2,0	7,600	43,927	14,817	48,738	4,686

130	19,945	52,458	8,105	7,600	44,228	3,600	44,353	-2,0	51,770	44,425	7,345	3,600	44,353	-2,0	7,600	44,228	17,982	51,149	6,796
131	23,568	55,149	10,520	7,600	44,504	3,600	44,629	-2,0	54,303	44,701	9,602	3,600	44,629	-2,0	7,600	44,504	21,159	53,543	8,914
132	27,469	58,002	13,121	7,600	44,755	3,600	44,880	-2,0	56,828	44,952	11,876	3,600	44,880	-2,0	7,600	44,755	24,972	56,337	11,456
132+9.917	29,464	59,447	14,451	7,600	44,871	3,600	44,996	-2,0	58,077	45,068	13,009	3,600	44,996	-2,0	7,600	44,871	27,018	57,817	12,820
132+11.288	29,751	59,654	14,642	7,600	44,887	3,600	45,012	-2,0	58,250	45,084	13,166	3,600	45,012	-2,0	7,600	44,887	27,291	58,014	13,002
133	29,991	59,910	14,802	7,600	44,983	3,600	45,108	-2,0	59,347	45,180	14,167	3,600	45,108	-2,0	7,600	44,983	29,157	59,354	14,246
134	29,967	60,097	14,787	7,600	45,185	3,600	45,310	-2,0	61,872	45,382	16,490	3,600	45,310	-2,0	7,600	45,185	29,978	60,104	14,794
135	29,943	60,258	14,770	7,600	45,363	3,600	45,488	-2,0	64,407	45,560	18,847	3,600	45,488	-2,0	7,600	45,363	29,950	60,263	14,775
136	29,919	60,395	14,754	7,600	45,516	3,600	45,641	-2,0	66,963	45,713	21,250	3,600	45,641	-2,0	7,600	45,516	29,922	60,398	14,756
137	29,896	60,509	14,739	7,600	45,645	3,600	45,770	-2,0	69,556	45,842	23,714	3,600	45,770	-2,0	7,600	45,645	29,905	60,515	14,745
138	29,899	60,616	14,741	7,600	45,749	3,600	45,874	-2,0	67,968	45,946	22,021	3,600	45,874	-2,0	7,600	45,749	29,939	60,642	14,768
139	29,914	60,705	14,751	7,600	45,829	3,600	45,954	-2,0	66,534	46,026	20,508	3,600	45,954	-2,0	7,600	45,829	29,969	60,742	14,788
140	29,929	60,770	14,761	7,600	45,884	3,600	46,009	-2,0	65,124	46,081	19,043	3,600	46,009	-2,0	7,600	45,884	29,985	60,807	14,798
141	29,943	60,810	14,770	7,600	45,915	3,600	46,040	-2,0	63,737	46,112	17,625	3,600	46,040	-2,0	7,600	45,915	29,999	60,847	14,808
141+13.517	29,941	60,816	14,769	7,600	45,921	3,600	46,046	-2,0	63,505	46,118	17,386	3,600	46,046	-2,0	7,600	45,921	29,293	60,384	14,337
142	29,938	60,813	14,767	7,600	45,921	3,600	46,046	-2,0	63,802	46,118	17,684	3,600	46,046	-2,0	7,600	45,921	29,685	60,644	14,599
143	29,929	60,788	14,761	7,600	45,902	3,600	46,027	-2,0	64,717	46,099	18,618	3,600	46,027	-2,0	7,600	45,902	29,993	60,831	14,804
143+19.487	29,919	60,740	14,755	7,600	45,860	3,600	45,985	-2,0	65,609	46,057	19,551	3,600	45,985	-2,0	7,600	45,860	29,984	60,783	14,797
144	29,919	60,738	14,754	7,600	45,859	3,600	45,984	-2,0	65,632	46,056	19,576	3,600	45,984	-2,0	7,600	45,859	29,983	60,781	14,797
145	29,918	60,670	14,754	7,600	45,791	3,600	45,916	-2,0	66,556	45,988	20,567	3,600	45,916	-2,0	7,600	45,791	29,973	60,707	14,791
146	29,940	60,592	14,768	7,600	45,699	3,600	45,824	-2,0	66,074	45,896	20,178	3,600	45,824	-2,0	7,600	45,699	29,963	60,608	14,784
147	29,961	60,490	14,783	7,600	45,582	3,600	45,707	-2,0	63,811	45,779	18,031	3,600	45,707	-2,0	7,600	45,582	29,972	60,497	14,790
148	29,982	60,363	14,797	7,600	45,441	3,600	45,566	-2,0	61,550	45,638	15,912	3,600	45,566	-2,0	7,600	45,441	29,994	60,370	14,804
149	29,502	59,877	14,477	7,600	45,275	3,600	45,400	-2,0	59,291	45,472	13,820	3,600	45,400	-2,0	7,600	45,275	27,798	58,740	13,340
150	26,345	57,581	12,371	7,600	45,084	3,600	45,209	-2,0	57,036	45,281	11,755	3,600	45,209	-2,0	7,600	45,084	24,760	56,525	11,315
151	23,221	55,284	10,289	7,600	44,869	3,600	44,994	-2,0	54,784	45,066	9,718	3,600	44,994	-2,0	7,600	44,869	21,770	54,316	9,322
152	20,133	52,985	8,231	7,600	44,630	3,600	44,755	-2,0	52,536	44,827	7,709	3,600	44,755	-2,0	7,600	44,630	18,828	52,115	7,360
153	17,076	50,686	6,192	7,600	44,369	3,600	44,494	-2,0	50,290	44,566	5,725	3,600	44,494	-2,0	7,600	44,369	15,929	49,921	5,427
154	14,020	48,385	4,155	7,600	44,104	3,600	44,229	-2,0	48,048	44,301	3,747	3,600	44,229	-2,0	7,600	44,104	13,046	47,735	3,506
155	10,963	46,082	2,117	7,600	43,840	3,600	43,965	-2,0	45,810	44,037	1,773	3,600	43,965	-2,0	7,600	43,840	10,176	45,557	1,592
156	7,903	43,778	0,077	7,600	43,576	3,600	43,701	-2,0	43,575	43,773	-0,198	3,600	43,701	-2,0	7,100	43,576	7,224	43,390	-0,311
157	8,265	41,564	-1,873	7,100	43,312	3,600	43,437	-2,0	41,345	43,509	-2,164	3,600	43,437	-2,0	7,100	43,312	8,563	41,118	-2,319
158	9,546	39,379	-3,794	7,100	43,048	3,600	43,173	-2,0	39,118	43,245	-4,127	3,600	43,173	-2,0	7,100	43,048	9,900	38,848	-4,325
159	10,883	37,122	-5,799	7,100	42,796	3,600	42,921	-2,0	37,152	42,993	-5,841	3,600	42,921	-2,0	7,100	42,796	10,805	37,238	-5,683
160	10,793	37,029	-5,664	7,100	42,568	3,600	42,693	-2,0	37,046	42,765	-5,719	3,600	42,693	-2,0	7,100	42,568	10,725	37,131	-5,562
161	10,732	36,916	-5,574	7,100	42,364	3,600	42,489	-2,0	36,939	42,561	-5,623	3,600	42,489	-2,0	7,100	42,364	10,661	37,023	-5,467
162	10,688	36,803	-5,508	7,100	42,185	3,600	42,310	-2,0	36,830	42,382	-5,552	3,600	42,310	-2,0	7,100	42,185	10,610	36,920	-5,390
163	10,890	36,346	-5,810	7,100	42,030	3,600	42,155	-2,0	36,554	42,227	-5,673	3,600	42,155	-2,0	7,100	42,030	10,609	36,766	-5,389
164	11,102	35,897	-6,128	7,100	41,899	3,600	42,024	-2,0	36,117	42,096	-5,980	3,600	42,024	-2,0	7,100	41,899	10,812	36,331	-5,693
165	11,326	35,454	-6,464	7,100	41,793	3,600	41,918	-2,0	35,677	41,990	-6,313	3,600	41,918	-2,0	7,100	41,793	11,033	35,894	-6,024
166	11,568	35,008	-6,827	7,100	41,711	3,600	41,836	-2,0	35,234	41,908	-6,674	3,600	41,836	-2,0	7,100	41,711	11,271	35,454	-6,382
167	11,829	34,560	-7,218	7,100	41,653	3,600	41,778	-2,0	34,788	41,850	-7,061	3,600	41,778	-2,0	7,100	41,653	11,528	35,011	-6,766
168	11,976	34,306	-7,439	7,100	41,619	3,600	41,744	-2,0	34,514	41,816	-7,302	3,600	41,744	-2,0	7,100	41,619	11,700	34,718	-7,026
169	11,940	34,349	-7,385	7,100	41,610	3,600	41,735	-2,0	34,558	41,807	-7,249	3,600	41,735	-2,0	7,100	41,610	11,666	34,761	-6,973
170	11,923	34,390	-7,359	7,100	41,624	3,600	41,749	-2,0	34,599	41,821	-7,223	3,600	41,749	-2,0	7,100	41,624	11,648	34,802	-6,947
171	11,792	34,625	-7,163	7,100	41,664	3,600	41,789	-2,0	35,047	41,861	-6,814	3,600	41,789	-2,0	7,100	41,664	11,243	35,448	-6,340
172	11,197	35,581	-6,271	7,100	41,727	3,600	41,852	-2,0	35,985	41,924	-5,939	3,600	41,852	-2,0	7,100	41,727	10,671	36,370	-5,482
173	10,622	36,531	-5,408	7,100	41,815	3,600	41,940	-2,0	36,918	42,012	-5,093	3,600	41,940	-2,0	7,100	41,815	10,118	37,287	-4,652
174	10,067	37,476	-4,575	7,100	41,926	3,600	42,051	-2,0	37,846	42,123	-4,277	3,600	42,051	-2,0	7,100	41,926	9,585	38,199	-3,853
175	9,532	38,415	-3,773	7,100	42,063	3,600	42,188	-2,0	38,769	42,260	-3,491	3,600	42,188	-2,0	7,100	42,063	9,071	39,105	-3,082

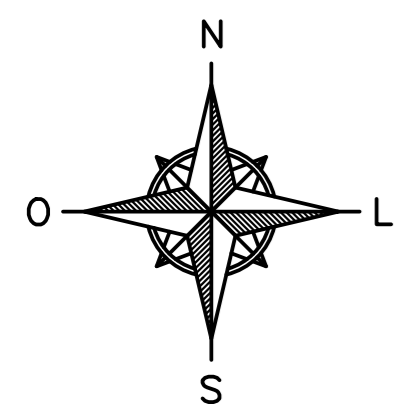
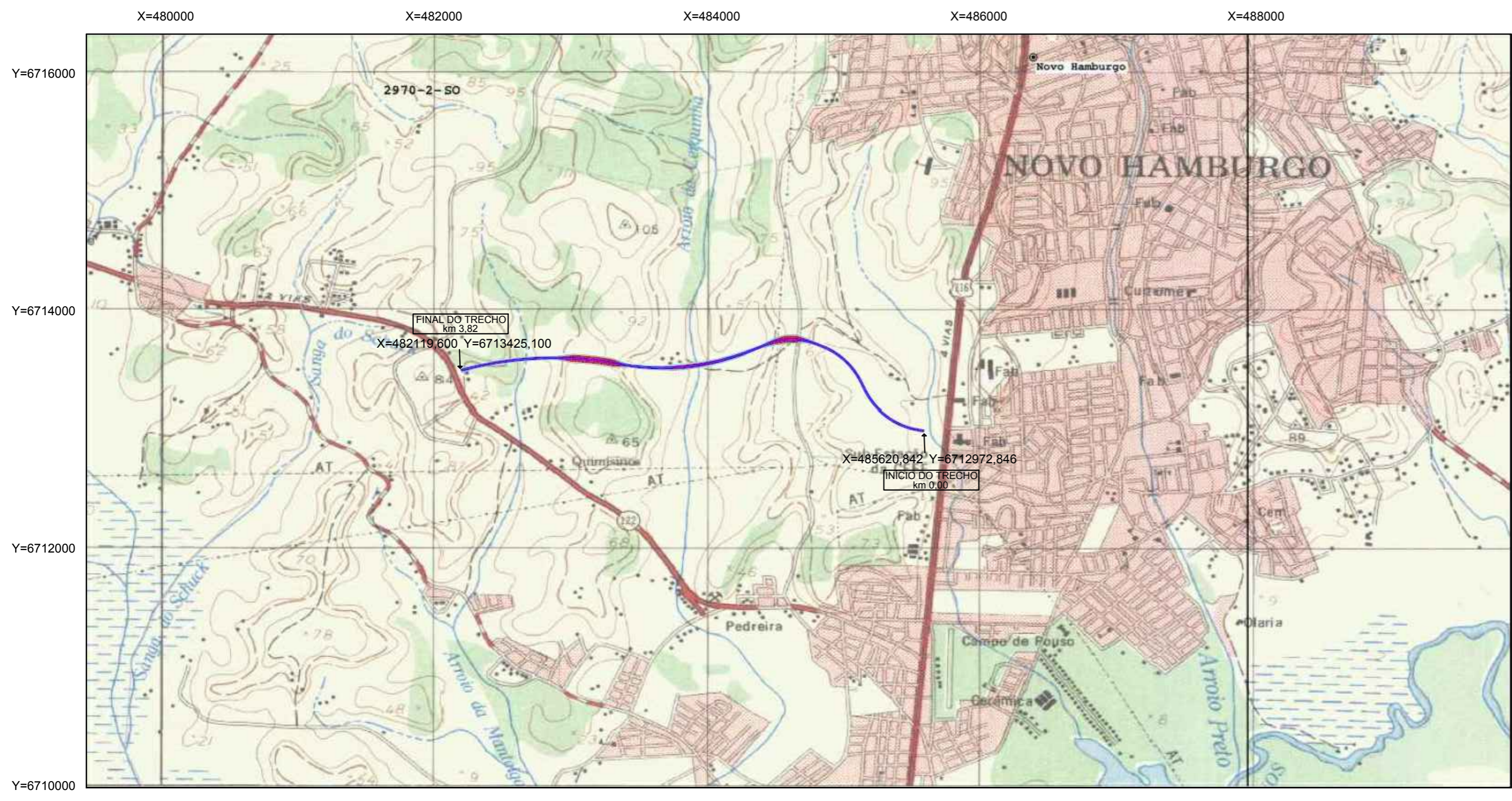
176	9,017	39,347	-3,000	7,100	42,223	3,600	42,348	-2,0	39,685	42,420	-2,735	3,600	42,348	-2,0	7,100	42,223	8,577	40,007	-2,341
177	8,522	40,274	-2,258	7,100	42,408	3,600	42,533	-2,0	40,597	42,605	-2,008	3,600	42,533	-2,0	7,100	42,408	8,103	40,903	-1,630
178	8,047	41,195	-1,546	7,100	42,616	3,600	42,741	-2,0	41,502	42,813	-1,311	3,600	42,741	-2,0	7,100	42,616	7,648	41,794	-0,948
179	7,585	42,110	-0,852	7,100	42,837	3,600	42,962	-2,0	42,402	43,034	-0,632	3,600	42,962	-2,0	7,100	42,837	7,266	42,589	-0,374
180	8,666	42,960	-0,224	8,600	43,059	3,600	43,184	-2,0	43,110	43,256	-0,145	3,600	43,184	-2,0	7,600	43,059	7,731	43,146	-0,038
181	8,116	43,623	0,219	7,600	43,280	3,600	43,405	-2,0	43,663	43,477	0,186	3,600	43,405	-2,0	7,600	43,280	8,234	43,702	0,298
182	8,606	44,171	0,546	7,600	43,501	3,600	43,626	-2,0	44,214	43,698	0,517	3,600	43,626	-2,0	7,600	43,501	8,736	44,258	0,633
183	9,094	44,718	0,871	7,600	43,722	3,600	43,847	-2,0	44,765	43,919	0,847	3,600	43,847	-2,0	7,600	43,722	9,238	44,814	0,967
184	9,581	45,264	1,196	7,600	43,943	3,600	44,068	-2,0	45,316	44,140	1,176	3,600	44,068	-2,0	7,600	43,943	9,739	45,368	1,301
185	10,067	45,808	1,519	7,600	44,164	3,600	44,289	-2,0	45,865	44,361	1,504	3,600	44,289	-2,0	7,600	44,164	10,238	45,923	1,634
186	10,551	46,352	1,842	7,600	44,385	3,600	44,510	-2,0	46,413	44,582	1,832	3,600	44,510	-2,0	7,600	44,385	10,737	46,476	1,966
187	11,033	46,895	2,164	7,600	44,606	3,600	44,731	-2,0	46,961	44,803	2,158	3,600	44,731	-2,0	7,600	44,606	11,235	47,029	2,298
188	11,514	47,436	2,484	7,600	44,827	3,600	44,952	-2,0	47,508	45,024	2,484	3,600	44,952	-2,0	7,600	44,827	11,731	47,581	2,629
189	11,220	47,461	2,288	7,600	45,048	3,600	45,173	-2,0	47,676	45,245	2,431	3,600	45,173	-2,0	7,600	45,048	11,884	47,904	2,731
190	10,835	47,426	2,032	7,600	45,269	3,600	45,394	-2,0	47,633	45,466	2,167	3,600	45,394	-2,0	7,600	45,269	11,475	47,853	2,459
191	10,727	47,575	1,960	7,600	45,490	3,600	45,615	-2,0	47,856	45,687	2,169	3,600	45,615	-2,0	7,600	45,490	11,606	48,161	2,546
191+2.688	10,744	47,616	1,971	7,600	45,520	3,600	45,645	-2,0	47,898	45,717	2,182	3,600	45,645	-2,0	7,600	45,520	11,626	48,204	2,559
191+2.983	10,746	47,620	1,972	7,600	45,523	3,600	45,648	-2,0	47,903	45,720	2,183	3,600	45,648	-2,0	7,600	45,523	11,629	48,209	2,561

APÊNDICE H – MAPA DE SITUAÇÃO



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
TÍTULO:	MAPA DE SITUAÇÃO
ELABORAÇÃO:	GABRIEL SCHMIDT
TRECHO:	BR-116, km 241 - ERS-240, km 4
UNIVERSIDADE:	UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
DATA:	11/2020
EXTENSÃO:	3,82 km
FOLHA:	01

APÊNDICE I – MAPA DE LOCALIZAÇÃO



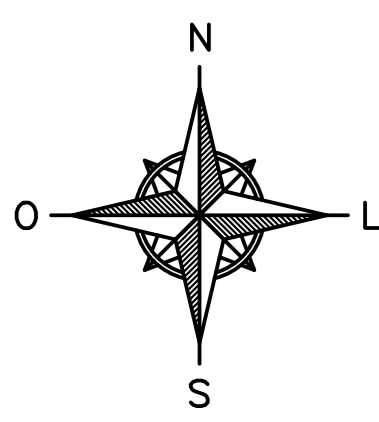
NOTAS:
 CARTA DO BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO
 SISTEMA GEODÉSICO: SIRGAS 2000
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR (UTM)

LEGENDA:
 — RODOVIA



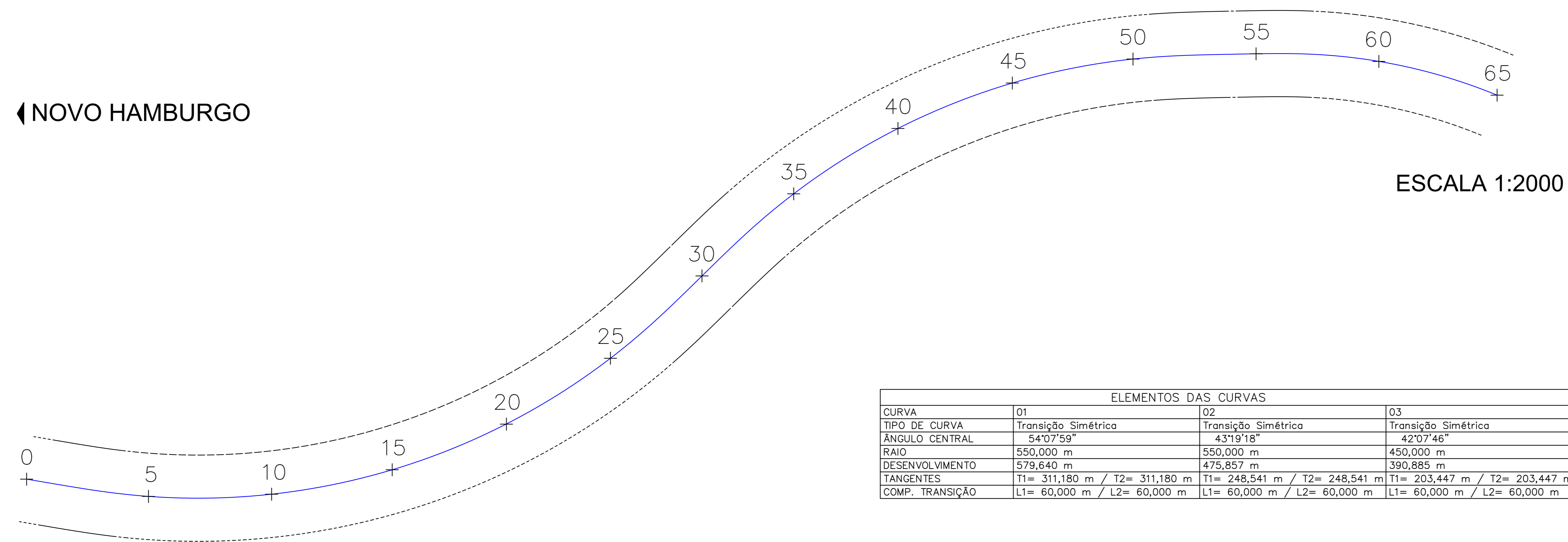
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
TÍTULO: MAPA DE LOCALIZAÇÃO	ESCALA: 1:25.000
ELABORAÇÃO: GABRIEL SCHMIDT	DATA: 11/2020
TRECHO: BR-116, km 241 - ERS-240, km 4	EXTENSÃO: 3,82 km
UNIVERSIDADE: UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS	FOLHA: 02

APÊNDICE J – PLANTA GERAL



◀ NOVO HAMBURGO

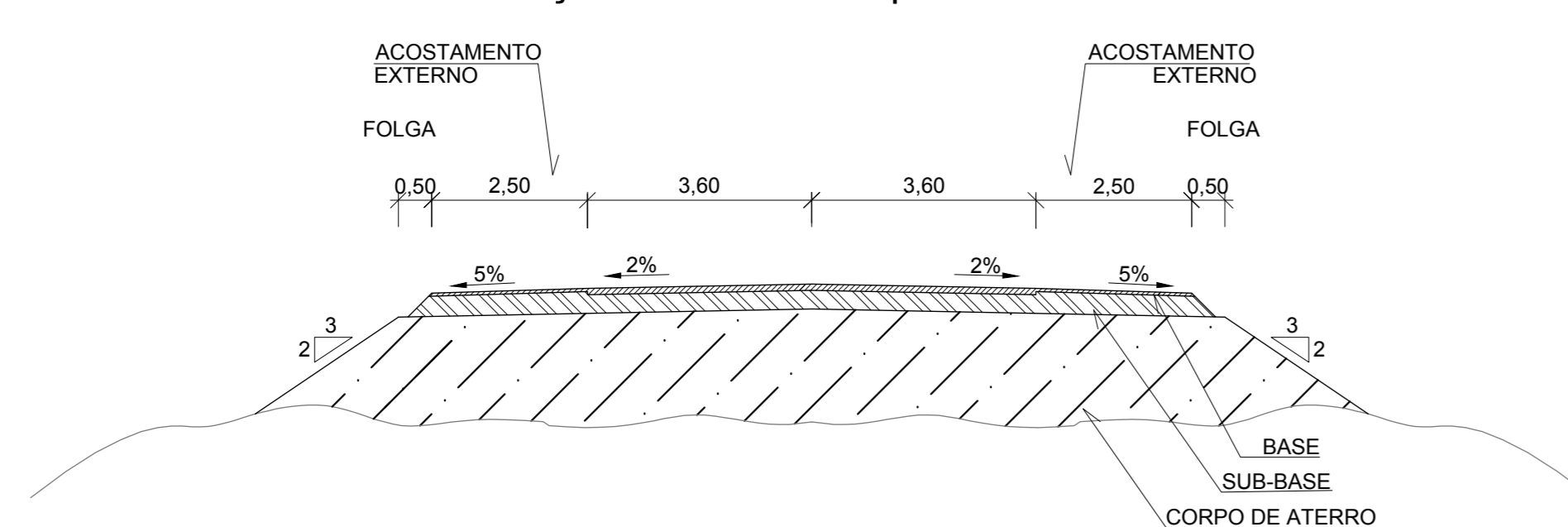
PORTÃO ▶



ESCALA 1:2000

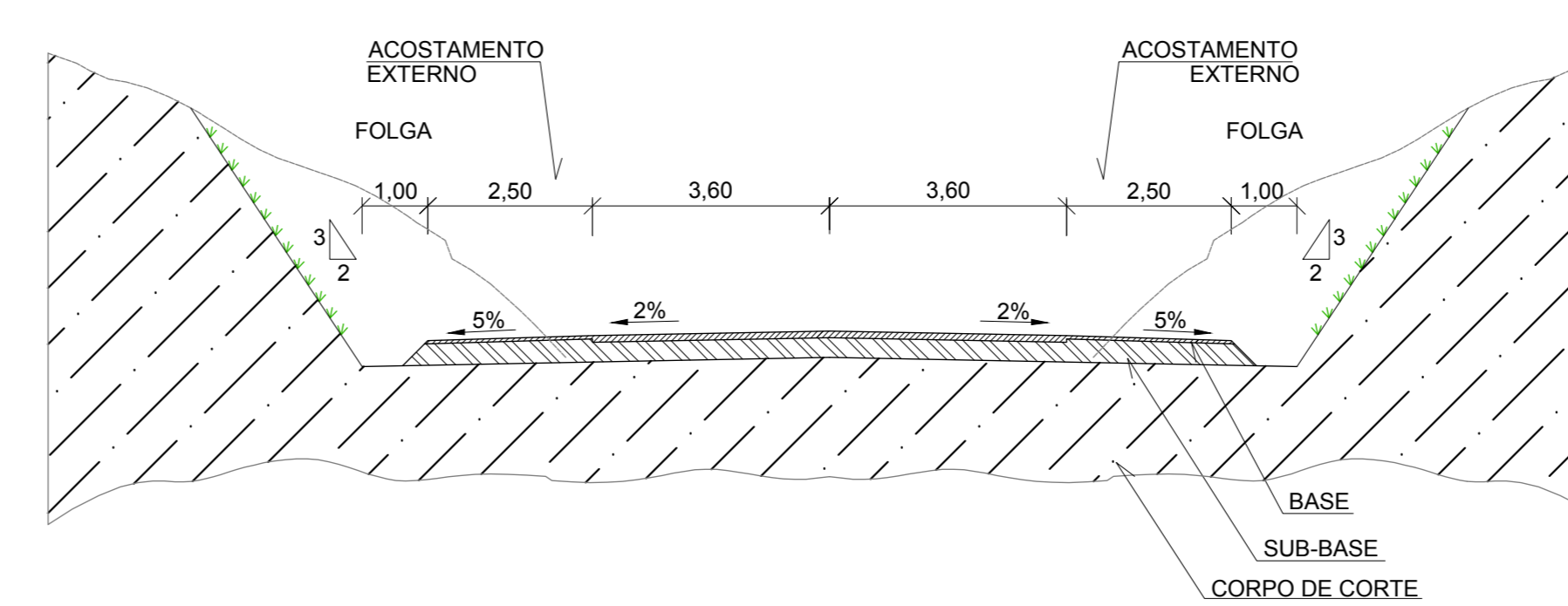
ELEMENTOS DAS CURVAS			
CURVA	01	02	03
TIPO DE CURVA	Transição Simétrica	Transição Simétrica	Transição Simétrica
ÂNGULO CENTRAL	54°07'59"	43°19'18"	42°07'46"
RAIO	550,000 m	550,000 m	450,000 m
DESENVOLVIMENTO	579,640 m	475,857 m	390,885 m
TANGENTES	T1= 311,180 m / T2= 311,180 m	T1= 248,541 m / T2= 248,541 m	T1= 203,447 m / T2= 203,447 m
COMP. TRANSIÇÃO	L1= 60,000 m / L2= 60,000 m	L1= 60,000 m / L2= 60,000 m	L1= 60,000 m / L2= 60,000 m

Seção Transversal Tipo de Aterro

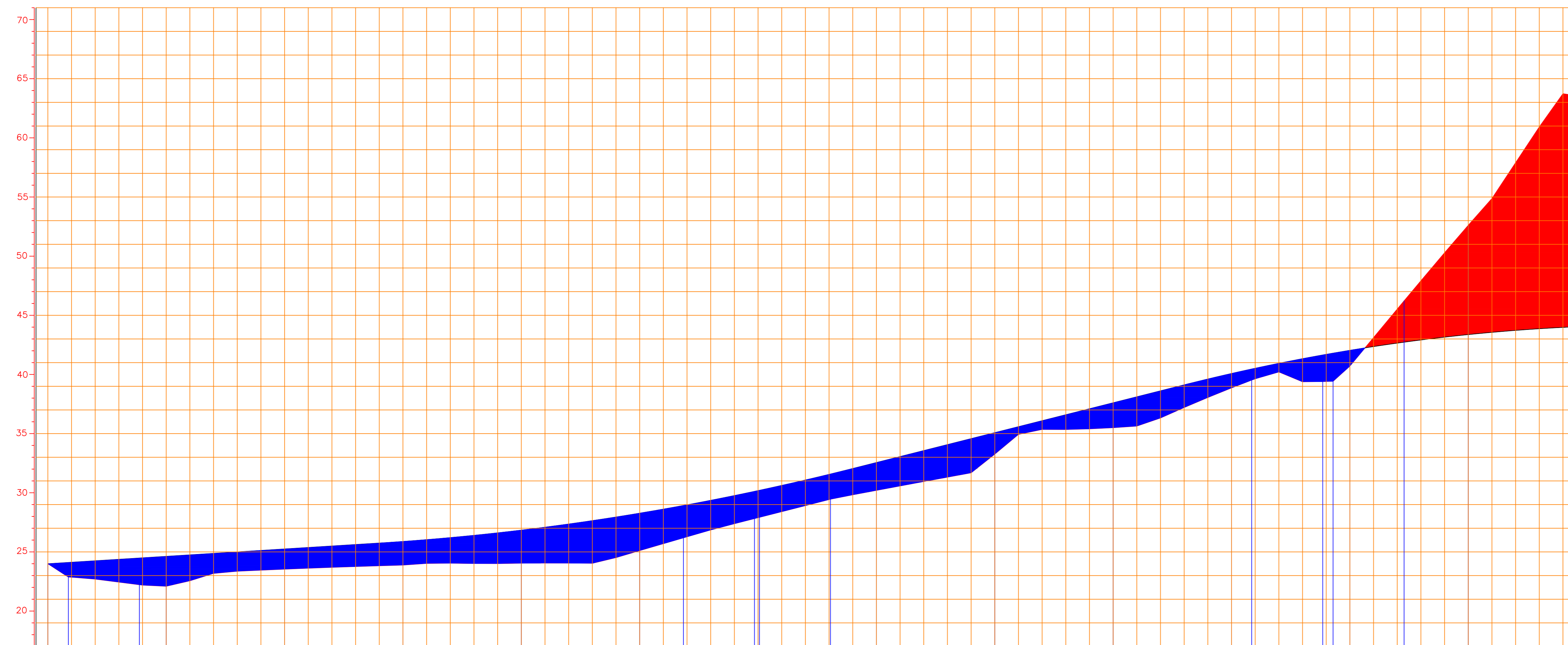


ESCALA 1:100

Seção Transversal Tipo de Corte



ESCALA 1:100

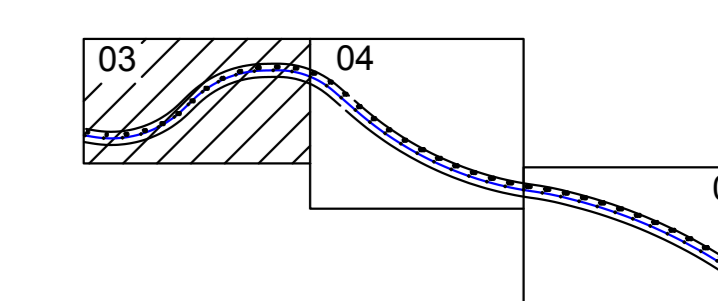


PERFIL LONGITUDINAL	
ESC. VERTICAL	10,00
ÁREA DE CORTE	12386,67 m ²
ÁREA DE ATERRAMENTO	16972,23 m ²
VOLUME DE CORTE	474090,64 m ³
VOLUME DE ATERRAMENTO	363610,79 m ³

LINHA DE PROJETO						
ESTACAS	DIST. INICIAL	DIST. FINAL	COTA INICIAL	COTA FINAL	DECLIVIDADE	
01 0 - 24	0,000 m	480,000 m	24,00 m	27,00 m	0,63 %	
02 24 - 63	480,000 m	1260,000 m	27,00 m	46,70 m	2,53 %	
03 63 - 105+14,000	1260,000 m	2114,000 m	46,70 m	36,00 m	-1,29 %	
04 105+14,000-140	2114,000 m	2800,000 m	36,00 m	48,00 m	1,75 %	
05 140 - 168	2800,000 m	3360,000 m	48,00 m	40,60 m	-1,32 %	
06 168 - 191+2,983	3360,000 m	3622,983 m	40,60 m	45,72 m	1,11 %	

Estaca	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65		
Cotas do TERRENO	24,000	22,096	23,541	23,887	24,045	25,108	27,893	30,201	33,267	35,498	38,862	40,707	52,608	63,439		
Greide	24,00	0,63 % em 279,944 m		13+19,944 25,75	CV em 400,111 m			34+0,056 32,05	2,53 % em 279,944 m		48+0,000 39,12	CV em 340,000 m				
Curvas Horizontais	0+17.325 3+17.325		R = 550,000 m					29+16.965 30+1.191		R = 550,000 m			53+17.048 54+5.791		R = 450,000 m	

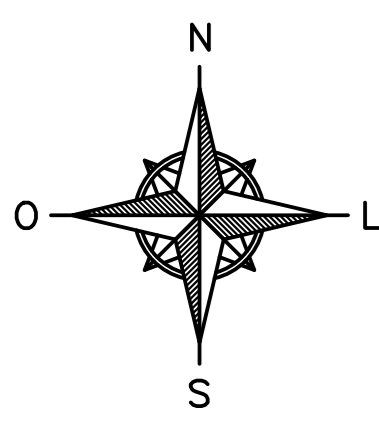
DIVISÃO DAS FOLHAS



ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:200

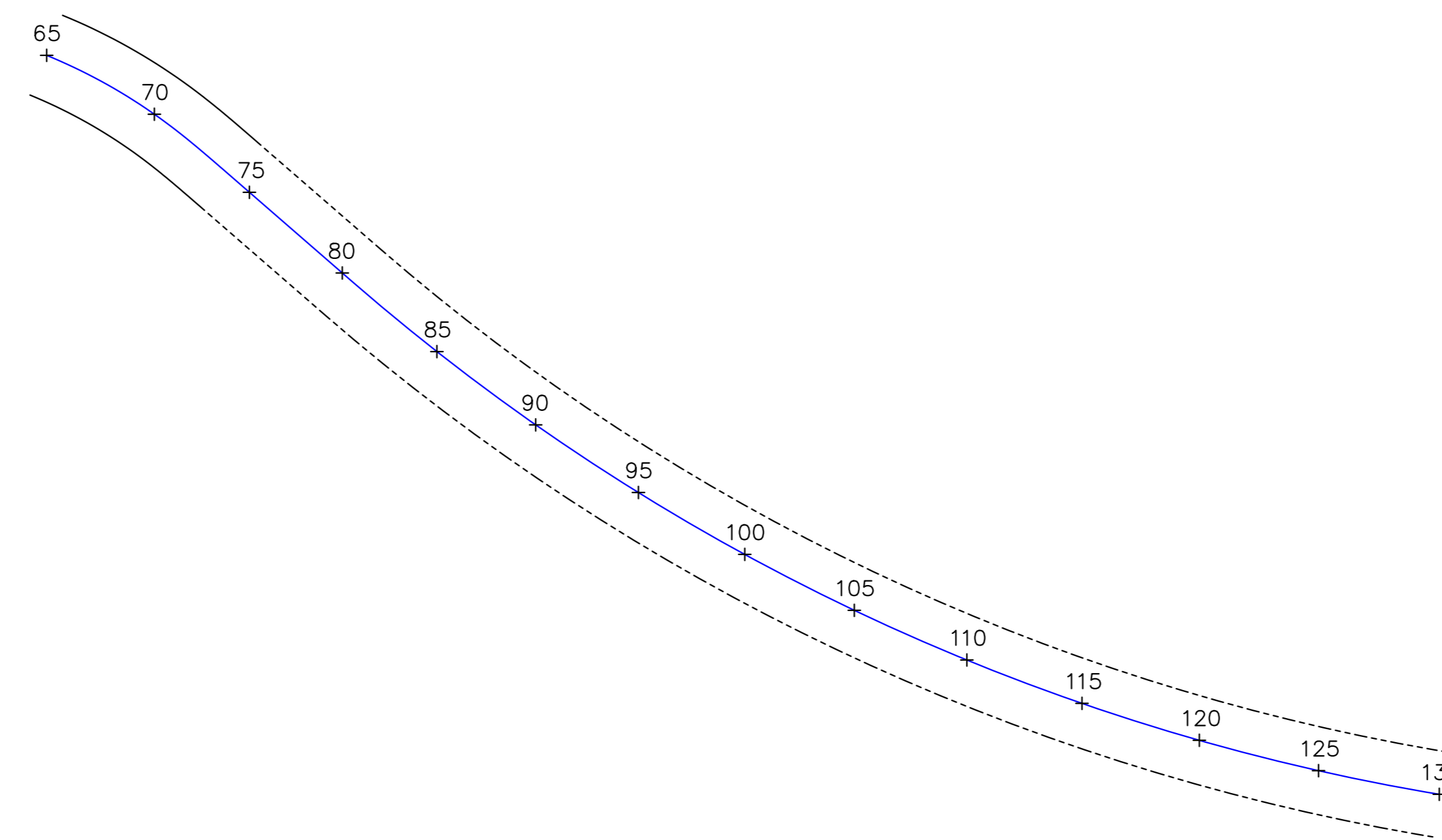
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO			
TÍTULO	PLANTA GERAL	ESCALA	INDICADA
ELABORAÇÃO	GABRIEL SCHMIDT	DATA	11/2020
FREQUÊNCIA	BR-116, km 241 - ERS-240, km 4	EXTENSÃO	3,82 km
UNIVERSIDADE	UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS	FOLHA	03

APÊNDICE K – PLANTA GERAL



◀ NOVO HAMBURGO

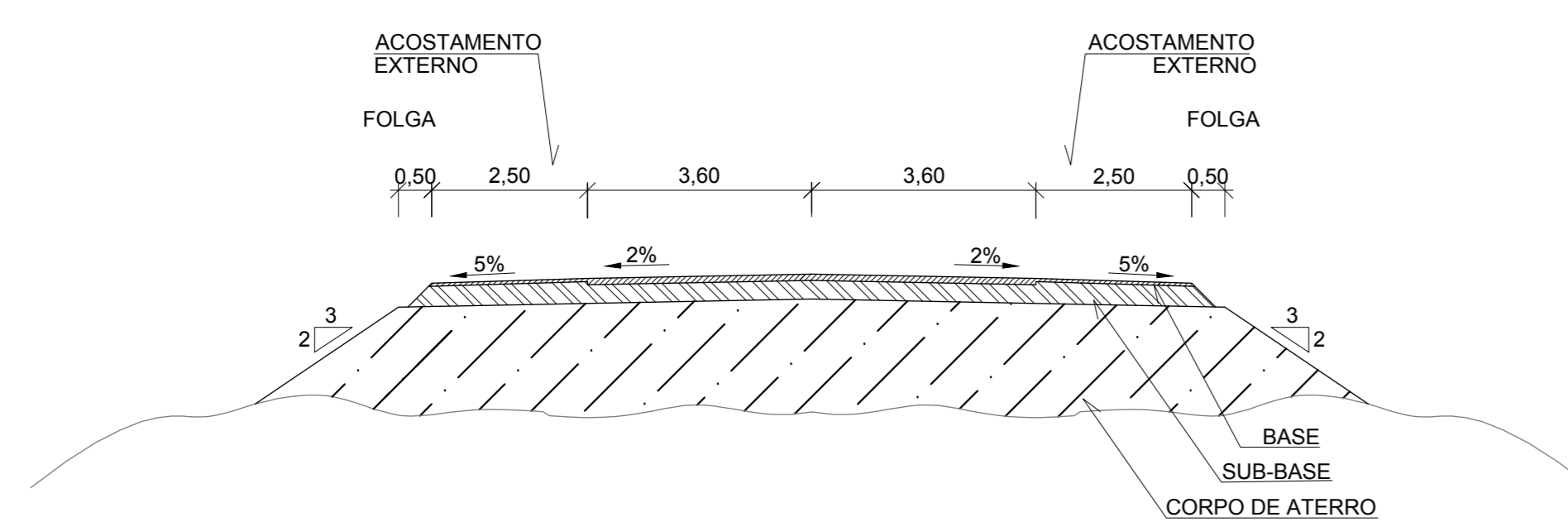
▶ PORTÃO



ELEMENTOS DAS CURVAS		
CURVA	03	04
TIPO DE CURVA	Transição Simétrica	Circular Simples
ÂNGULO CENTRAL	42°07'46"	33°03'41"
RAIO	450,000 m	1800,000 m
DESENVOLVIMENTO	390,885 m	1038,654 m
TANGENTES	T1= 203,447 m / T2= 203,447 m	534,234 m
COMP. TRANSIÇÃO	L1= 60,000 m / L2= 60,000 m	L1= 0,000 m / L2= 0,000 m

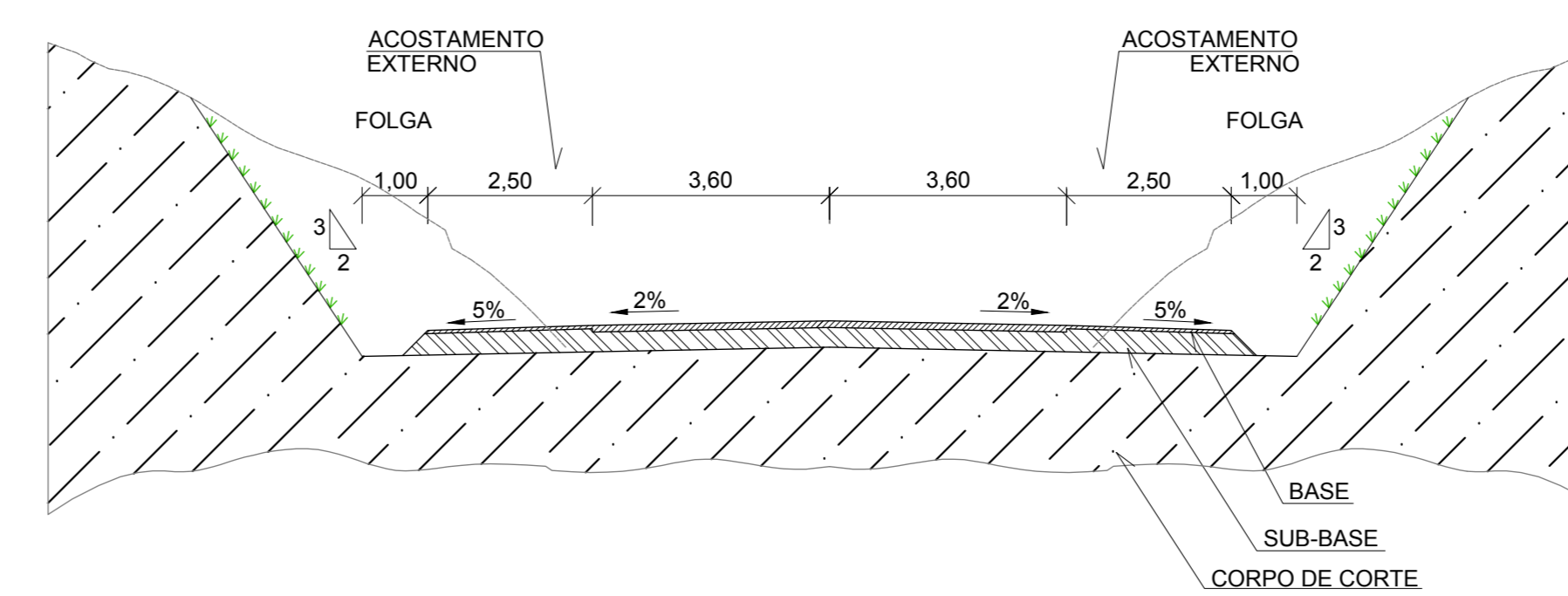
ESCALA 1:4000

Seção Transversal Tipo de Aterro

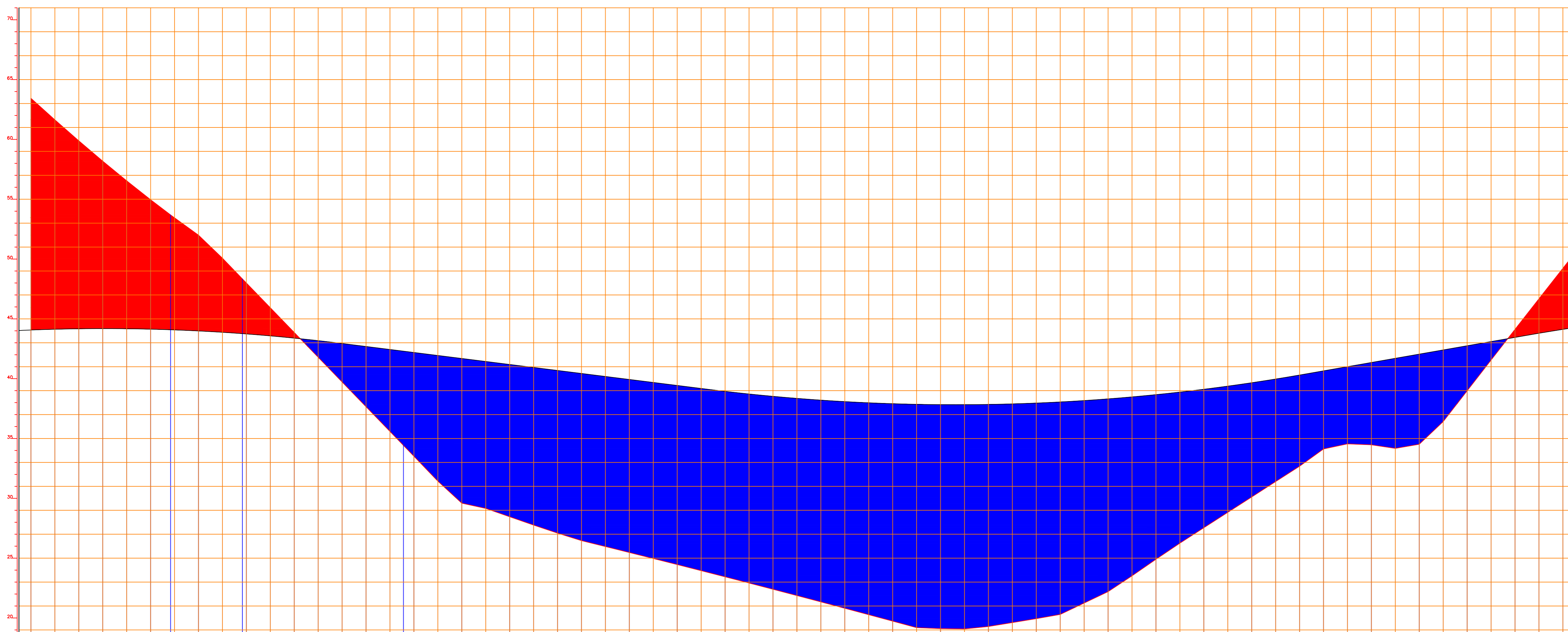


ESCALA 1:100

Seção Transversal Tipo de Corte



ESCALA 1:100

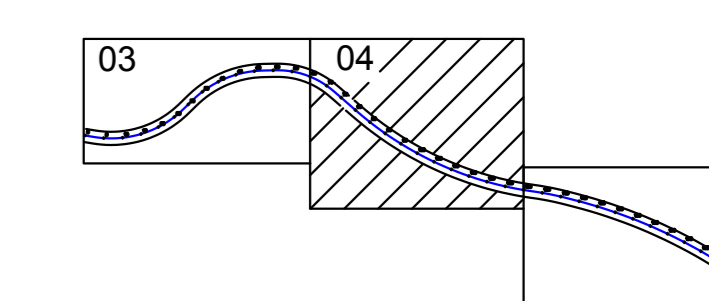


PERFIL LONGITUDINAL	
ESC. VERTICAL	10,00
ÁREA DE CORTE	12386,67 m ²
ÁREA DE ATERRO	16972,23 m ²
VOLUME DE CORTE	474090,64 m ³
VOLUME DE ATERRO	363610,75 m ³

LINHA DE PROJETO					
ESTACAS	DIST. INICIAL	DIST. FINAL	COTA INICIAL	COTA FINAL	DECLIVIDADE
01 0 - 24	0,000 m	480,000 m	24,00 m	27,00 m	0,63 %
02 24 - 63	480,000 m	1260,000 m	27,00 m	46,70 m	2,53 %
03 63 - 105+14,000	1260,000 m	2114,000 m	46,70 m	36,00 m	-1,29 %
04 105+14,000-140	2114,000 m	2800,000 m	36,00 m	48,00 m	1,75 %
05 140 - 168	2800,000 m	3360,000 m	48,00 m	40,60 m	-1,32 %
06 168 - 191+2,983	3360,000 m	3622,983 m	40,60 m	45,72 m	1,11 %

Estaca	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	
Cotas do TERRENO	63,439	54,958	45,930	35,590	28,460	25,472	22,921	20,275	19,288	22,202	28,829	34,553	38,992	51,770	
Greide	CV em 260,000 m		78+0,000 42,94	-1,25 % em 303,980 m			93+3,980 39,13	CV em 500,041 m			118+4,020 40,37	1,75 % em 185,980 m		127+10,000 43,63	CV em 50,000 m
Curvas Horizontais	70+16,676 R = 450,000 m		73+16,676		80+11,263		R = 1800,000 m								

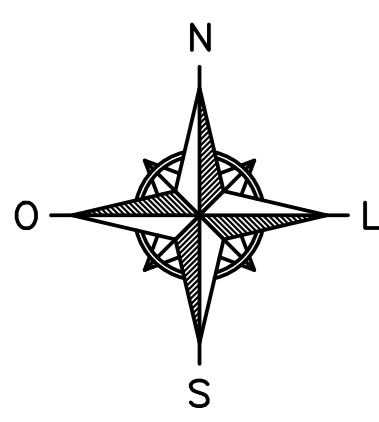
DIVISÃO DAS FOLHAS



ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:200

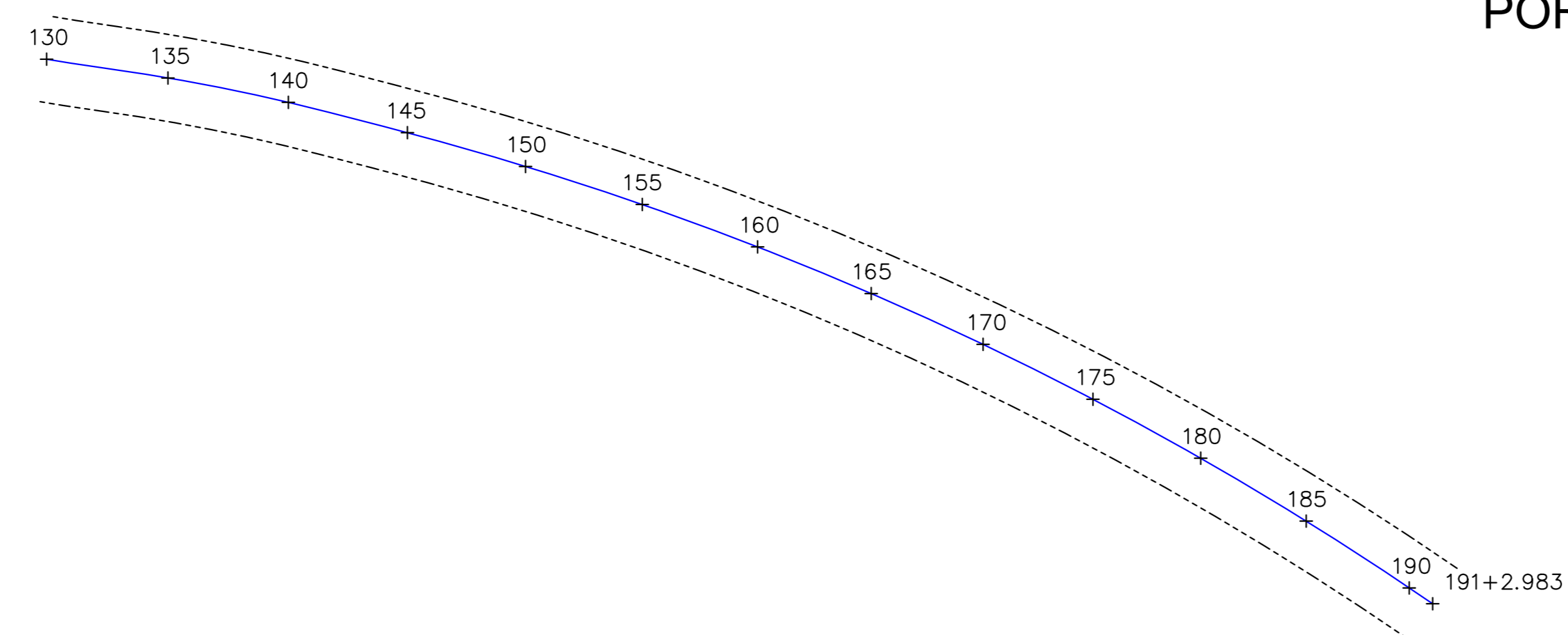
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO			
TÍTULO	PLANTA GERAL	ESCALA	INDICADA
ELABORAÇÃO	GABRIEL SCHMIDT	DATA	11/2020
FREQUÊNCIA	BR-116, km 241 - ERS-240, km 4	EXTENSÃO	3,82 km
UNIVERSIDADE	UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS	FOLHA	04

APÊNDICE L – PLANTA GERAL



◀ NOVO HAMBURGO

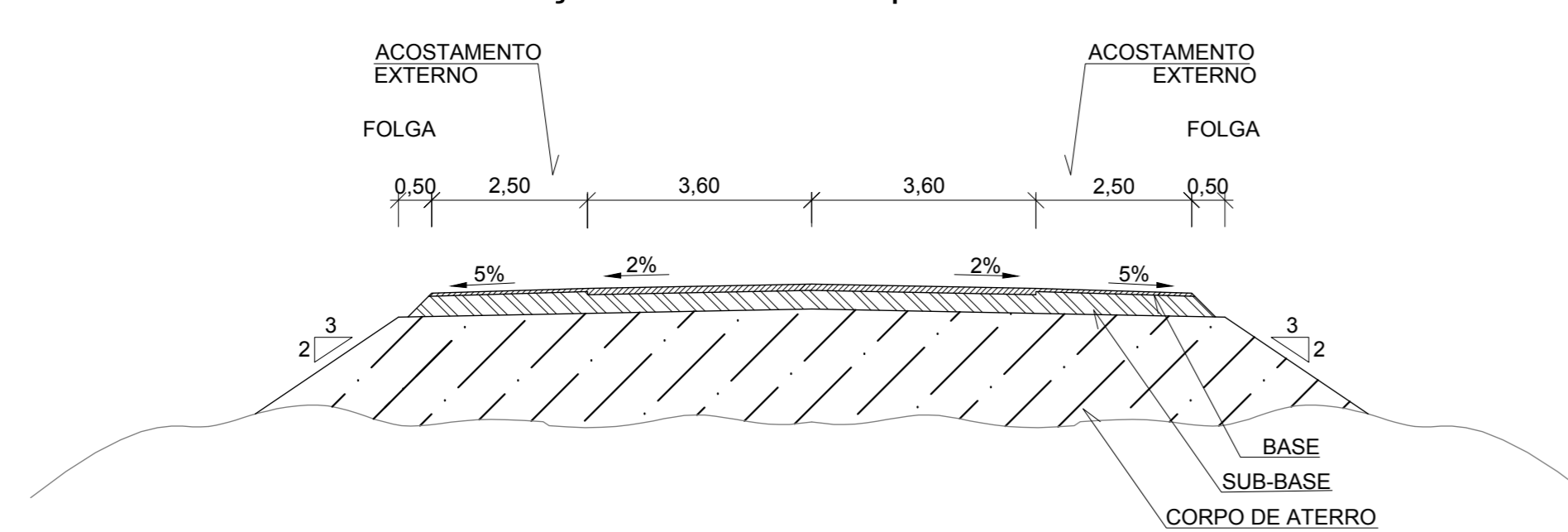
▶ PORTÃO



ESCALA 1:4000

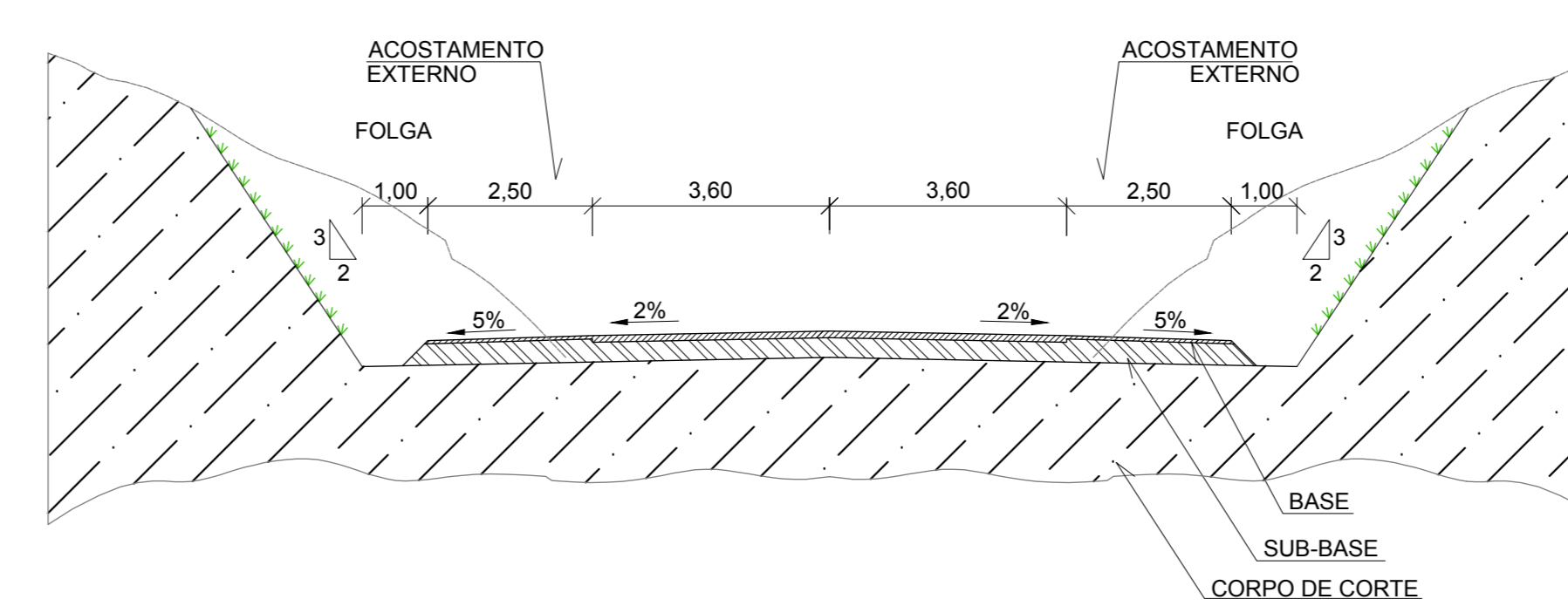
ELEMENTOS DAS CURVAS			
CURVA	04	05	06
TIPO DE CURVA	Circular Simples	Circular Simples	Circular Simples
ÂNGULO CENTRAL	3°30'34"	6°31'32"	20°00'55"
RAIO	1800,000 m	1600,000 m	2700,000 m
DESENVOLVIMENTO	1038,654 m	182,229 m	943,201 m
TANGENTES	534,234 m	91,213 m	476,456 m
COMP. TRANSIÇÃO	L1= 0,000 m / L2= 0,000 m	L1= 0,000 m / L2= 0,000 m	L1= 0,000 m / L2= 0,000 m

Seção Transversal Tipo de Aterro

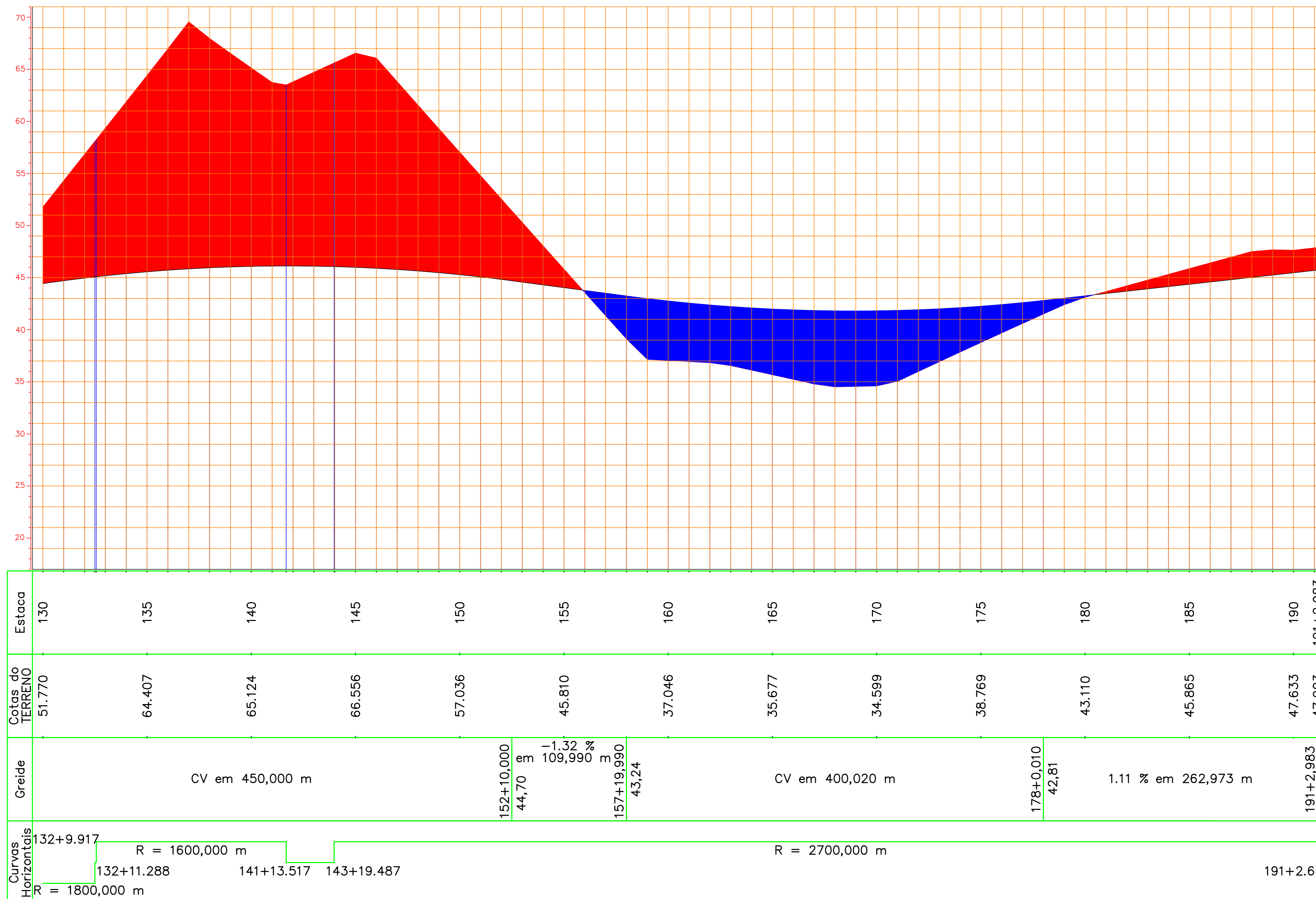


ESCALA 1:100

Seção Transversal Tipo de Corte



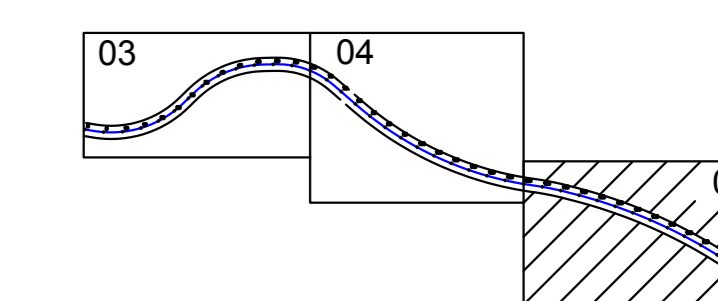
ESCALA 1:100



PERFIL LONGITUDINAL	
ESCALA VERTICAL	10,00
ÁREA DE CORTE	12386,67 m ²
ÁREA DE ATERRO	16972,23 m ²
VOLUME DE CORTE	474090,64 m ³
VOLUME DE ATERRO	363610,75 m ³

LINHA DE PROJETO						
ESTACAS	DIST. INICIAL	DIST. FINAL	COTA INICIAL	COTA FINAL	DECLIVIDADE	
01 0 - 24	0,000 m	480,000 m	24,00 m	27,00 m	0,63 %	
02 24 - 63	480,000 m	1260,000 m	27,00 m	46,70 m	2,53 %	
03 63 - 105+14.000	1260,000 m	2114,000 m	46,70 m	36,00 m	-1,29 %	
04 105+14.000-140	2114,000 m	2800,000 m	36,00 m	48,00 m	1,75 %	
05 140 - 168	2800,000 m	3360,000 m	48,00 m	40,60 m	-1,32 %	
06 168 - 191+2.983	3360,000 m	3822,983 m	40,60 m	45,72 m	1,11 %	

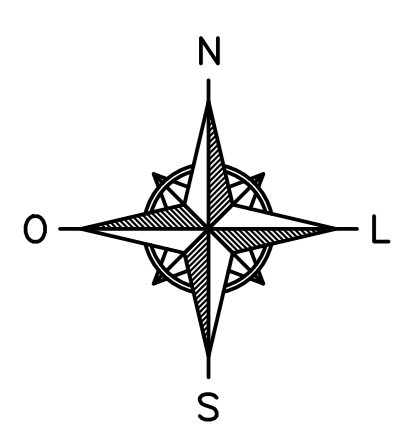
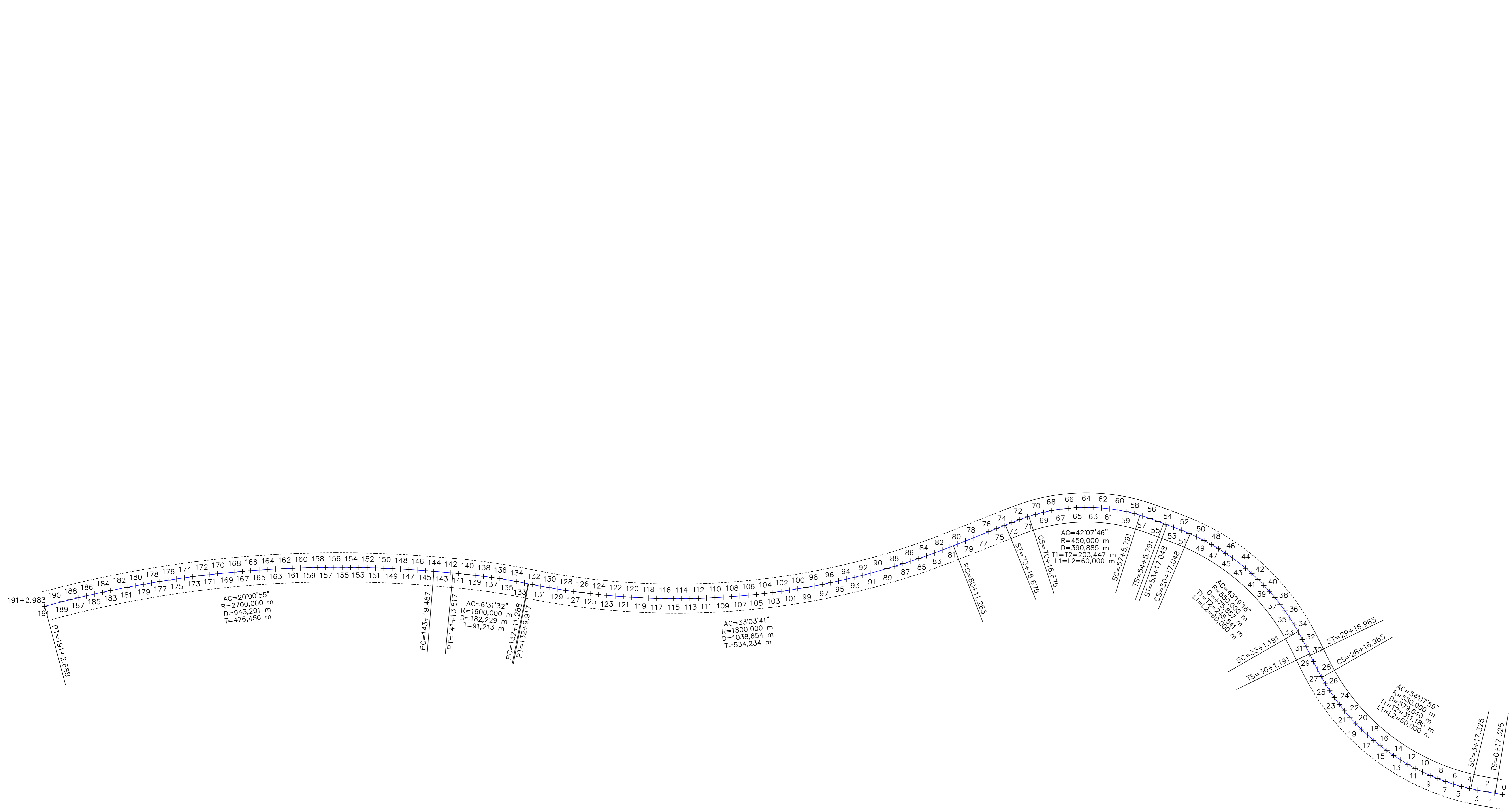
DIVISÃO DAS FOLHAS



ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:200

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO			
TÍTULO	PLANTA GERAL	ESCALA	INDICADA
ELABORAÇÃO	GABRIEL SCHMIDT	DATA	11/2020
FREQUÊNCIA	BR-116, km 241 - ERS-240, km 4	EXTENSÃO	3,82 km
UNIVERSIDADE	UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS	FOLHA	05

APÊNDICE M – PLANTA BAIXA



LEGENDA	
	EIXO
	LIMITE DA FAIXA DE DOMÍNIO



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
TÍTULO: PLANTA BAIXA	ESCALA: 1:2000
ELABORAÇÃO: GABRIEL SCHMIDT	DATA: 11/2020
FREQUÊNCIA: BR-116, km 241 - ERS-240, km 4	EXTENSÃO: 3,82 km
UNIVERSIDADE: UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS	FOLHA: 06

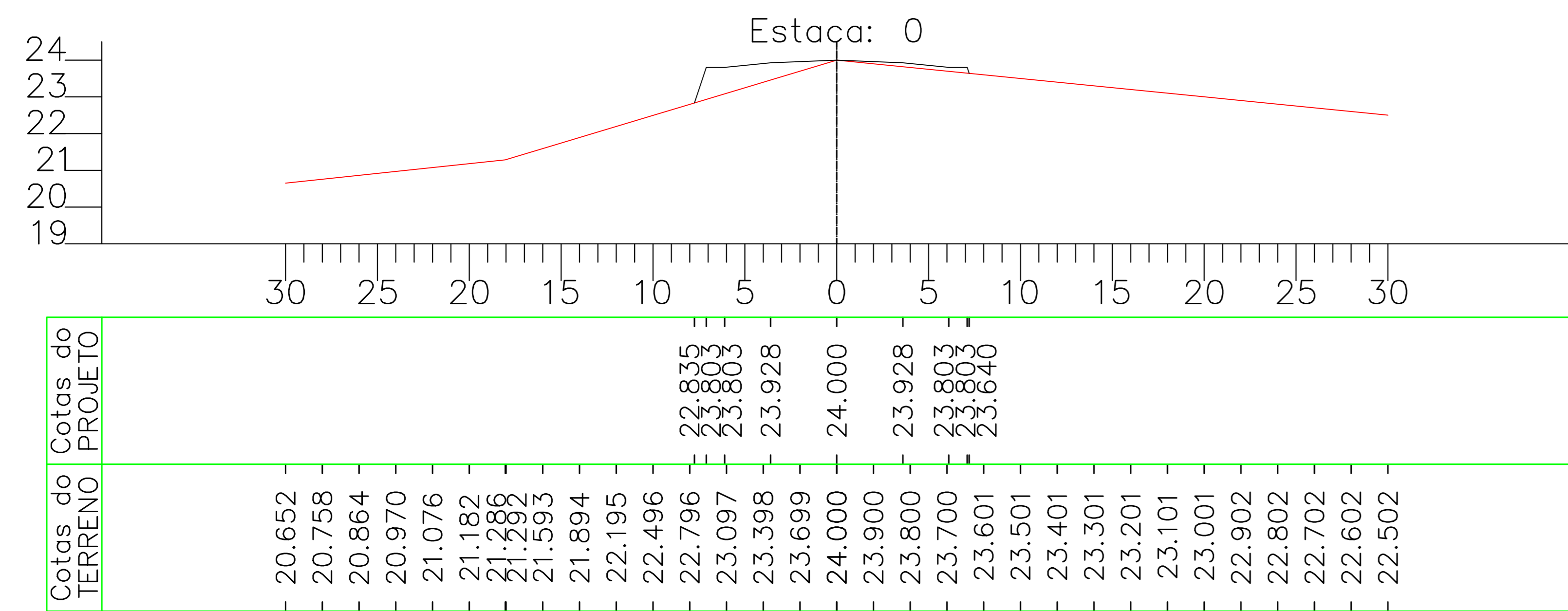
APÊNDICE N – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS														
Classe da Rodovia:	I			Pista de Rolamento:	7,20 m									
Extensão Total:	3,82 km			Acostamentos:	2 x 2,50 m									
Região:	ONDULADA			Superelevação Máxima:	10%									
Velocidade Diretriz:	80 km/h			Plataforma de Aterro:	13,20 m									
Raio circular mínimo c/ transição (Norma):	209,974 m			Plataforma de Corte:	14,20 m									
Raio circular mínimo s/ transição (Norma):	1200 m			Faixa de Domínio:	70,00 m									
Greide, Rampa Máxima (Norma):	4,5%			Distância mínima de visibilidade:	Parada = 110 m		Ultrapassagem = 560 m							
PLANIMETRIA E ALTIMETRIA														
PLANIMETRIA	CURVA	com transição	RAIOS (m)	FREQUÊNCIA	DESENVOLVIMENTO (m)	%	ALTIMETRIA	RAMPAS	ACLIVES			DECLIVES		
			400 < R ≤ 500	1	390,885	10,23			INTERVALO	EXTENSÃO (m)	%	INTERVALO	EXTENSÃO (m)	%
			500 < R ≤ 600	2	1055,497	27,61			0% < i < 1%	279,94	19,68	0% < i < 1%	0,00	0,00
			600 < R ≤ 900	-	-	-			1% < i < 2%	448,953	31,55	1% < i < 2%	413,97	29,10
			900 < R ≤ 1200	-	-	-			2% < i < 3%	279,94	19,68	2% < i < 3%	0,00	0,00
		sem transição	1200 < R ≤ 1500	-	-	-			i máx. = 2,53 %		i máx. = -1,32%			
			1500 < R ≤ 1800	2	1220,883	31,94			TOTAL	1008,84	70,90	TOTAL	413,97	29,10
			1800 < R ≤ 2100	-	-	-			Extensão em Rampa:			1422,81		
			1800 < R ≤ 2100	-	-	-			CURVAS	PARÂMETROS		EXTENSÃO (m)		%
			R > 2100	1	943,201	24,67				Côncava	1300,17	54,17	Convexa	1100,00
Total em Curva		6	3610,466	94,45	Extensão em Curva:		2400,17		100,00					
TANGENTE	Tangente Mínima (m)			0,04	0,00									
Tangente Máxima (m)			134,587	3,52										
Total em Tangente (m)			212,262	5,55										
Extensão Total (m):			3822,728	100,00										
OBRAS DE ARTE ESPECIAIS														
LOCAL		INÍCIO (km)	FIM (km)	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)									
Trevo parcial no km 241 da BR-116 (Novo Hamburgo)		0,00	-	-	-									
km 4 da ERS-240		3,82	-	-	-									
CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS														
VMDA	ANO DE ABERTURA:		11.607 veículos/dia no ano de 2020			PARÂMETRO: N= 58.746.565								
	FINAL DA VIDA ÚTIL:		15.599 veículos/dia no ano de 2030											

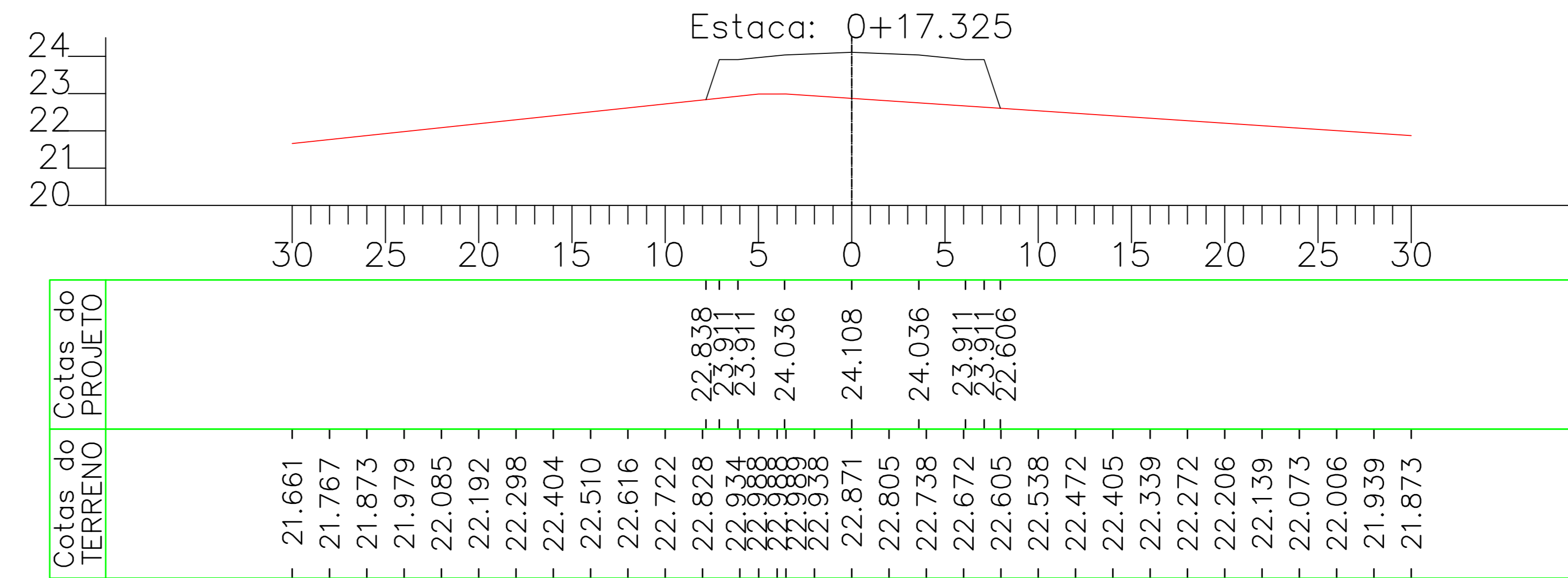
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
TÍTULO:	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS
ELABORAÇÃO:	GABRIEL SCHMIDT
DATA:	11/2020
TRECHO:	BR-116, km 241 - ERS-240, km 4
EXTENSÃO:	3,82 km
UNIVERSIDADE:	UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
FOLHA:	07

APÊNDICE O – SEÇÕES TRANSVERSAIS

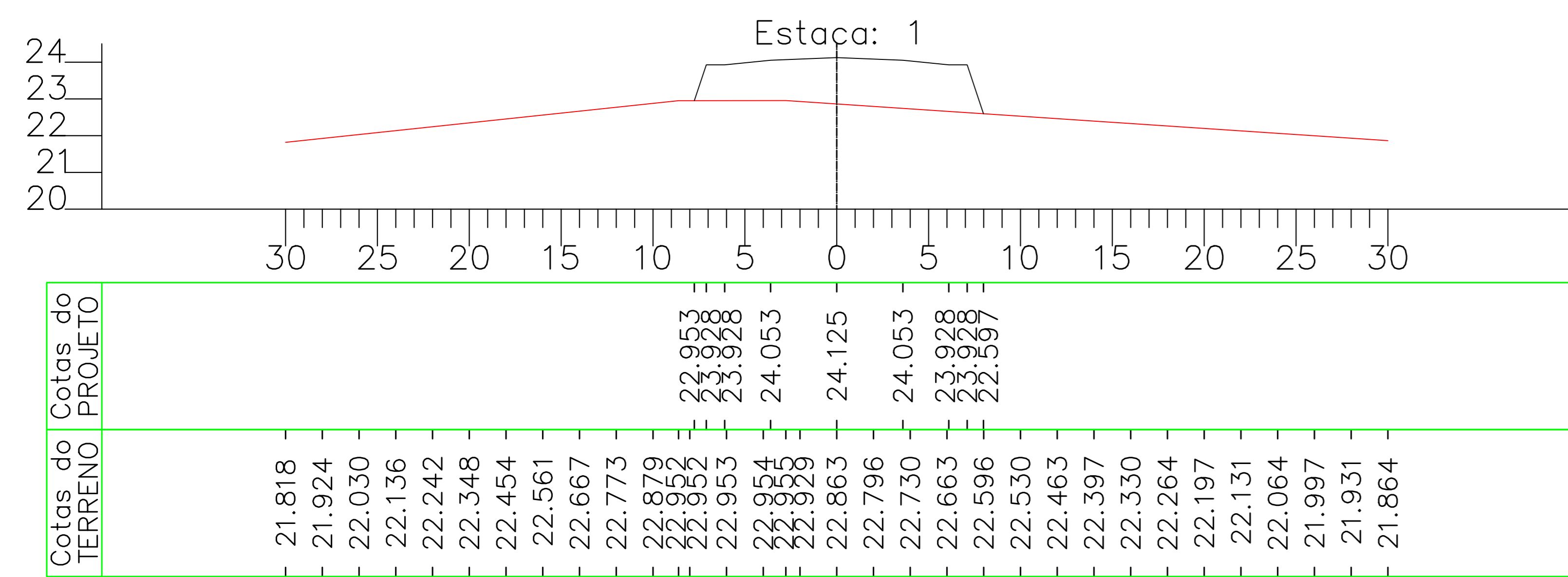
VC: 0,00 m3
VA: 186,34 m3
VAC: 0,00 m3
VAA: 186,34 m3



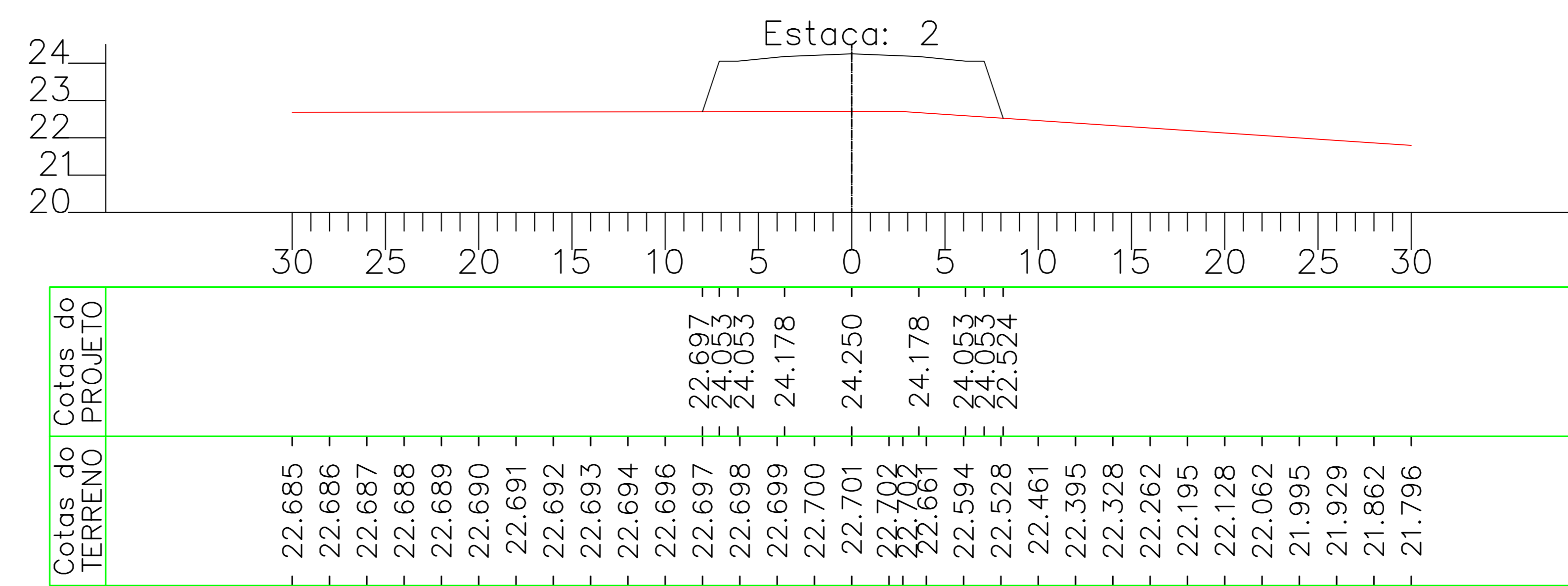
VC: 0,00 m3
VA: 47,23 m3
VAC: 0,00 m3
VAA: 233,57 m3



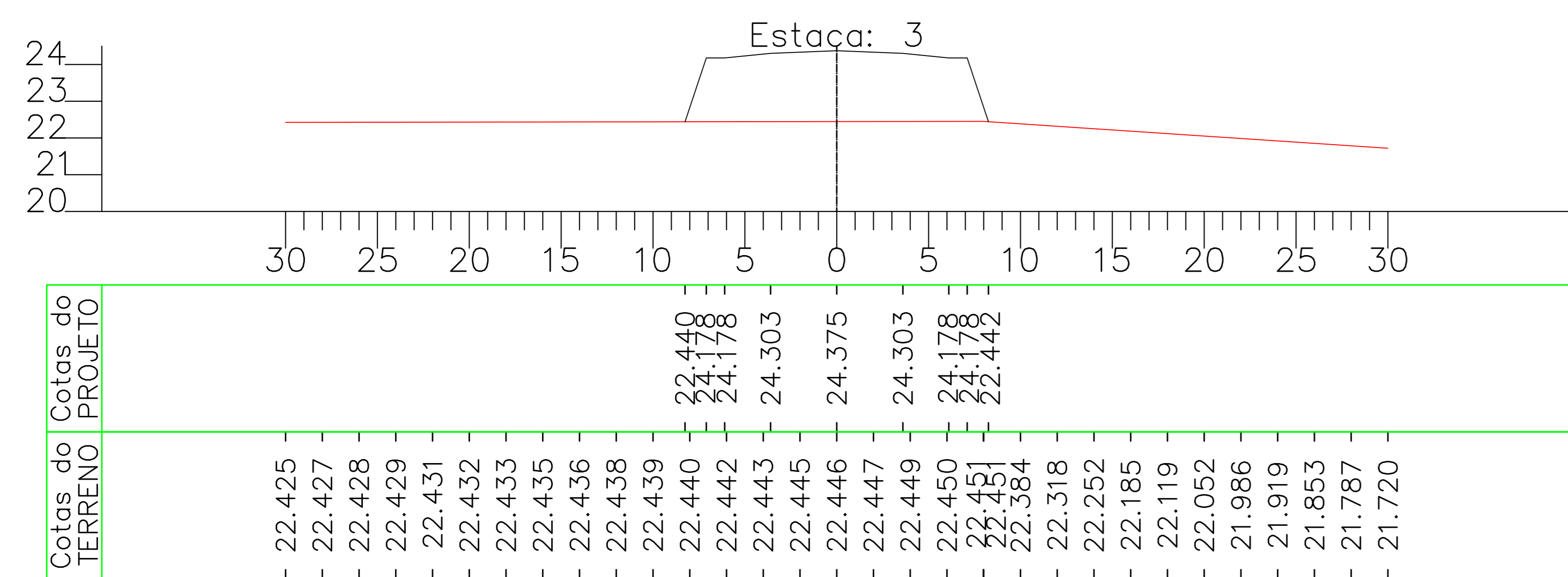
VC: 0,00 m3
VA: 401,76 m3
VAC: 0,00 m3
VAA: 635,34 m3



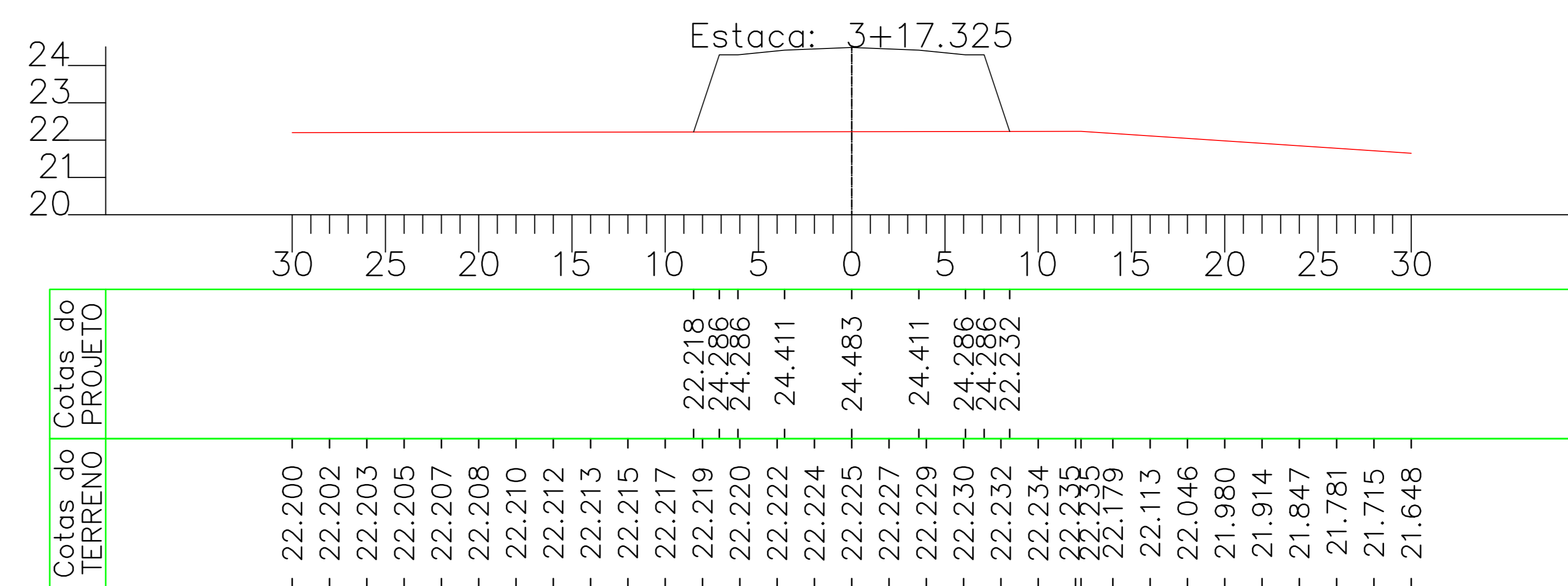
VC: 0,00 m3
VA: 504,32 m3
VAC: 0,00 m3
VAA: 1139,66 m3



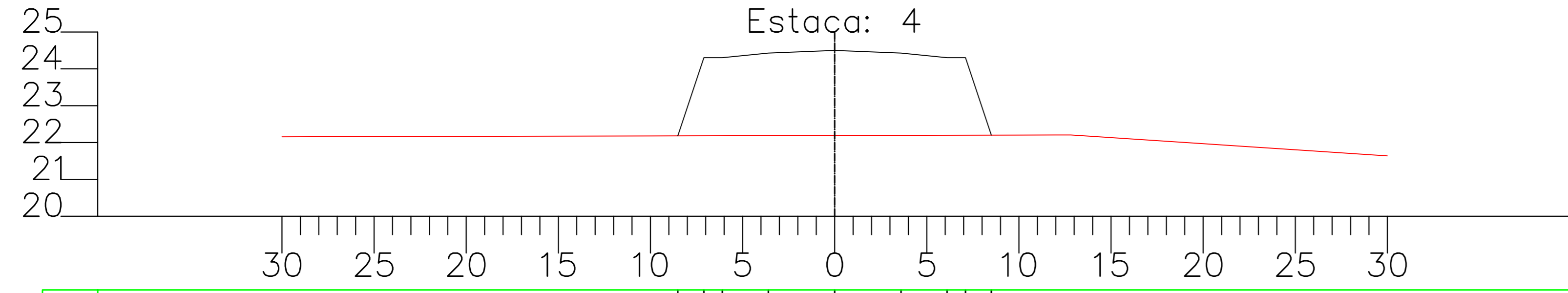
VC: 0,00 m3
VA: 533,86 m3
VAC: 0,00 m3
VAA: 1673,51 m3



VC: 0,00 m3
VA: 90,96 m3
VAC: 0,00 m3
VAA: 1764,47 m3

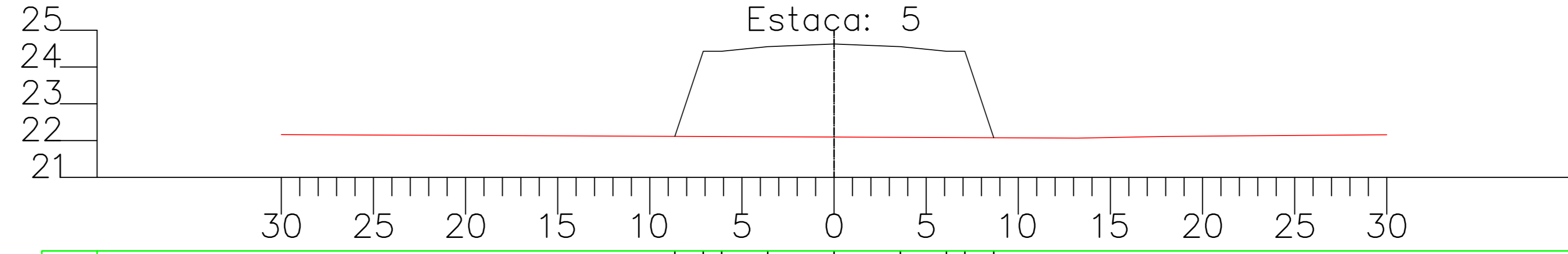


VC: 0,00 m³
 VA: 726,40 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 2490,87 m³



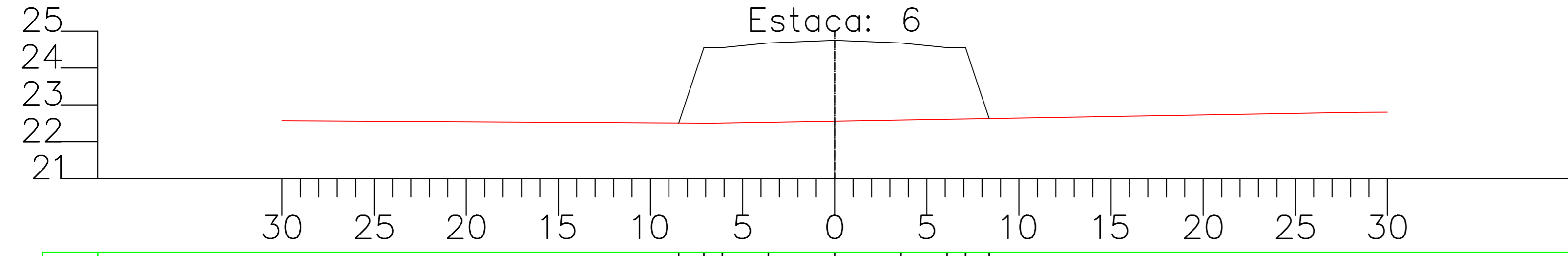
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
22.156	
22.159	
22.161	
22.163	
22.166	
22.168	
22.170	
22.173	
22.175	
22.177	
22.180	
22.182	22.181
22.184	24.303
22.187	24.303
22.189	24.428
22.191	24.500
22.194	
22.196	24.428
22.198	24.303
22.201	24.303
22.203	22.201
22.205	
22.206	
22.207	
22.209	
22.210	
22.201	
22.035	
21.969	
21.903	
21.836	
21.770	
21.704	
21.638	

VC: 0,00 m³
 VA: 706,32 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 3197,19 m³



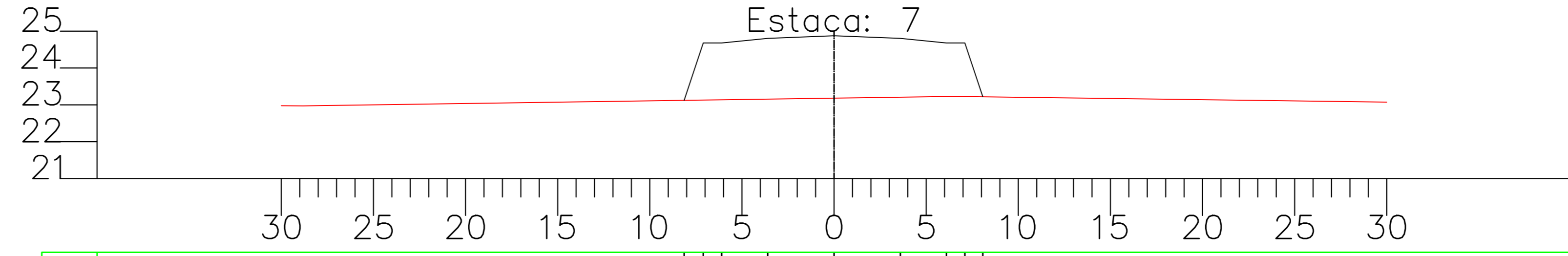
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
22.162	
22.157	
22.153	
22.149	
22.144	
22.140	
22.135	
22.127	
22.122	
22.118	
22.114	22.115
22.109	24.428
22.105	24.428
22.100	24.553
22.096	24.625
22.092	
22.087	24.553
22.083	24.428
22.079	24.428
22.074	22.077
22.070	
22.067	
22.065	
22.094	
22.113	
22.120	
22.128	
22.135	
22.143	
22.151	
22.158	

VC: 0,00 m³
 VA: 566,52 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 3763,71 m³



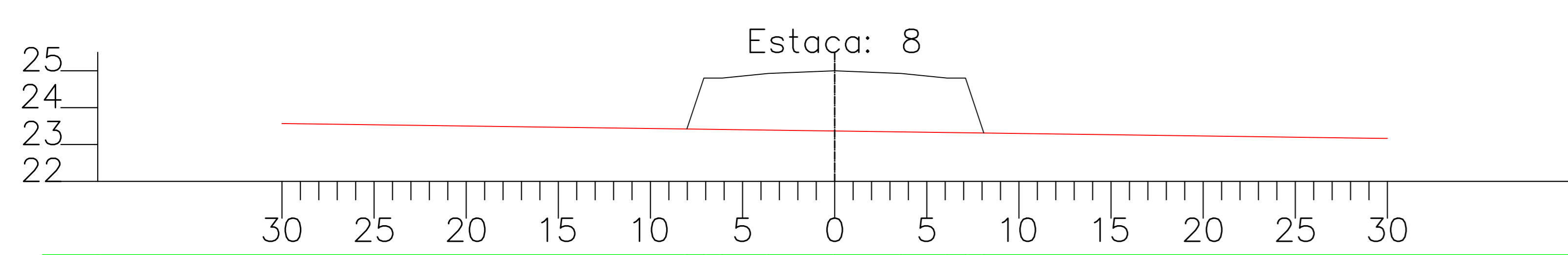
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
22.571	
22.565	
22.559	
22.553	
22.547	
22.542	
22.536	
22.530	
22.524	
22.518	
22.513	
22.507	22.508
22.503	24.553
22.500	24.553
22.525	24.678
22.542	
22.559	24.750
22.576	
22.592	24.678
22.609	24.553
22.626	24.553
22.643	22.626
22.659	
22.676	
22.693	
22.710	
22.727	
22.743	
22.760	
22.777	
22.794	
22.811	
22.802	

VC: 0,00 m³
 VA: 474,78 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 4238,49 m³



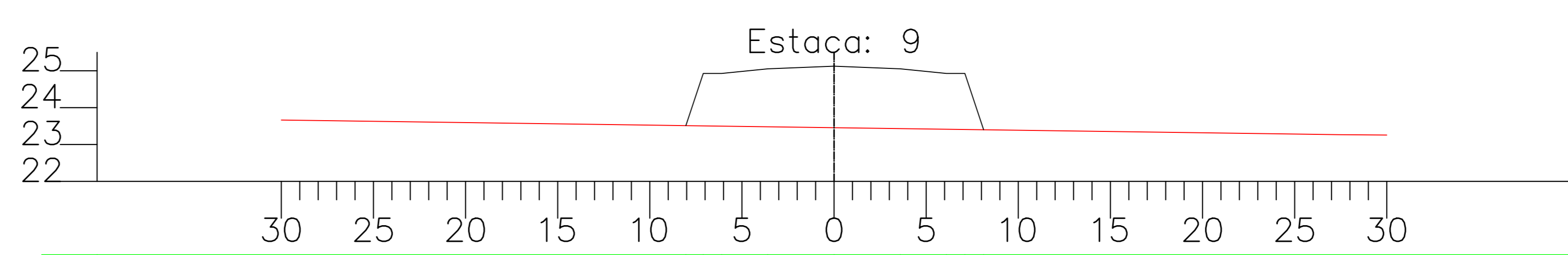
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
22.977	
22.973	
22.979	
22.993	
23.008	
23.022	
23.037	
23.051	
23.066	
23.080	
23.095	
23.109	
23.124	23.123
23.138	24.678
23.153	24.678
23.167	24.803
23.182	24.875
23.196	
23.211	24.803
23.225	24.678
23.229	24.678
23.219	23.219
23.206	
23.193	
23.180	
23.166	
23.153	
23.140	
23.127	
23.114	
23.101	
23.088	
23.074	

VC: 0,00 m³
 VA: 470,65 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 4709,13 m³



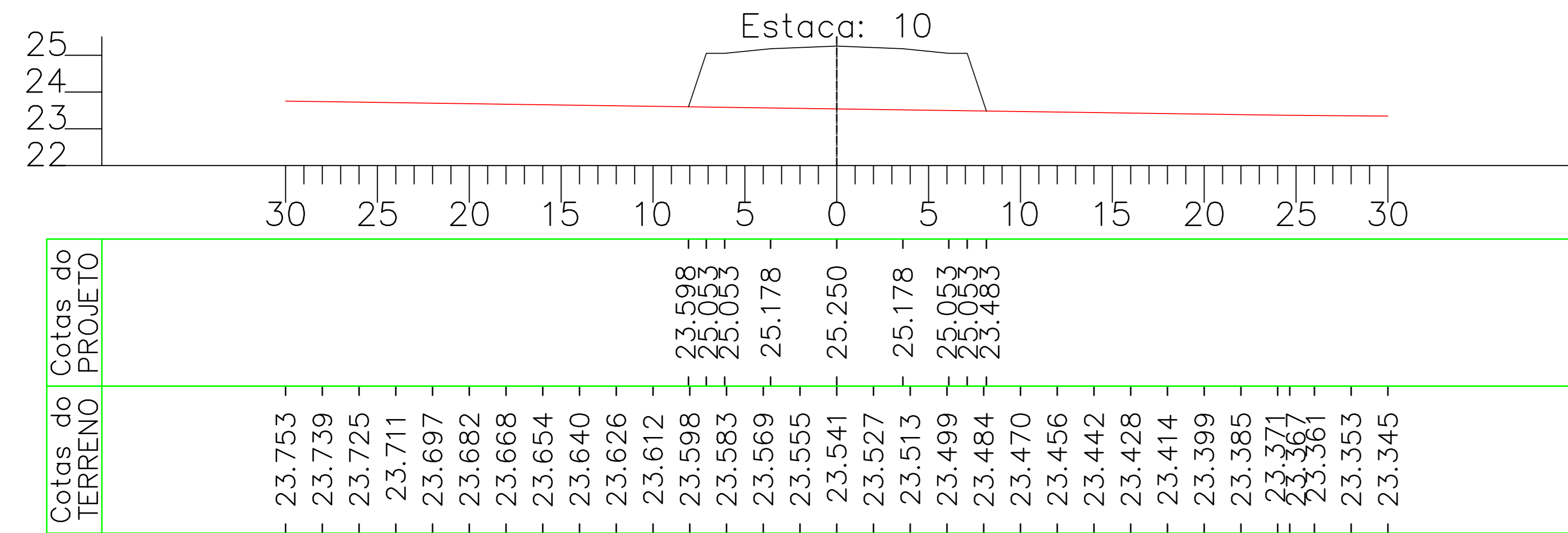
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
23.569	
23.555	
23.542	
23.528	
23.515	
23.501	
23.488	
23.474	
23.461	
23.447	
23.434	
23.420	23.420
23.407	24.803
23.393	24.803
23.380	24.928
23.366	25.000
23.353	
23.339	24.928
23.326	24.803
23.312	24.803
23.299	23.312
23.285	
23.272	
23.258	
23.245	
23.231	
23.218	
23.204	
23.191	
23.177	
23.164	
23.162	

VC: 0,00 m³
 VA: 482,84 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 5191,97 m³

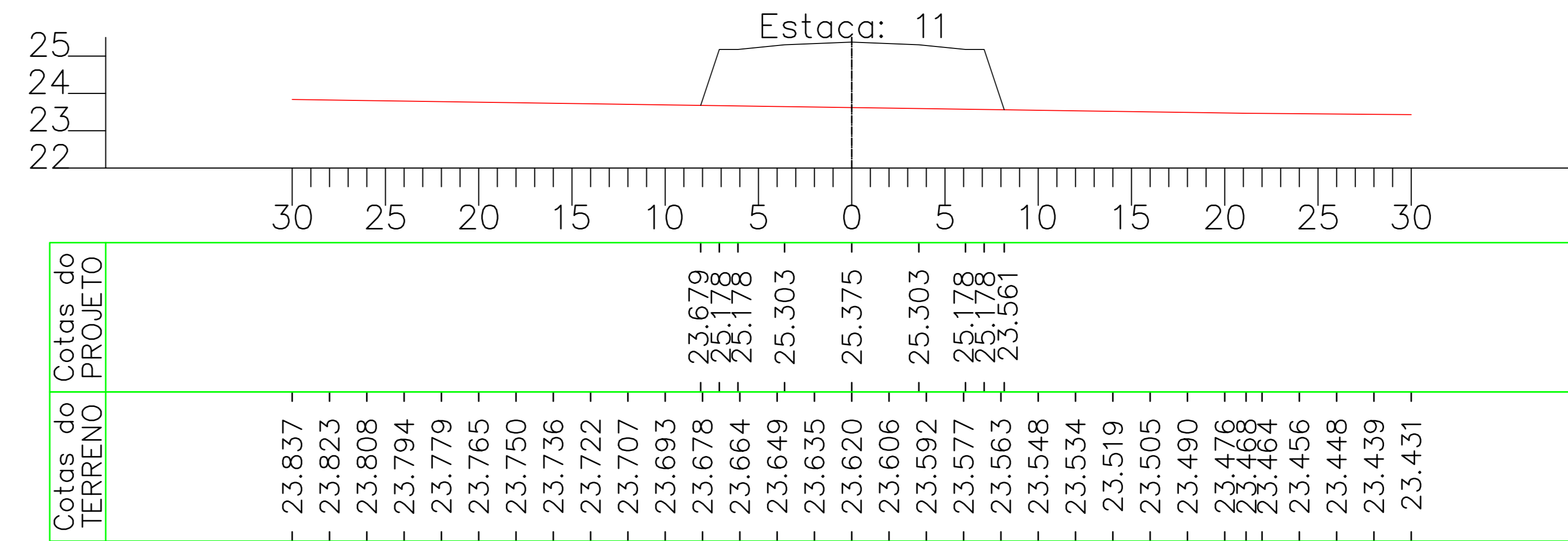


Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
23.664	
23.650	
23.636	
23.622	
23.608	
23.594	
23.581	
23.567	
23.553	
23.539	
23.525	
23.512	23.512
23.498	24.928
23.484	24.928
23.470	25.053
23.456	25.125
23.442	
23.429	25.053
23.415	24.928
23.401	24.928
23.387	23.400
23.373	
23.359	
23.346	
23.332	
23.318	
23.304	
23.290	
23.276	
23.262	
23.264	
23.257	

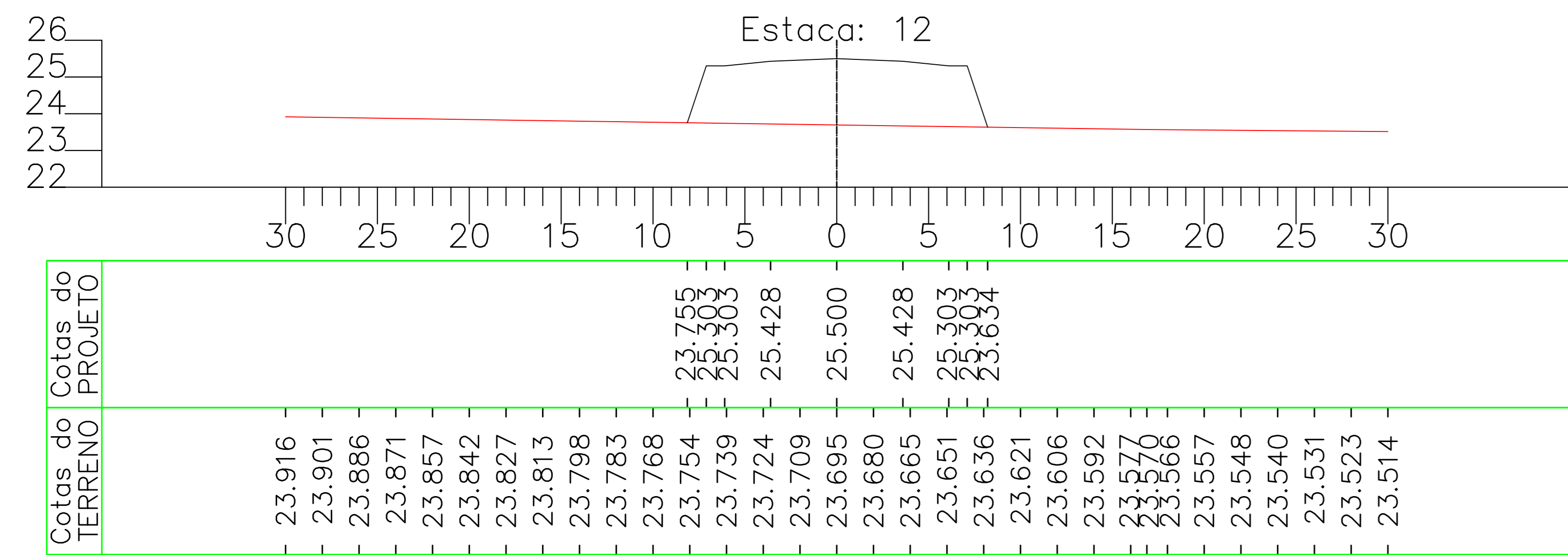
VC: 0,00 m³
 VA: 496,75 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 5688,72 m³



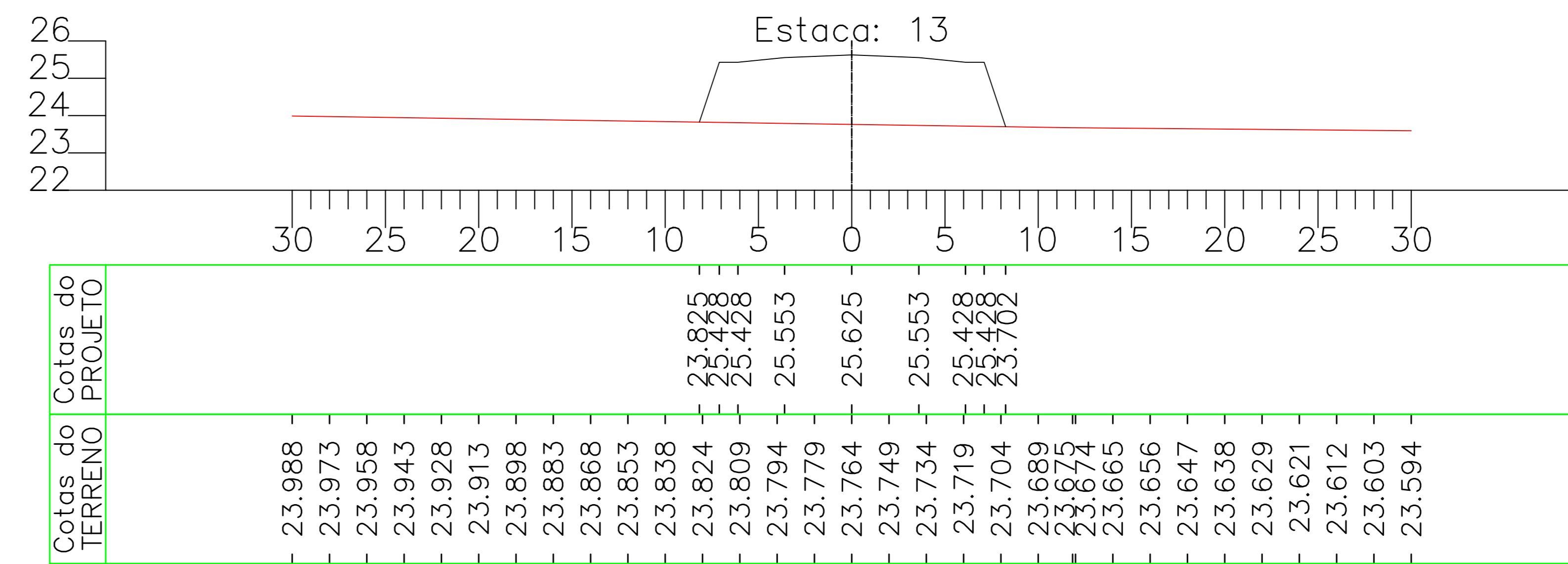
VC: 0,00 m³
 VA: 512,41 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 6201,13 m³



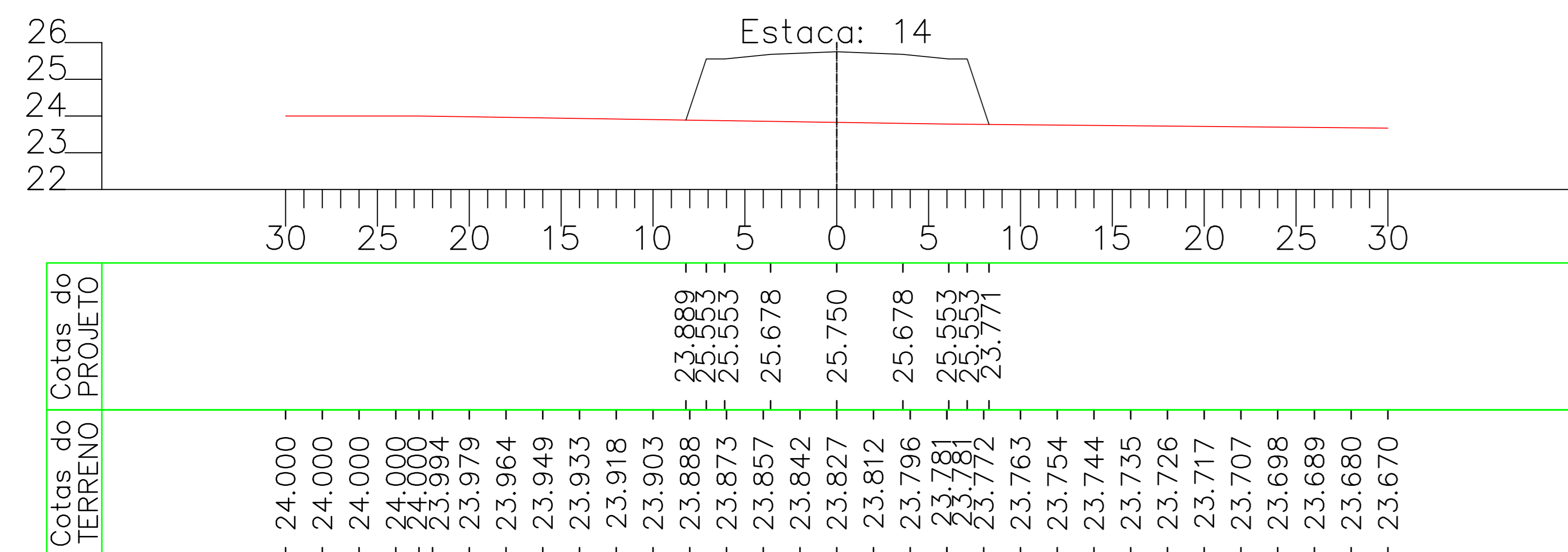
VC: 0,00 m³
 VA: 529,89 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 6731,02 m³



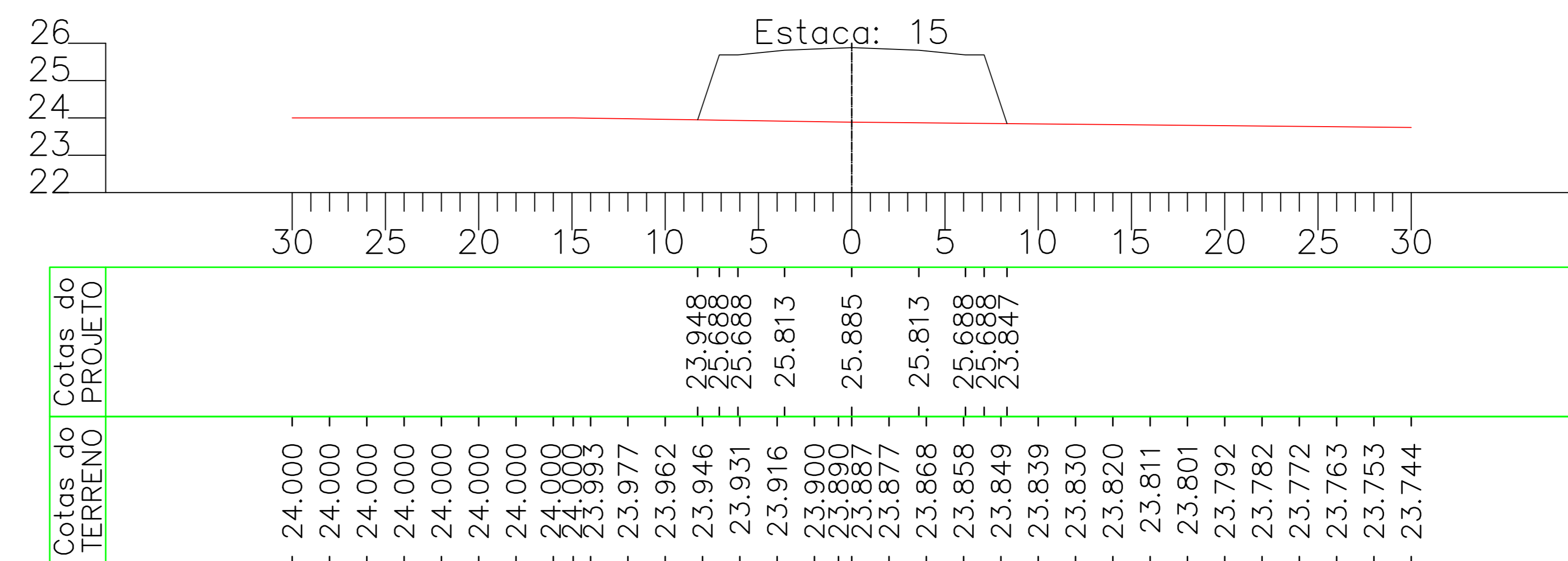
VC: 0,00 m³
 VA: 549,16 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 7280,18 m³



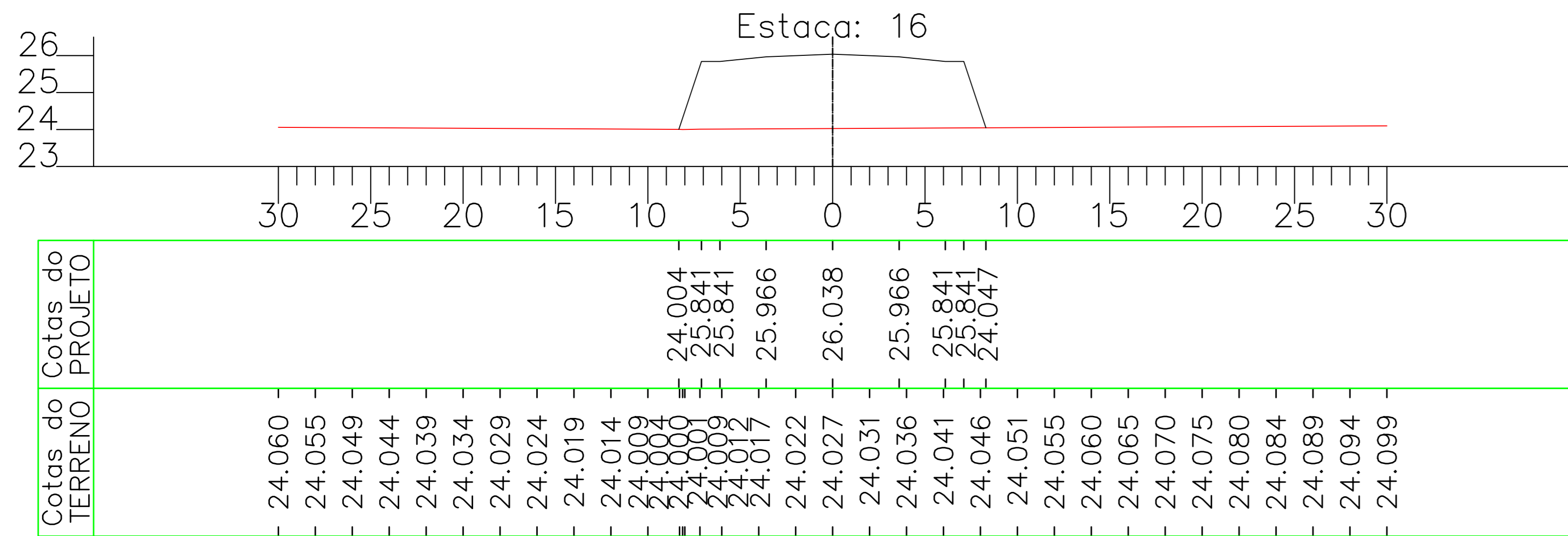
VC: 0,00 m³
 VA: 570,81 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 7851,00 m³



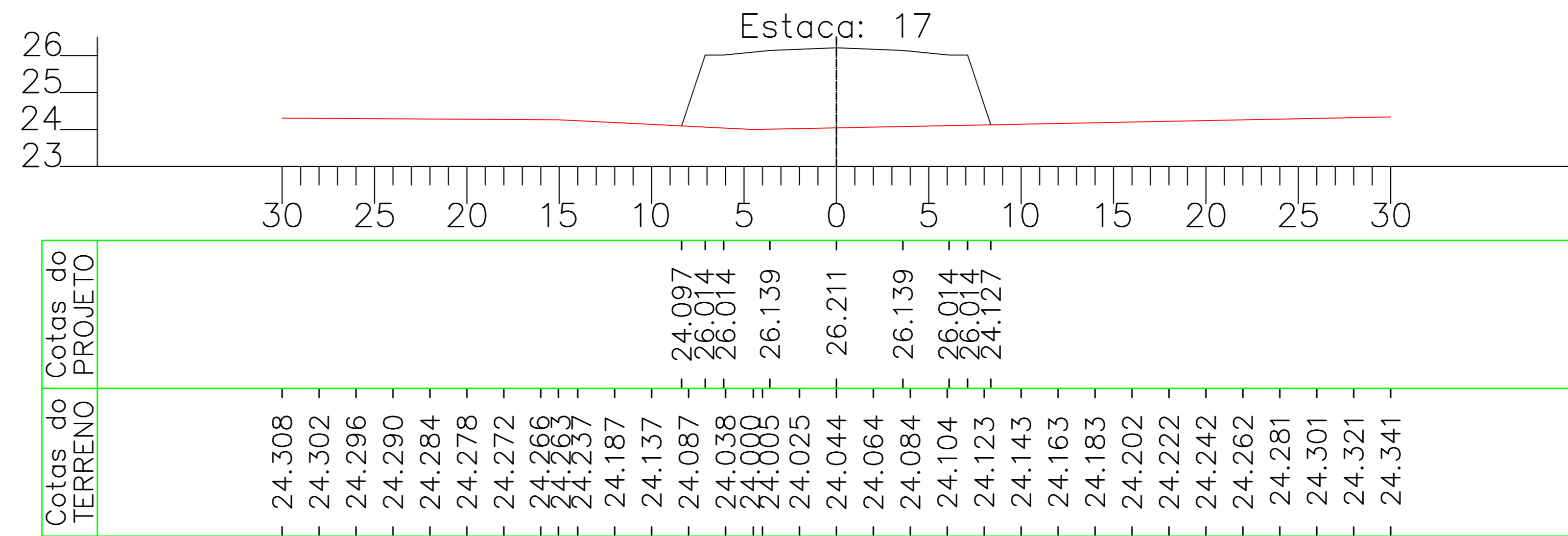
VC: 0,00 m³
 VA: 585,56 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 8436,56 m³



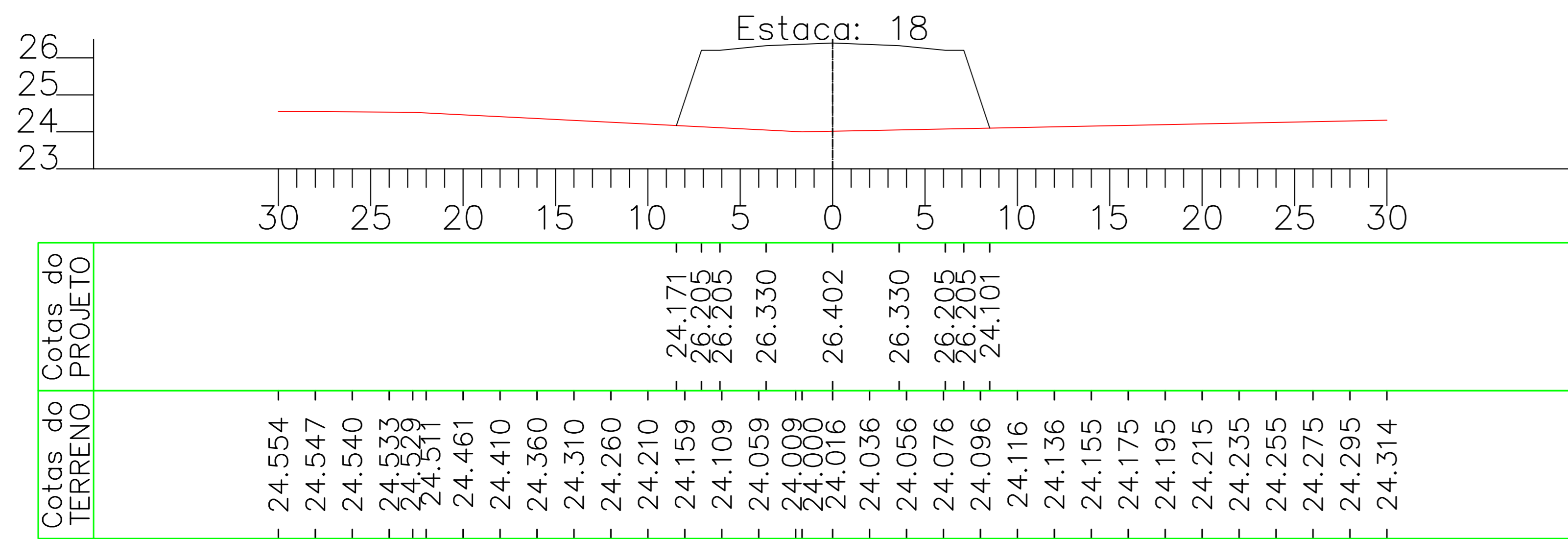
VC: 0,00 m³
 VA: 611,92 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 9048,47 m³



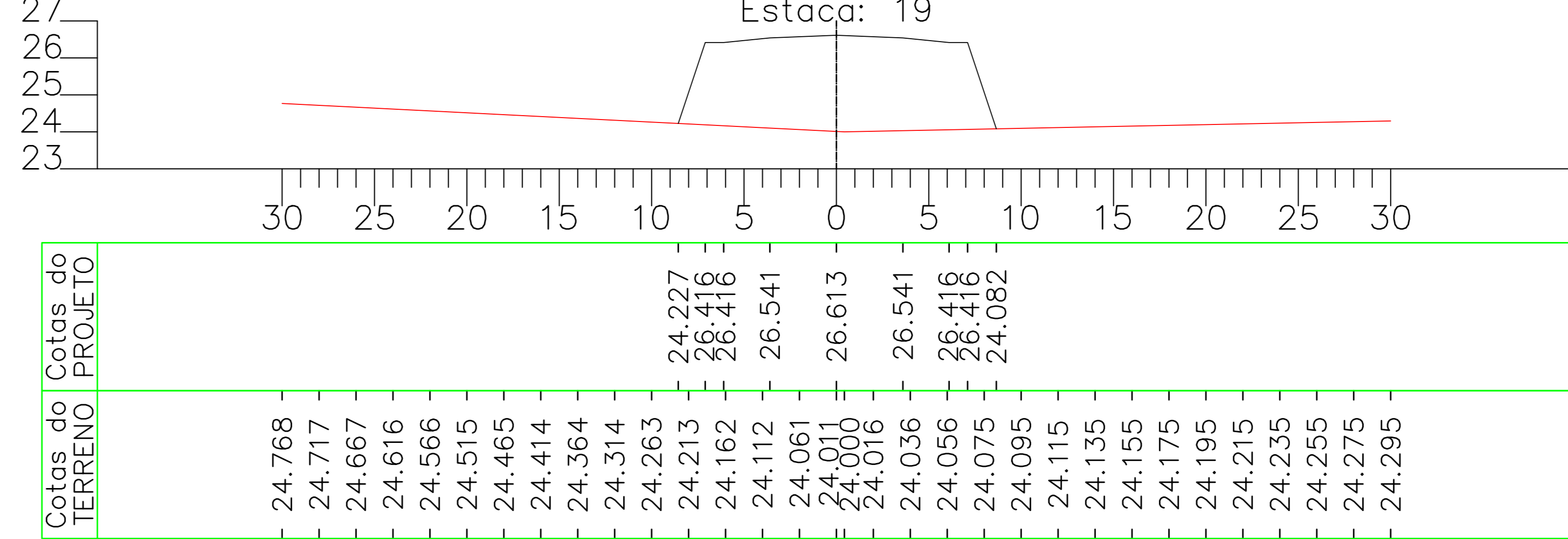
VC: 0,00 m³
 VA: 666,74 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 9715,22 m³



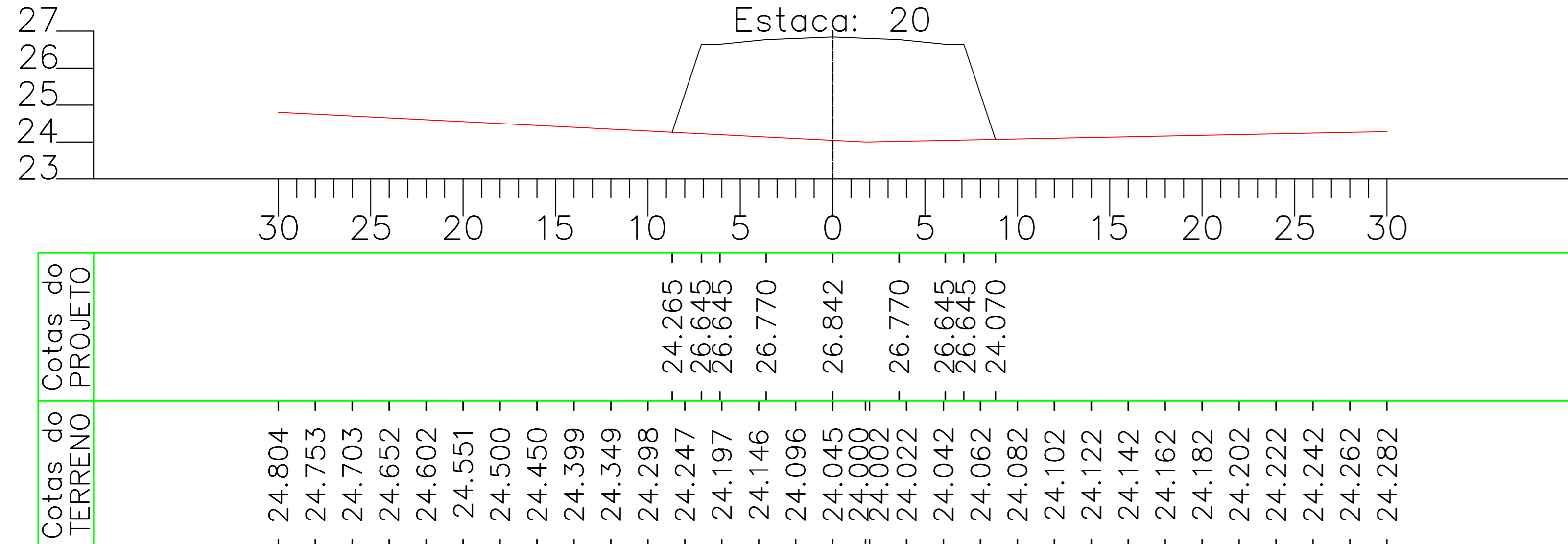
VC: 0,00 m³
 VA: 732,07 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 10447,29 m³



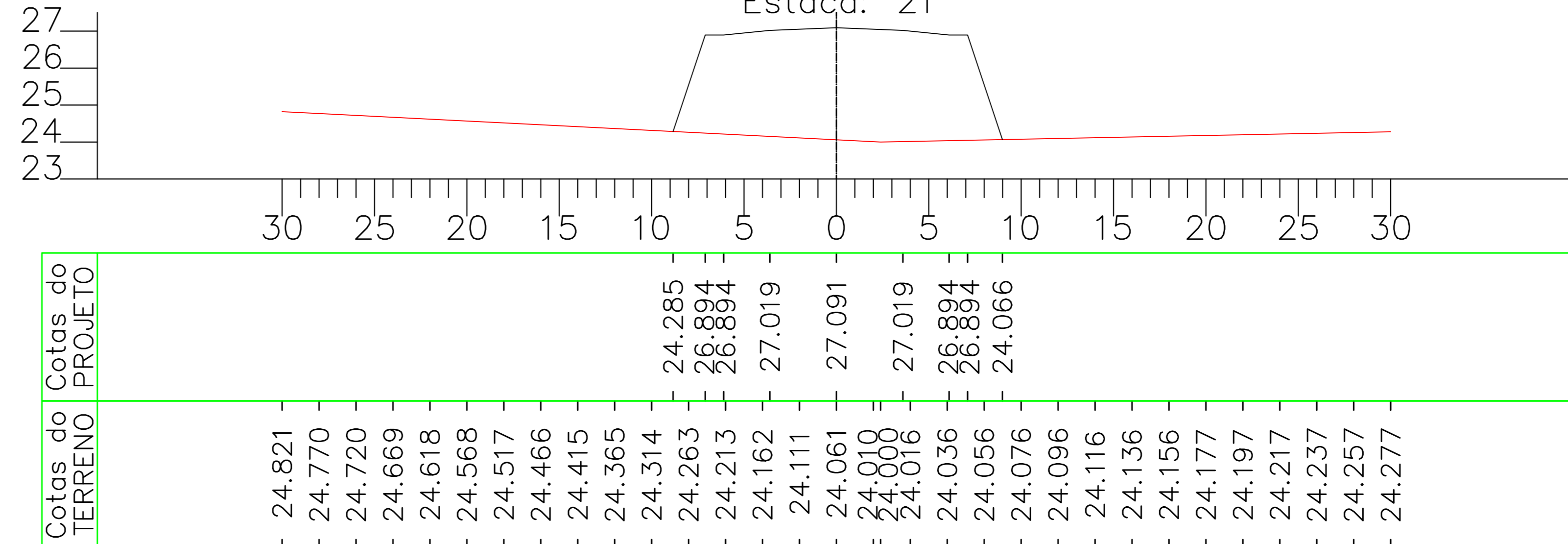
VC: 0,00 m³
 VA: 803,28 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 11250,57 m³



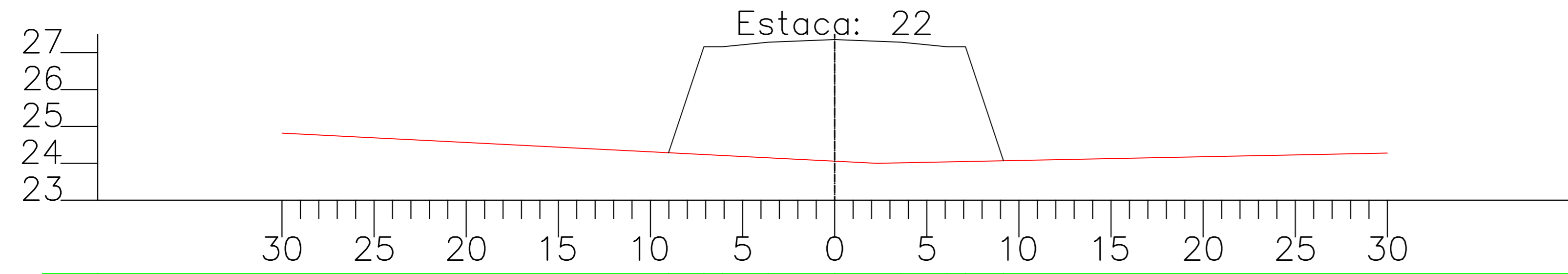
VC: 0,00 m³
 VA: 883,40 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 12133,97 m³



VC: 0,00 m³
 VA: 974,40 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 13108,38 m³

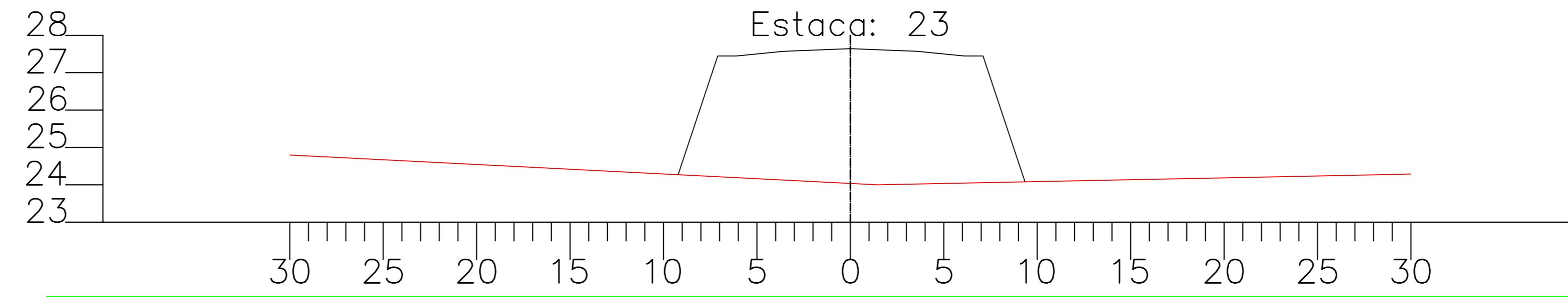


VC: 0,00 m³
 VA: 1077,16 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 14185,54 m³



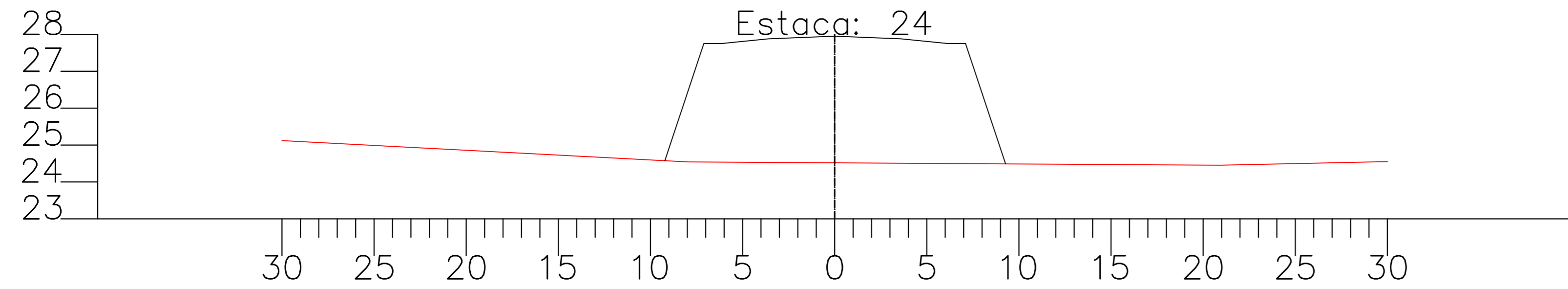
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
24.819	24.286
24.768	27.161
24.717	27.161
24.666	27.286
24.616	
24.565	
24.514	
24.464	
24.413	
24.362	
24.311	
24.261	
24.210	
24.159	
24.109	
24.058	
24.007	
24.017	
24.037	
24.057	
24.077	
24.097	
24.118	
24.138	
24.158	
24.178	
24.198	
24.218	
24.238	
24.258	
24.278	

VC: 0,00 m³
 VA: 1109,52 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 15295,06 m³



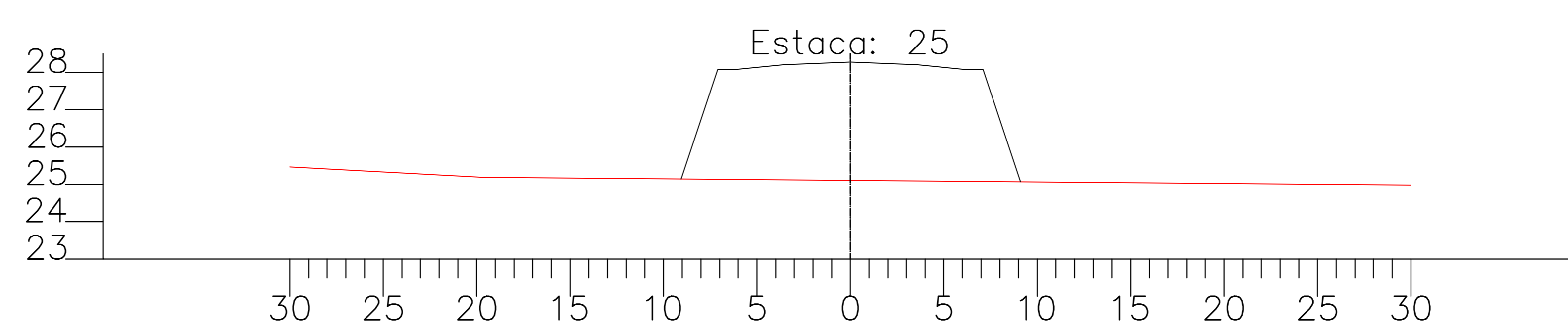
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
24.797	24.270
24.746	27.448
24.695	27.448
24.645	27.573
24.594	
24.543	
24.493	
24.442	
24.391	
24.341	
24.290	
24.239	
24.189	
24.138	
24.087	
24.037	
24.008	
24.026	
24.046	
24.066	
24.086	
24.106	
24.126	
24.146	
24.166	
24.186	
24.206	
24.226	
24.246	
24.266	
24.276	
24.288	

VC: 0,00 m³
 VA: 1038,97 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 16334,03 m³



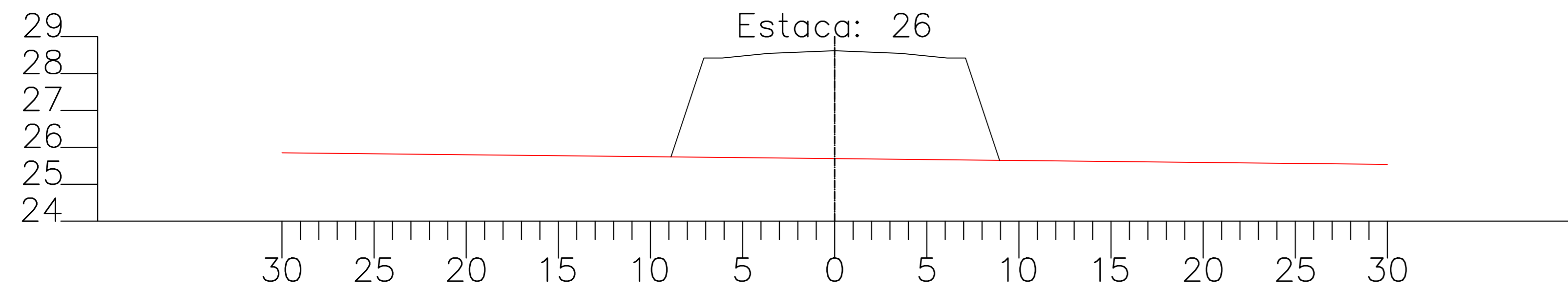
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
25.121	24.576
25.068	27.754
25.016	27.754
24.963	27.879
24.911	
24.858	
24.806	
24.753	
24.701	
24.649	
24.596	
24.544	
24.542	
24.536	
24.530	
24.524	
24.518	
24.512	
24.506	
24.499	
24.493	
24.487	
24.481	
24.475	
24.469	
24.463	
24.456	
24.454	
24.465	
24.487	
24.508	
24.530	
24.551	

VC: 0,00 m³
 VA: 946,62 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 17280,65 m³



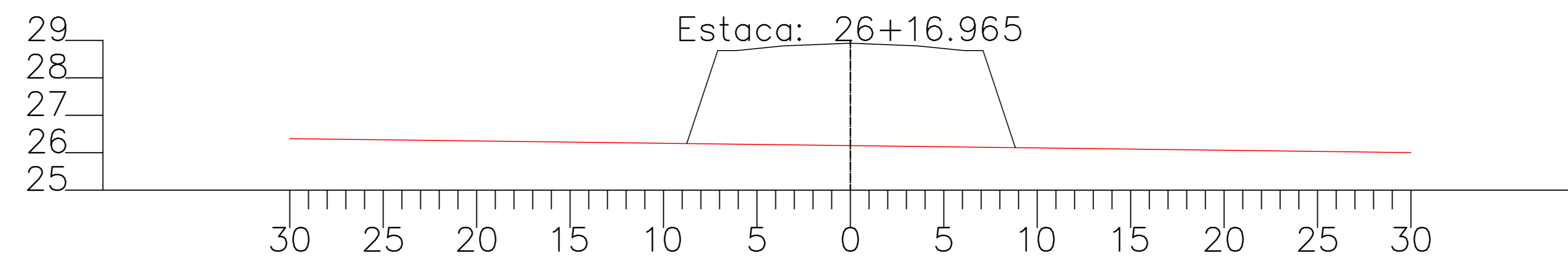
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
25.467	25.146
25.413	28.078
25.360	28.078
25.306	28.203
25.252	
25.198	
25.183	
25.175	
25.167	
25.158	
25.150	
25.142	
25.133	
25.125	
25.117	
25.108	
25.100	
25.092	
25.083	
25.075	
25.067	
25.058	
25.050	
25.042	
25.034	
25.025	
25.017	
25.009	
25.000	
24.992	
24.984	

VC: 0,00 m³
 VA: 737,55 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 18018,20 m³



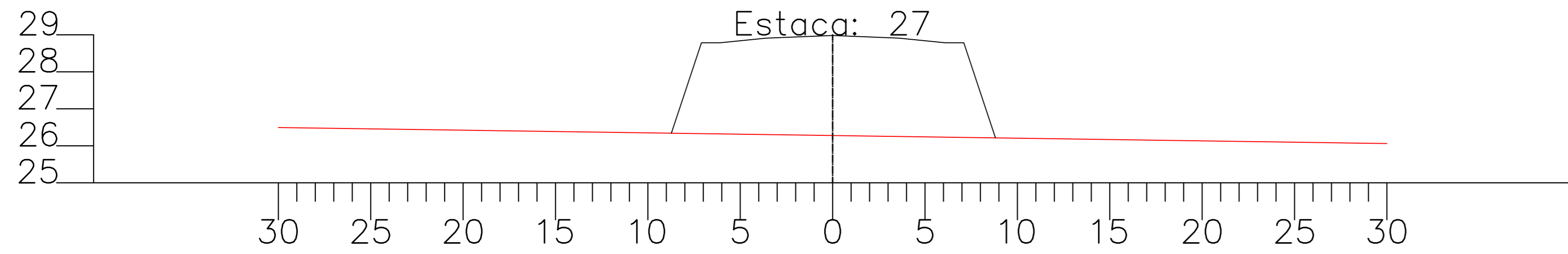
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
25.852	25.742
25.842	28.422
25.831	28.422
25.821	28.422
25.810	28.547
25.800	
25.789	
25.779	
25.768	
25.758	
25.748	
25.737	
25.727	
25.716	
25.706	
25.695	
25.685	
25.674	
25.664	
25.653	
25.643	
25.633	
25.622	
25.612	
25.601	
25.591	
25.580	
25.570	
25.559	
25.549	
25.538	

VC: 0,00 m³
 VA: 126,03 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 18144,23 m³



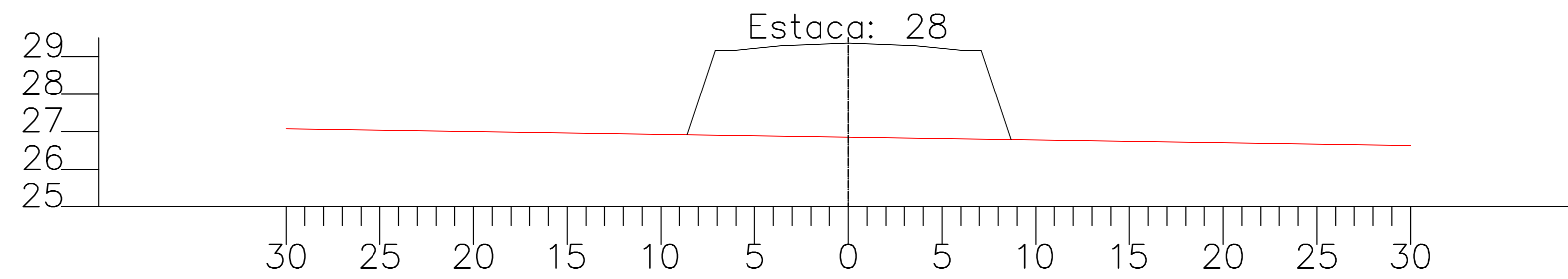
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
26.376	26.244
26.364	28.728
26.351	28.728
26.339	28.853
26.327	
26.314	
26.302	
26.289	
26.277	
26.264	
26.252	
26.240	
26.227	
26.215	
26.202	
26.190	
26.178	
26.165	
26.153	
26.140	
26.128	
26.115	
26.103	
26.091	
26.078	
26.066	
26.053	
26.041	
26.028	
26.016	
26.004	

VC: 0,00 m³
 VA: 790,91 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 18935,14 m³



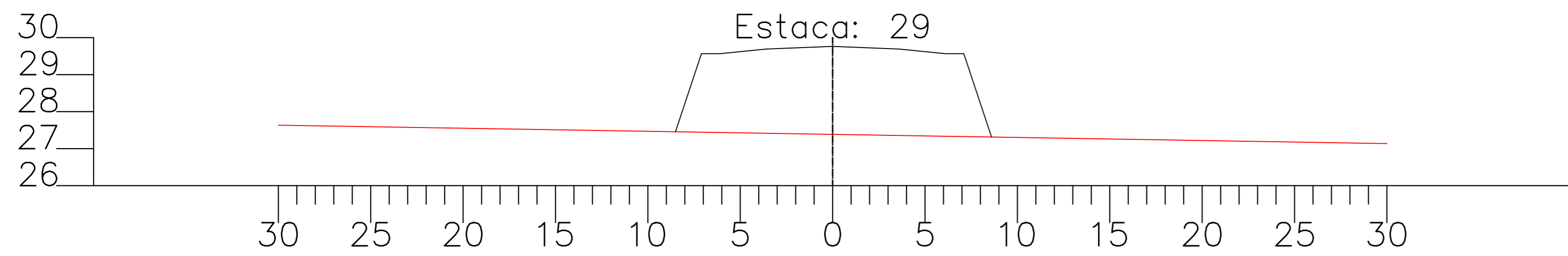
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
26.494	26.341
26.480	26.335
26.465	26.321
26.451	26.307
26.436	26.292
26.422	26.278
26.408	26.263
26.393	26.249
26.379	26.234
26.364	26.220
26.350	26.206
26.335	26.191
26.321	26.177
26.307	26.162
26.292	26.148
26.278	26.133
26.263	26.119
26.249	26.105
26.234	26.090
26.220	26.076
26.206	26.061
26.191	
26.177	
26.162	
26.148	
26.133	
26.119	
26.105	
26.090	
26.076	
26.061	

VC: 0,00 m³
 VA: 734,62 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 19669,76 m³



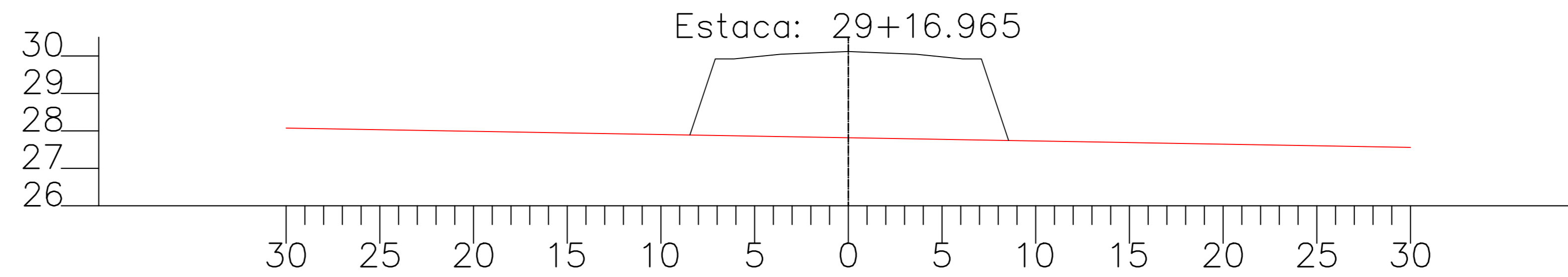
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
27.078	26.919
27.063	26.914
27.048	26.900
27.033	26.885
27.018	26.870
27.003	26.855
26.989	26.840
26.974	26.825
26.959	26.811
26.944	26.796
26.929	26.781
26.914	26.766
26.900	26.751
26.885	26.736
26.870	26.722
26.855	26.707
26.840	26.692
26.825	26.677
26.811	26.662
26.796	26.647
26.781	26.633
26.766	
26.751	
26.736	
26.722	
26.707	
26.692	
26.677	
26.662	
26.647	
26.633	

VC: 0,00 m³
 VA: 593,21 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 20262,97 m³



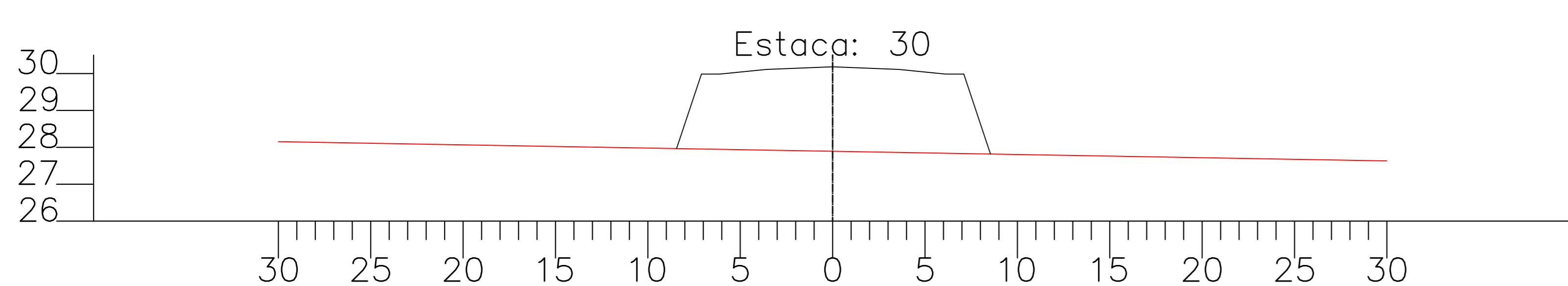
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
27.634	27.456
27.618	27.452
27.601	27.435
27.584	27.418
27.568	27.402
27.551	27.385
27.535	27.369
27.518	27.352
27.501	27.335
27.485	27.319
27.468	27.302
27.452	27.286
27.435	27.269
27.418	27.253
27.402	27.236
27.385	27.219
27.369	27.203
27.352	27.186
27.335	27.170
27.319	27.153
27.302	27.136
27.286	
27.269	
27.253	
27.236	
27.219	
27.203	
27.186	
27.170	
27.153	
27.136	

VC: 0,00 m³
 VA: 103,84 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 20366,81 m³



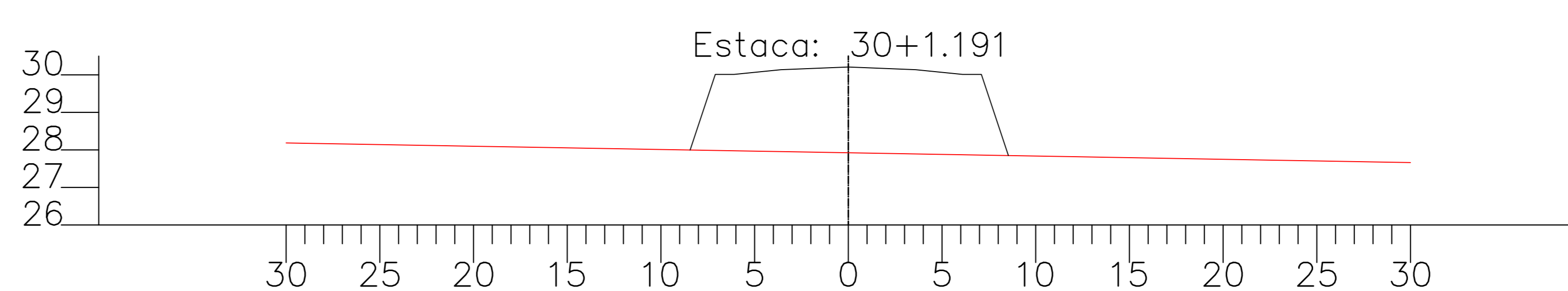
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
28.074	27.889
28.057	27.885
28.039	27.868
28.022	27.851
28.005	27.834
27.988	27.816
27.971	27.799
27.954	27.782
27.937	27.765
27.919	27.748
27.902	27.731
27.885	27.713
27.868	27.696
27.851	27.679
27.834	27.662
27.816	27.645
27.799	27.628
27.782	27.610
27.765	27.593
27.748	27.576
27.731	27.559
27.713	
27.696	
27.679	
27.662	
27.645	
27.628	
27.610	
27.593	
27.576	
27.559	

VC: 0,00 m³
 VA: 40,59 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 20407,41 m³



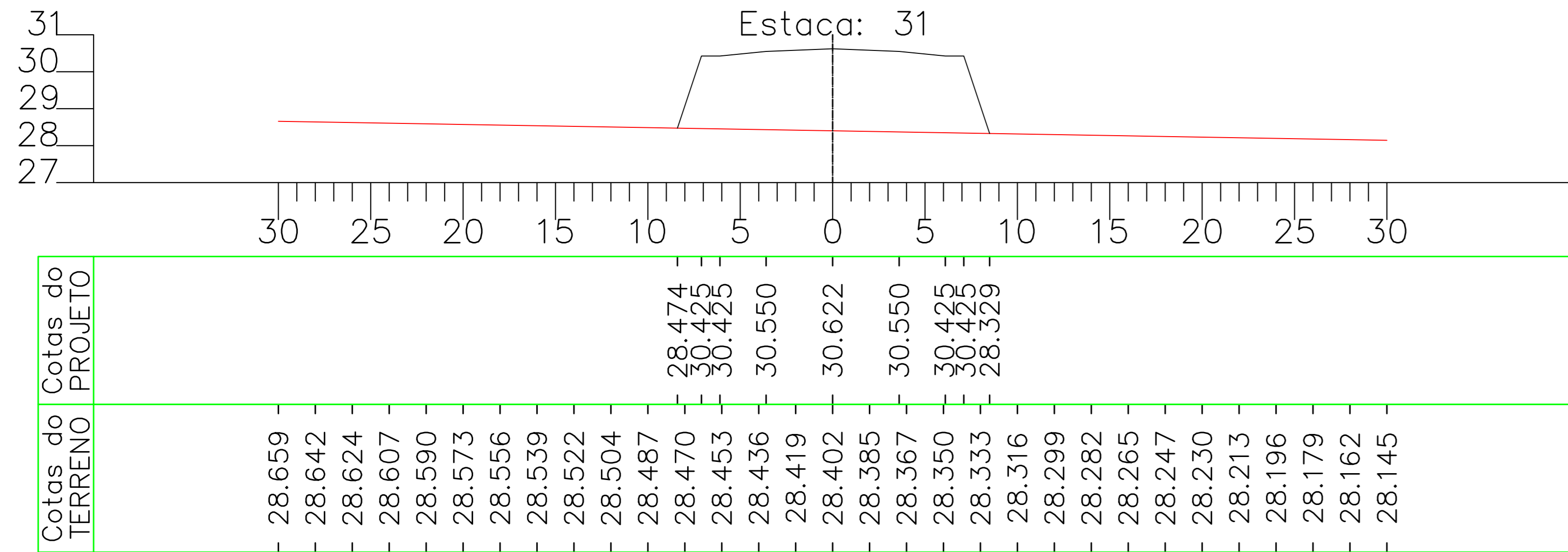
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
28.155	27.967
28.137	27.963
28.120	27.946
28.102	27.928
28.085	27.911
28.068	27.893
28.050	27.876
28.033	27.859
28.015	27.841
27.998	27.824
27.980	27.806
27.963	27.789
27.946	27.771
27.928	27.754
27.911	27.737
27.893	27.719
27.876	27.702
27.859	27.684
27.841	27.667
27.824	27.649
27.806	27.632
27.789	
27.771	
27.754	
27.737	
27.719	
27.702	
27.684	
27.667	
27.649	
27.632	

VC: 0,00 m³
 VA: 629,70 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 21037,10 m³

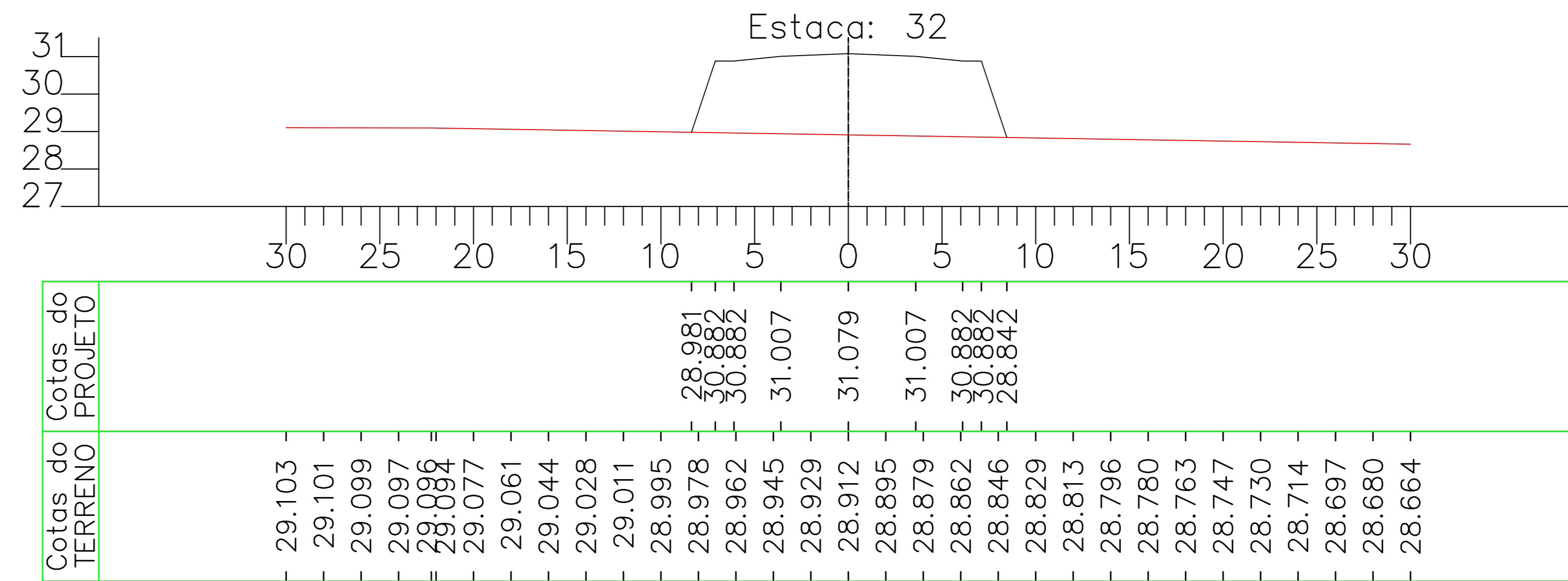


Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
28.185	27.997
28.168	27.993
28.150	27.976
28.133	27.958
28.115	27.941
28.098	27.924
28.080	27.906
28.063	27.889
28.046	27.871
28.028	27.854
28.011	27.836
27.993	27.819
27.976	27.802
27.958	27.784
27.941	27.767
27.924	27.749
27.906	27.732
27.889	27.715
27.871	27.697
27.854	27.680
27.836	27.662
27.819	
27.802	
27.784	
27.767	
27.749	
27.732	
27.715	
27.697	
27.680	
27.662	

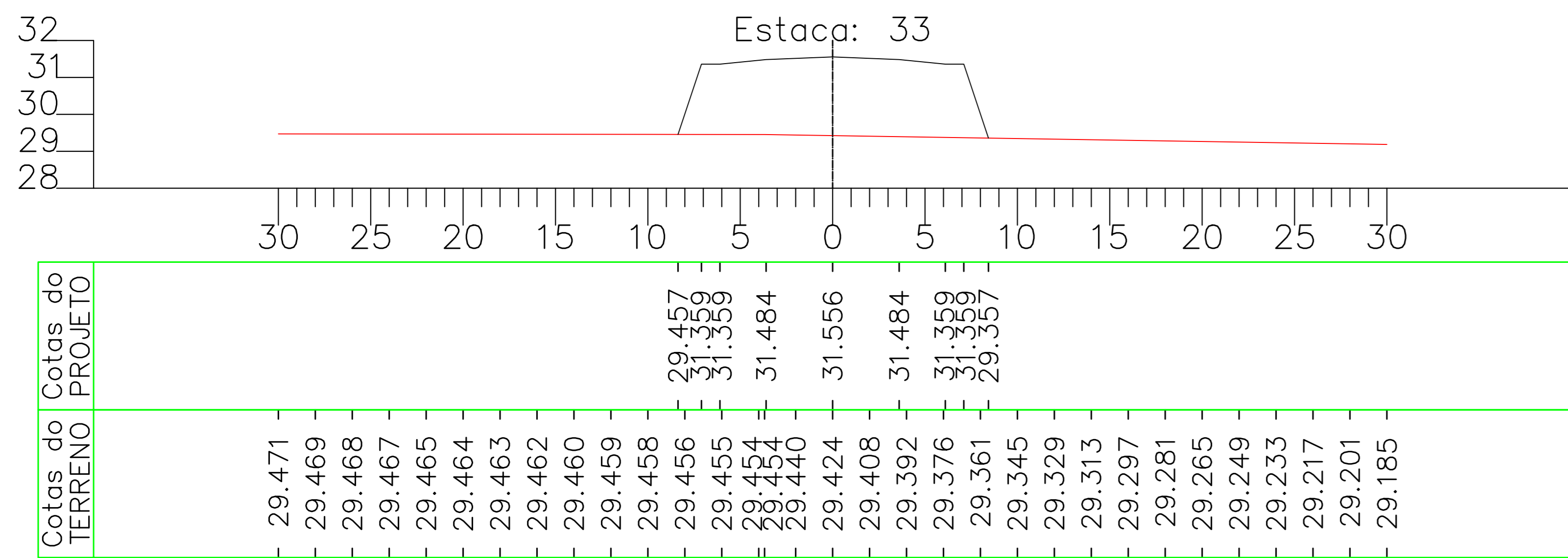
VC: 0,00 m³
 VA: 649,63 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 21686,73 m³



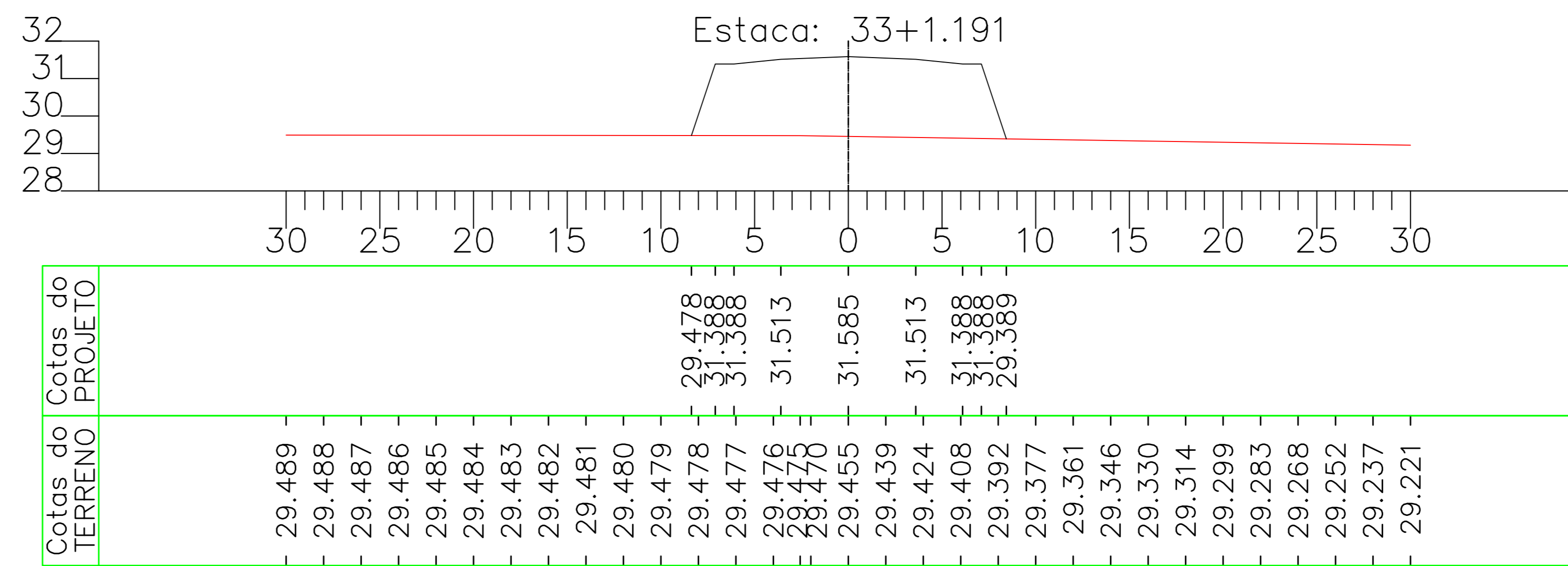
VC: 0,00 m³
 VA: 635,48 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 22322,22 m³



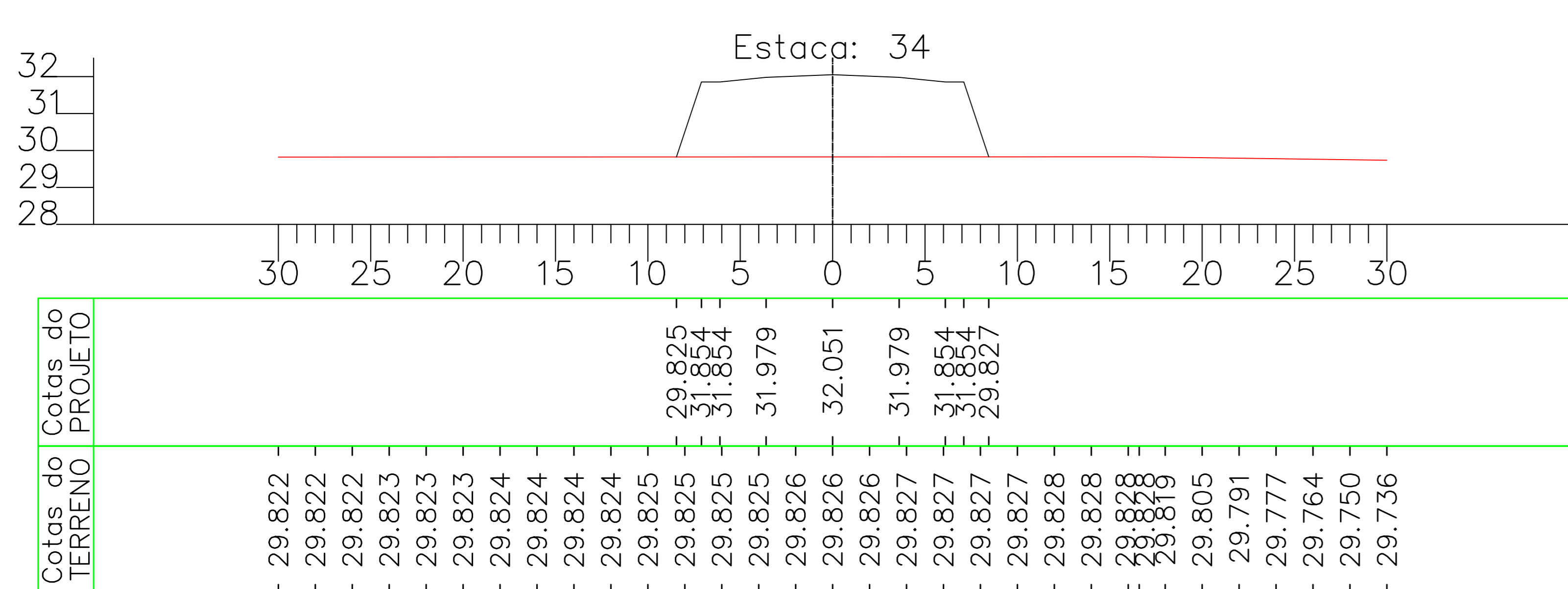
VC: 0,00 m³
 VA: 37,56 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 22359,77 m³



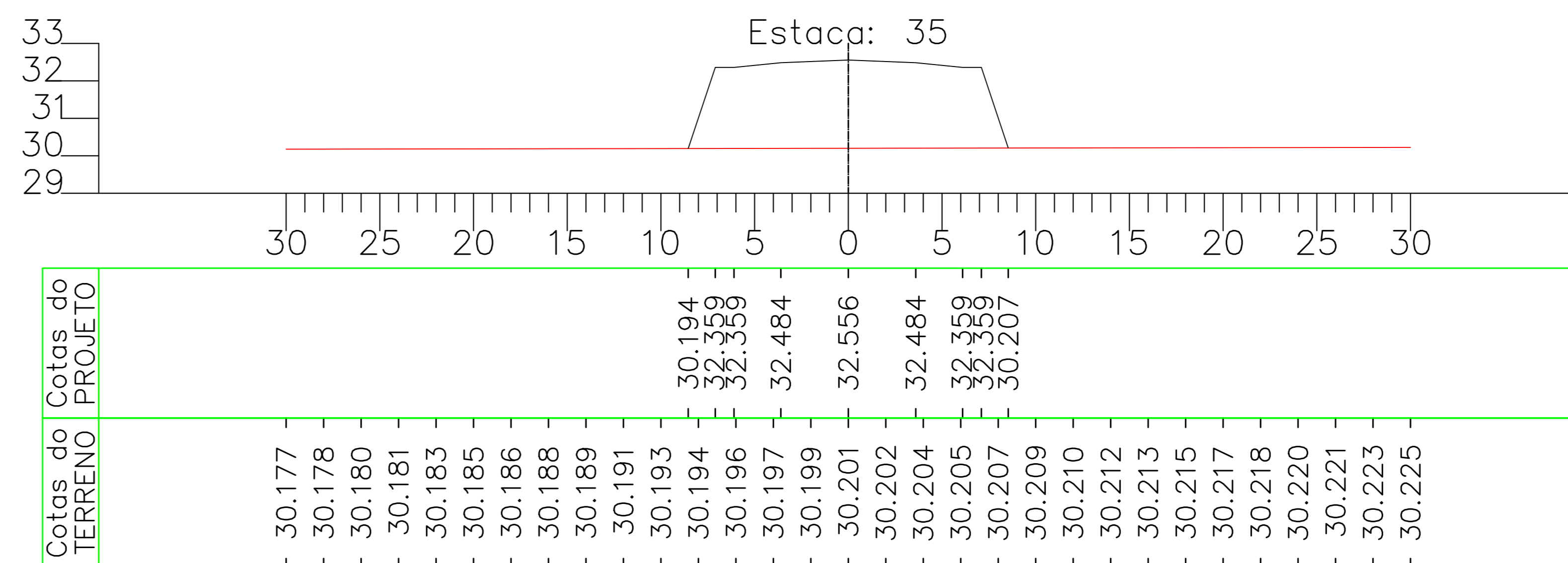
VC: 0,00 m³
 VA: 607,01 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 22966,79 m³



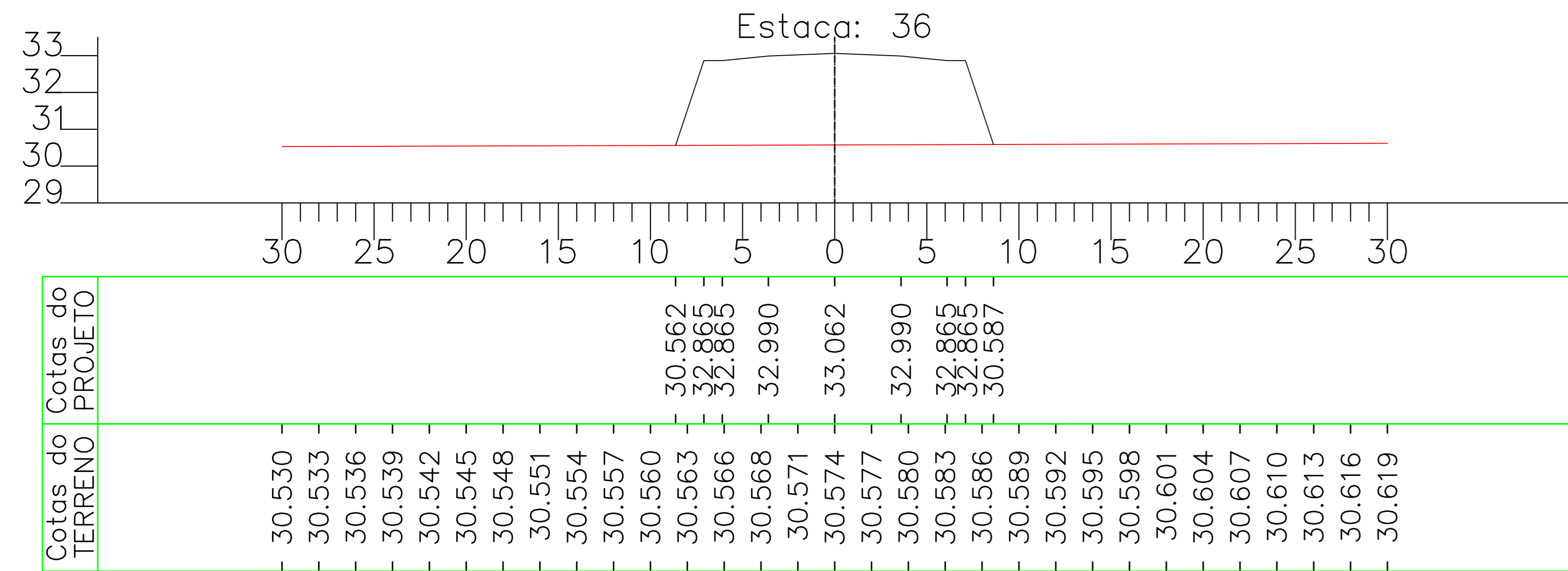
VC: 0,00 m³
 VA: 682,45 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 23649,23 m³



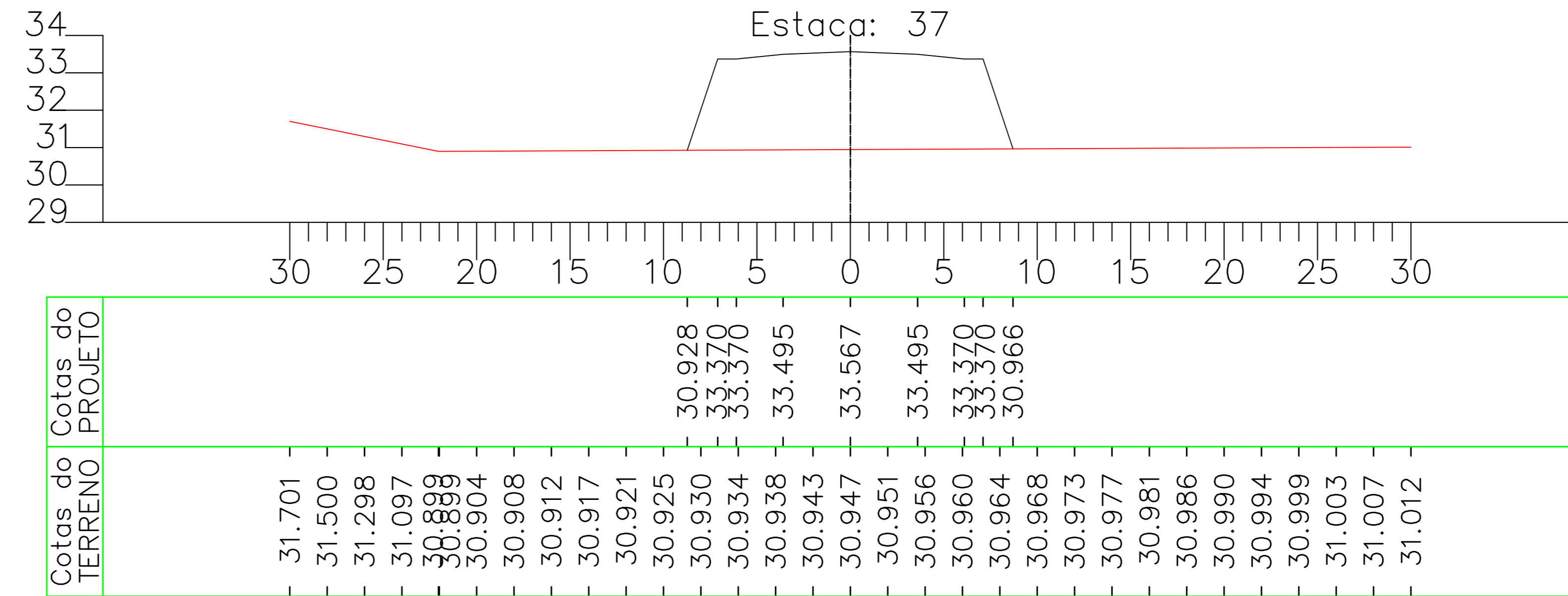
VC: 0,00 m³
 VA: 727,17 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 24376,40 m³



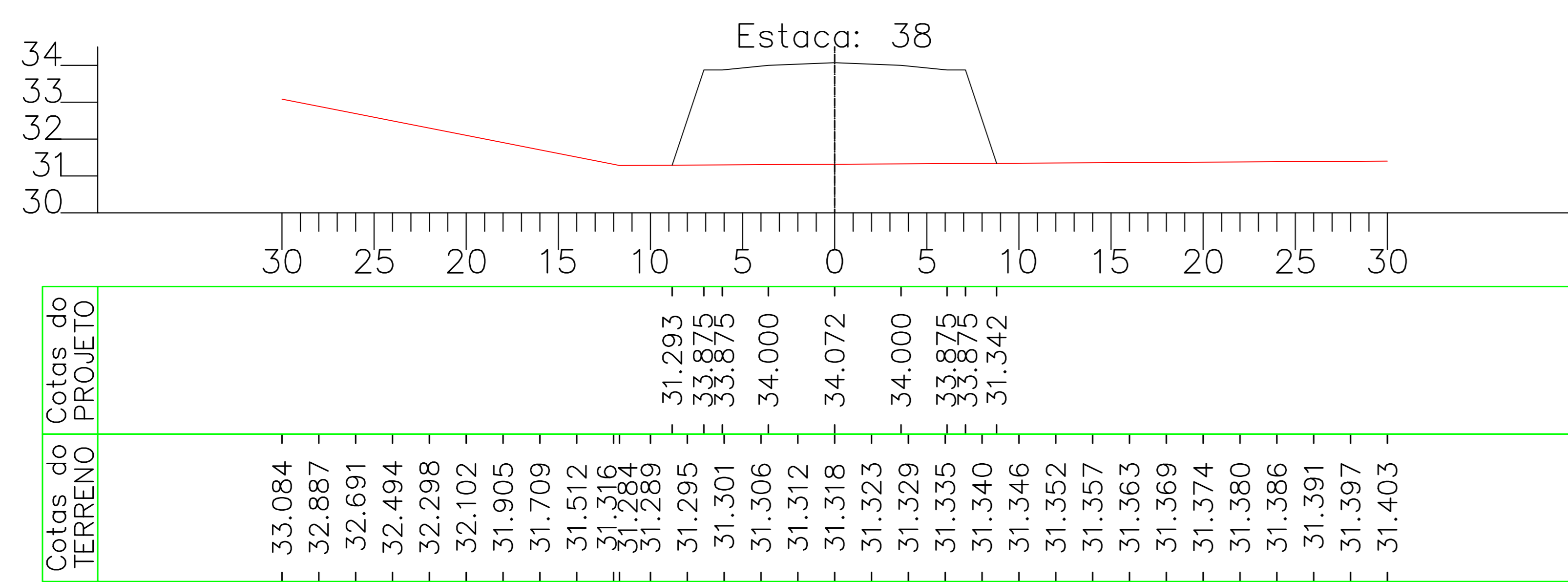
VC: 0,00 m³
 VA: 772,73 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 25149,13 m³



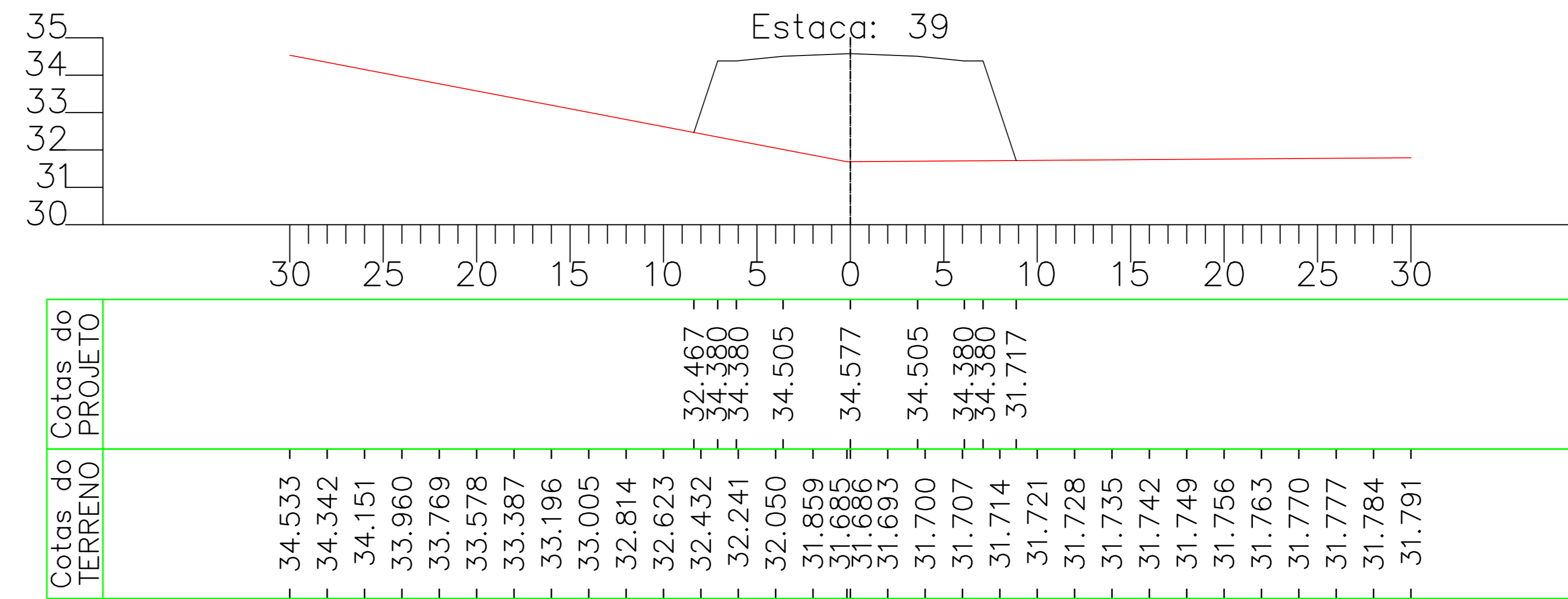
VC: 0,00 m³
 VA: 819,30 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 25968,42 m³



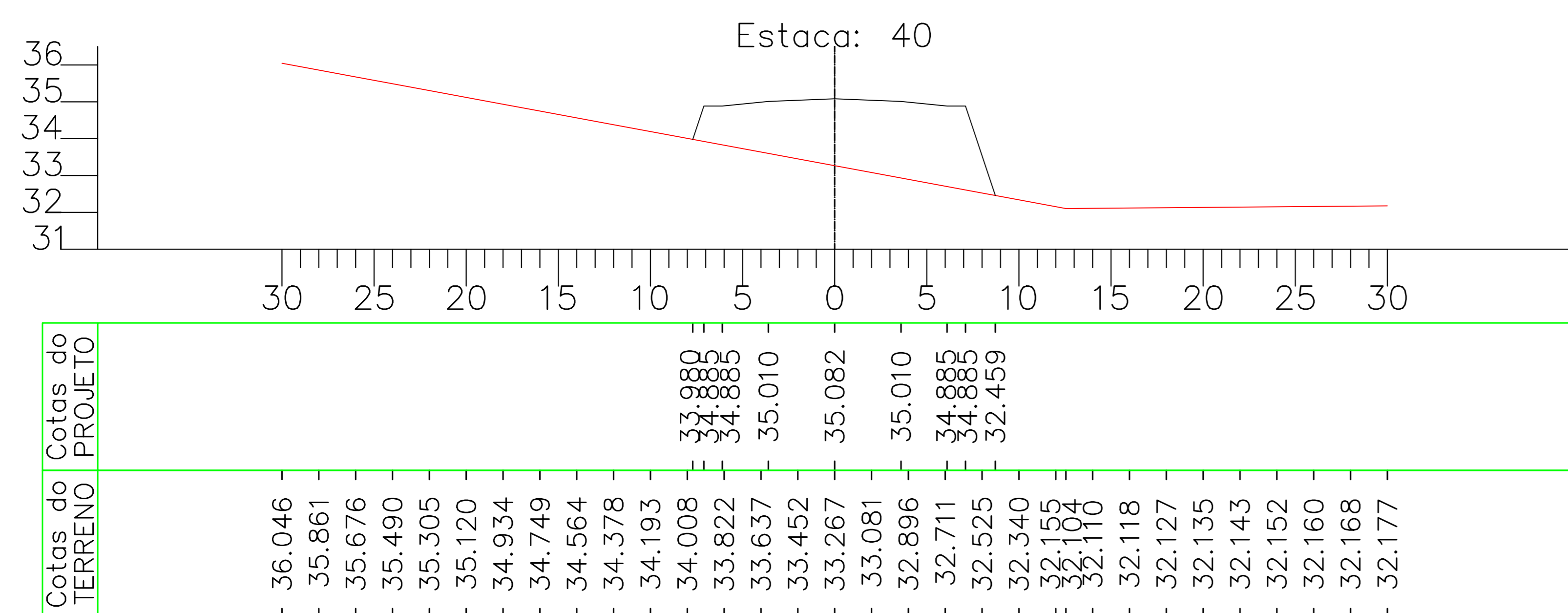
VC: 0,00 m³
 VA: 831,67 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 26800,09 m³



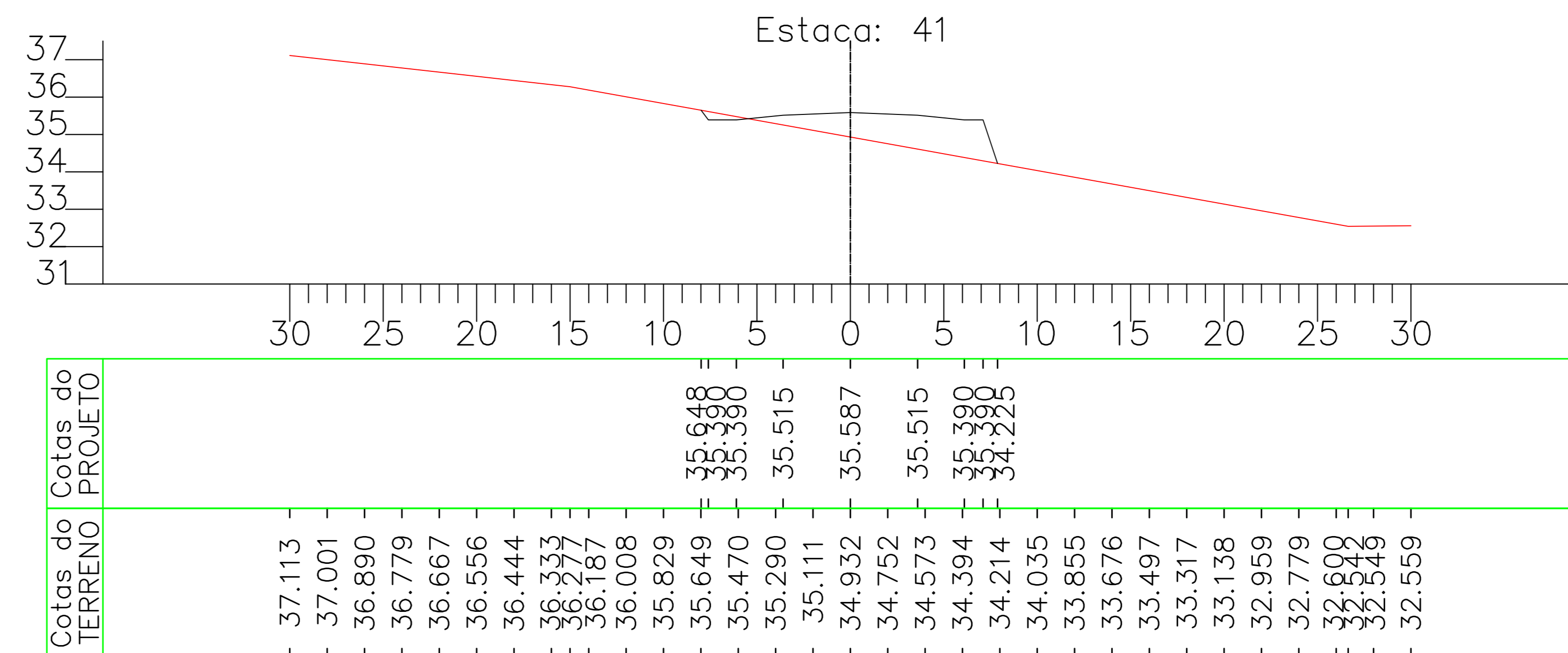
VC: 0,00 m³
 VA: 676,08 m³
 VAC: 0,00 m³
 VAA: 27476,17 m³



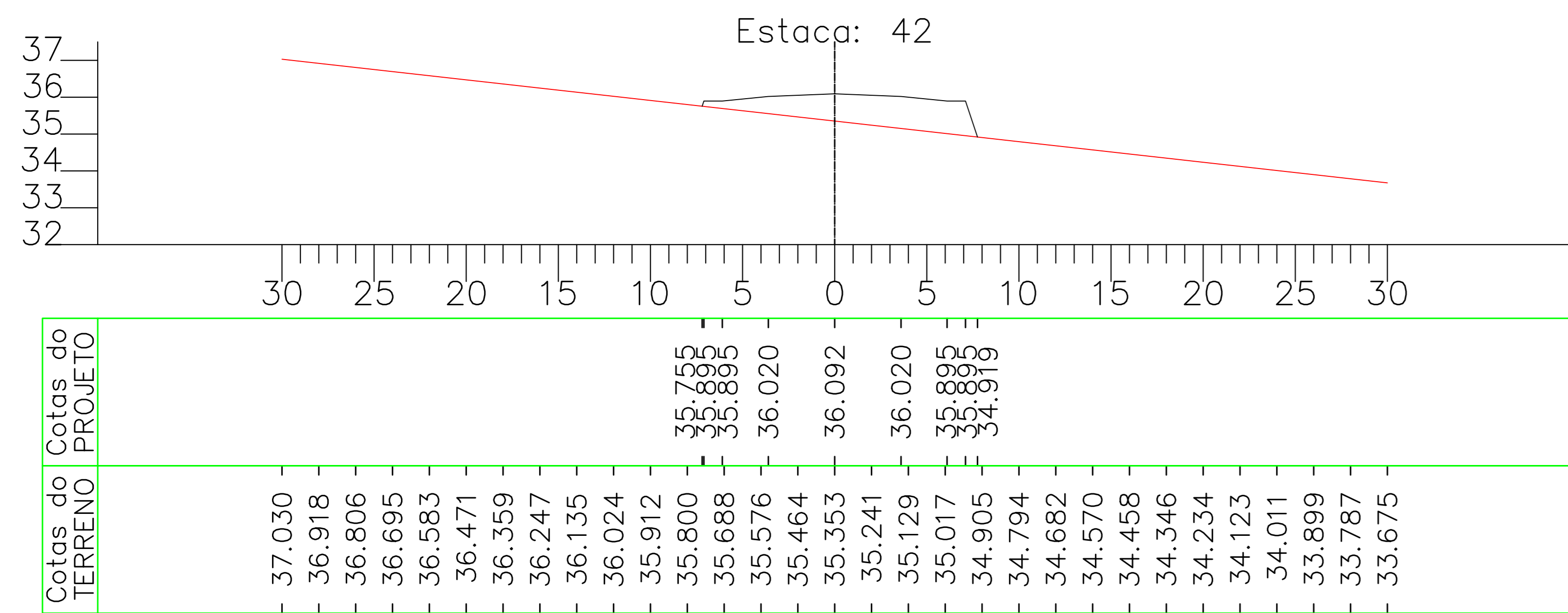
VC: 3,05 m³
 VA: 351,53 m³
 VAC: 3,05 m³
 VAA: 27827,70 m³



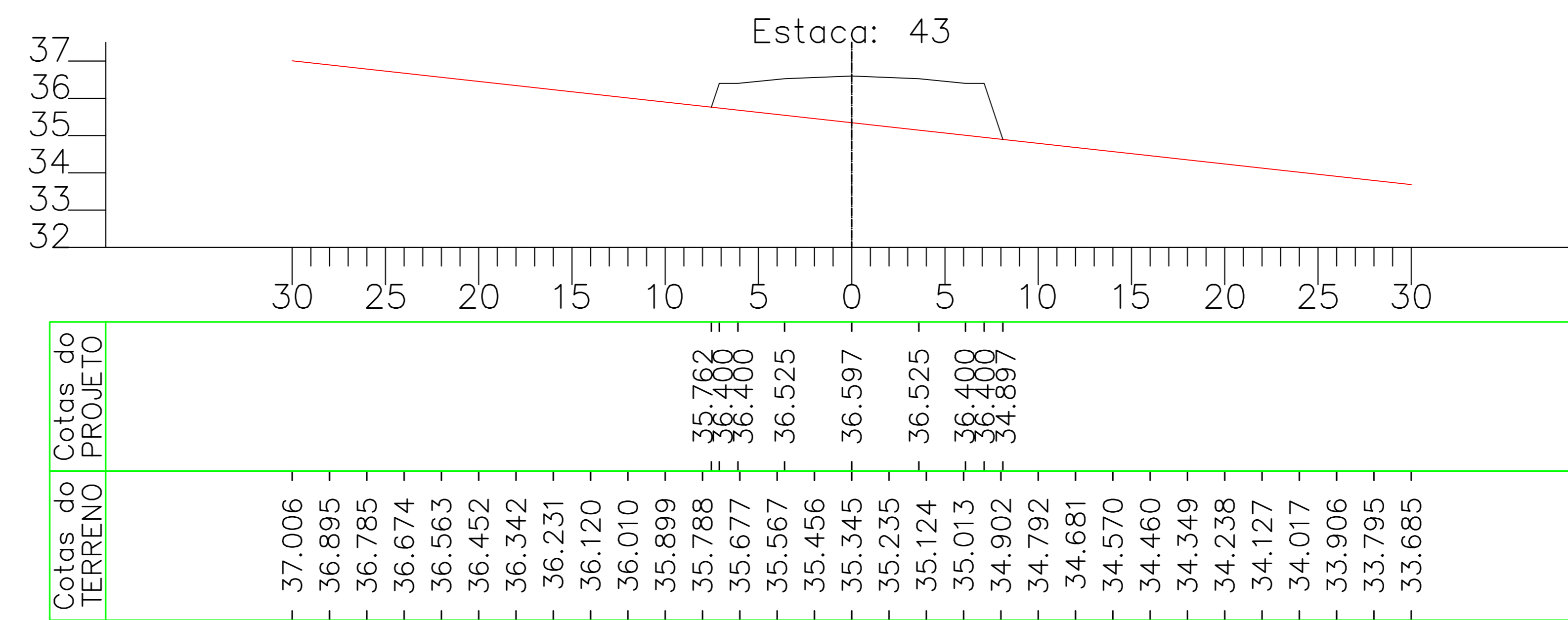
VC: 3,05 m³
 VA: 180,58 m³
 VAC: 6,10 m³
 VAA: 28008,28 m³



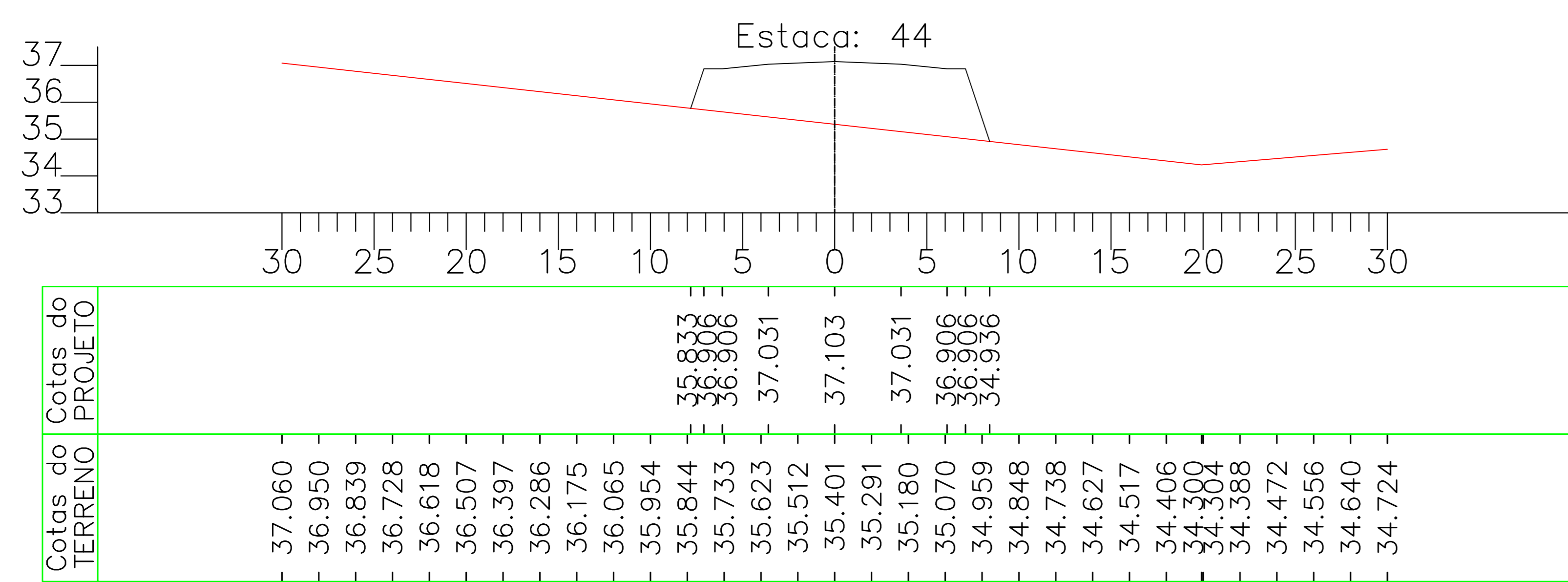
VC: 0,00 m³
 VA: 268,10 m³
 VAC: 6,10 m³
 VAA: 28276,38 m³



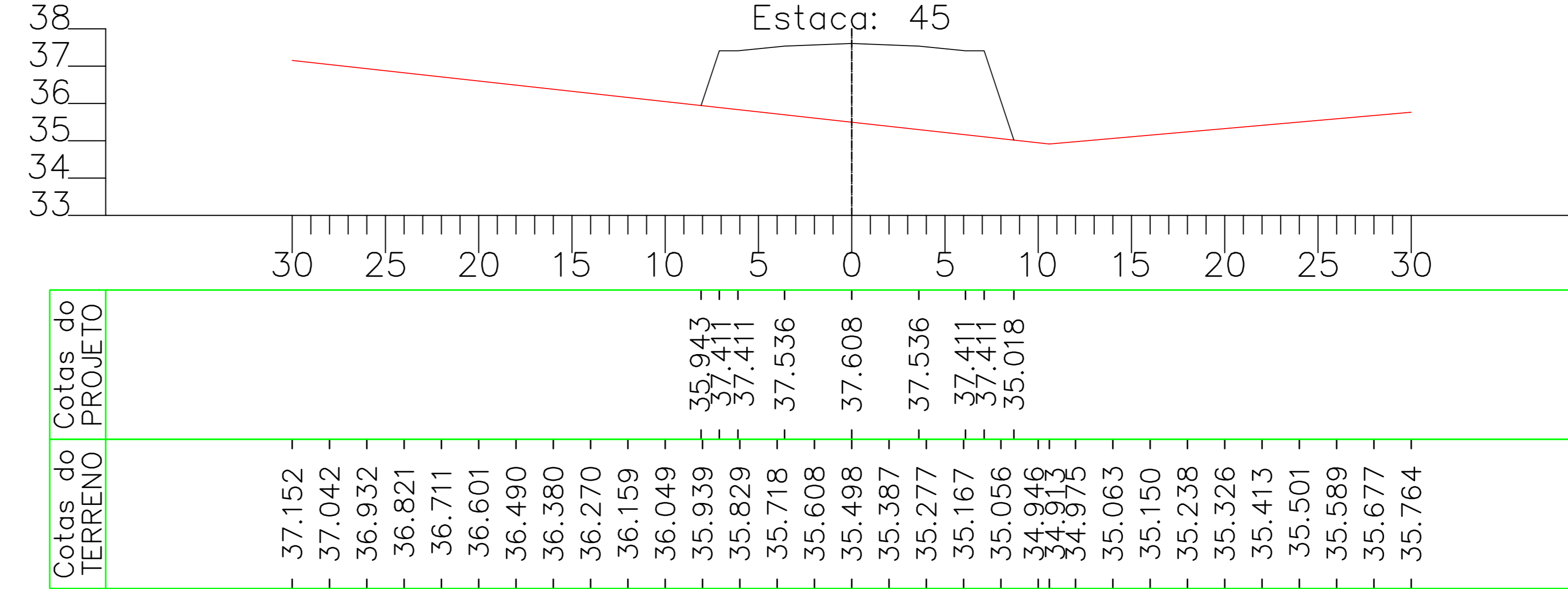
VC: 0,00 m³
 VA: 417,92 m³
 VAC: 6,10 m³
 VAA: 28694,30 m³



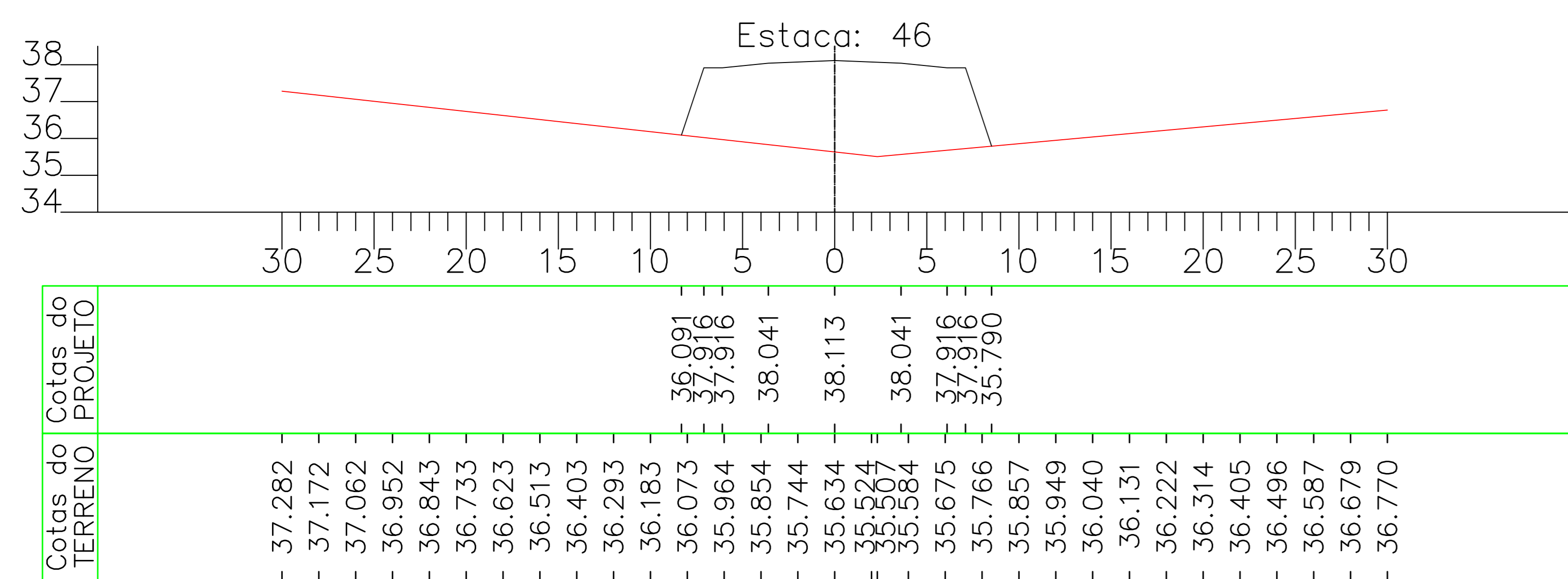
VC: 0,00 m³
 VA: 556,90 m³
 VAC: 6,10 m³
 VAA: 29251,19 m³



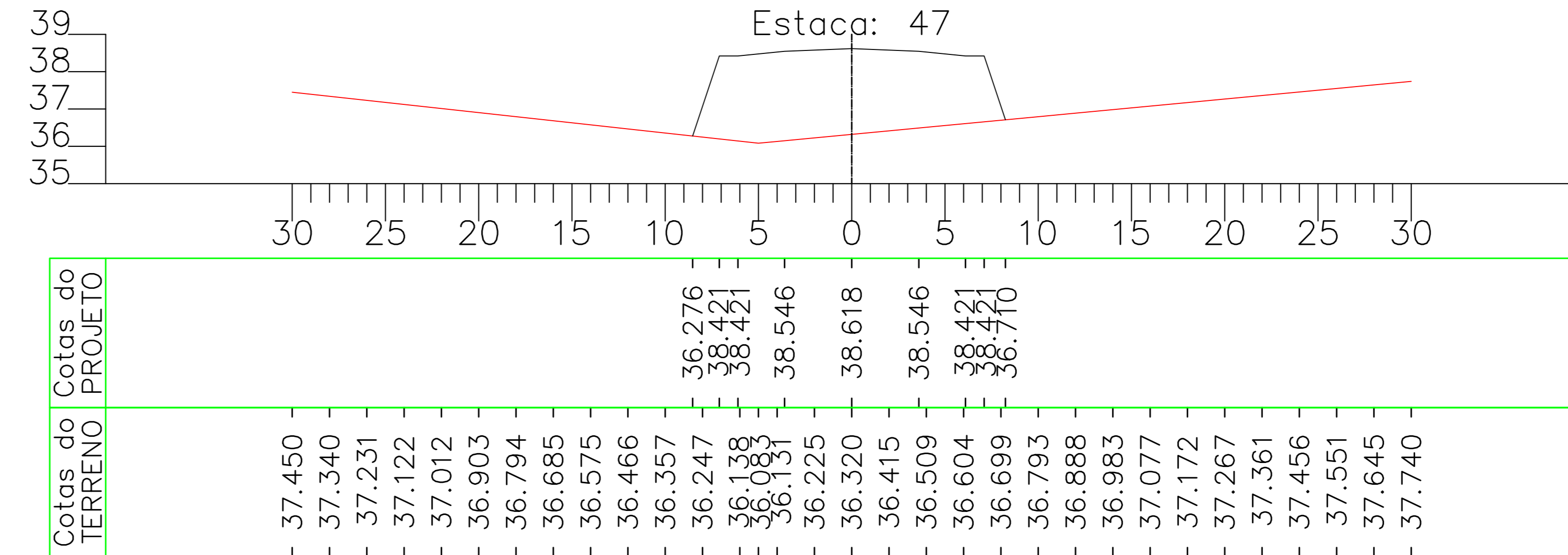
VC: 0,00 m³
 VA: 666,42 m³
 VAC: 6,10 m³
 VAA: 29917,61 m³



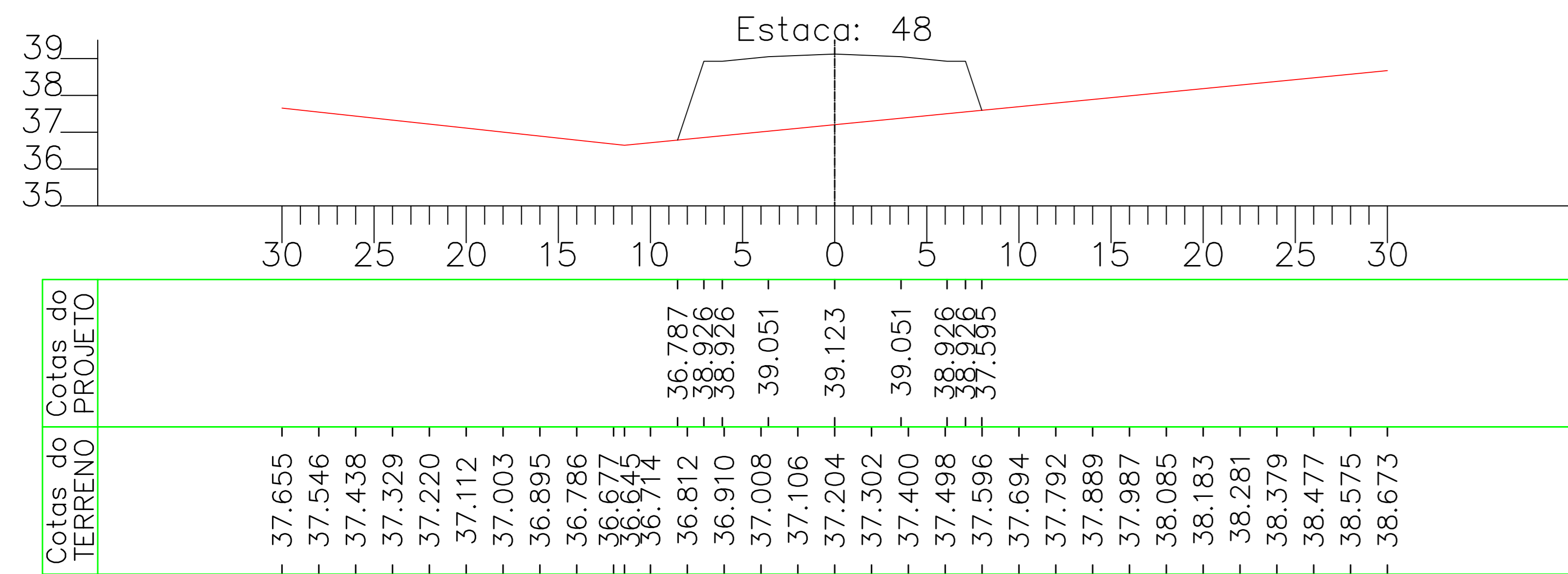
VC: 0,00 m³
 VA: 690,97 m³
 VAC: 6,10 m³
 VAA: 30608,58 m³



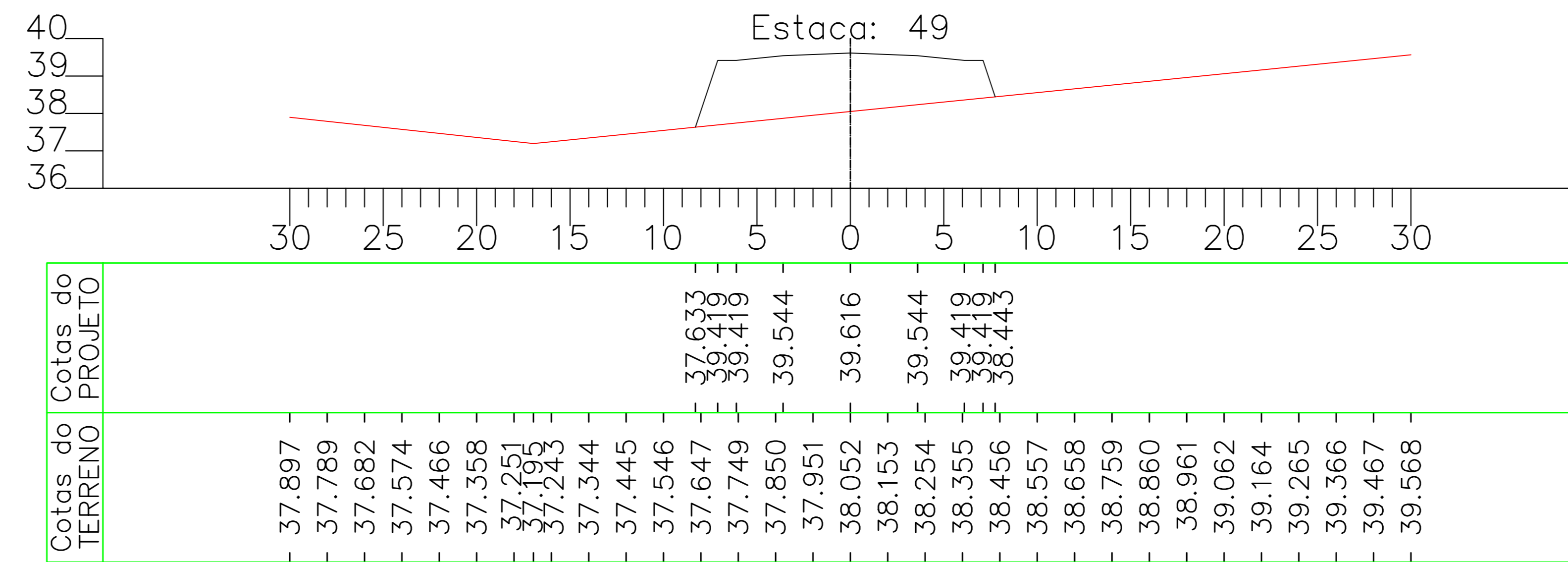
VC: 0,00 m³
 VA: 616,82 m³
 VAC: 6,10 m³
 VAA: 31225,40 m³



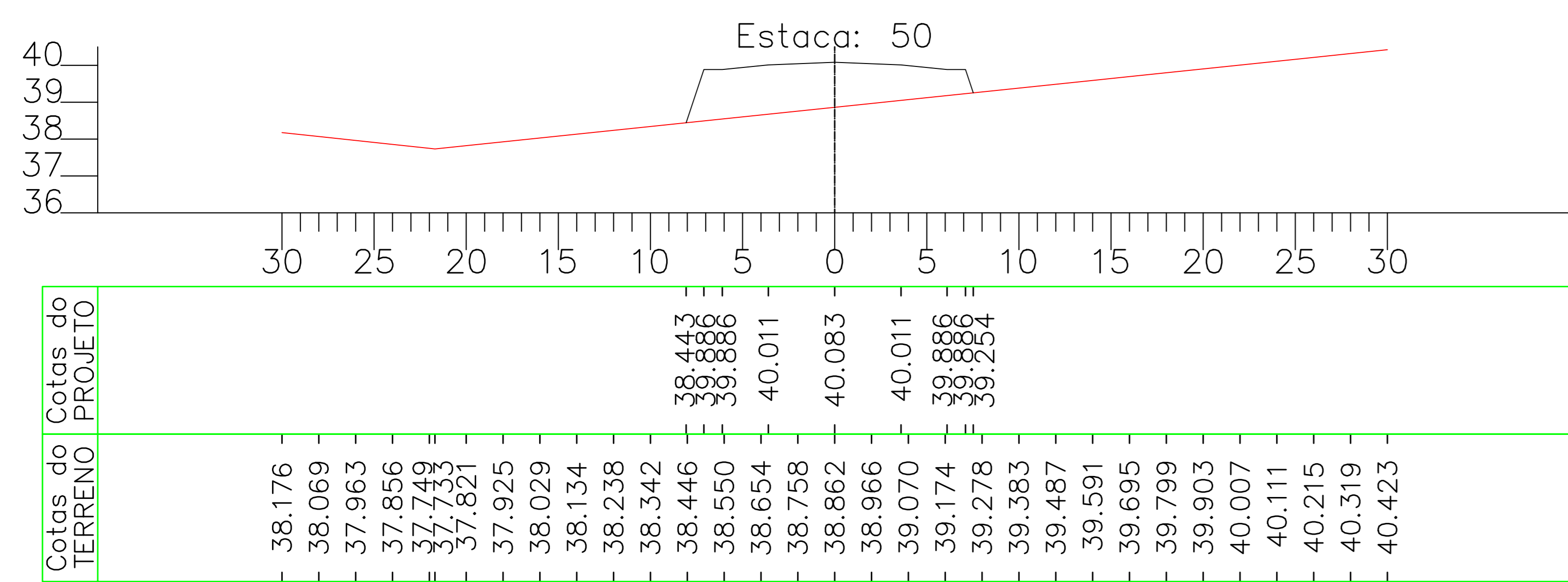
VC: 0,00 m³
 VA: 502,44 m³
 VAC: 6,10 m³
 VAA: 31727,84 m³



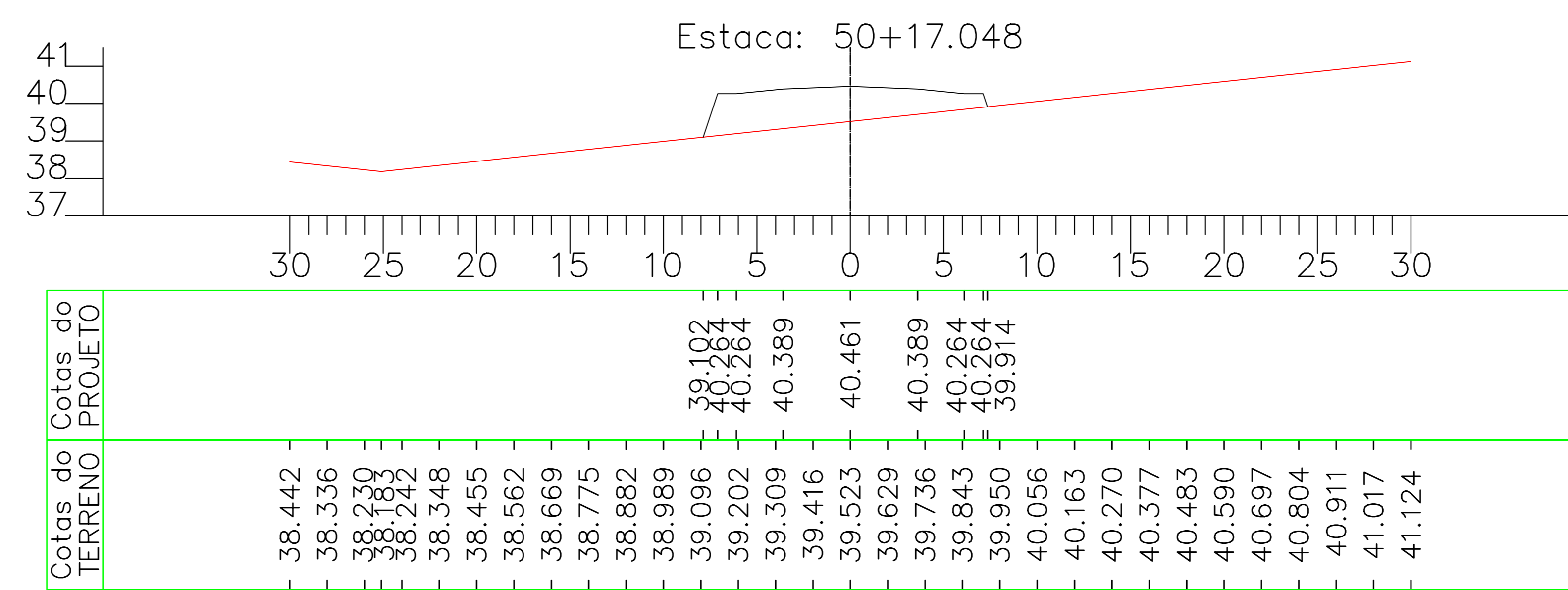
VC: 0,00 m³
 VA: 390,52 m³
 VAC: 6,10 m³
 VAA: 32118,36 m³



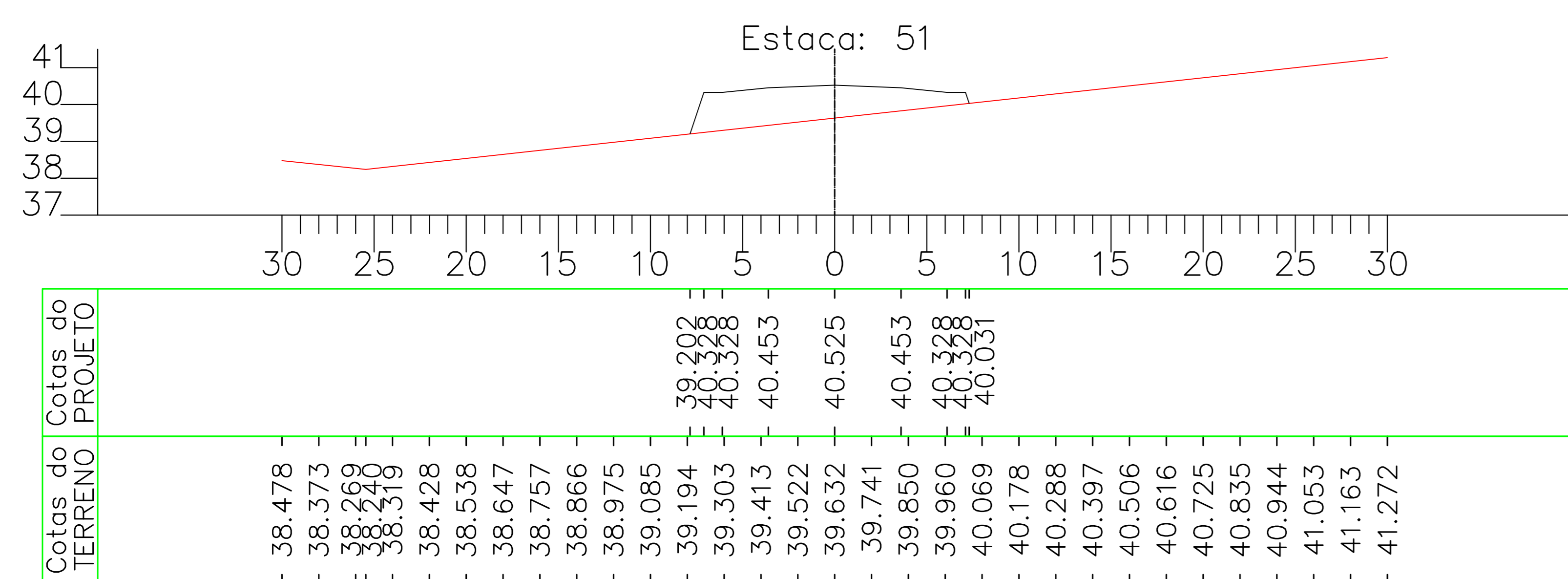
VC: 0,00 m³
 VA: 249,74 m³
 VAC: 6,10 m³
 VAA: 32368,11 m³



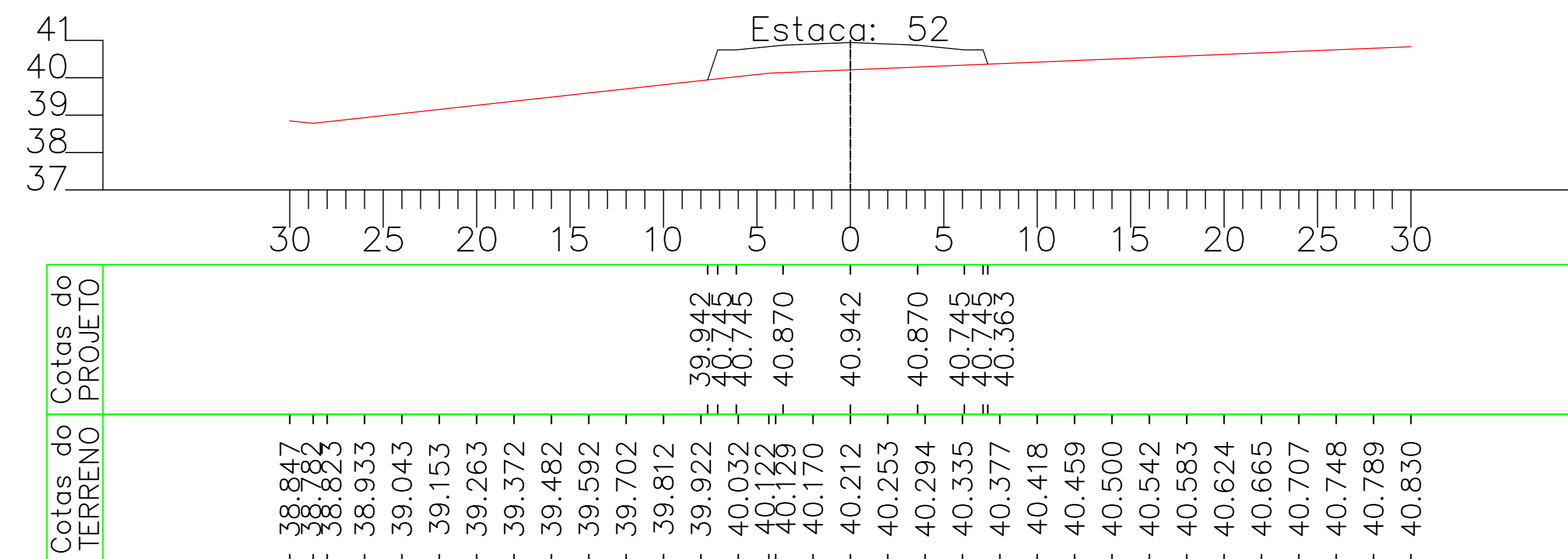
VC: 0,00 m³
 VA: 35,83 m³
 VAC: 6,10 m³
 VAA: 32403,93 m³



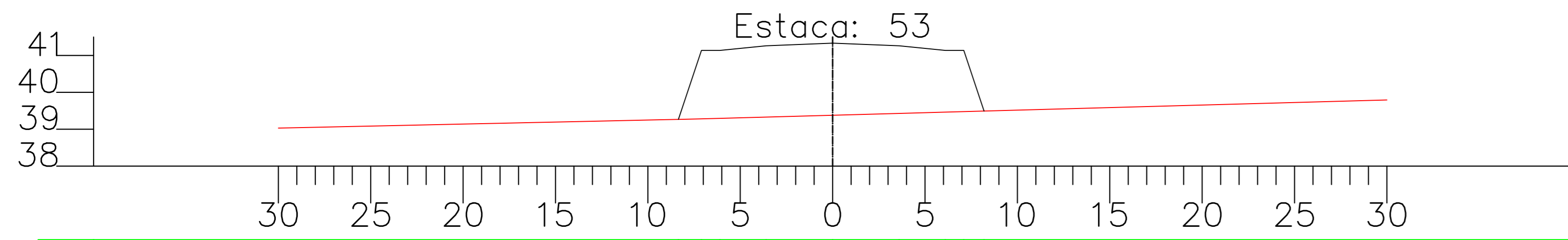
VC: 0,00 m³
 VA: 212,30 m³
 VAC: 6,10 m³
 VAA: 32616,23 m³



VC: 0,00 m³
 VA: 379,30 m³
 VAC: 6,10 m³
 VAA: 32995,53 m³

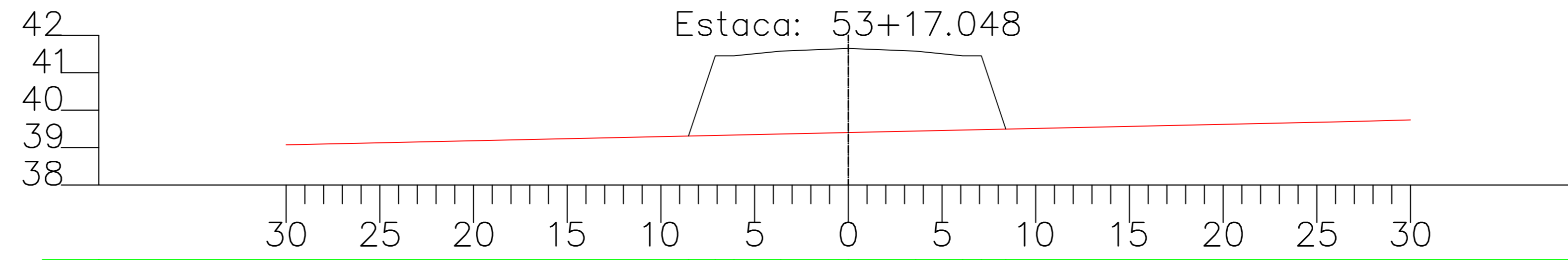


VC: 0,00 m³
 VA: 527,59 m³
 VAC: 6,10 m³
 VAA: 33523,12 m³



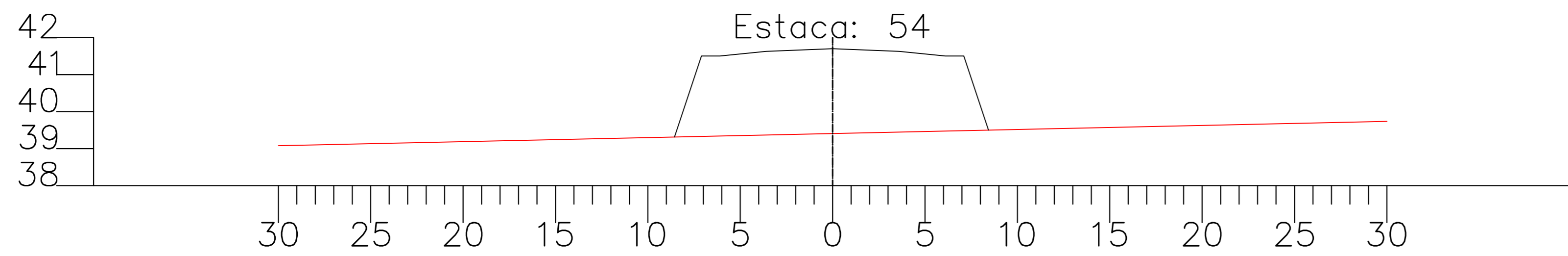
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
39.030	
39.052	
39.074	
39.096	
39.118	
39.140	
39.161	
39.183	
39.205	
39.227	
39.249	
39.271	39.267
39.276	41.137
39.296	41.137
39.324	41.262
39.351	
39.379	41.334
39.407	
39.434	41.262
39.462	41.137
39.489	41.137
39.517	39.492
39.545	
39.572	
39.600	
39.628	
39.655	
39.683	
39.710	
39.738	
39.766	
39.793	

VC: 0,00 m³
 VA: 99,69 m³
 VAC: 6,10 m³
 VAA: 33622,82 m³



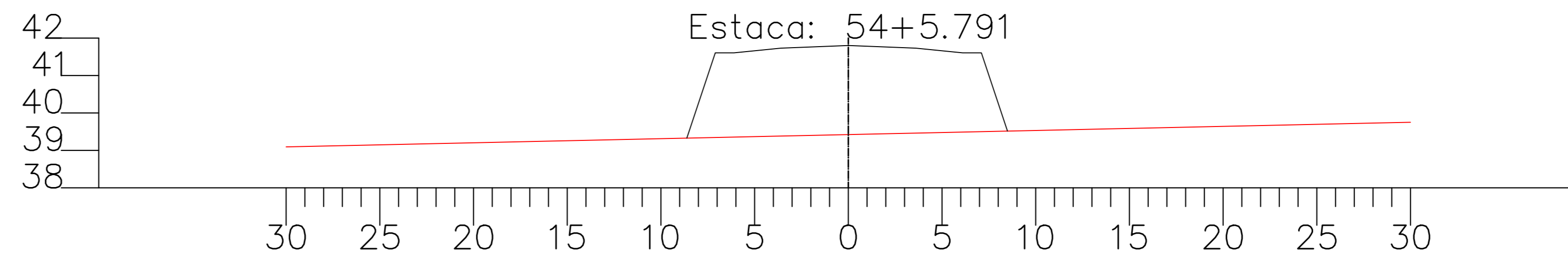
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
39.072	
39.094	
39.116	
39.138	
39.160	
39.182	
39.204	
39.226	
39.247	
39.269	
39.291	
39.313	39.307
39.335	41.451
39.357	41.451
39.379	41.576
39.401	41.648
39.423	
39.444	41.576
39.466	41.451
39.488	41.451
39.510	39.493
39.532	
39.554	
39.576	
39.598	
39.620	
39.641	
39.663	
39.685	
39.707	
39.729	
39.751	

VC: 0,00 m³
 VA: 202,14 m³
 VAC: 6,10 m³
 VAA: 33824,95 m³



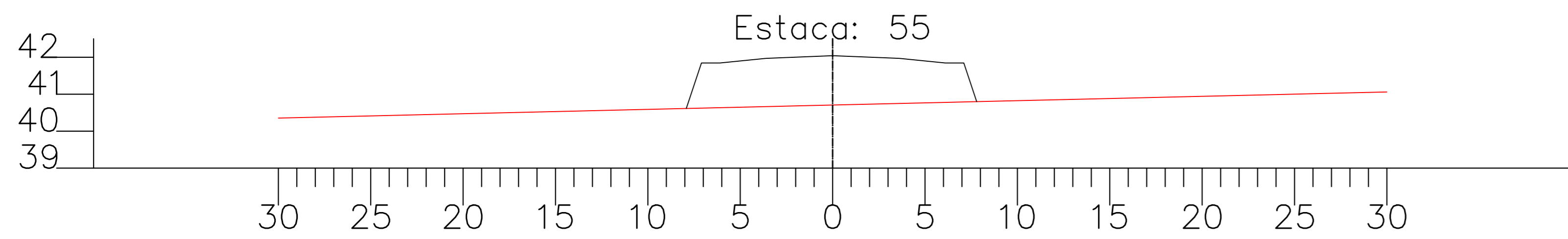
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
39.079	
39.101	
39.123	
39.145	
39.167	
39.189	
39.211	
39.233	
39.254	
39.276	
39.298	
39.320	39.314
39.342	41.503
39.364	41.503
39.386	41.628
39.408	41.700
39.430	
39.452	41.628
39.474	41.503
39.496	41.503
39.517	39.500
39.539	
39.561	
39.583	
39.605	
39.627	
39.649	
39.671	
39.693	
39.715	
39.737	

VC: 0,00 m³
 VA: 384,68 m³
 VAC: 6,10 m³
 VAA: 34209,63 m³



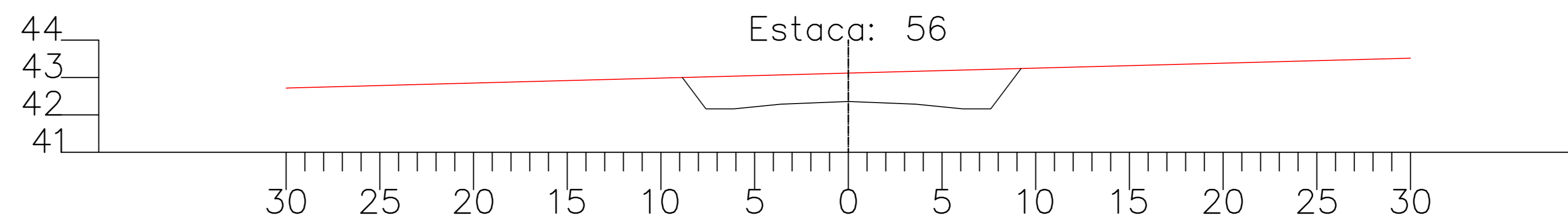
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
39.093	
39.115	
39.137	
39.159	
39.181	
39.203	
39.225	
39.247	
39.269	
39.291	
39.313	
39.334	39.328
39.356	41.605
39.378	41.605
39.400	41.730
39.422	41.802
39.444	
39.466	41.730
39.488	41.605
39.510	41.605
39.532	39.515
39.554	
39.576	
39.597	
39.619	
39.641	
39.663	
39.685	
39.707	
39.729	
39.751	

VC: 144,51 m³
 VA: 184,96 m³
 VAC: 150,61 m³
 VAA: 34394,59 m³



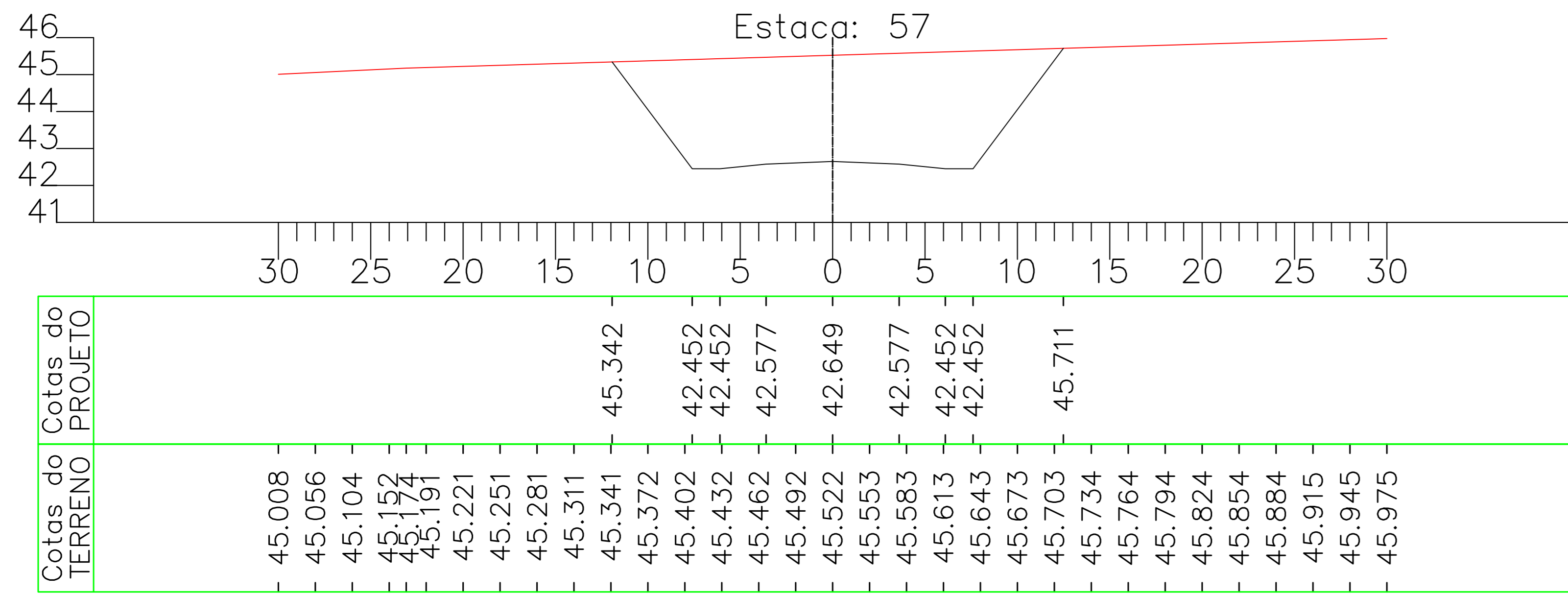
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
40.354	
40.377	
40.401	
40.424	
40.448	
40.472	
40.495	
40.519	
40.542	
40.566	
40.589	
40.613	40.614
40.636	41.845
40.660	41.845
40.683	41.970
40.707	42.042
40.731	
40.754	41.970
40.778	41.845
40.801	41.845
40.825	40.798
40.848	
40.872	
40.895	
40.919	
40.942	
40.966	
40.990	
41.013	
41.037	
41.060	

VC: 738,29 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 888,90 m³
 VAA: 34394,59 m³

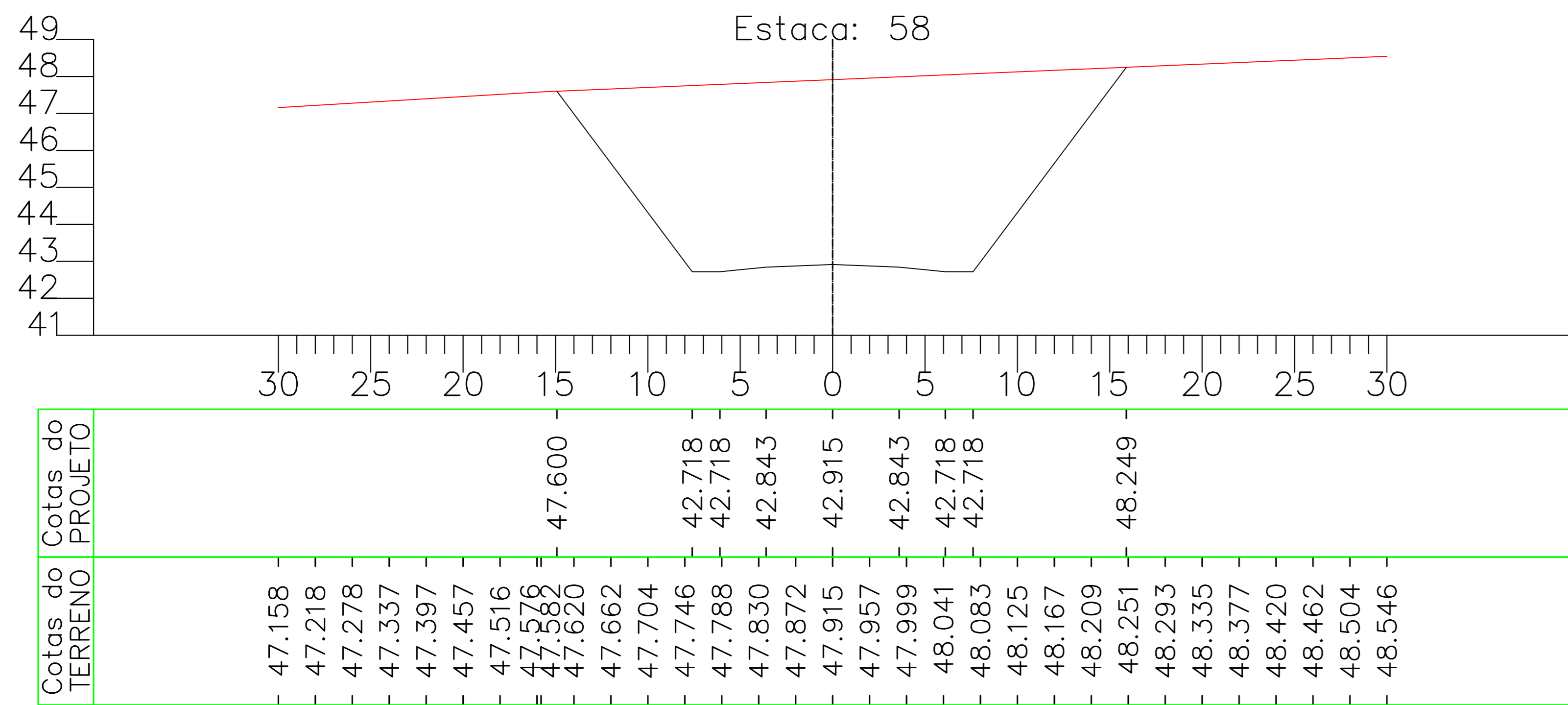


Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
42.716	
42.740	
42.764	
42.771	
42.798	
42.824	
42.851	
42.878	
42.904	
42.931	
42.957	
42.984	
43.011	42.999
43.037	42.161
43.064	42.161
43.090	42.286
43.117	42.358
43.144	
43.170	42.286
43.197	42.161
43.223	42.161
43.250	43.240
43.277	
43.303	
43.330	
43.356	
43.383	
43.410	
43.436	
43.463	
43.489	
43.516	

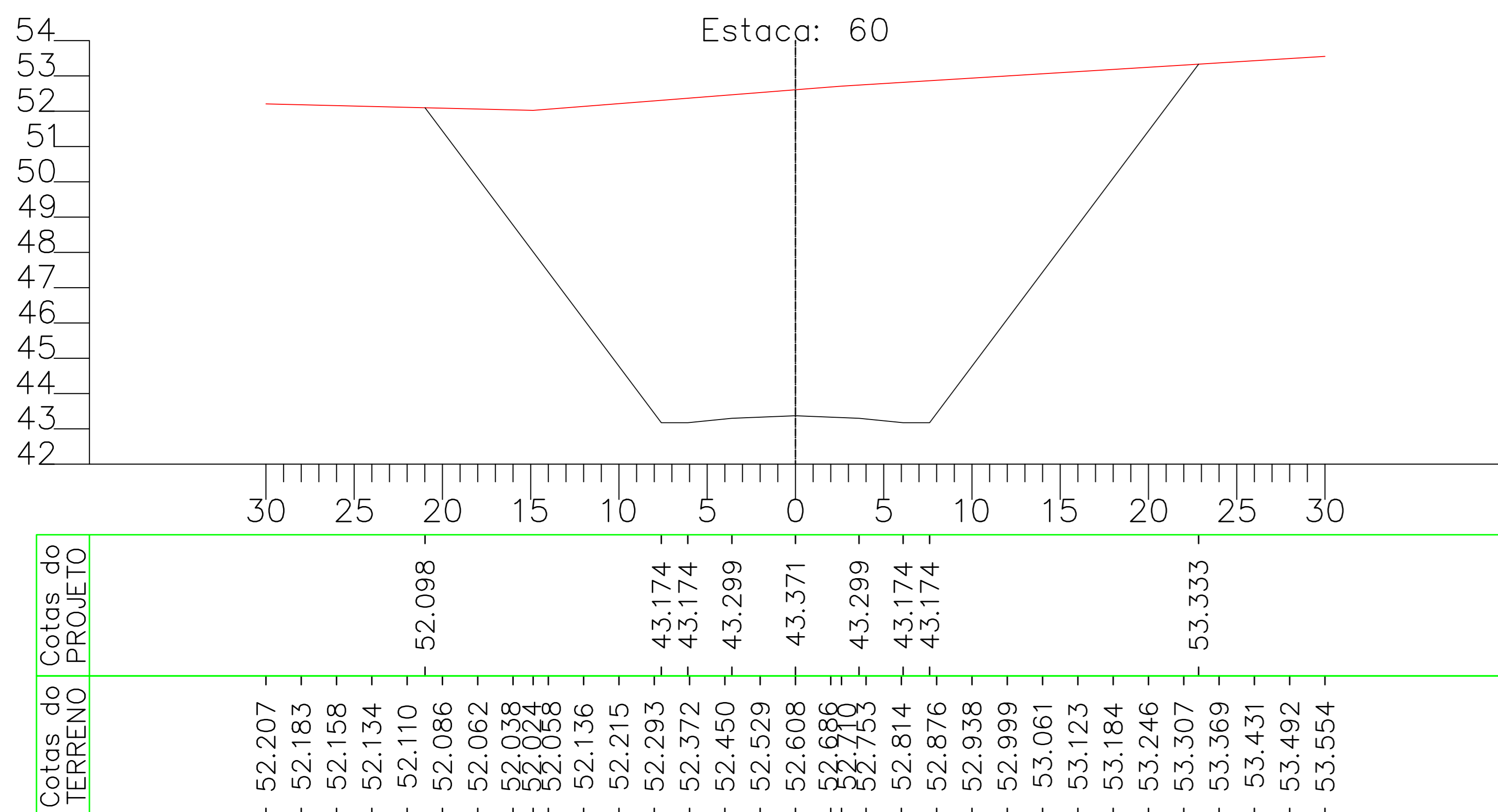
VC: 389,06 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 1277,96 m³
 VAA: 34394,59 m³



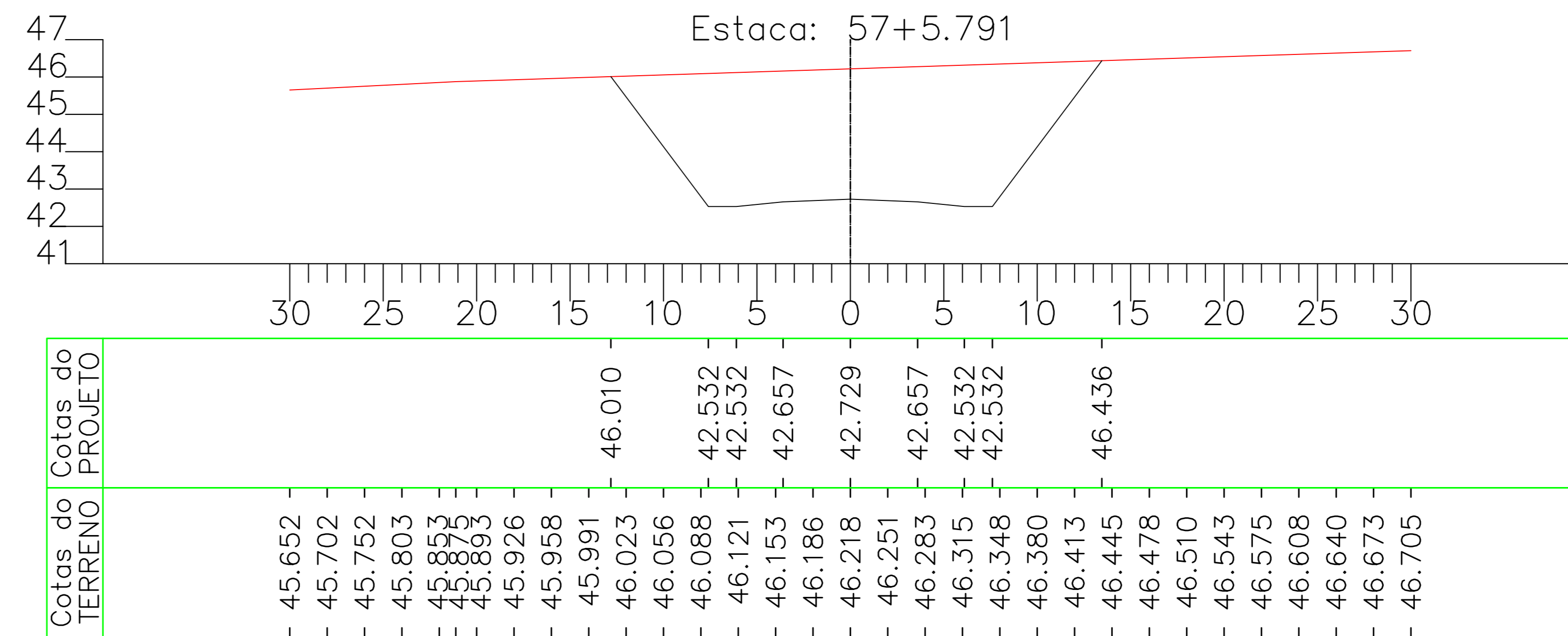
VC: 3084,01 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 5734,50 m³
 VAA: 34394,59 m³



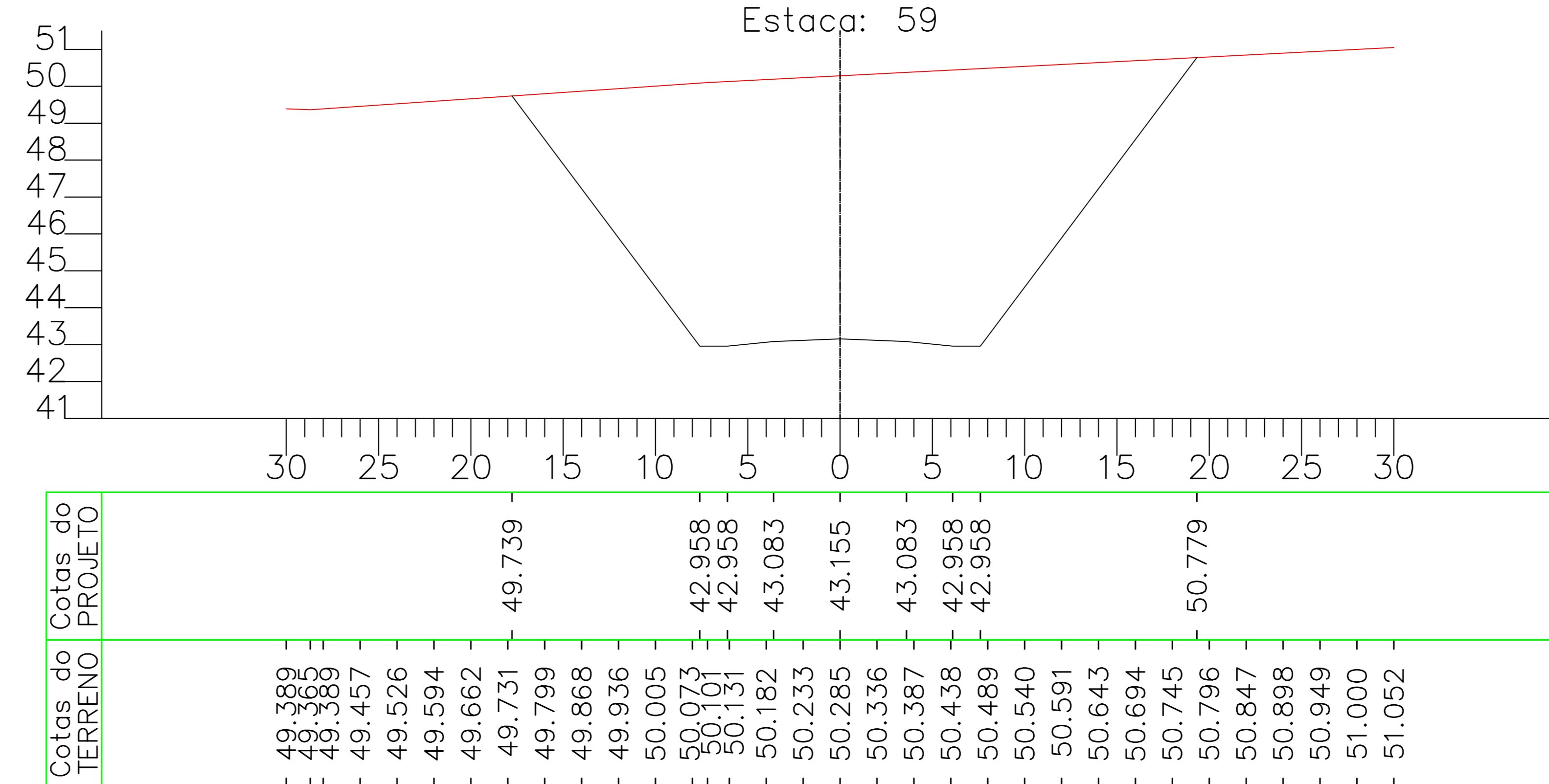
VC: 6622,24 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 17015,22 m³
 VAA: 34394,59 m³



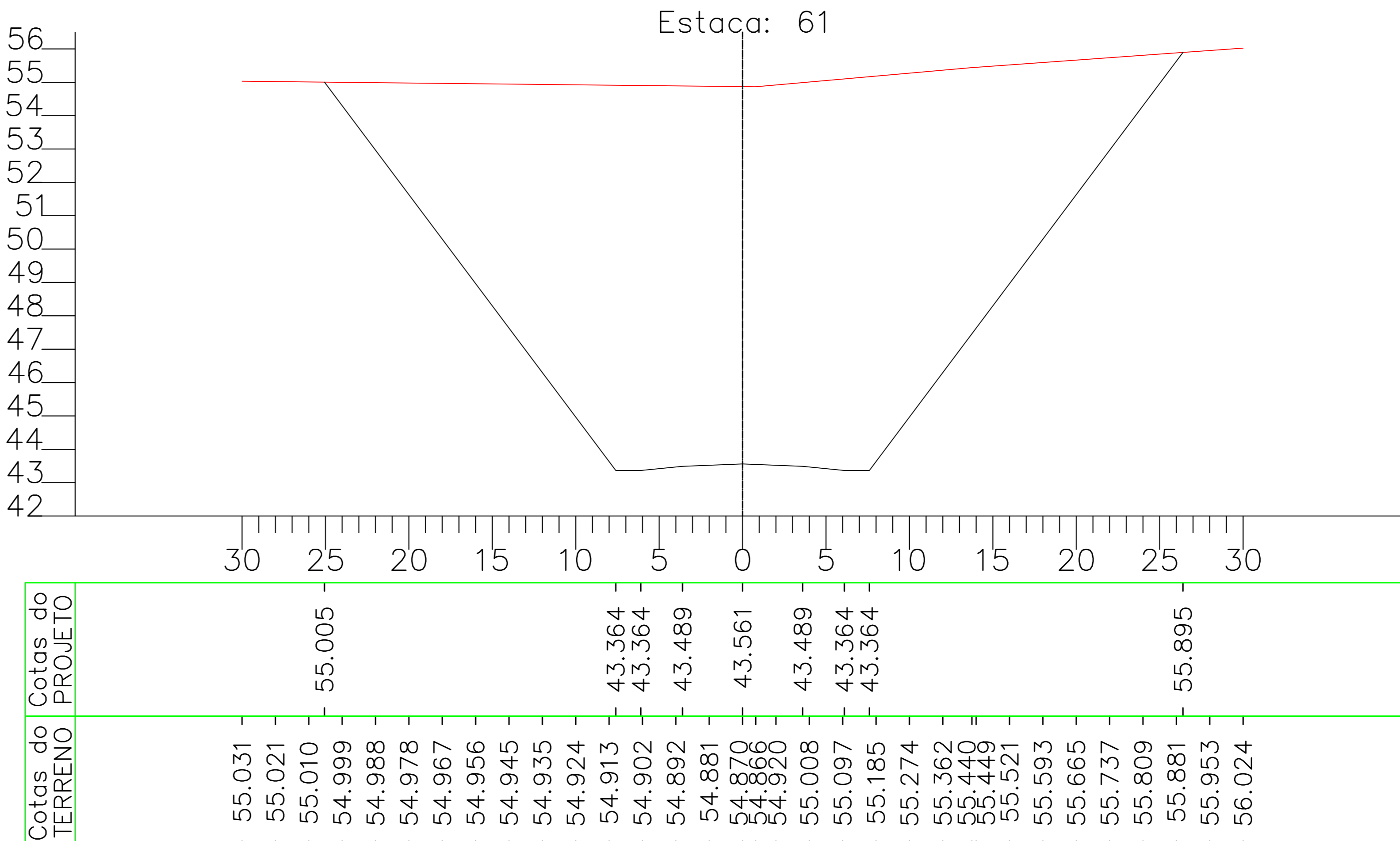
VC: 1372,53 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 2650,49 m³
 VAA: 34394,59 m³



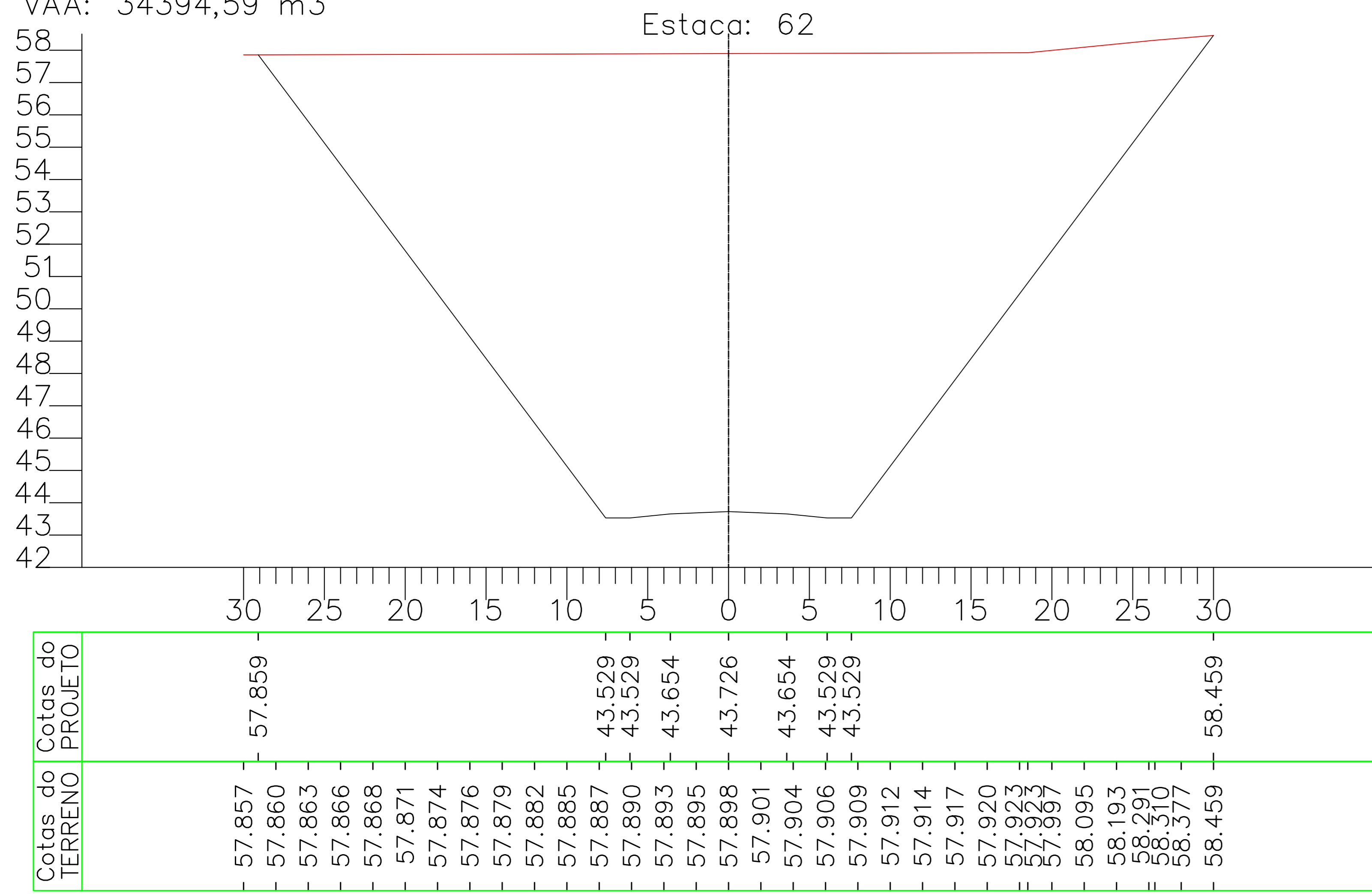
VC: 4658,48 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 10392,98 m³
 VAA: 34394,59 m³



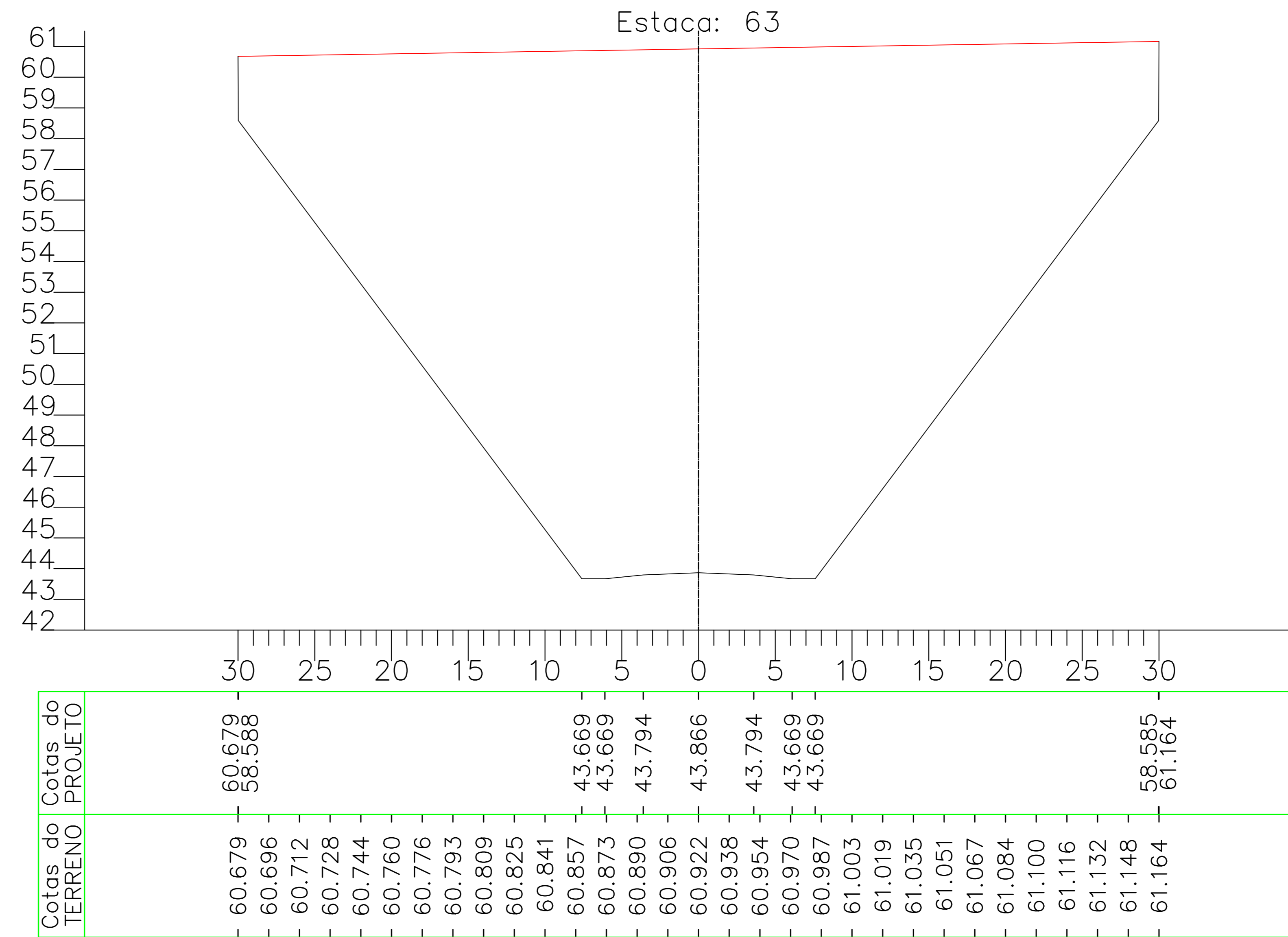
VC: 9160,95 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 26176,16 m³
 VAA: 34394,59 m³



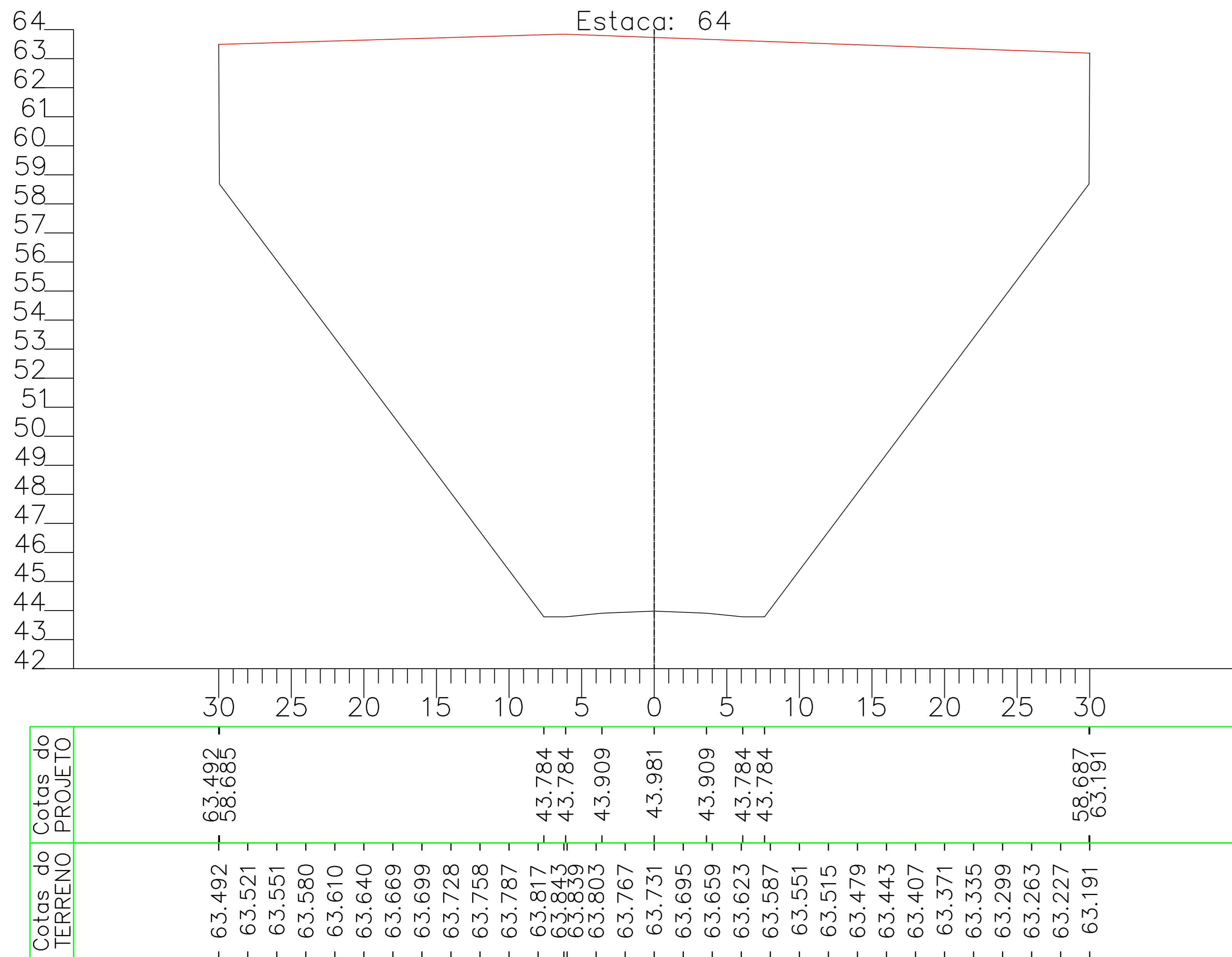
VC: 12285,70 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 38461,86 m³
 VAA: 34394,59 m³



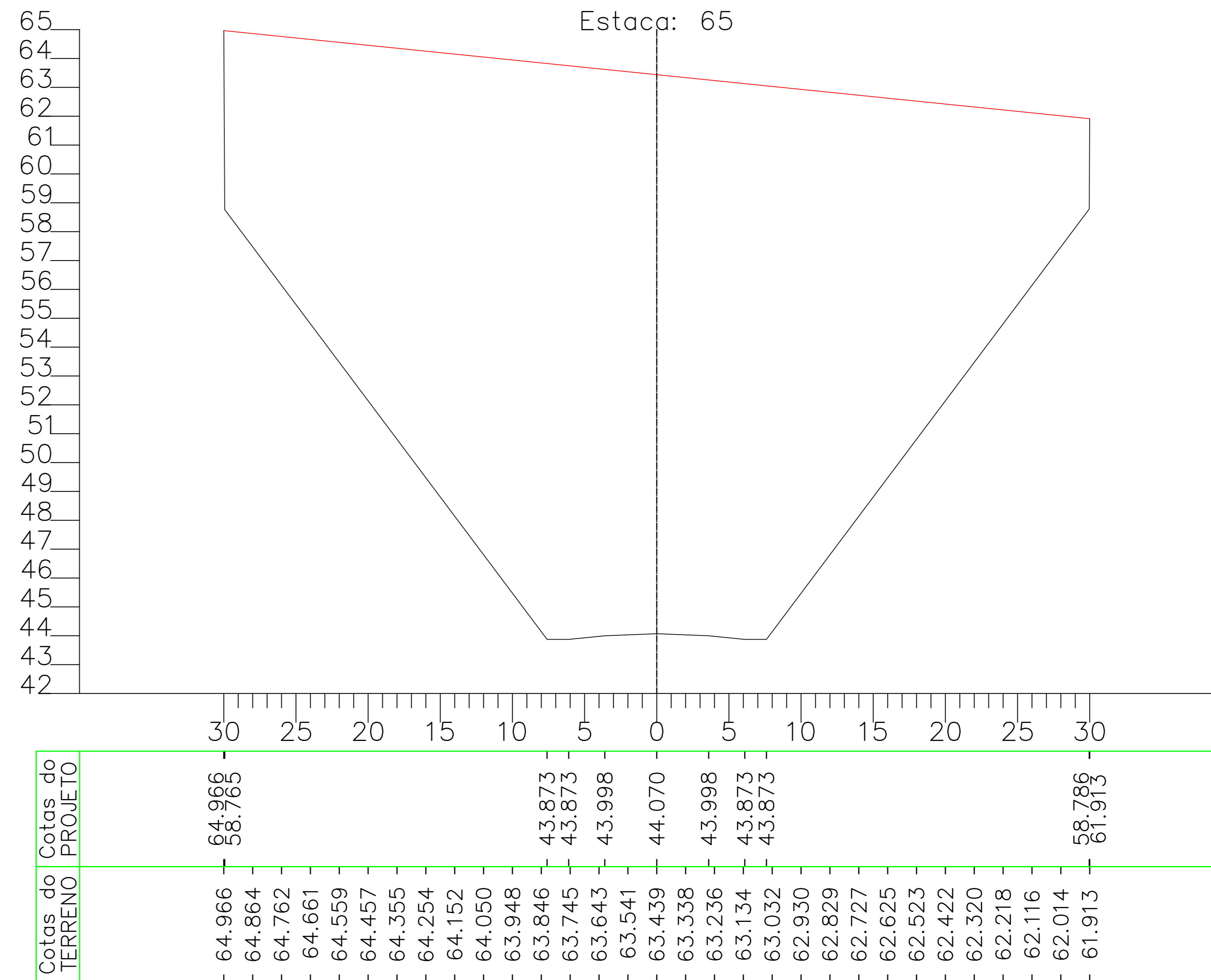
VC: 15503,99 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 53965,85 m³
 VAA: 34394,59 m³



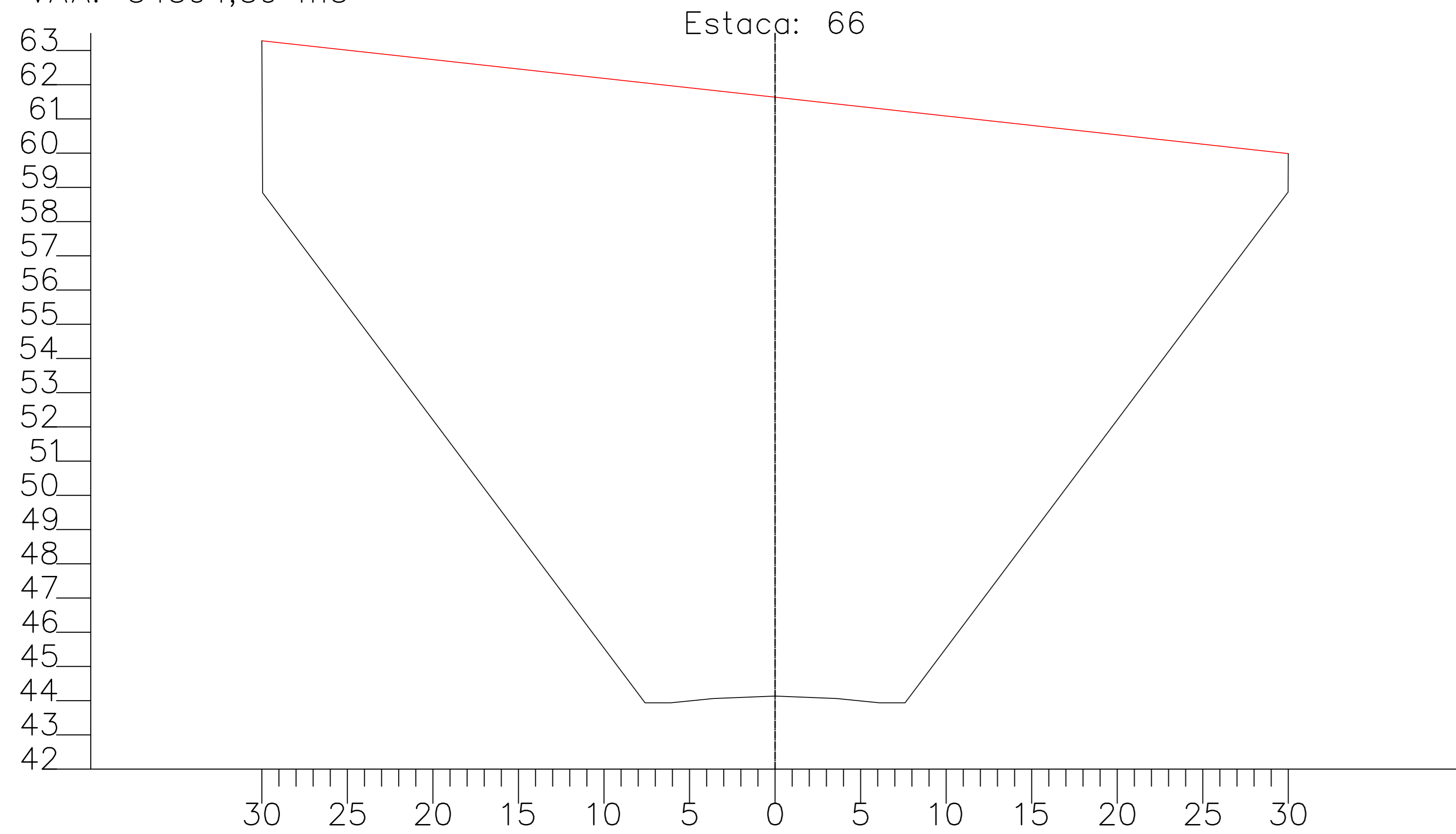
VC: 16890,02 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 70855,87 m³
 VAA: 34394,59 m³



VC: 15633,88 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 86489,75 m³
 VAA: 34394,59 m³

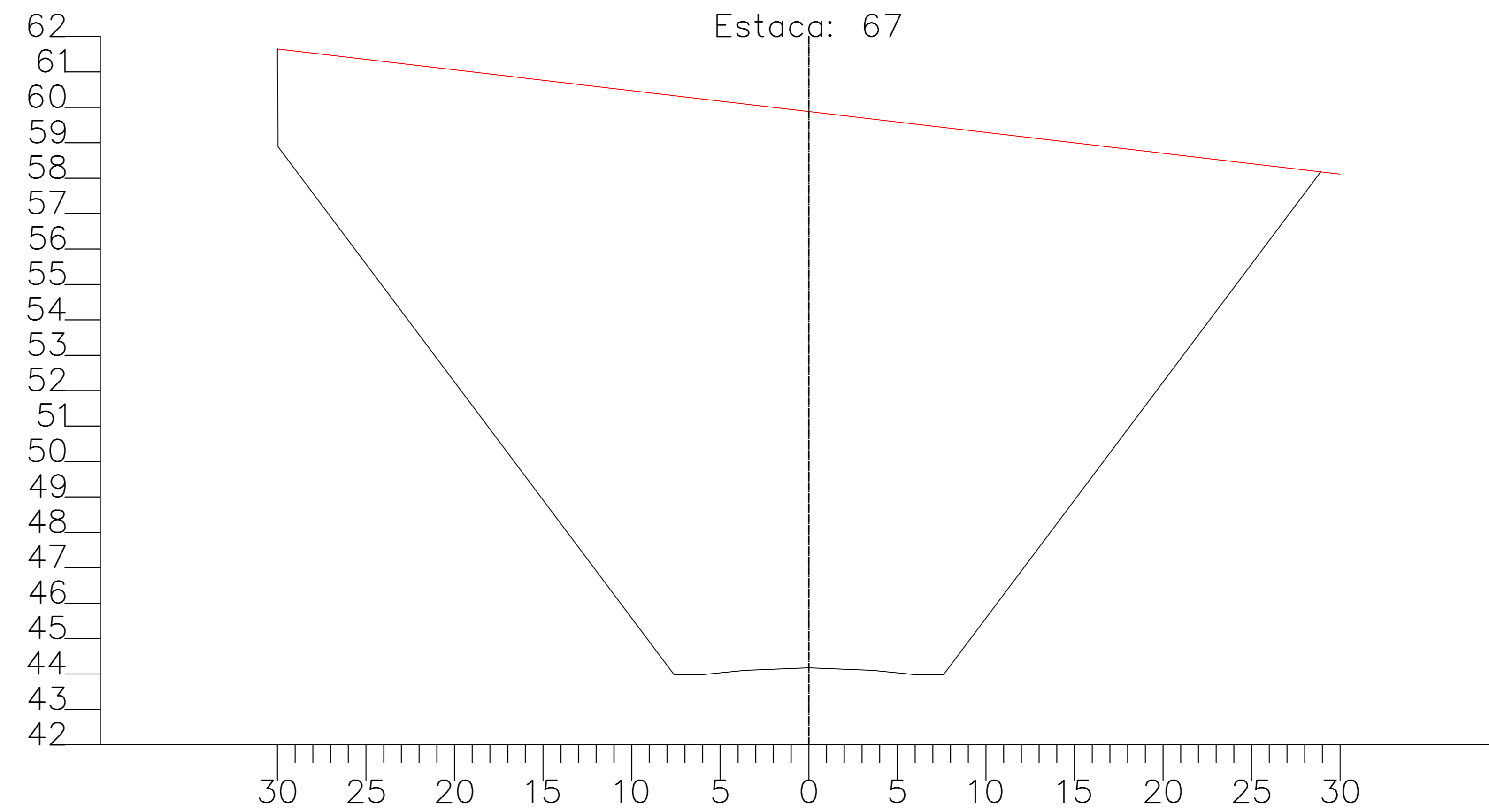


VC: 13443,59 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 99933,34 m³
 VAA: 34394,59 m³



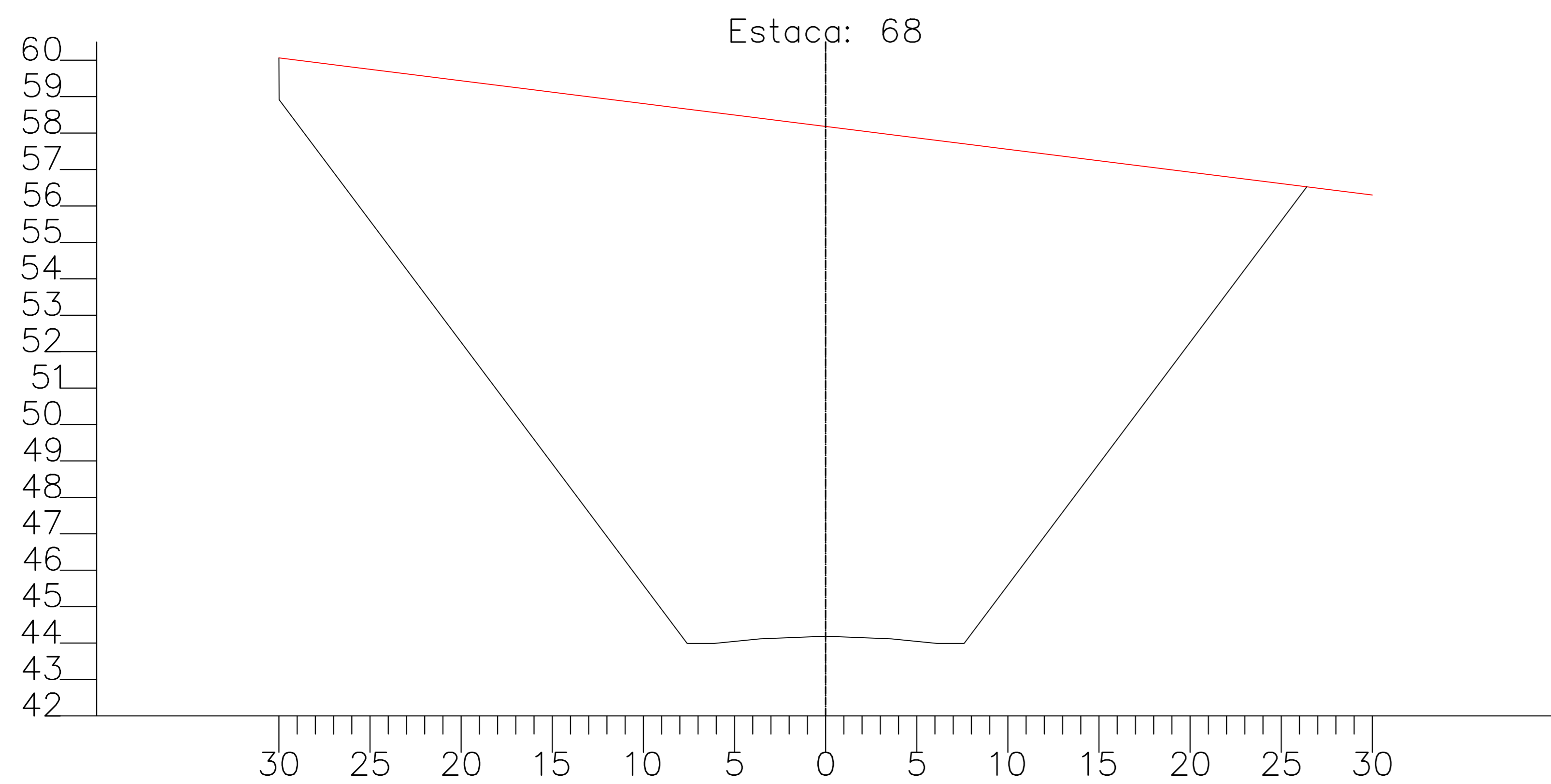
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
63.284	63.284
63.174	58.841
63.064	
62.954	
62.844	
62.734	
62.624	
62.514	
62.404	
62.294	
62.185	
62.075	43.938
61.965	43.938
61.855	44.063
61.745	
61.635	44.135
61.525	
61.415	44.063
61.305	43.938
61.195	43.938
61.086	
60.976	
60.866	
60.756	
60.646	
60.536	
60.426	
60.316	
60.206	
60.096	
59.986	58.863
	59.986

VC: 11388,13 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 111321,47 m³
 VAA: 34394,59 m³



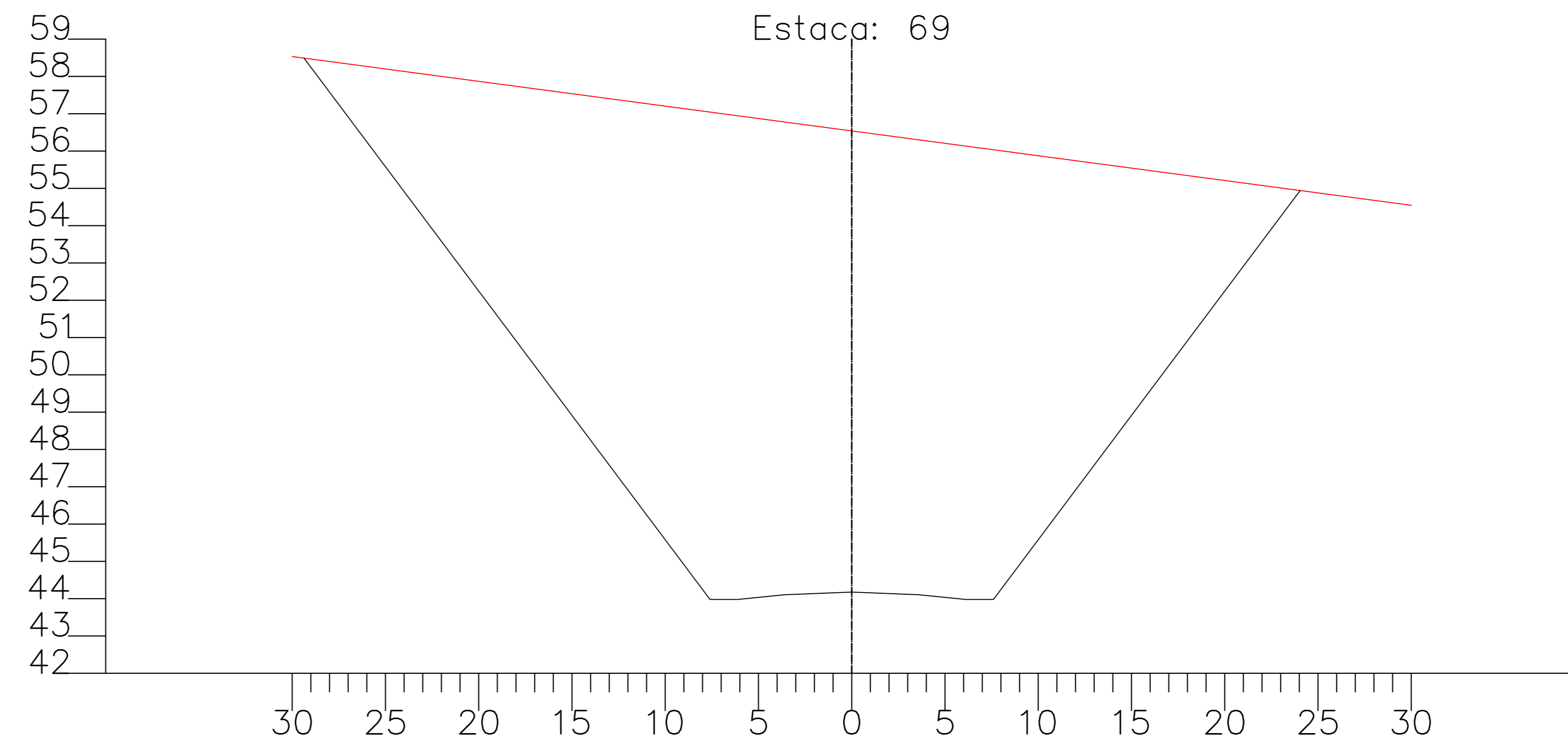
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
61.649	61.649
61.531	58.892
61.413	
61.295	
61.177	
61.059	
60.942	
60.824	
60.706	
60.588	
60.470	
60.353	43.977
60.235	43.977
60.117	44.102
59.999	
59.881	44.174
59.764	
59.646	44.102
59.528	43.977
59.410	43.977
59.292	
59.174	
59.057	
58.939	
58.821	
58.703	
58.585	
58.468	
58.350	
58.232	
58.114	58.179

VC: 9508,86 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 120830,33 m³
 VAA: 34394,59 m³



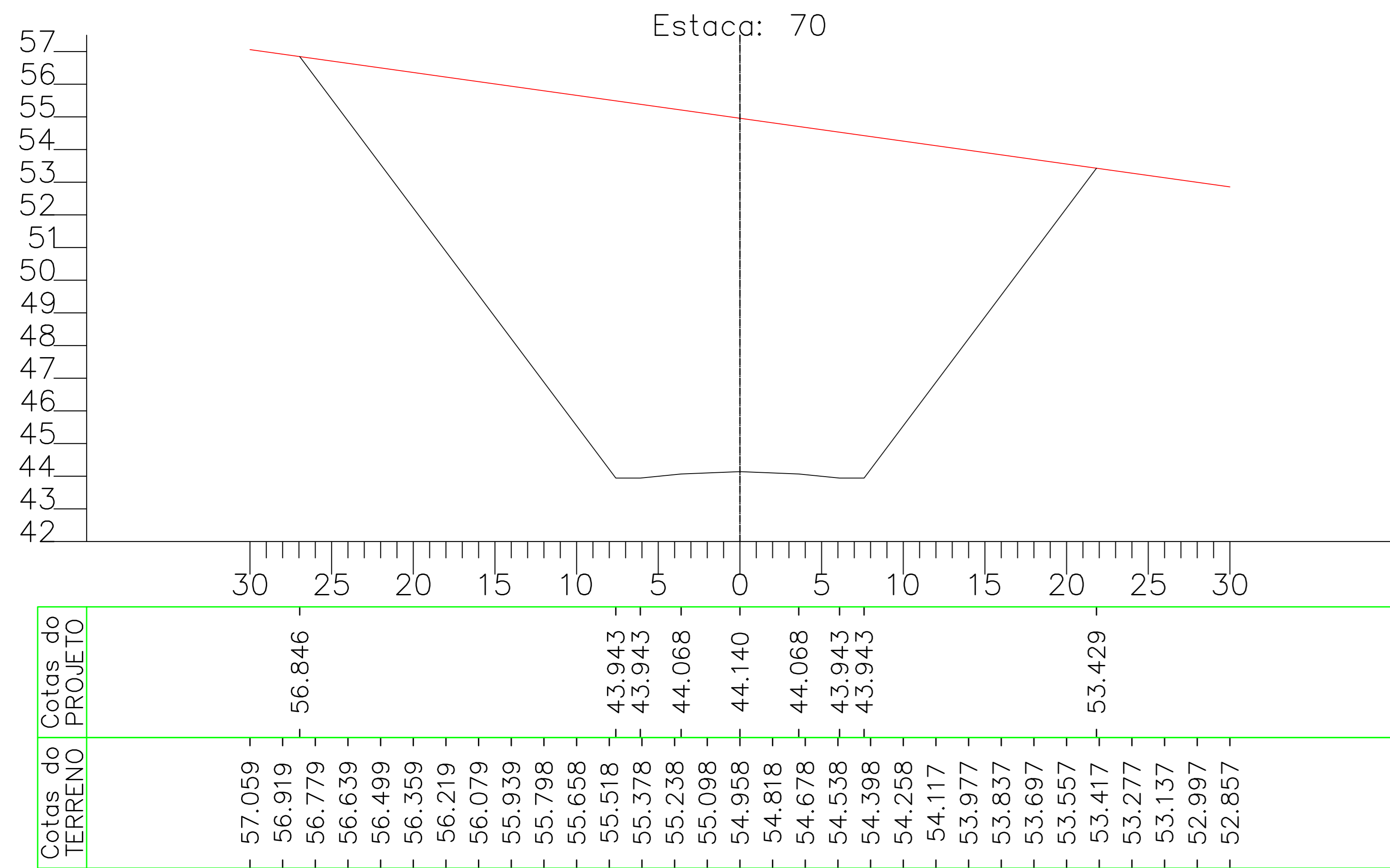
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
60.064	60.064
59.939	58.916
59.813	
59.688	
59.562	
59.437	
59.311	
59.186	
59.060	
58.935	
58.809	
58.684	43.991
58.558	43.991
58.433	44.116
58.307	
58.182	44.188
58.056	
57.931	44.116
57.805	43.991
57.680	43.991
57.554	
57.429	
57.303	
57.178	
57.052	
56.927	
56.801	
56.676	
56.550	56.525
56.425	
56.299	

VC: 7829,83 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 128660,15 m³
 VAA: 34394,59 m³

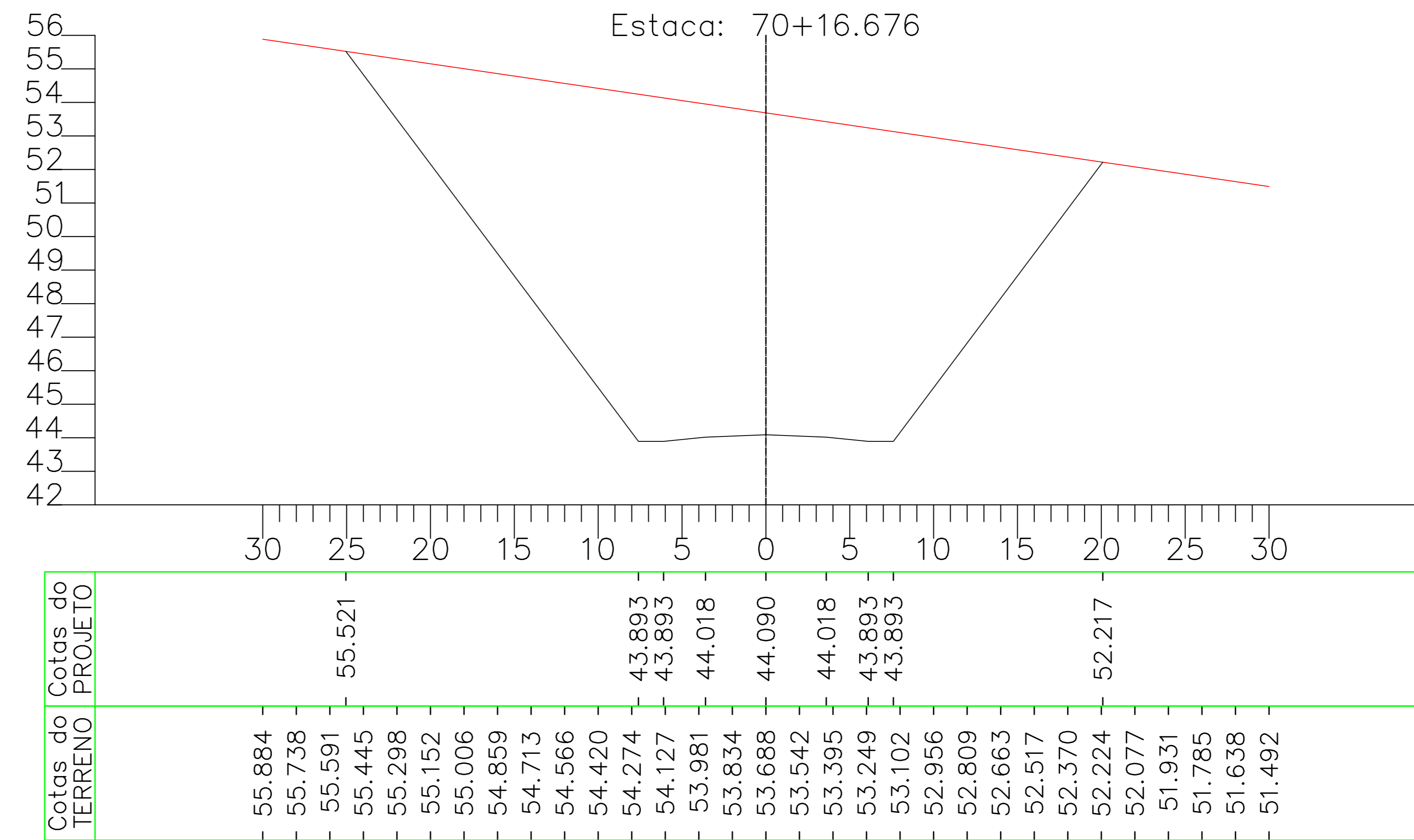


Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
58.533	58.491
58.400	
58.267	
58.134	
58.002	
57.869	
57.736	
57.603	
57.470	
57.337	
57.204	
57.071	43.979
56.938	43.979
56.805	44.104
56.672	
56.539	44.176
56.407	
56.274	44.104
56.141	43.979
56.008	43.979
55.875	
55.742	
55.609	
55.476	
55.343	
55.210	
55.077	
54.944	54.942
54.812	
54.679	
54.546	

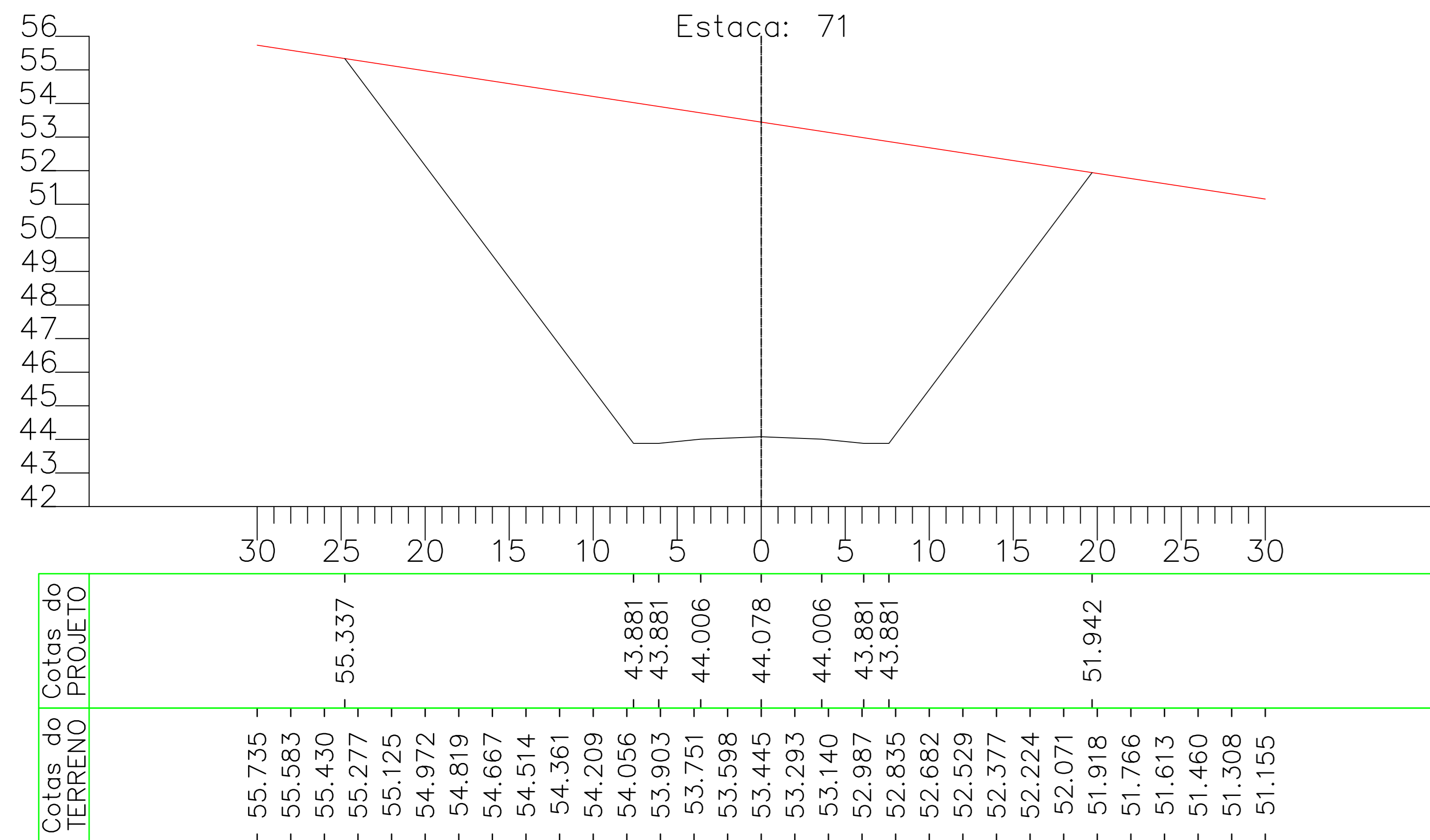
VC: 5399,62 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 134059,78 m³
 VAA: 34394,59 m³



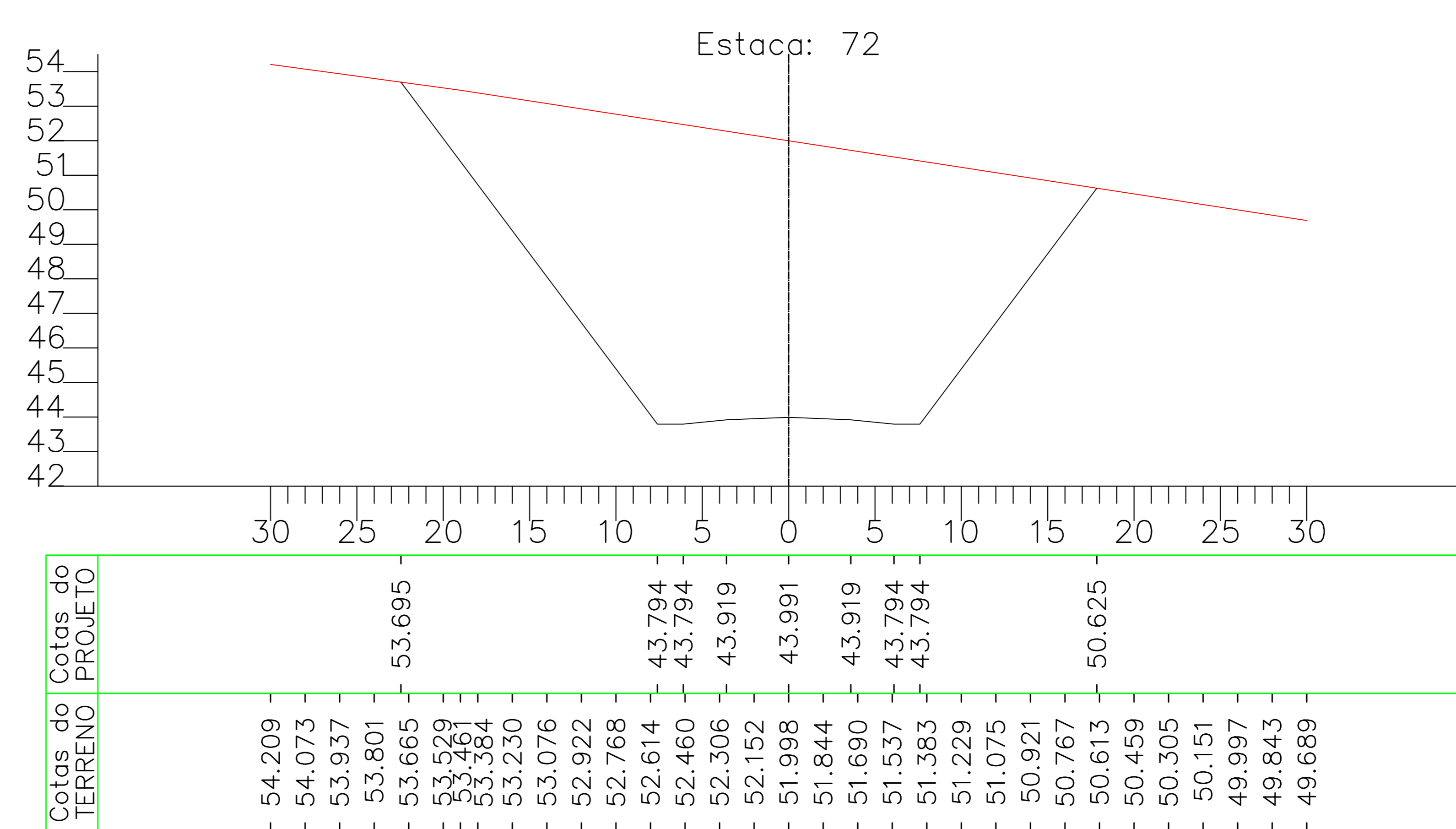
VC: 965,00 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 135024,78 m³
 VAA: 34394,59 m³



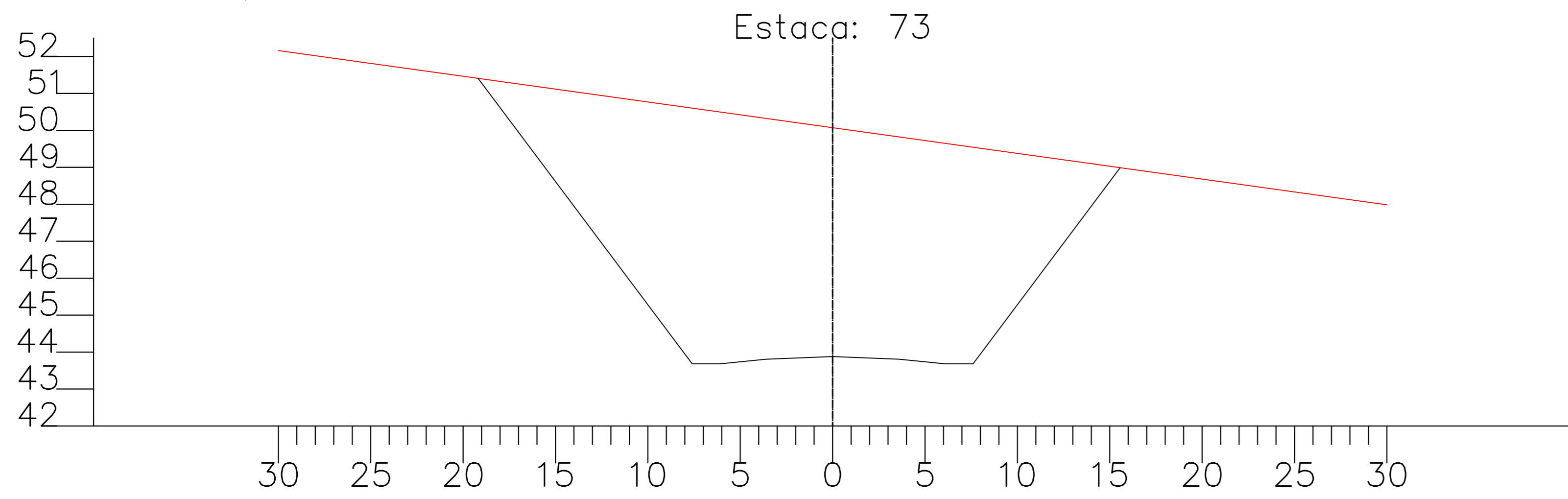
VC: 5129,64 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 140154,42 m³
 VAA: 34394,59 m³



VC: 3867,58 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 144022,00 m³
 VAA: 34394,59 m³

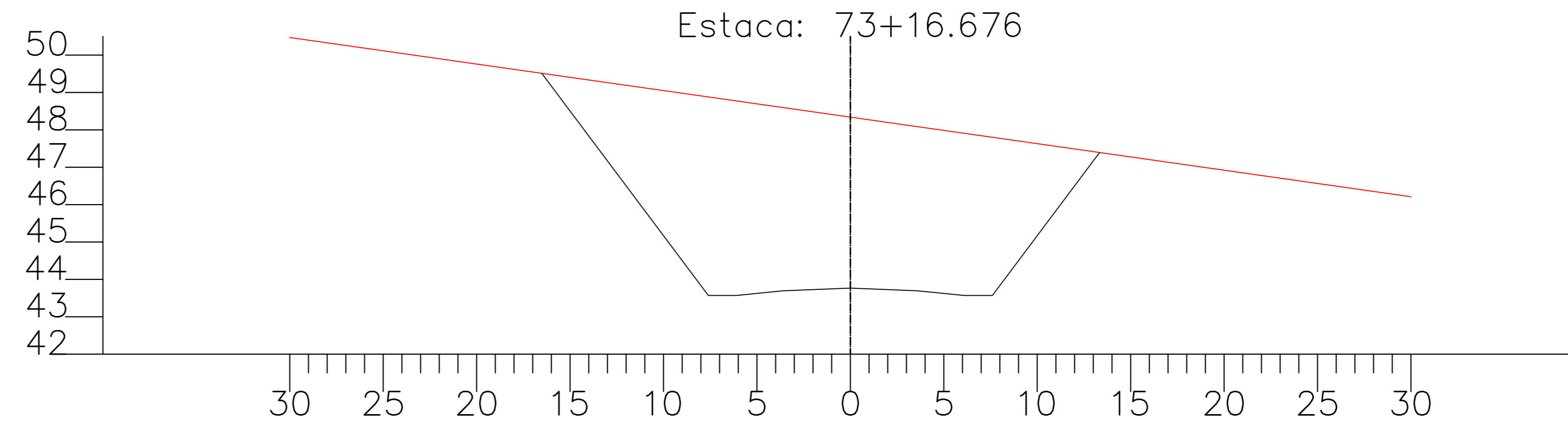


VC: 2217,49 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 146239,49 m³
 VAA: 34394,59 m³



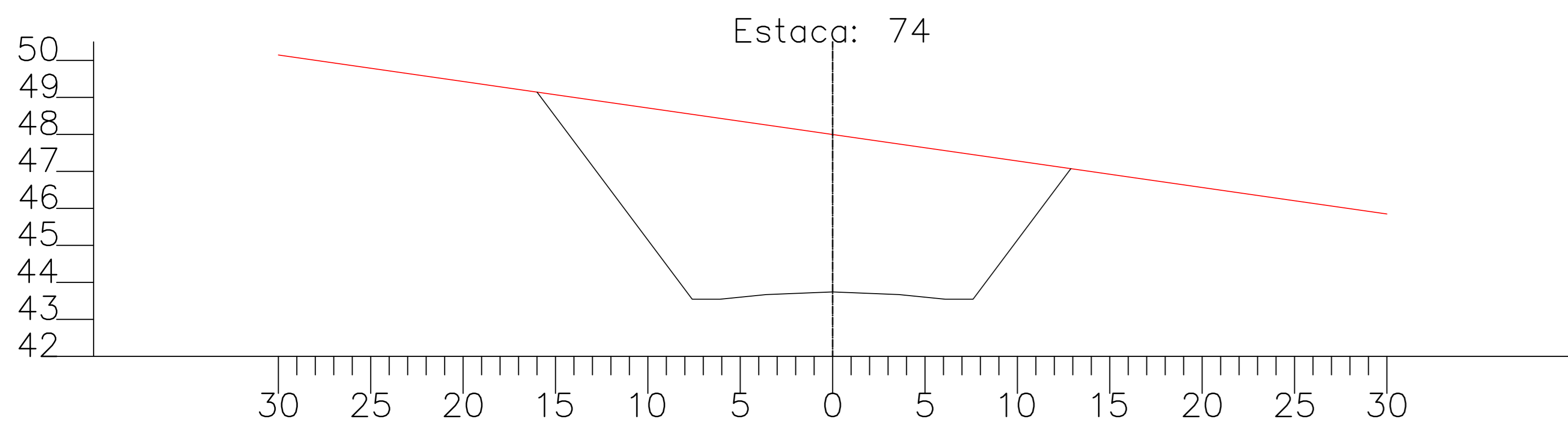
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
52.160	
52.021	
51.882	
51.743	
51.603	
51.464	51.408
51.325	
51.186	
51.047	
50.908	
50.768	
50.629	43.682
50.490	43.682
50.351	43.807
50.212	
50.073	43.879
49.934	
49.794	43.807
49.655	43.682
49.516	43.682
49.377	
49.238	
49.099	
48.959	48.990
48.820	
48.681	
48.542	
48.403	
48.264	
48.124	
47.985	

VC: 339,76 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 146579,26 m³
 VAA: 34394,59 m³



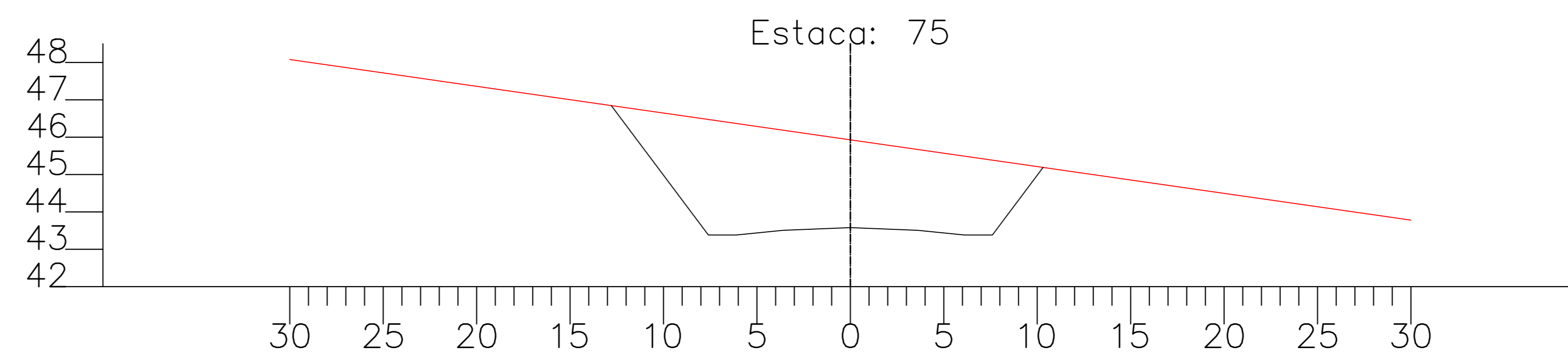
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
50.471	
50.329	
50.187	
50.045	
49.903	
49.761	
49.619	
49.477	49.514
49.335	
49.193	
49.051	
48.909	43.570
48.767	43.570
48.625	43.695
48.483	
48.341	43.767
48.199	
48.057	43.695
47.915	43.570
47.773	43.570
47.631	
47.489	47.394
47.347	
47.205	
47.063	
46.921	
46.779	
46.637	
46.495	
46.353	
46.211	

VC: 1455,15 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 148034,40 m³
 VAA: 34394,59 m³



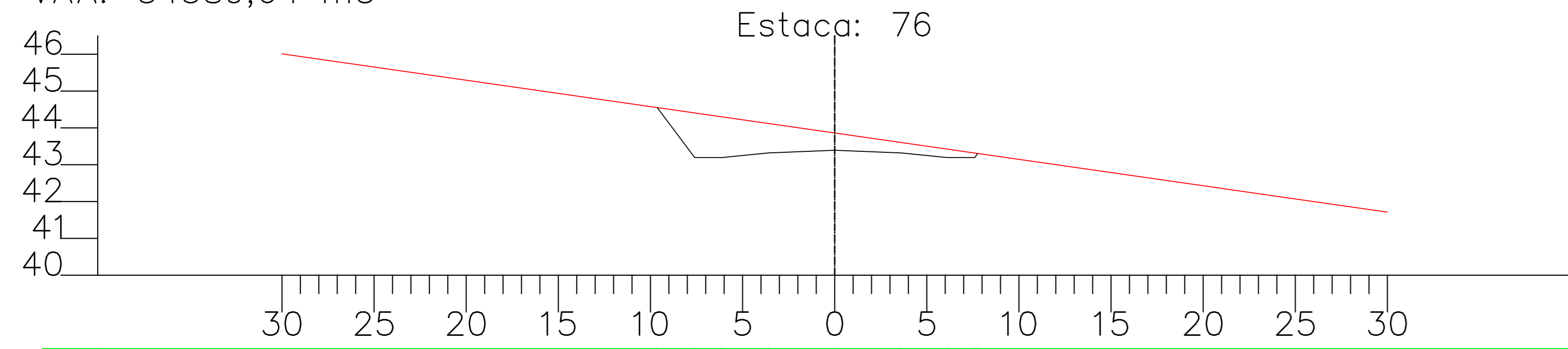
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
50.147	
50.003	
49.860	
49.717	
49.573	
49.430	
49.287	
49.144	49.143
49.000	
48.857	
48.714	
48.571	43.545
48.427	43.545
48.284	43.670
48.141	
47.997	43.742
47.854	
47.711	43.670
47.568	43.545
47.424	43.545
47.281	
47.138	47.074
46.995	
46.851	
46.708	
46.565	
46.421	
46.278	
46.135	
45.992	
45.848	

VC: 578,89 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 148613,29 m³
 VAA: 34394,59 m³



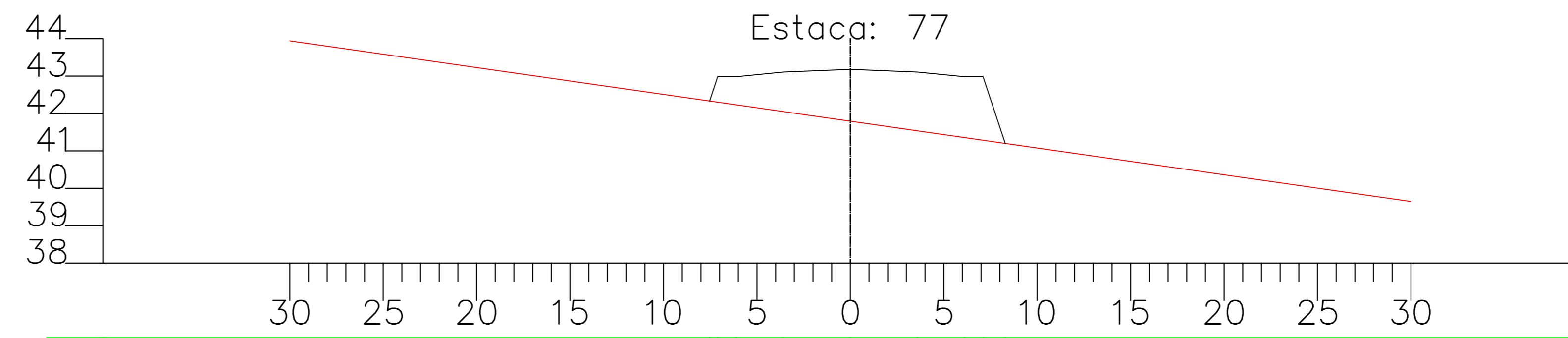
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
48.079	
47.935	
47.792	
47.649	
47.505	
47.362	
47.219	
47.076	
46.932	46.846
46.789	
46.646	
46.503	43.383
46.359	43.383
46.216	43.508
46.073	
45.930	43.580
45.786	
45.643	43.508
45.500	43.383
45.356	43.383
45.213	45.191
45.070	
44.927	
44.783	
44.640	
44.497	
44.354	
44.210	
44.067	
43.924	
43.780	

VC: 99,02 m³
 VA: 195,05 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 34589,64 m³



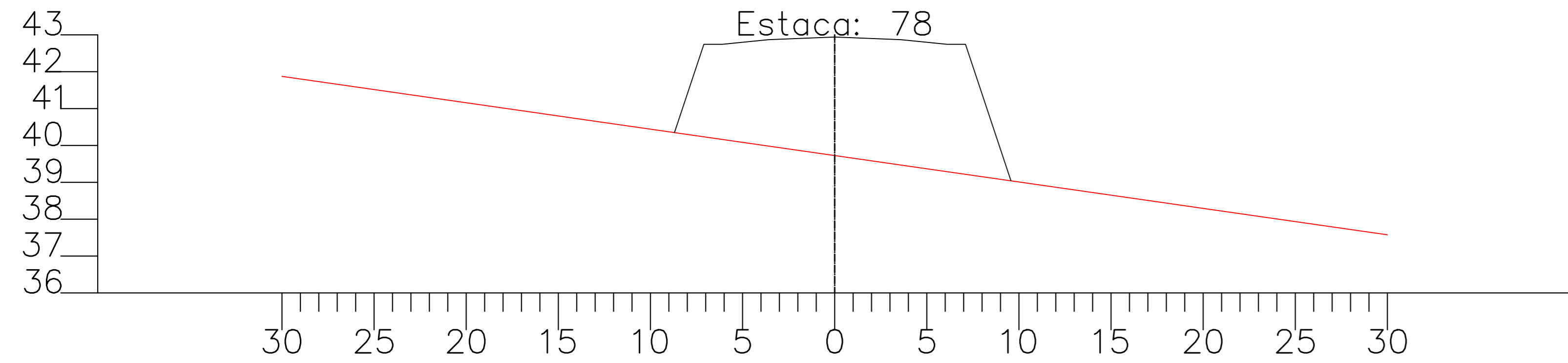
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
46.011	
45.867	
45.724	
45.581	
45.438	
45.294	
45.151	
45.008	
44.864	
44.721	
44.578	44.552
44.435	43.195
44.291	43.195
44.148	43.320
44.005	
43.862	43.392
43.718	
43.575	43.320
43.432	43.195
43.288	43.195
43.145	43.303
43.002	
42.859	
42.715	
42.572	
42.429	
42.286	
42.142	
41.999	
41.856	
41.713	

VC: 0,00 m³
 VA: 701,99 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 35291,62 m³



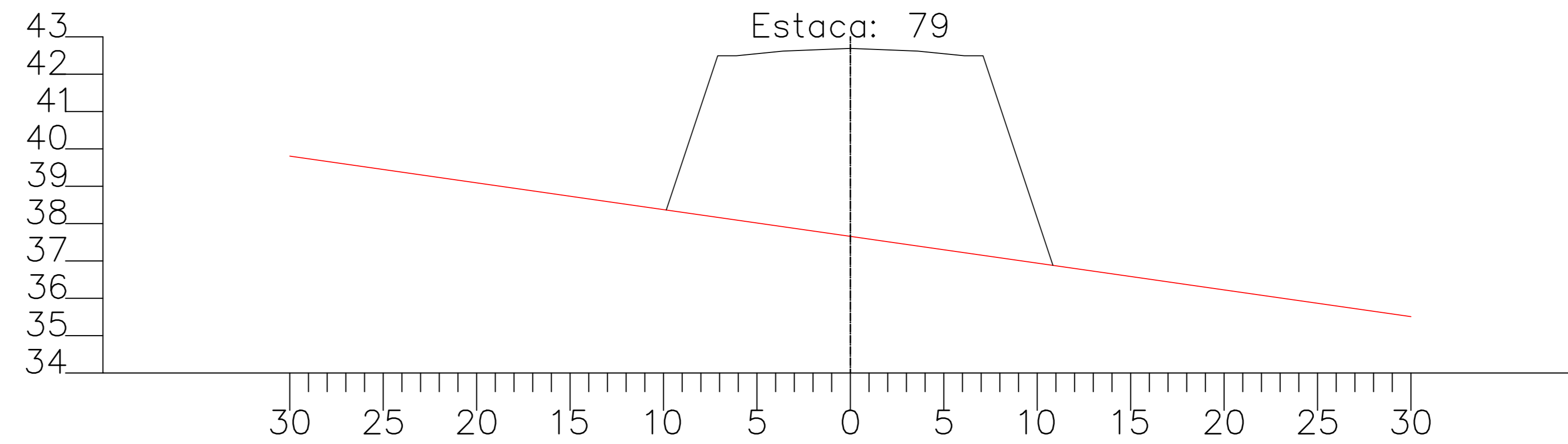
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
43.943	
43.799	
43.656	
43.513	
43.370	
43.226	
43.083	
42.940	
42.797	
42.653	
42.510	
42.367	42.333
42.223	42.982
42.080	42.982
41.937	43.107
41.794	43.179
41.650	
41.507	43.107
41.364	42.982
41.221	42.982
41.077	41.200
40.934	
40.791	
40.647	
40.504	
40.361	
40.218	
40.074	
39.931	
39.788	
39.645	

VC: 0,00 m³
 VA: 1367,91 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 36659,53 m³



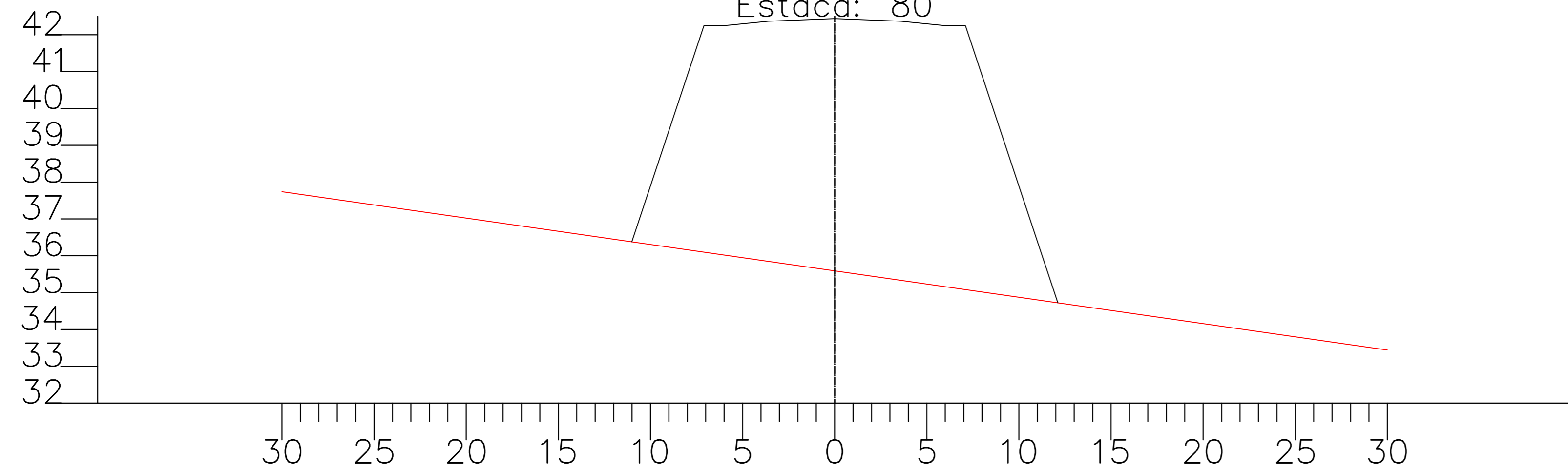
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
41.875	
41.731	
41.588	
41.445	
41.302	
41.158	
41.015	
40.872	
40.729	
40.585	
40.442	
40.299	40.349
40.156	42.744
40.012	42.744
39.869	42.869
39.726	42.941
39.582	
39.439	42.869
39.296	42.744
39.153	42.744
39.009	39.040
38.866	
38.723	
38.580	
38.436	
38.293	
38.150	
38.006	
37.863	
37.720	
37.577	

VC: 0,00 m³
 VA: 2120,11 m³
 VAC: 148712,320 m³
 VAA: 38779,64 m³



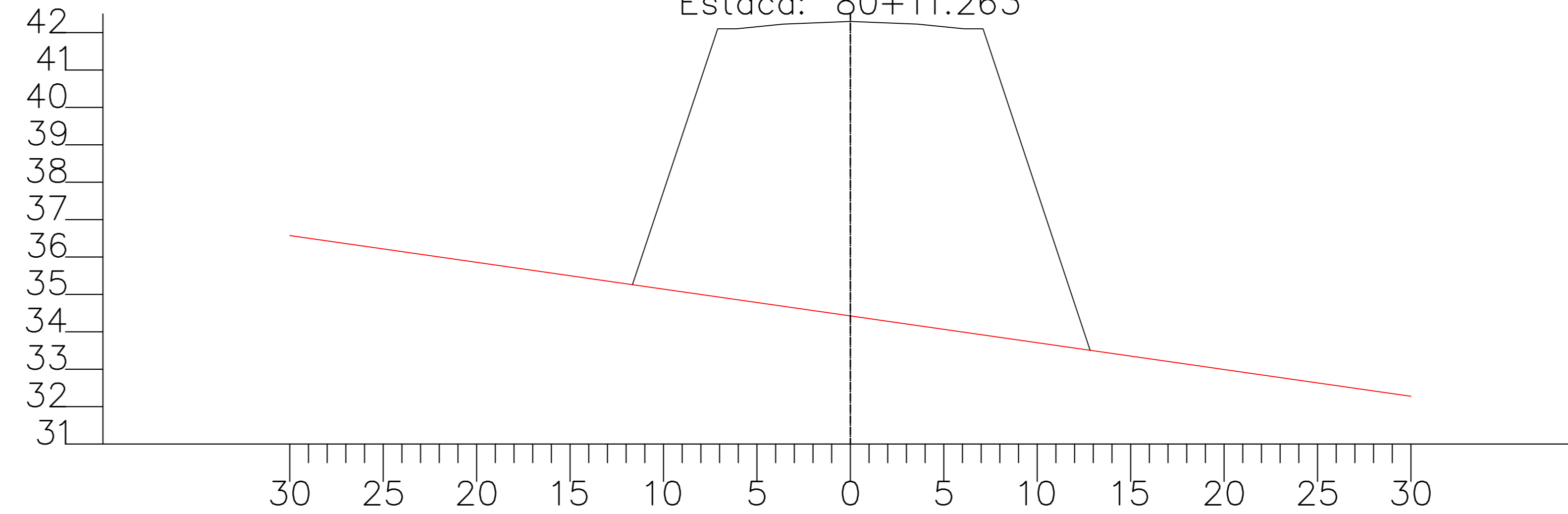
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
39.807	
39.664	
39.520	
39.377	
39.234	
39.090	
38.947	
38.804	
38.661	
38.517	
38.374	38.364
38.231	42.494
38.088	42.494
37.944	42.619
37.801	
37.658	42.691
37.514	
37.371	42.619
37.228	42.494
37.085	42.494
36.941	36.881
36.798	
36.655	
36.512	
36.368	
36.225	
36.082	
35.939	
35.795	
35.652	
35.509	

VC: 0,00 m³
 VA: 1555,36 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 40335,00 m³



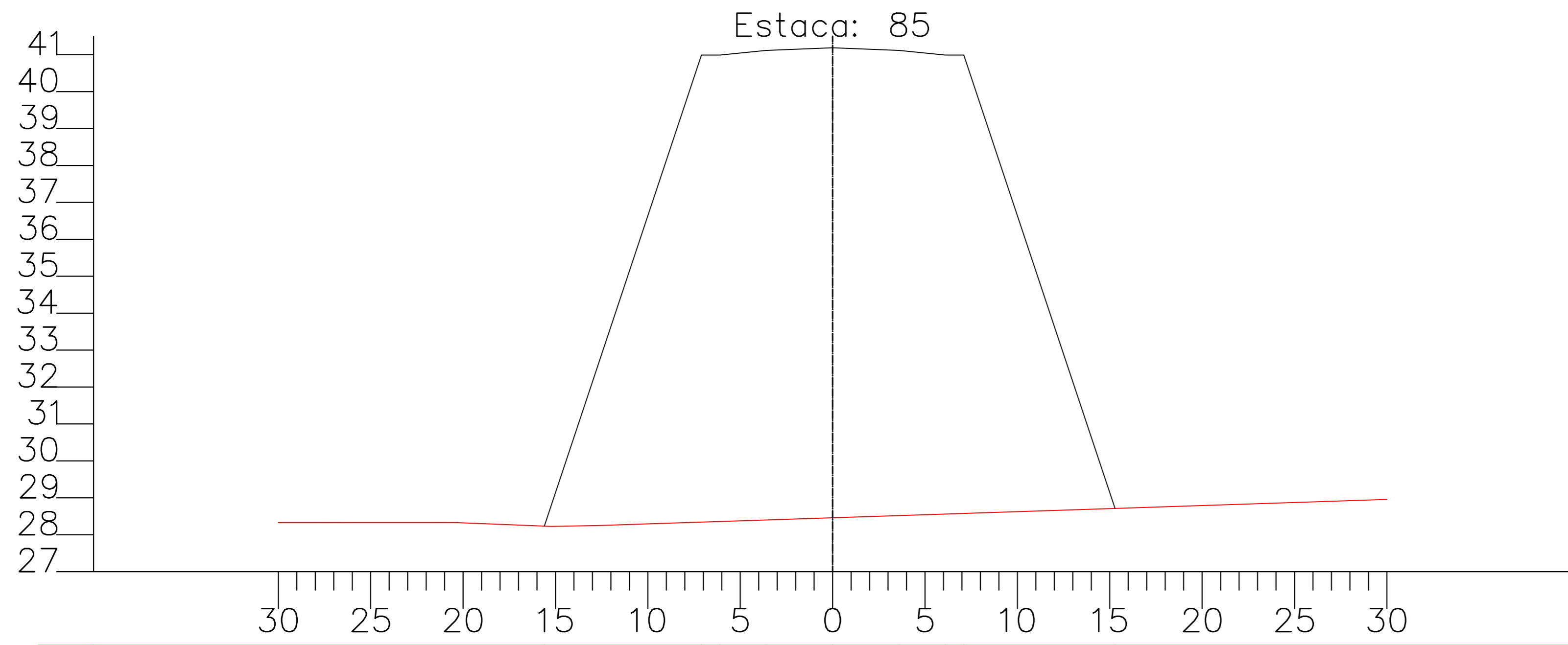
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
37.739	
37.596	
37.452	
37.309	
37.166	
37.023	
36.879	
36.736	
36.593	
36.449	36.379
36.306	
36.163	42.243
36.020	42.243
35.876	42.368
35.733	42.243
35.590	42.440
35.447	
35.303	42.368
35.160	42.243
35.017	42.243
34.873	
34.730	34.722
34.587	
34.444	
34.300	
34.157	
34.014	
33.871	
33.727	
33.584	
33.441	

VC: 0,00 m³
 VA: 1399,95 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 41734,95 m³



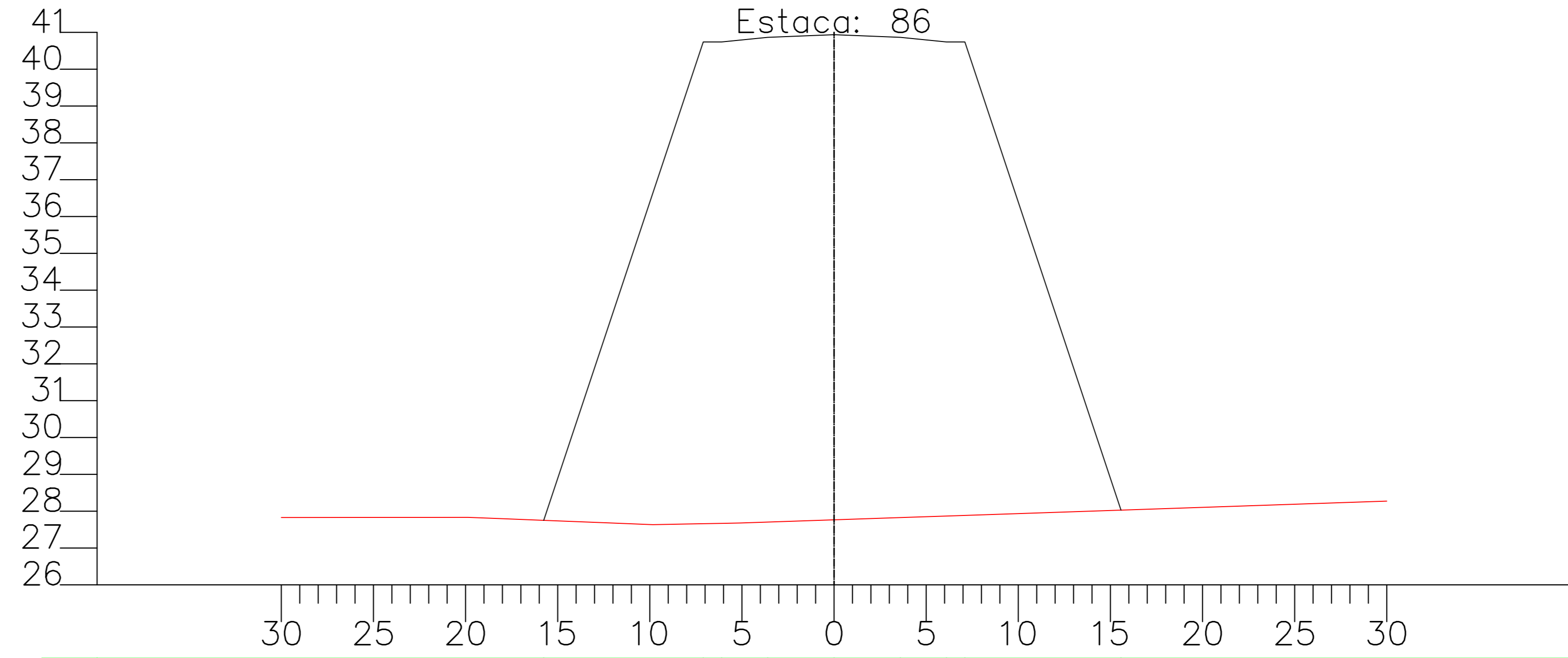
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
36.574	
36.431	
36.288	
36.145	
36.001	
35.858	
35.715	
35.571	
35.428	
35.285	35.261
35.142	
34.998	42.102
34.855	42.102
34.712	42.227
34.569	
34.425	42.299
34.282	
34.139	42.227
33.995	42.102
33.852	42.102
33.709	
33.566	33.506
33.422	
33.279	
33.136	
32.993	
32.849	
32.706	
32.563	
32.419	
32.276	

VC: 0,00 m³
 VA: 5811,14 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 67057,93 m³



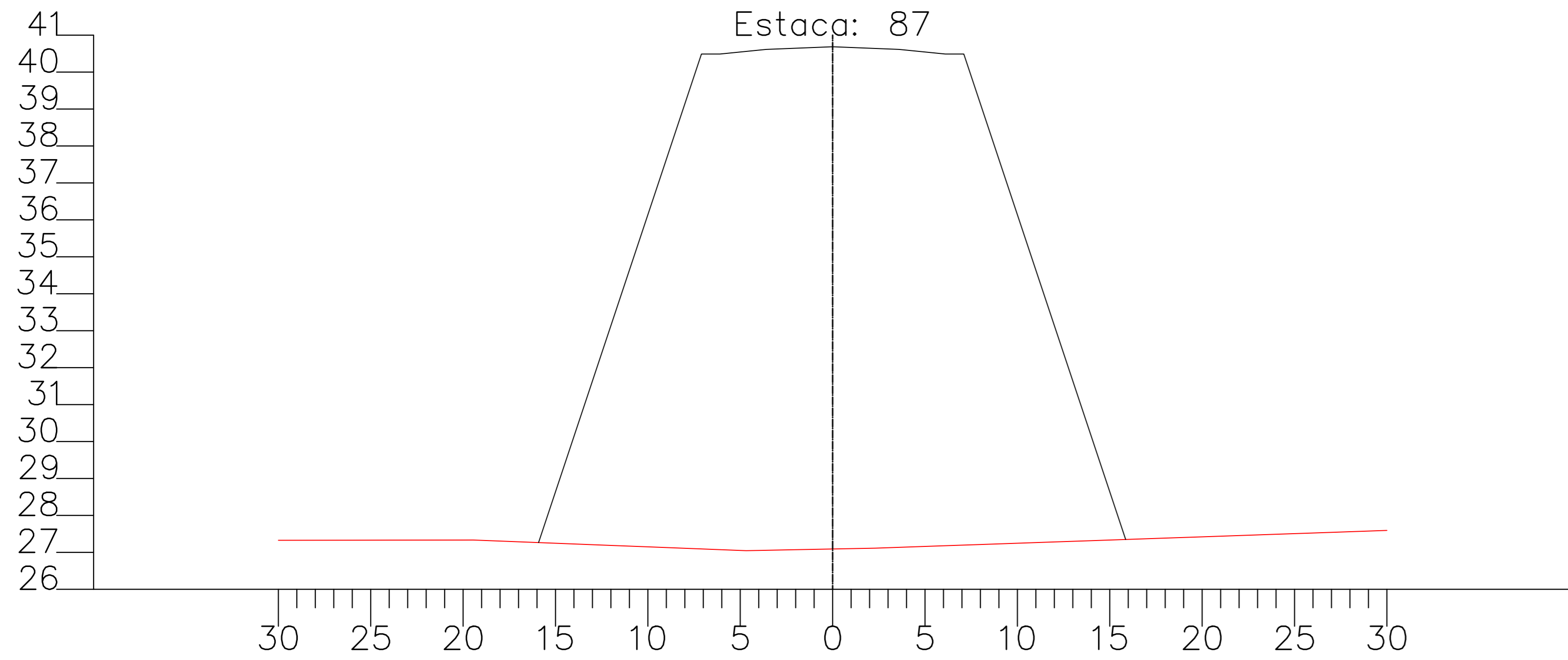
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
28.329	
28.330	
28.330	
28.330	
28.331	
28.321	
28.281	
28.241	28.233
28.226	
28.227	
28.249	
28.261	
28.294	
28.327	
28.360	40.990
28.393	40.990
28.427	41.115
28.460	41.187
28.493	
28.526	41.115
28.559	40.990
28.592	40.990
28.625	
28.658	
28.691	
28.724	28.713
28.757	
28.791	
28.824	
28.857	
28.890	
28.923	
28.956	

VC: 0,00 m³
 VA: 6058,41 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 73116,33 m³



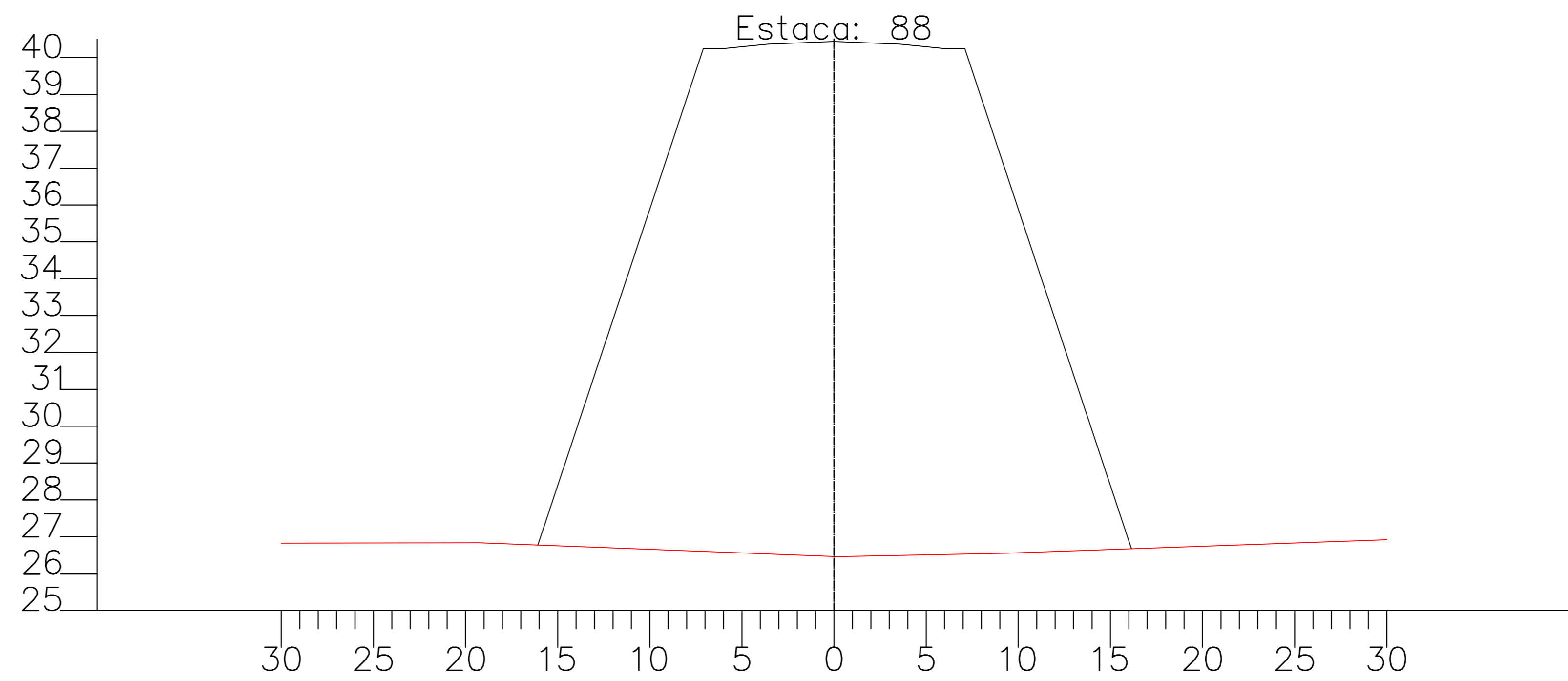
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
27.828	
27.829	
27.830	
27.831	
27.831	
27.832	
27.832	
27.832	
27.796	
27.756	27.751
27.716	
27.677	
27.637	
27.634	
27.651	
27.620	40.740
27.620	40.740
27.607	40.865
27.731	
27.765	40.937
27.799	
27.833	40.865
27.866	40.740
27.900	40.740
27.934	
27.968	
28.002	
28.036	28.029
28.070	
28.104	
28.137	
28.171	
28.205	
28.239	
28.273	

VC: 0,00 m³
 VA: 6284,34 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 79400,67 m³



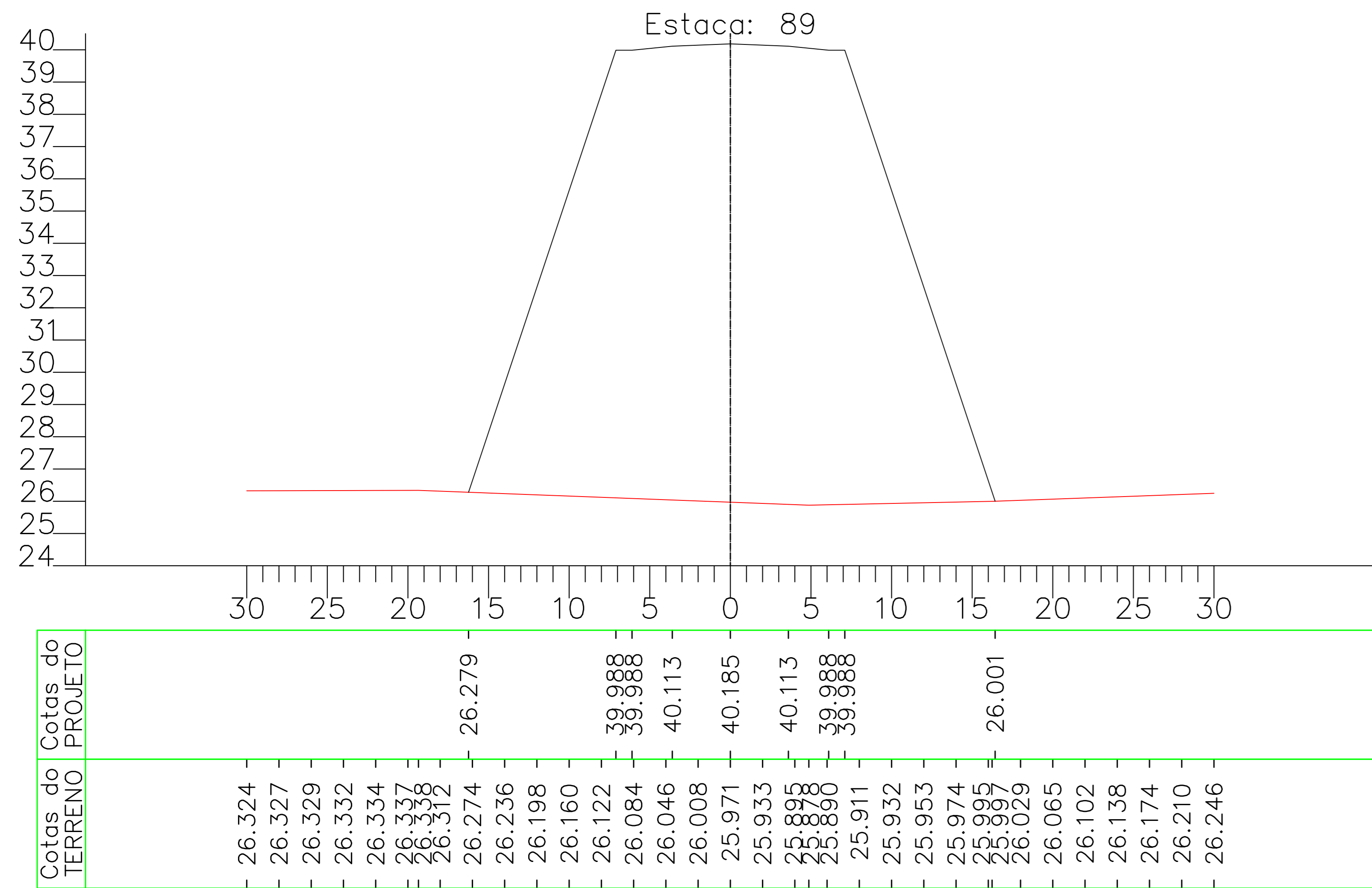
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
27.326	
27.328	
27.329	
27.331	
27.332	
27.334	
27.334	
27.305	
27.266	27.265
27.227	
27.188	
27.149	
27.110	
27.071	40.489
27.045	40.489
27.052	40.614
27.072	
27.091	40.686
27.111	
27.114	40.614
27.143	
27.178	40.489
27.212	40.489
27.247	
27.282	
27.316	27.349
27.351	
27.386	
27.420	
27.455	
27.490	
27.524	
27.559	
27.593	

VC: 0,00 m³
 VA: 6491,79 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 85892,46 m³

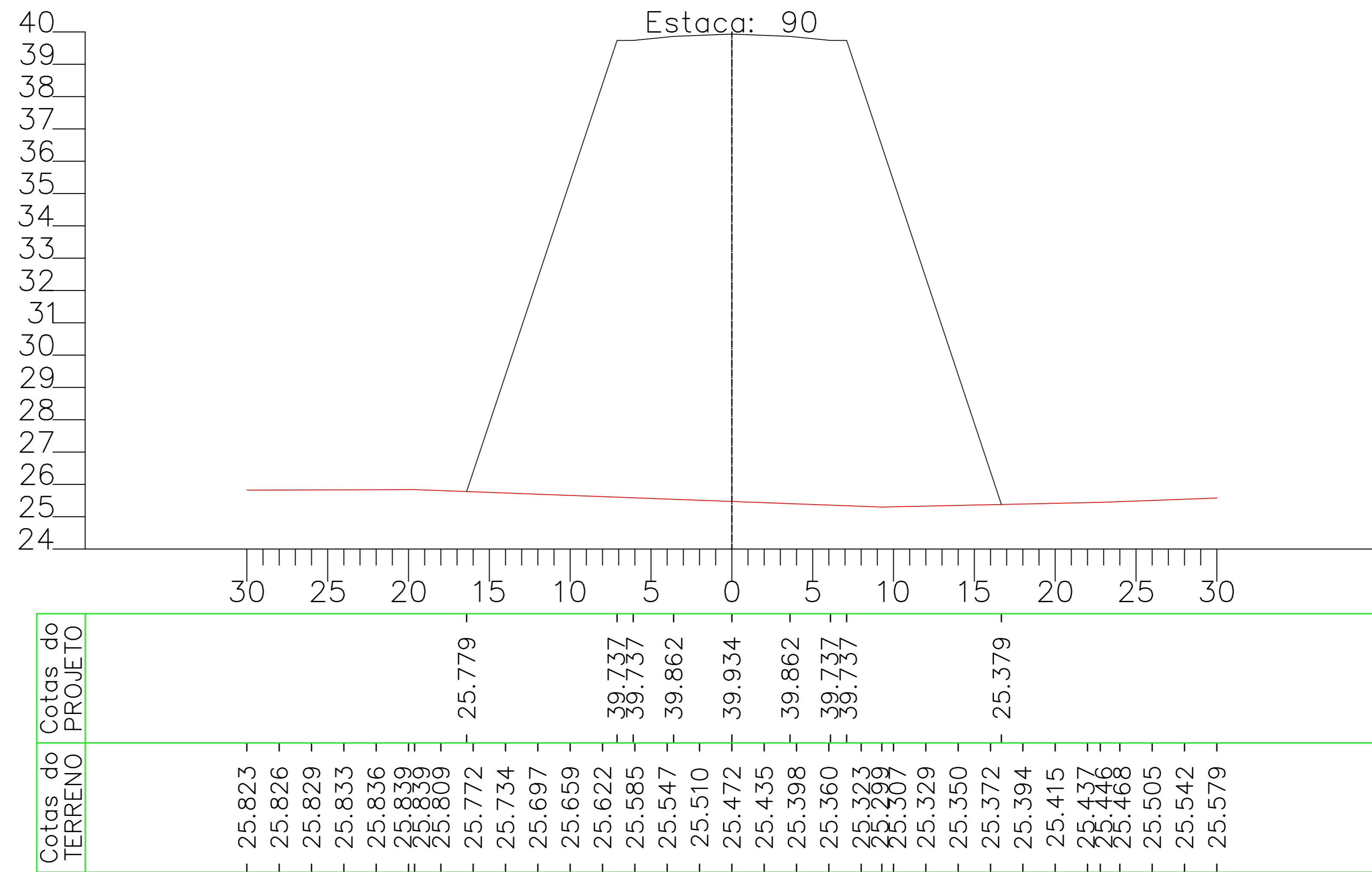


Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
26.825	
26.827	
26.829	
26.831	
26.833	
26.835	
26.836	
26.811	
26.772	26.774
26.734	
26.695	
26.657	
26.618	
26.580	40.238
26.541	40.238
26.503	40.363
26.464	40.435
26.460	
26.478	
26.499	40.363
26.519	40.238
26.539	40.238
26.582	
26.584	
26.599	
26.635	
26.670	26.673
26.706	
26.741	
26.776	
26.812	
26.847	
26.883	
26.918	

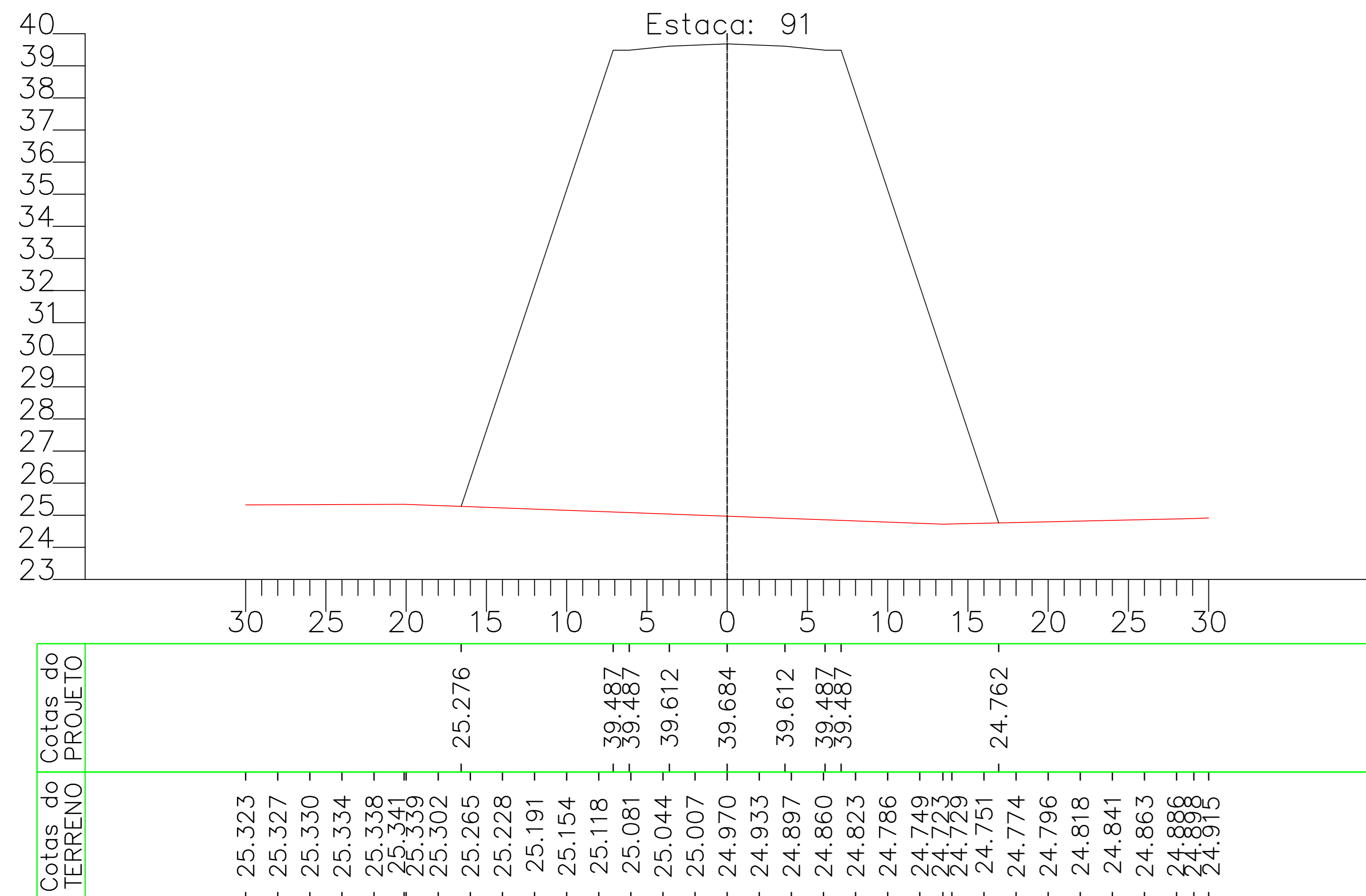
VC: 0,00 m³
 VA: 6684,87 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 92577,32 m³



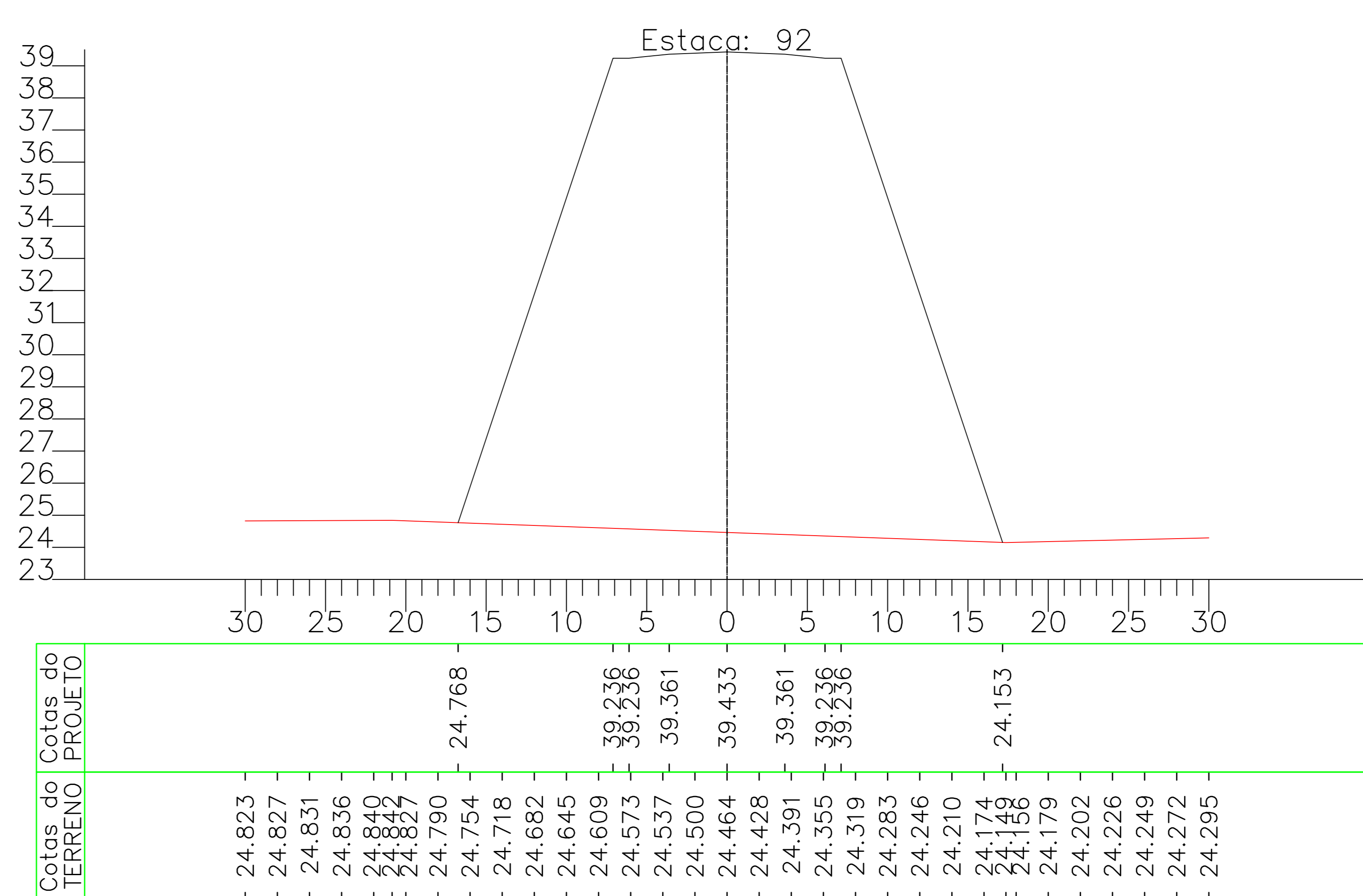
VC: 0,00 m³
 VA: 6868,91 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 99446,24 m³



VC: 0,00 m³
 VA: 7047,38 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 106493,62 m³

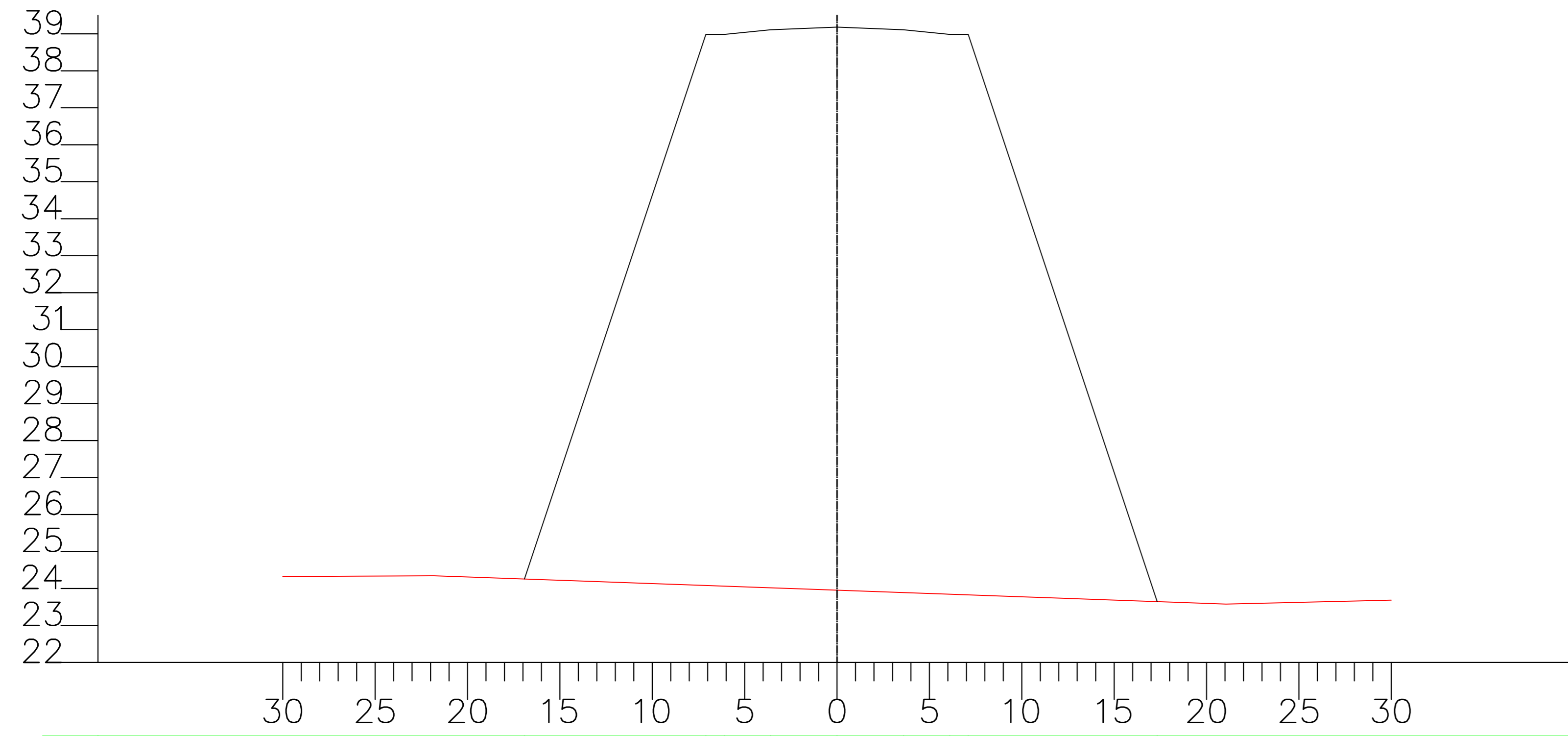


VC: 0,00 m³
 VA: 7223,89 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 113717,51 m³



VC: 0,00 m³
 VA: 7405,75 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 121123,26 m³

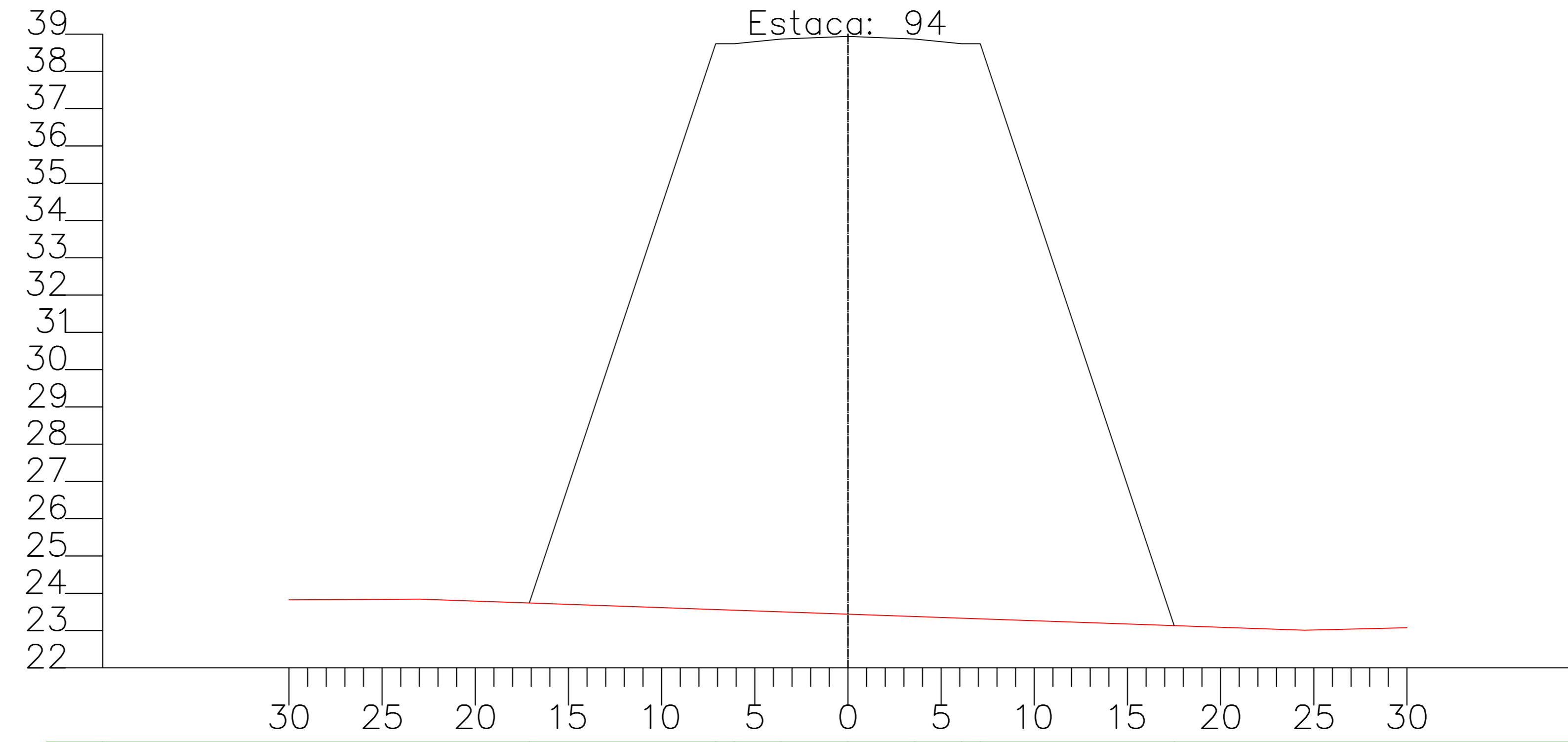
Estaca: 93



Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
-	-
24.324	-
24.328	-
24.333	-
24.338	-
24.343	-
24.343	-
24.343	-
24.311	-
24.275	-
24.239	24.256
24.204	-
24.168	-
24.132	-
24.097	-
24.061	38.985
24.025	38.985
23.989	39.110
23.954	39.182
23.918	39.110
23.882	38.985
23.847	38.985
23.811	-
23.775	-
23.739	-
23.704	-
23.668	23.644
23.632	-
23.597	-
23.578	-
23.589	-
23.613	-
23.637	-
23.660	-
23.684	-
-	-

VC: 0,00 m³
 VA: 7603,11 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 128726,37 m³

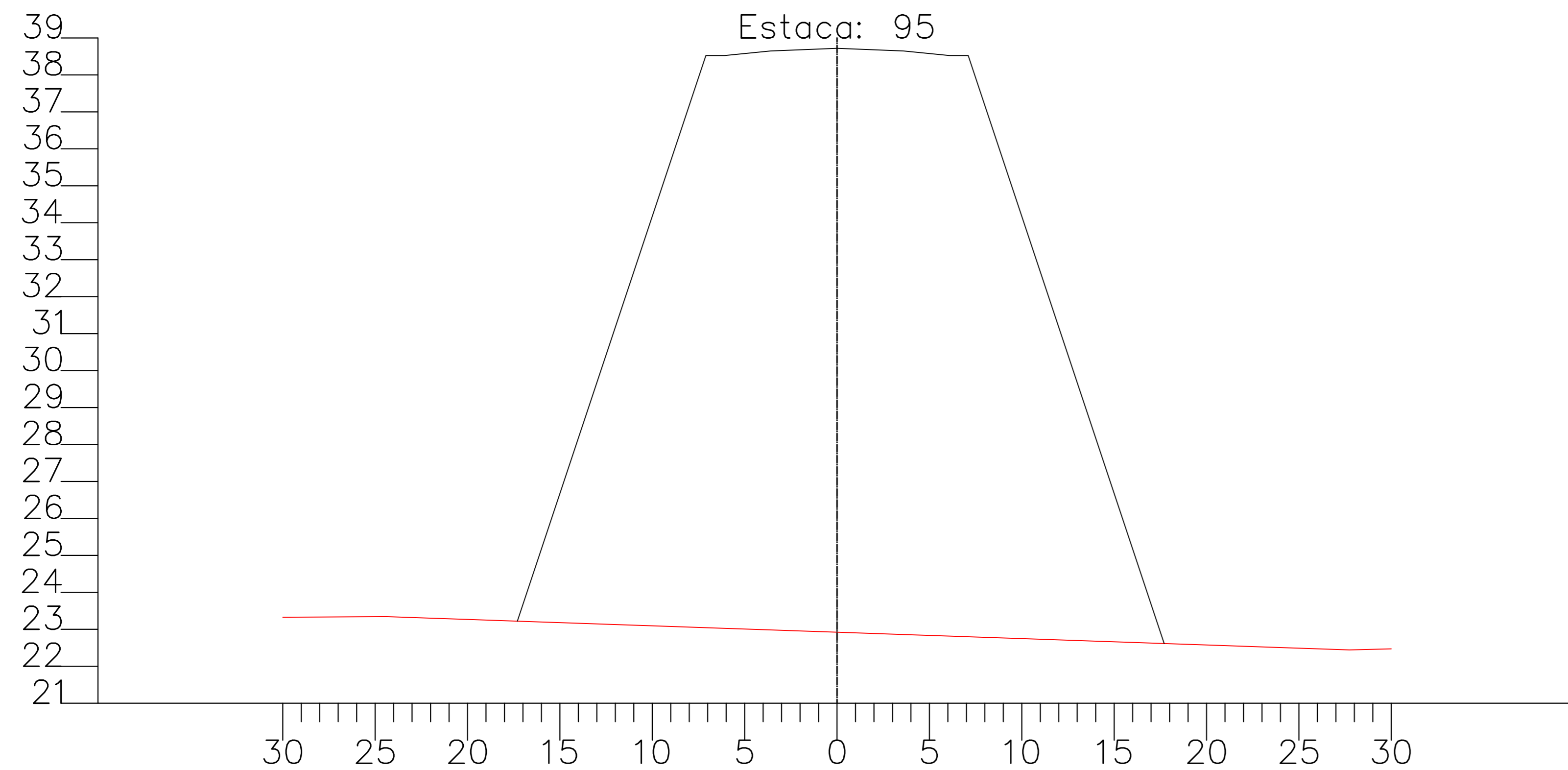
Estaca: 94



Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
-	-
23.825	-
23.830	-
23.835	-
23.841	-
23.842	-
23.826	-
23.791	-
23.756	-
23.721	23.740
23.686	-
23.650	-
23.615	-
23.580	38.743
23.545	38.743
23.510	38.868
23.475	-
23.440	38.940
23.404	-
23.369	38.868
23.334	38.743
23.299	38.743
23.264	-
23.229	-
23.193	-
23.158	-
23.123	23.132
23.088	-
23.053	-
23.018	-
23.009	-
23.027	-
23.052	-
23.076	-
-	-

VC: 0,00 m³
 VA: 7822,08 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 136548,45 m³

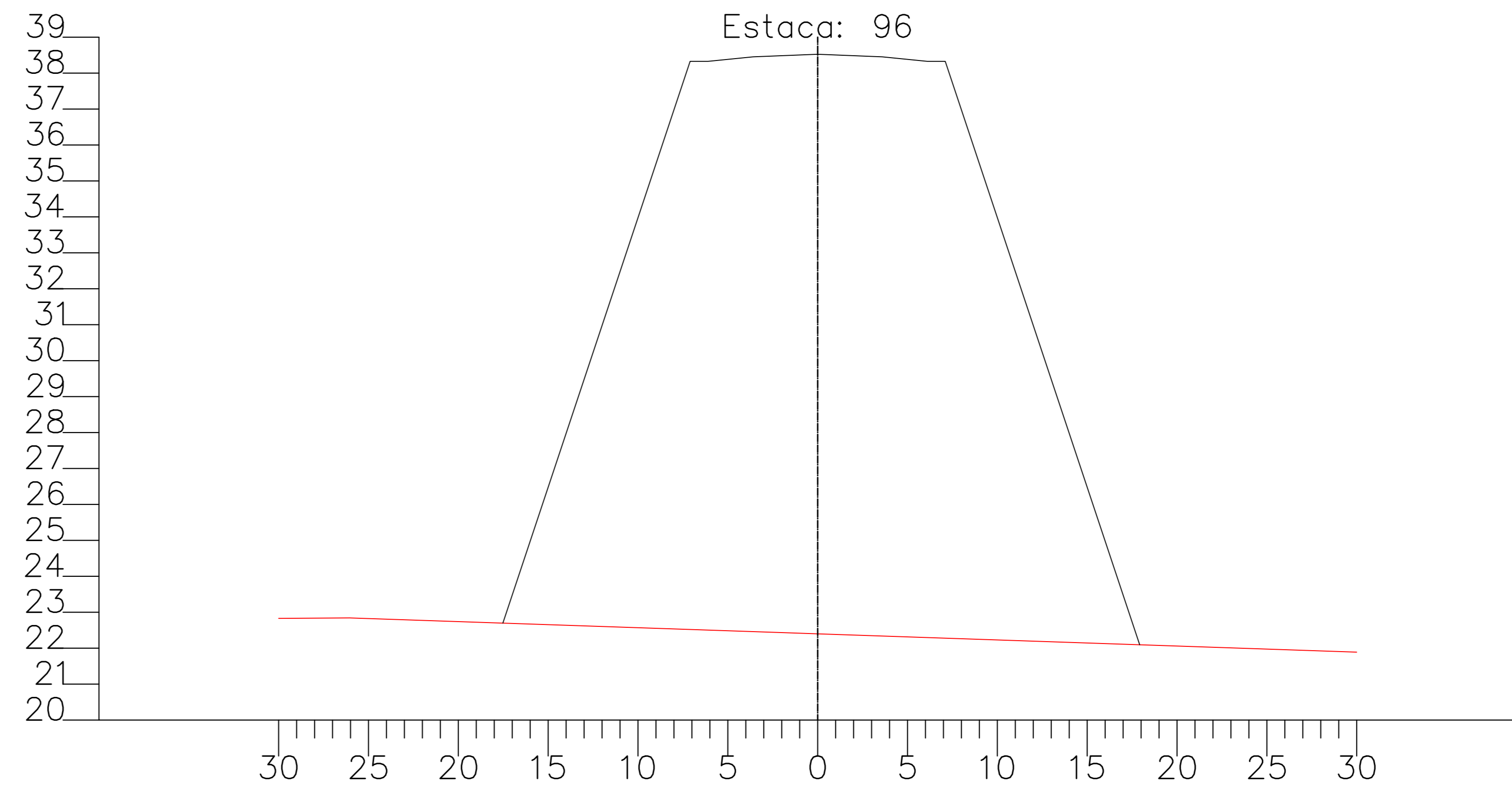
Estaca: 95



Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
-	-
23.327	-
23.332	-
23.338	-
23.342	-
23.336	-
23.302	-
23.267	-
23.233	23.220
23.198	-
23.163	-
23.129	-
23.094	-
23.060	38.523
23.025	38.523
22.991	38.648
22.956	-
22.921	38.720
22.887	-
22.852	38.648
22.818	38.523
22.783	38.523
22.749	-
22.714	-
22.679	-
22.645	-
22.610	22.615
22.576	-
22.541	-
22.507	-
22.472	-
22.442	-
22.446	-
22.471	-
-	-

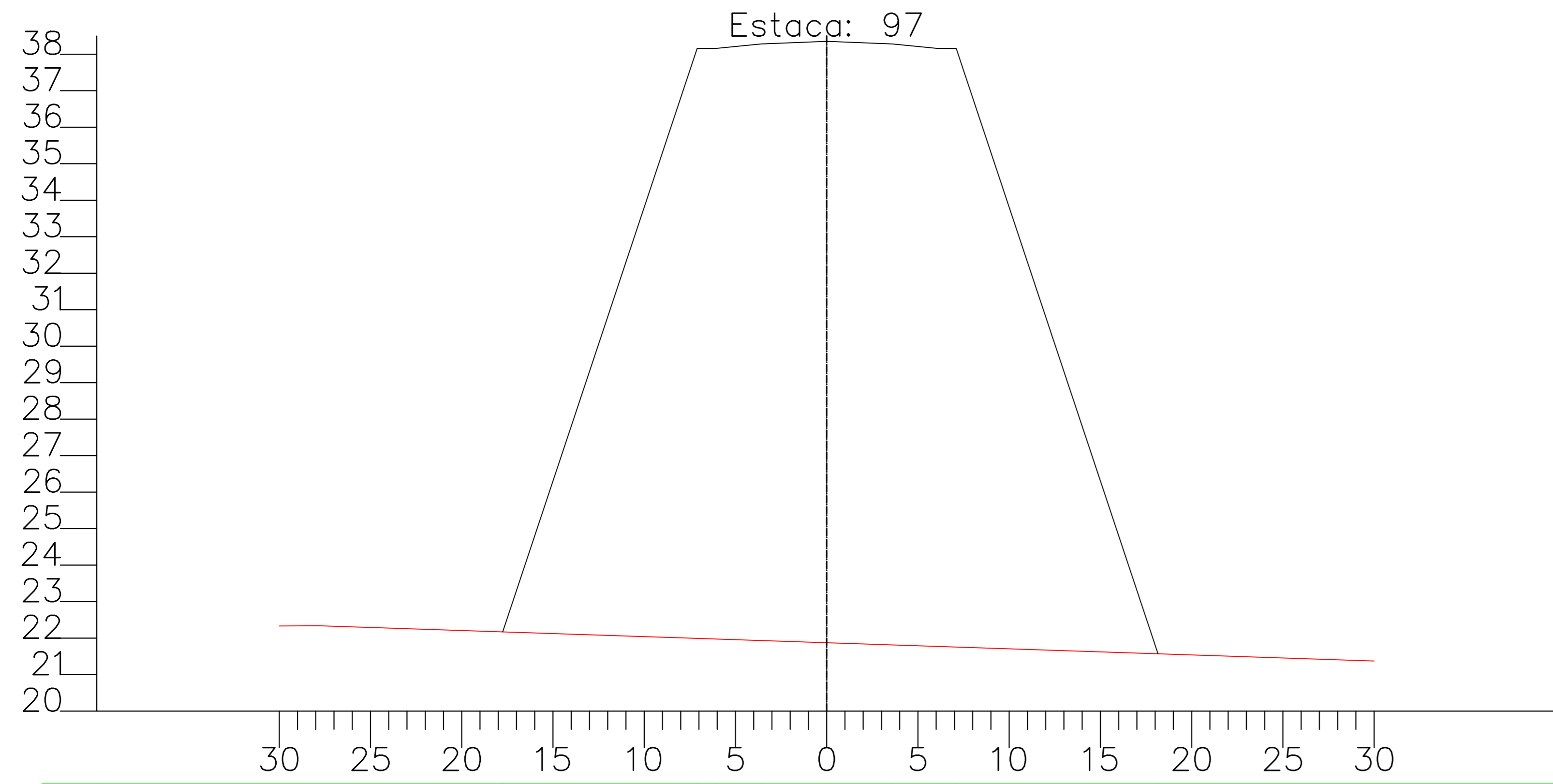
VC: 0,00 m³
 VA: 8063,48 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 144611,93 m³

Estaca: 96



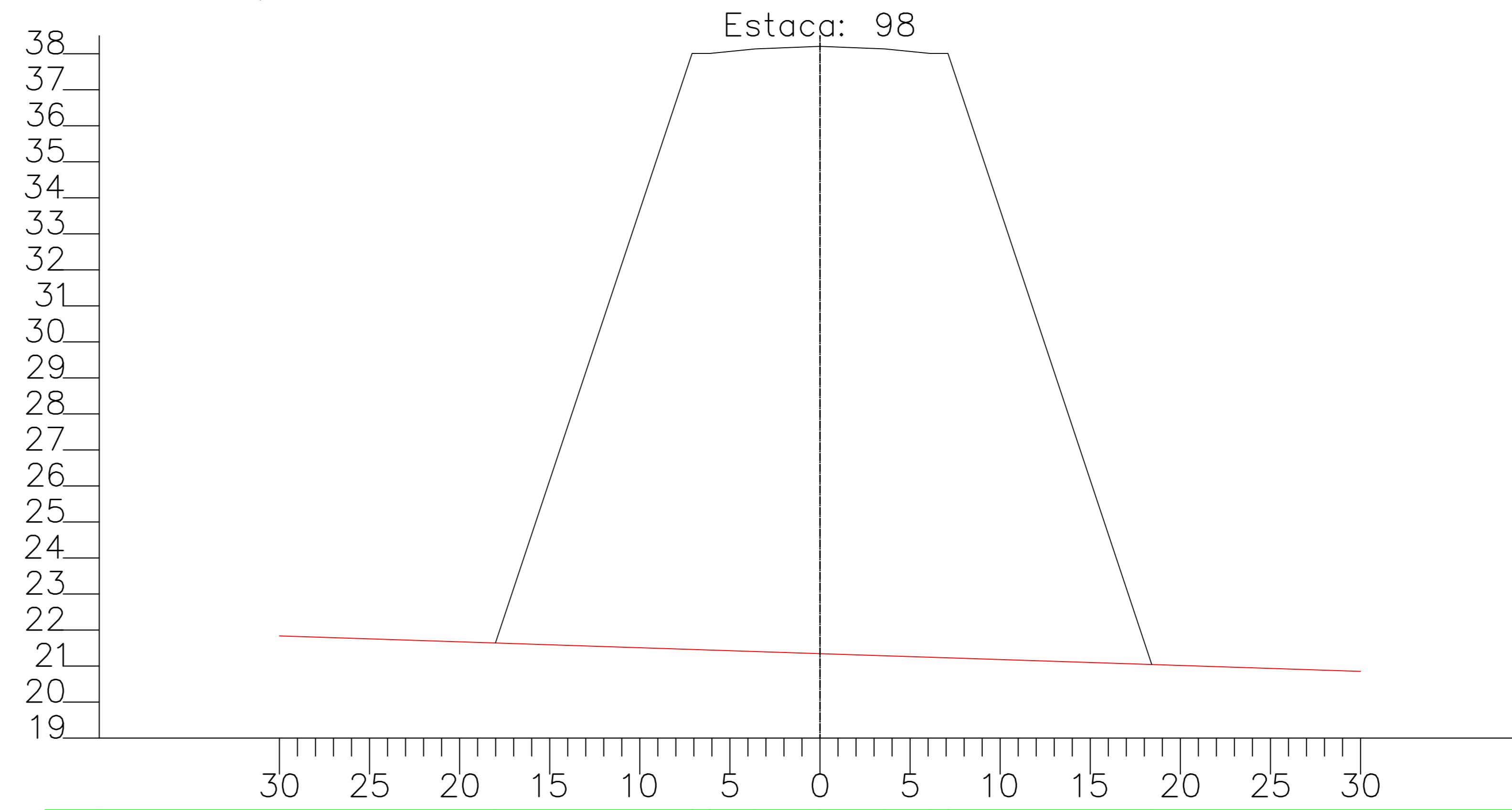
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
-	-
22.829	-
22.836	-
22.842	-
22.841	-
22.807	-
22.773	-
22.739	-
22.705	22.697
22.671	-
22.637	-
22.603	-
22.569	-
22.536	38.328
22.502	38.328
22.468	38.453
22.434	-
22.400	38.525
22.366	-
22.332	38.453
22.298	38.328
22.264	38.328
22.230	-
22.196	-
22.162	-
22.128	-
22.094	22.095
22.060	-
22.026	-
21.992	-
21.958	-
21.924	-
21.890	-
-	-

VC: 0,00 m³
 VA: 8328,03 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 152939,96 m³



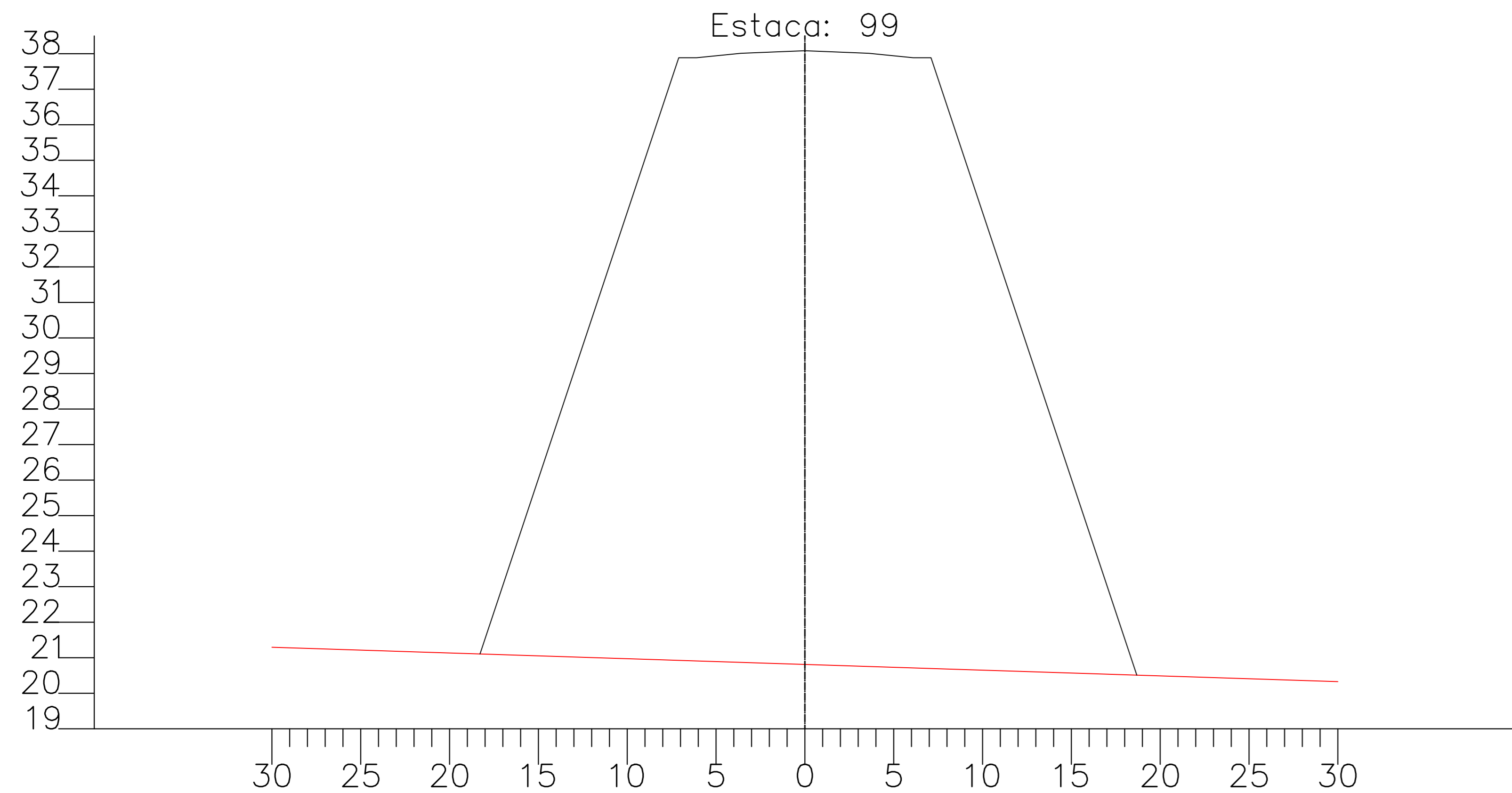
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
22.332	
22.330	
22.320	
22.308	
22.275	
22.241	
22.208	
22.175	22.171
22.141	
22.108	
22.074	
22.041	
22.008	38.157
21.974	38.157
21.941	38.282
21.907	
21.874	38.354
21.840	
21.807	38.282
21.774	38.157
21.740	38.157
21.707	
21.673	
21.640	
21.607	
21.573	21.571
21.540	
21.506	
21.473	
21.440	
21.406	
21.373	

VC: 0,00 m³
 VA: 8616,49 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 161556,45 m³



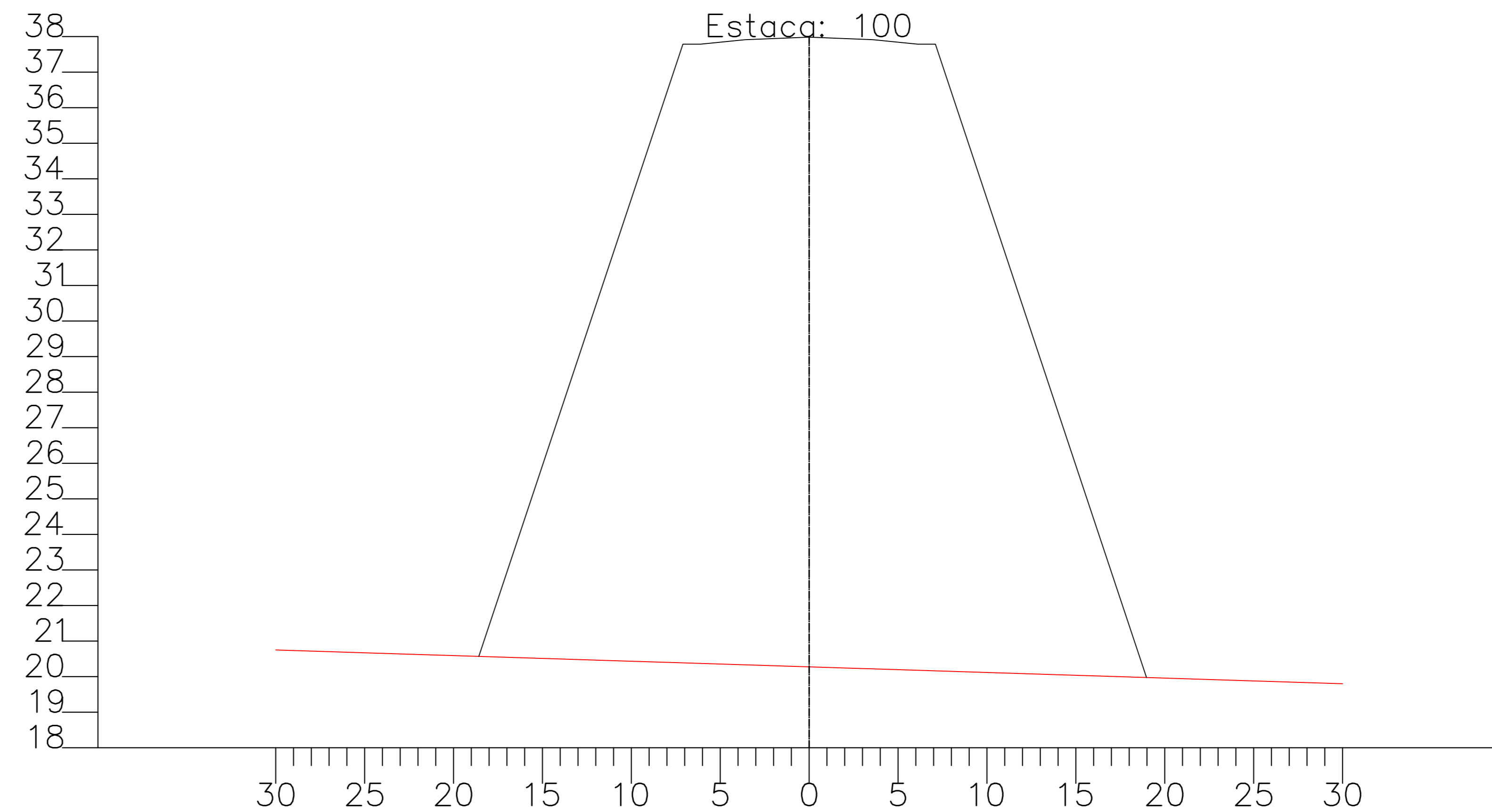
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
21.836	
21.837	
21.804	
21.771	
21.738	
21.706	
21.673	
21.640	21.640
21.607	
21.574	
21.542	
21.509	
21.476	38.009
21.443	38.009
21.410	38.134
21.377	
21.345	38.206
21.312	
21.279	38.134
21.246	38.009
21.213	38.009
21.180	
21.148	
21.115	
21.082	
21.049	21.042
21.016	
20.984	
20.951	
20.918	
20.885	
20.852	

VC: 0,00 m³
 VA: 8929,68 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 170486,14 m³



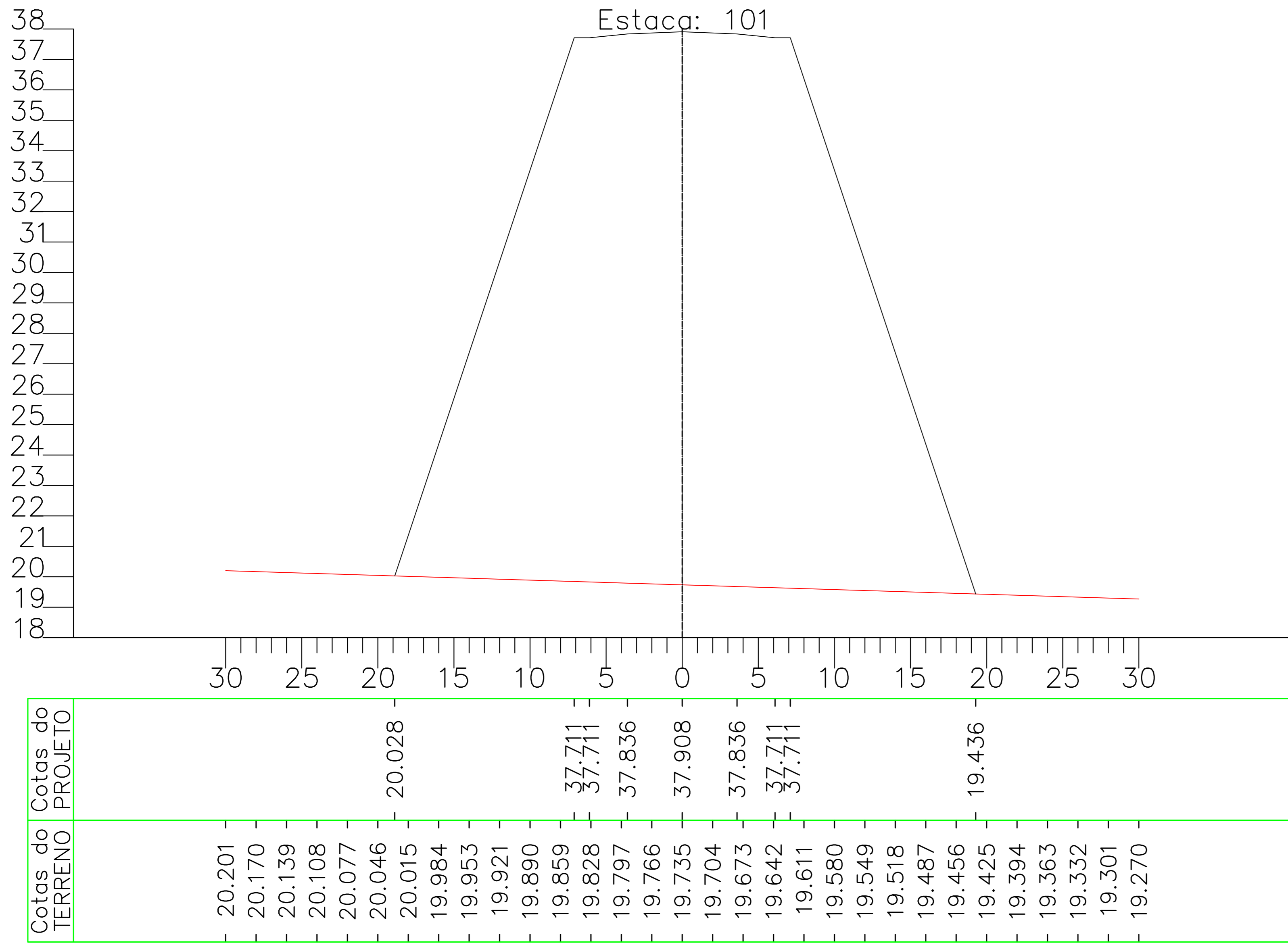
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
21.295	
21.263	
21.231	
21.198	
21.166	
21.134	
21.102	21.106
21.070	
21.037	
21.005	
20.973	
20.941	37.886
20.908	37.886
20.876	38.011
20.844	
20.812	38.083
20.779	
20.747	38.011
20.715	37.886
20.683	37.886
20.650	
20.618	
20.586	
20.554	
20.522	20.511
20.489	
20.457	
20.425	
20.393	
20.360	
20.328	

VC: 0,00 m³
 VA: 9268,50 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 179754,64 m³

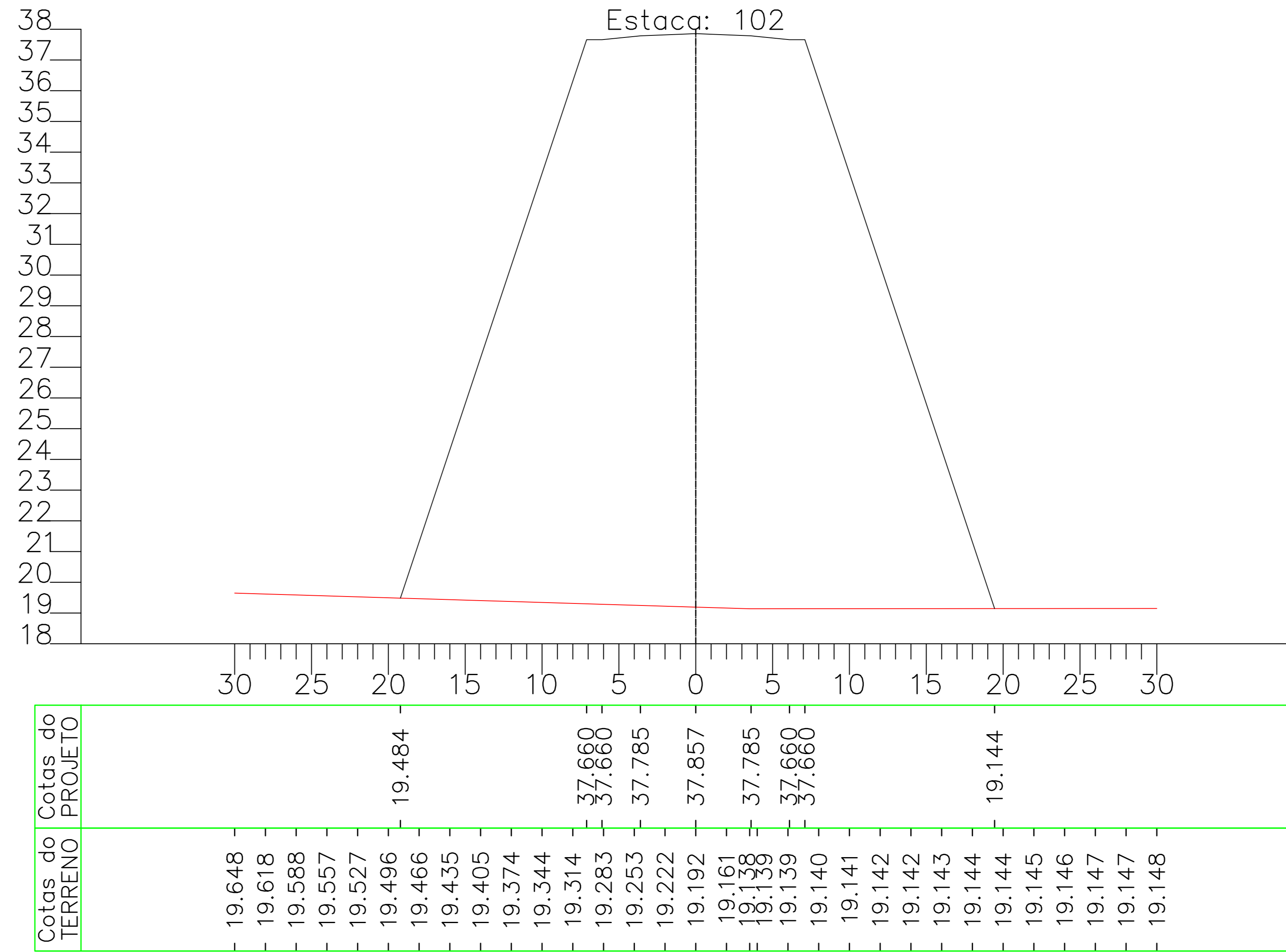


Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
20.750	
20.718	
20.687	
20.655	
20.623	
20.592	
20.560	20.569
20.528	
20.497	
20.465	
20.433	
20.402	37.787
20.370	37.787
20.338	37.912
20.307	
20.275	37.984
20.244	
20.212	37.912
20.180	37.787
20.149	37.787
20.117	
20.085	
20.054	
20.022	
19.990	19.975
19.959	
19.927	
19.896	
19.864	
19.832	
19.801	

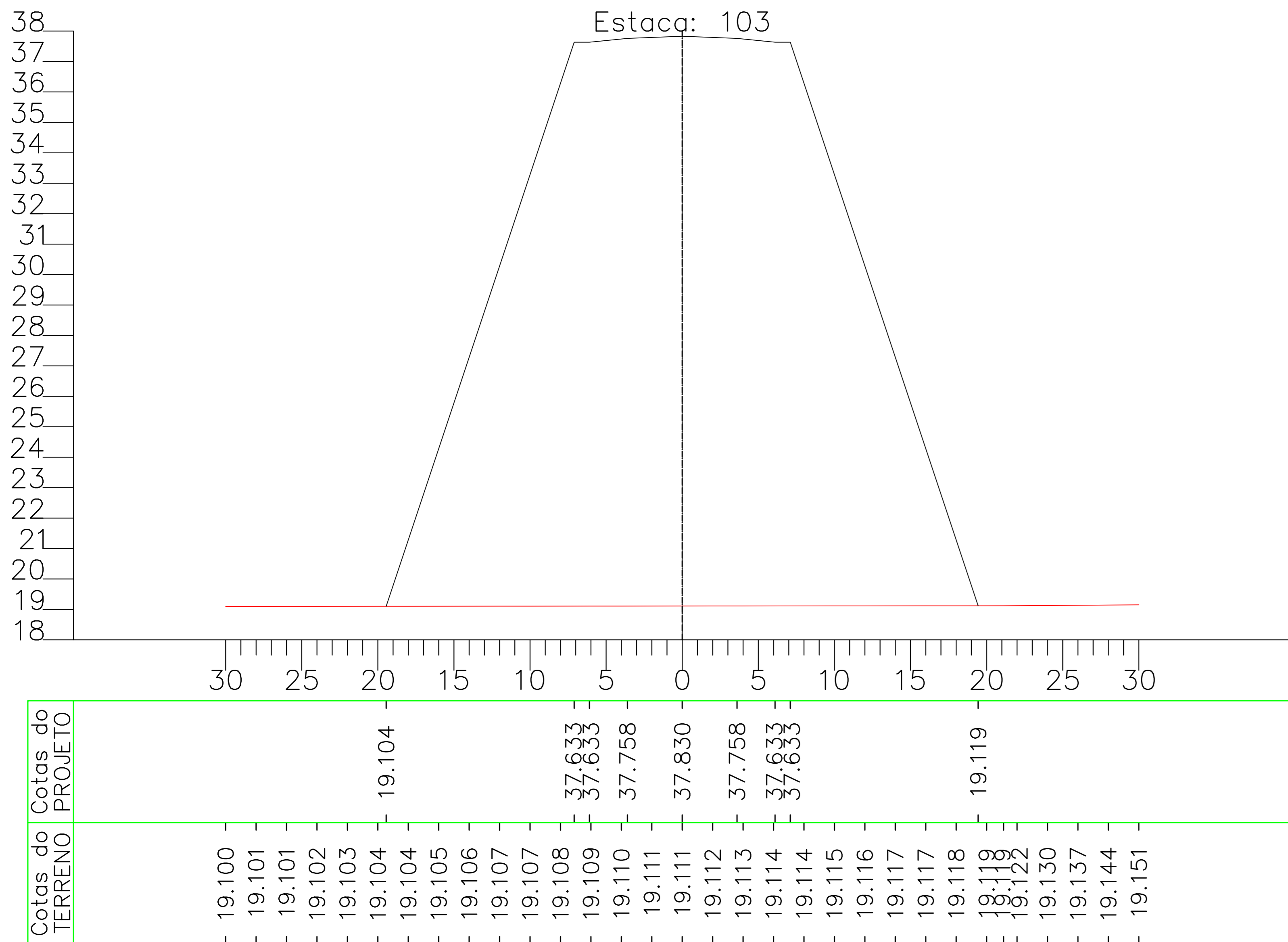
VC: 0,00 m³
 VA: 9613,89 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 189368,53 m³



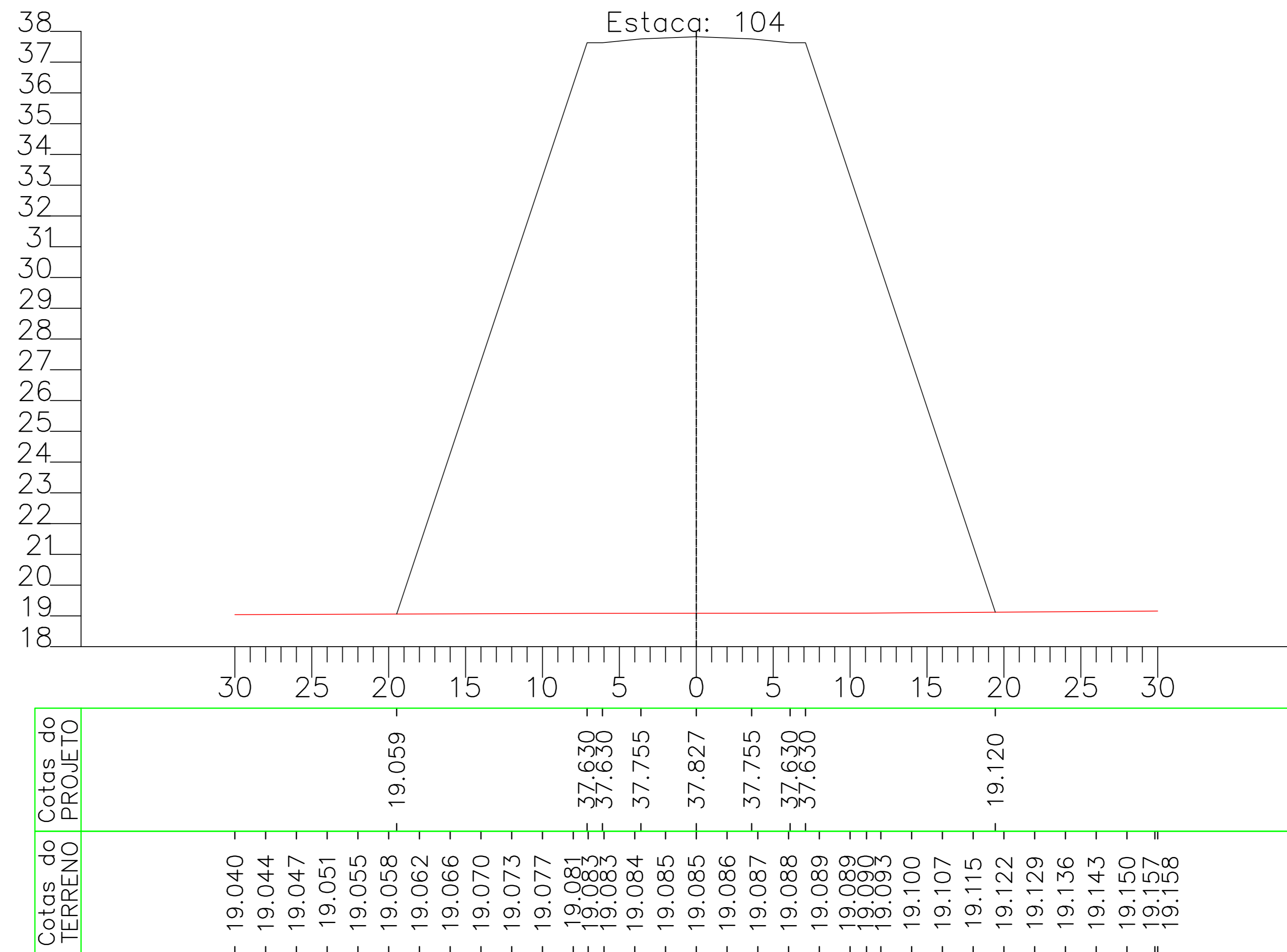
VC: 0,00 m³
 VA: 9823,51 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 199192,04 m³



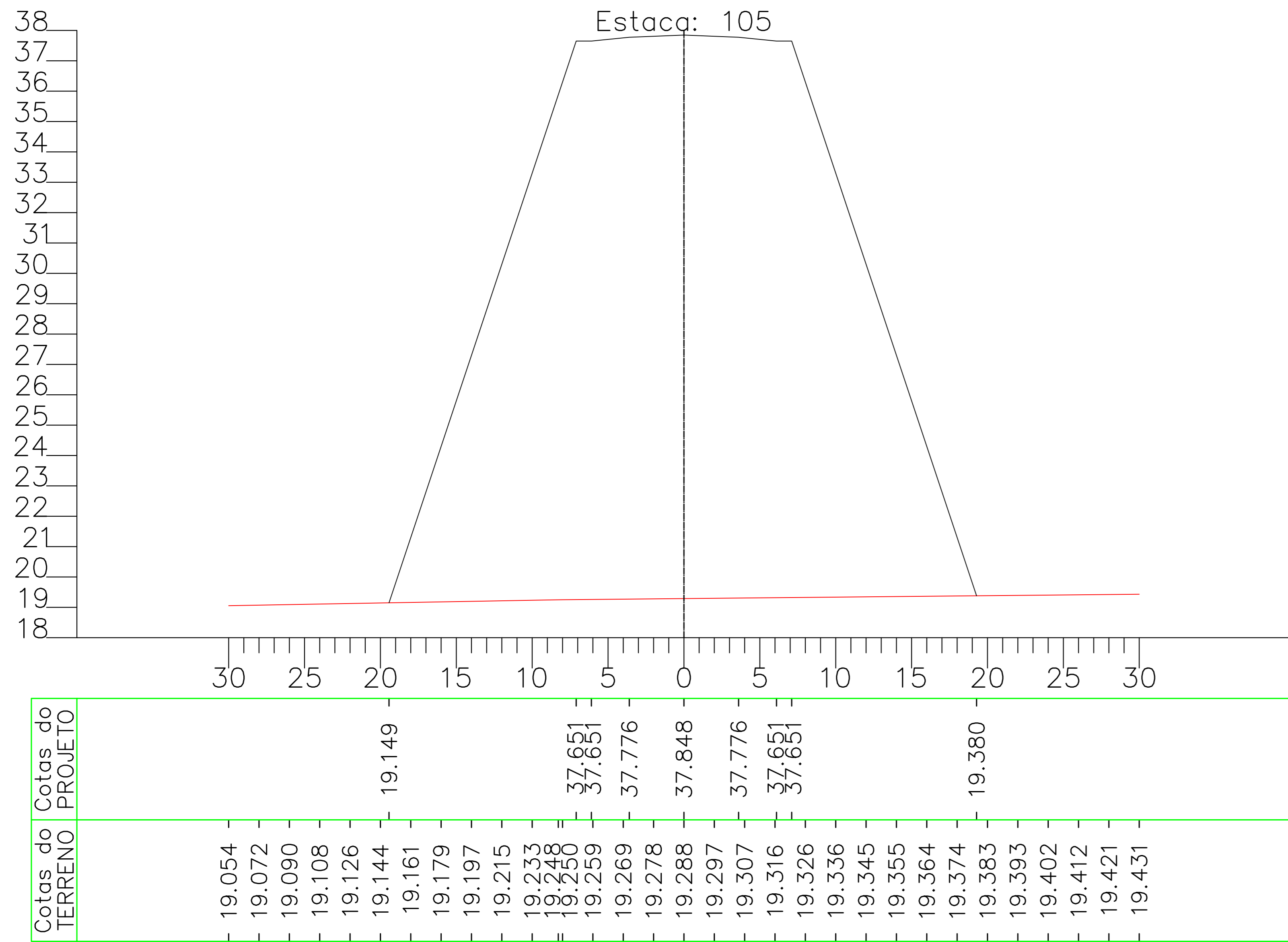
VC: 0,00 m³
 VA: 9872,47 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 209064,51 m³



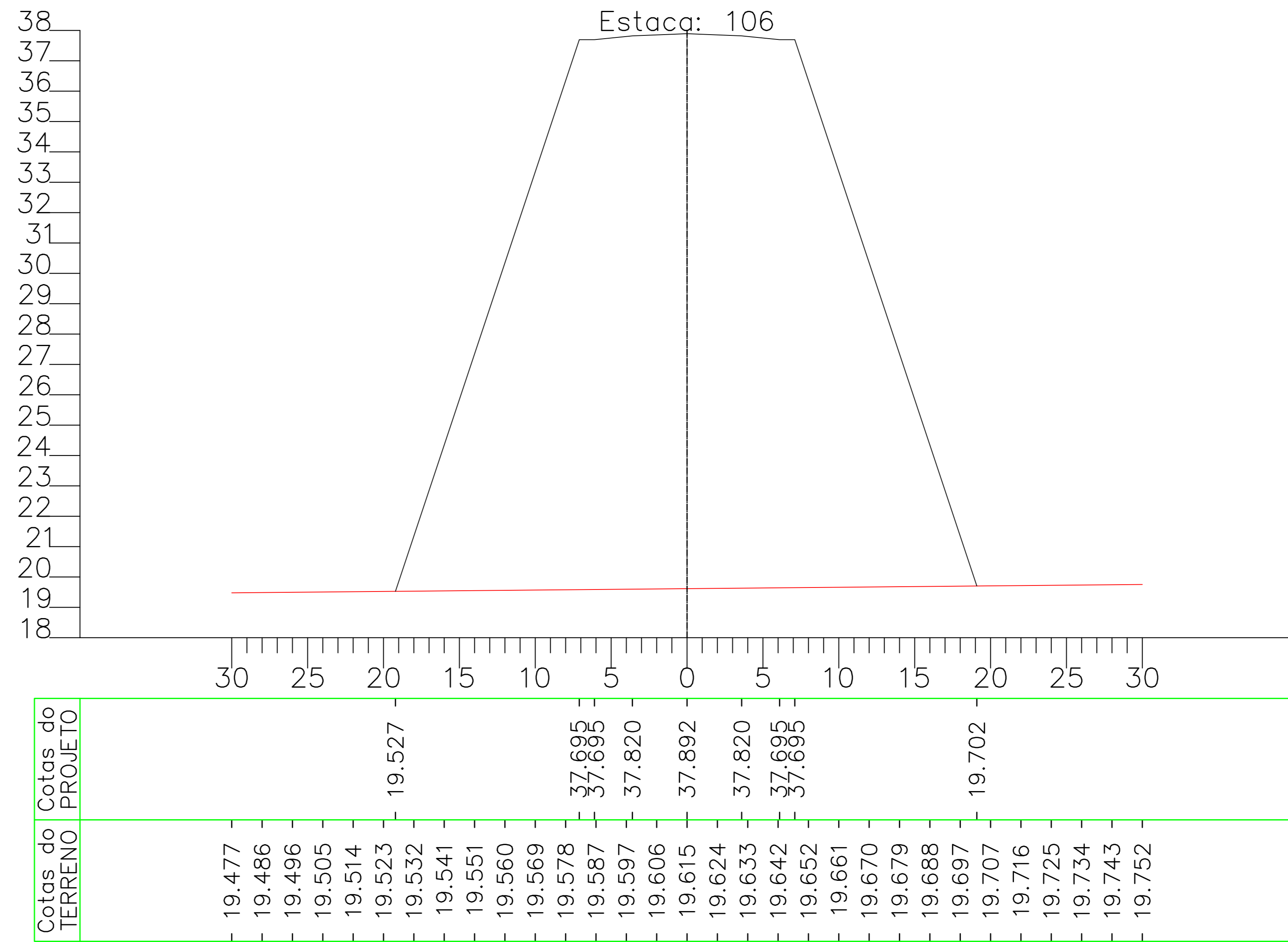
VC: 0,00 m³
 VA: 9813,44 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 218877,95 m³



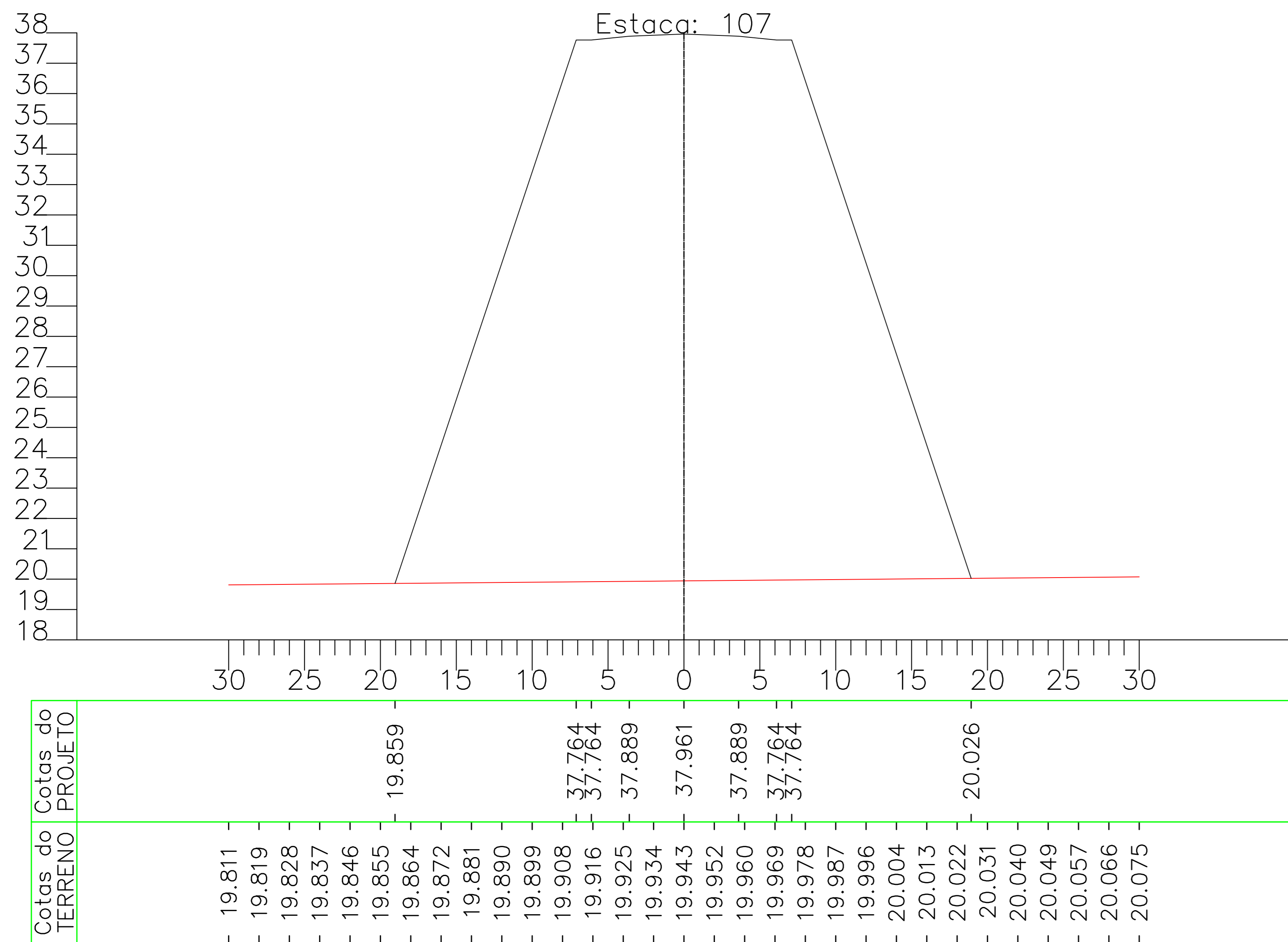
VC: 0,00 m³
 VA: 9634,40 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 228512,34 m³



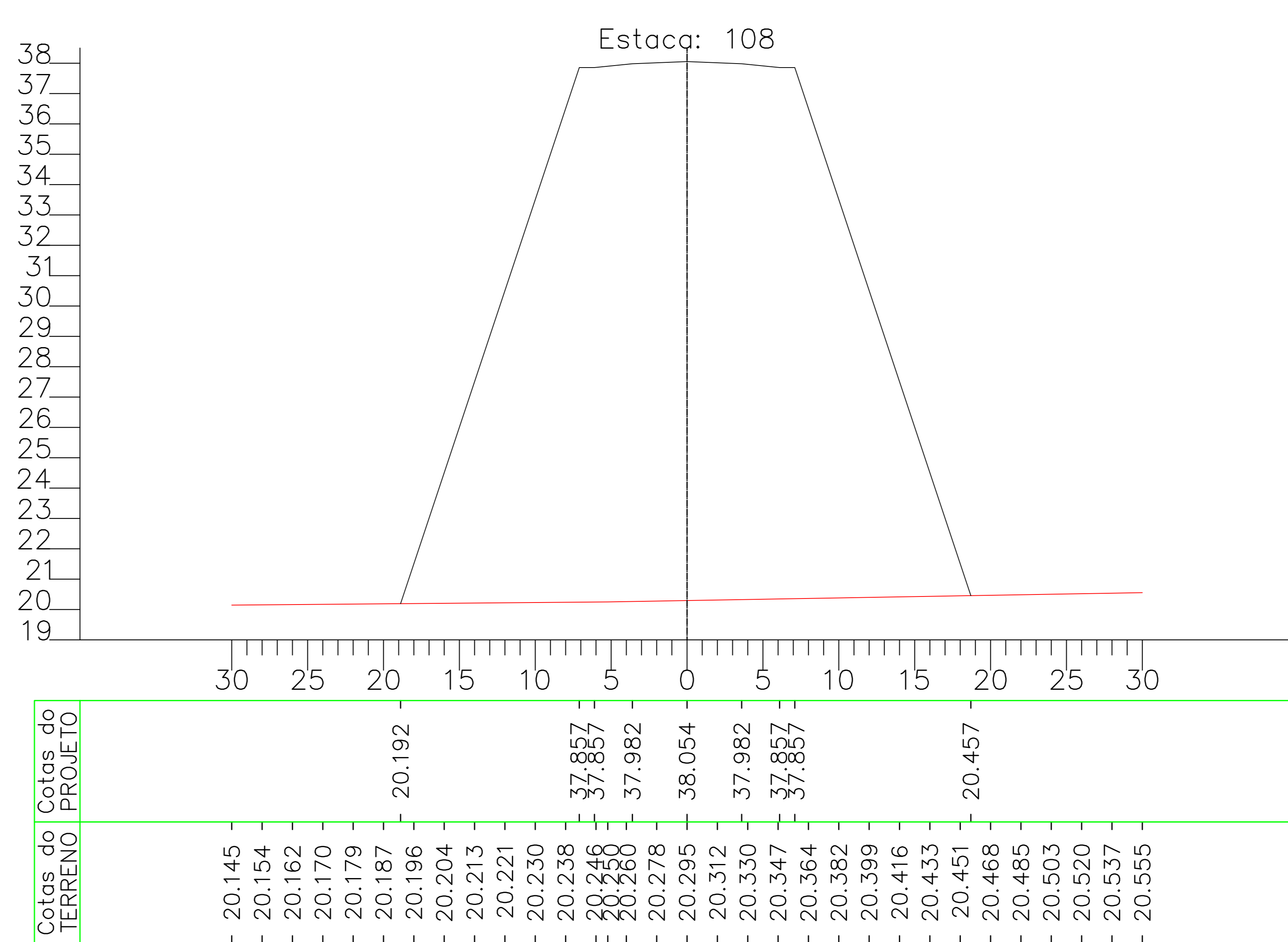
VC: 0,00 m³
 VA: 9424,37 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 237936,72 m³



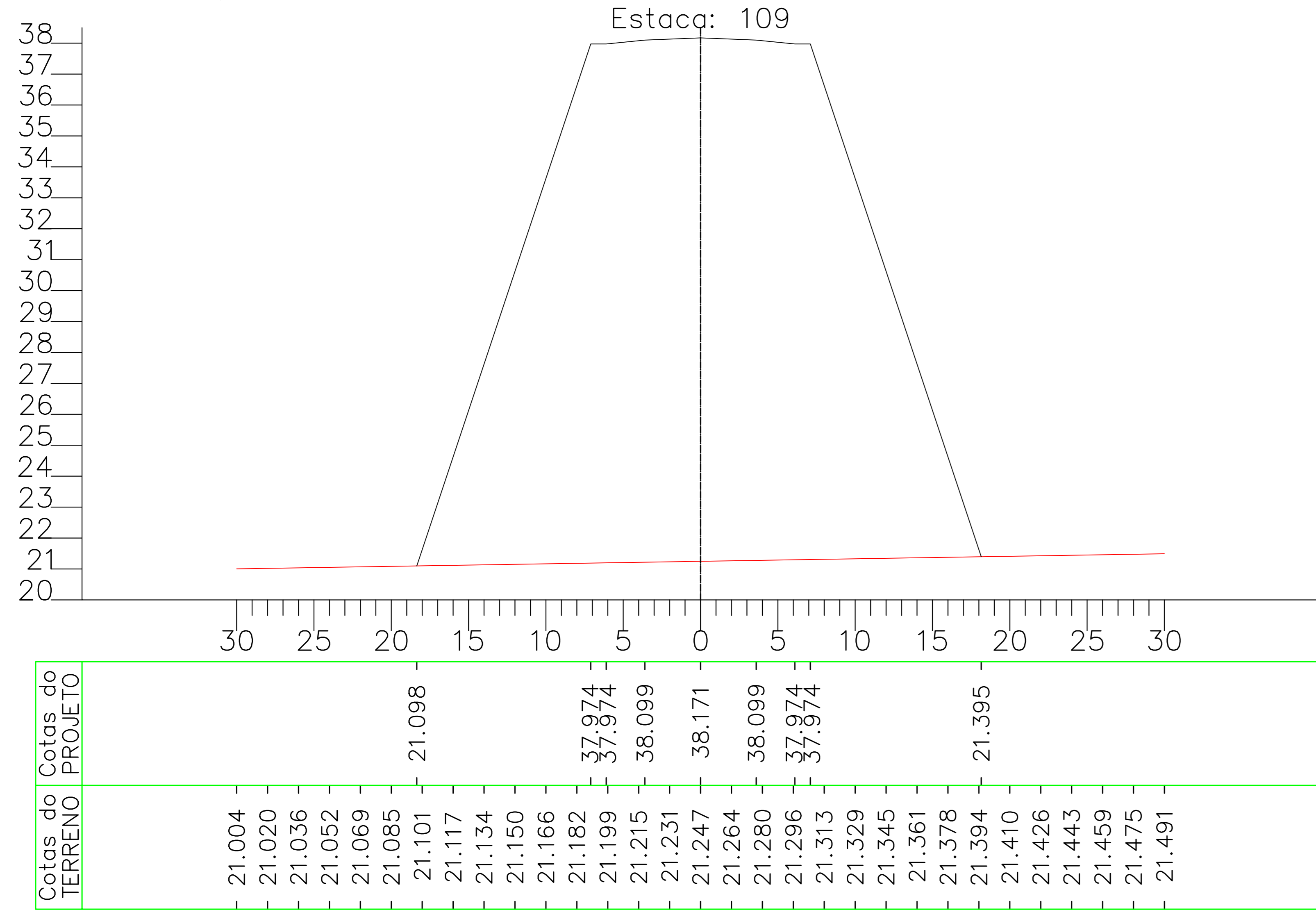
VC: 0,00 m³
 VA: 9223,57 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 247160,29 m³



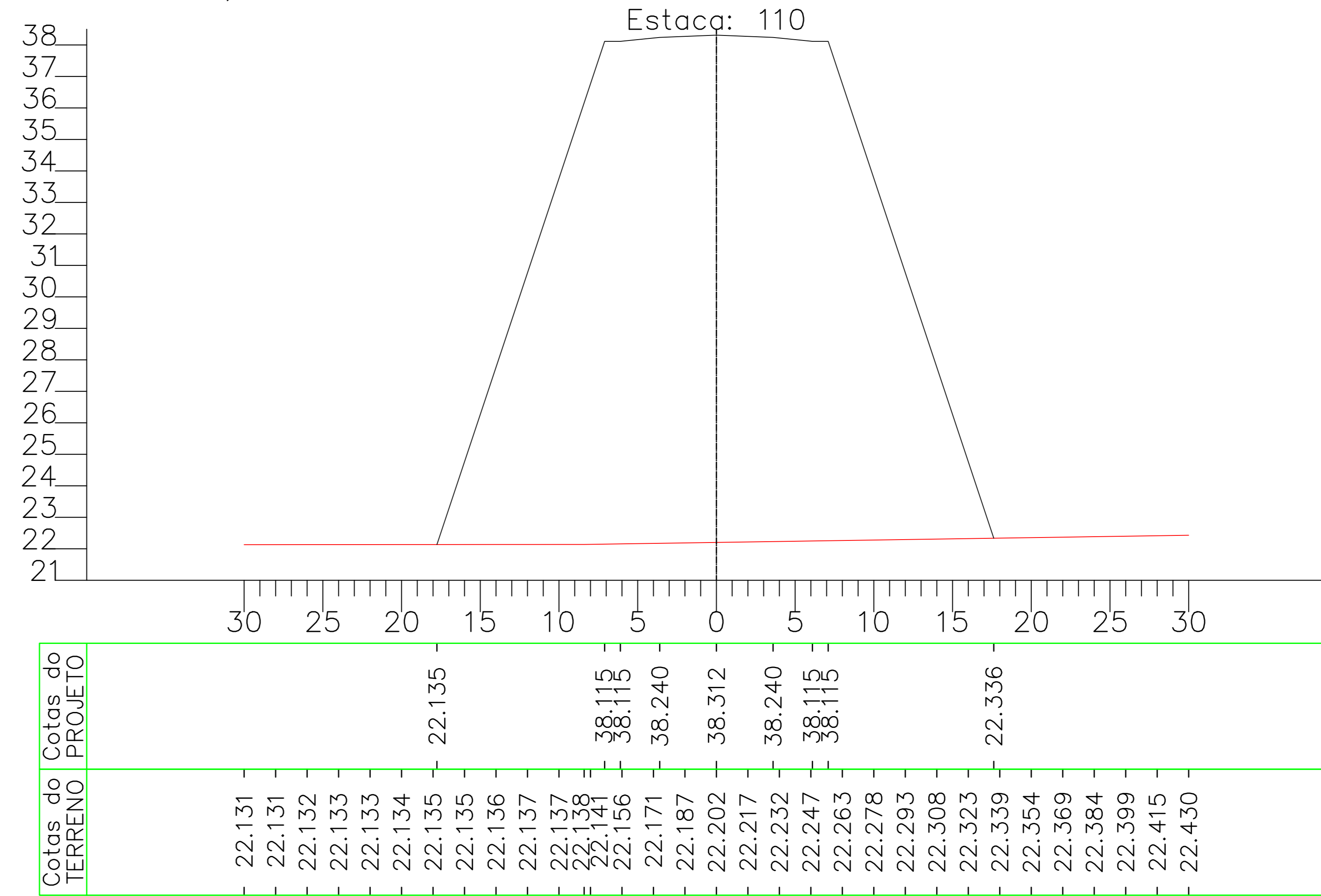
VC: 0,00 m³
 VA: 8816,01 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 255976,31 m³



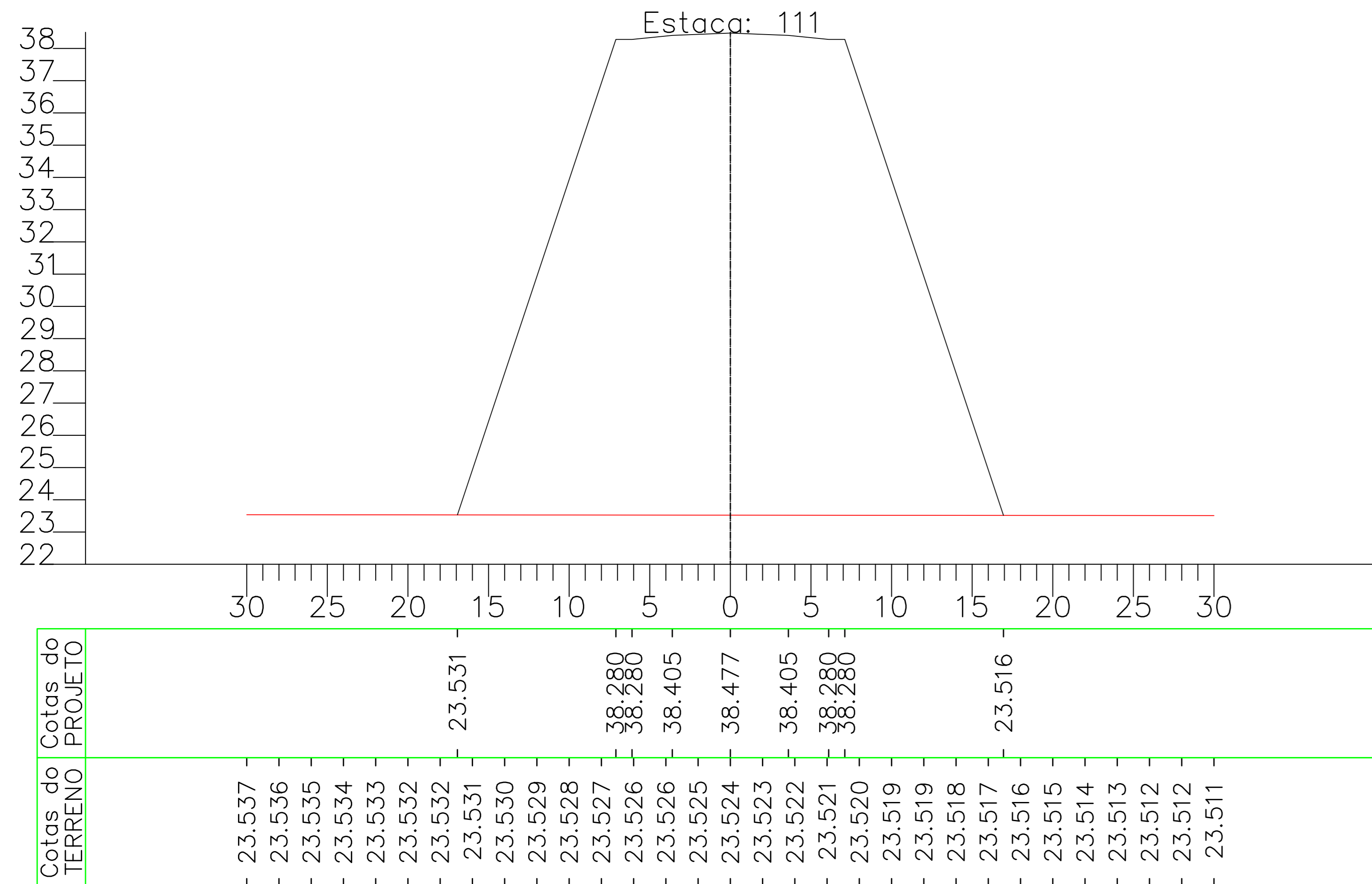
VC: 0,00 m³
 VA: 8214,72 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 264191,03 m³



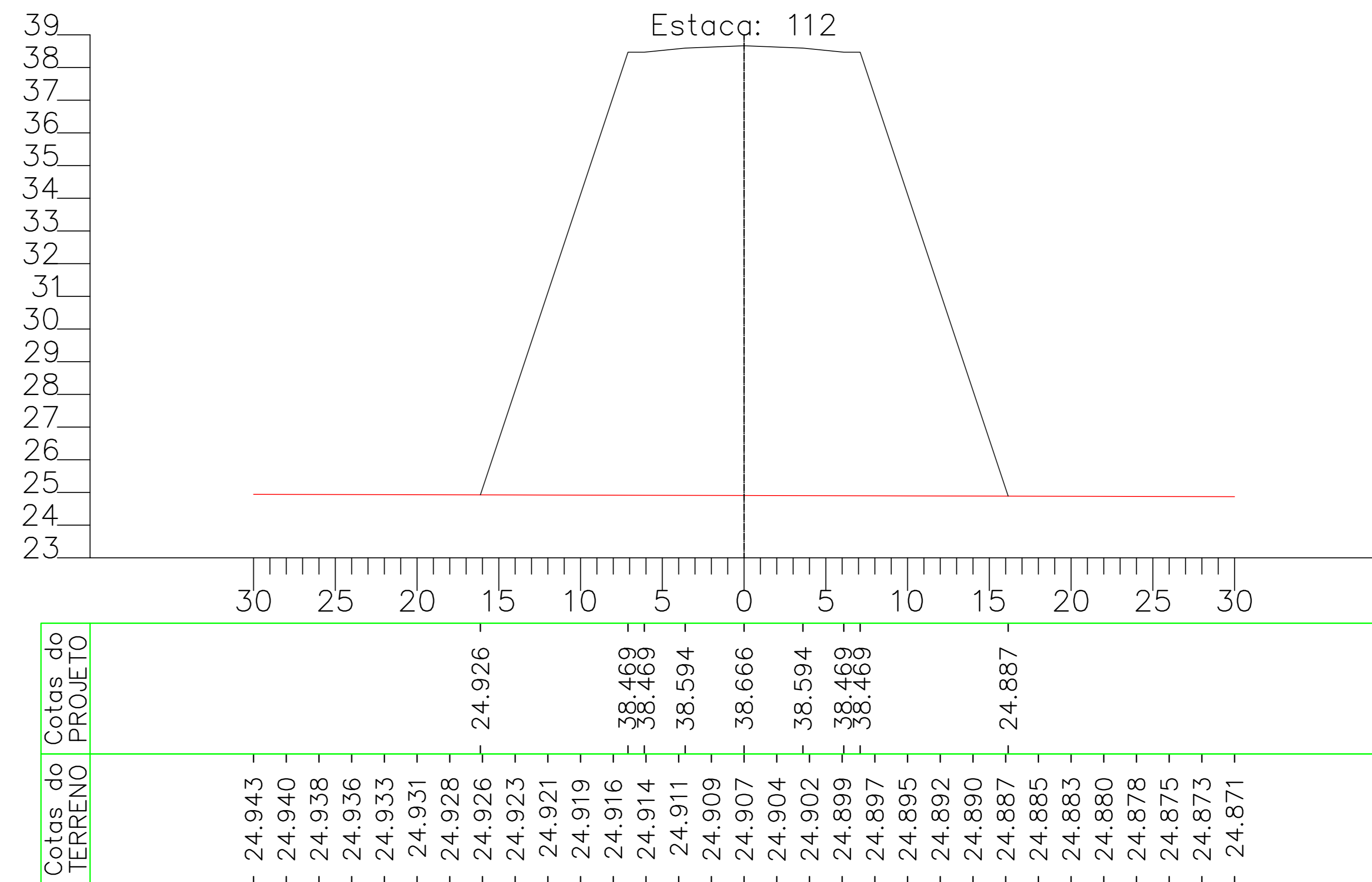
VC: 0,00 m³
 VA: 7521,19m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 271712,22 m³



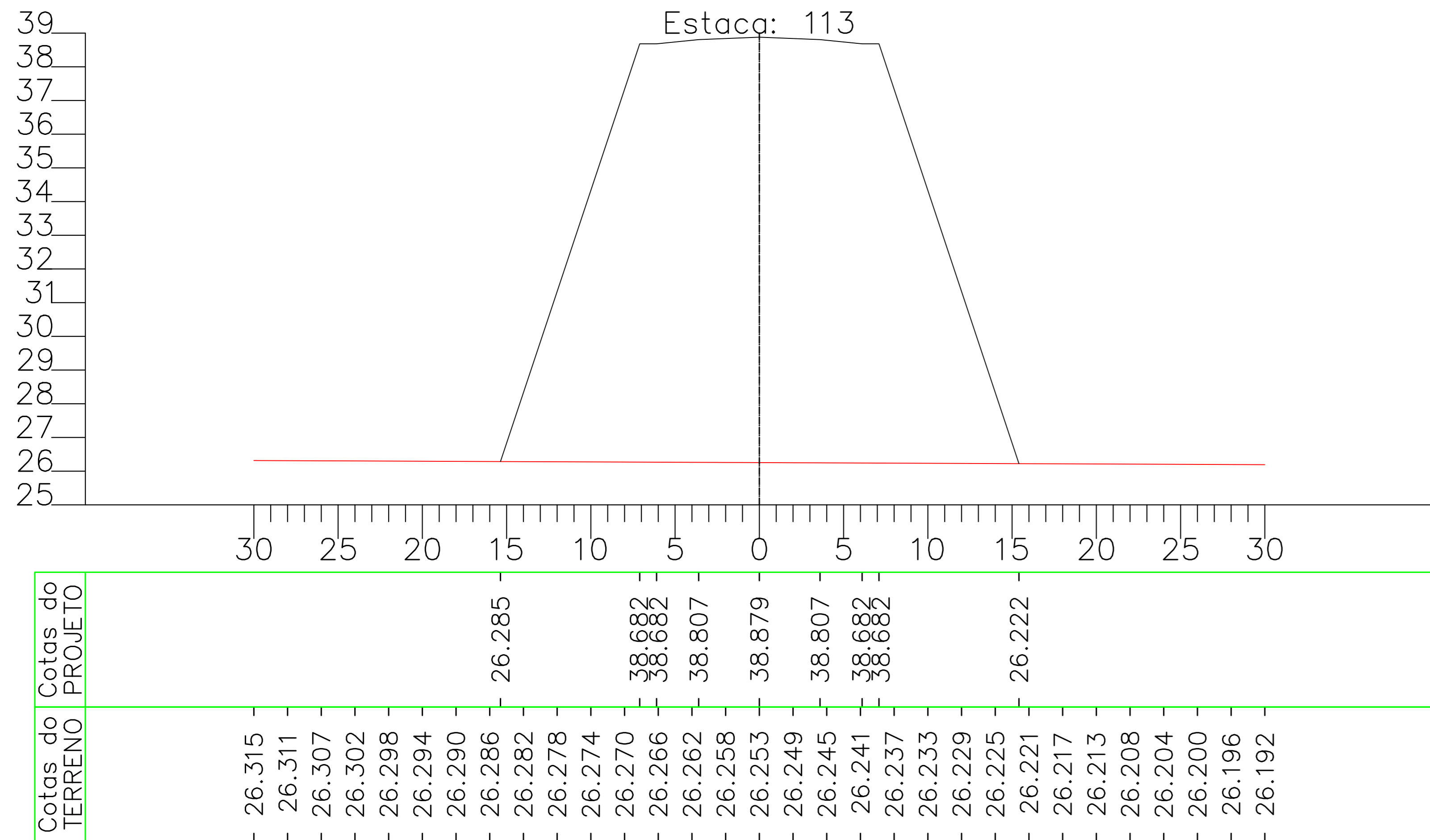
VC: 0,00 m³
 VA: 6728,43 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 278440,64 m³



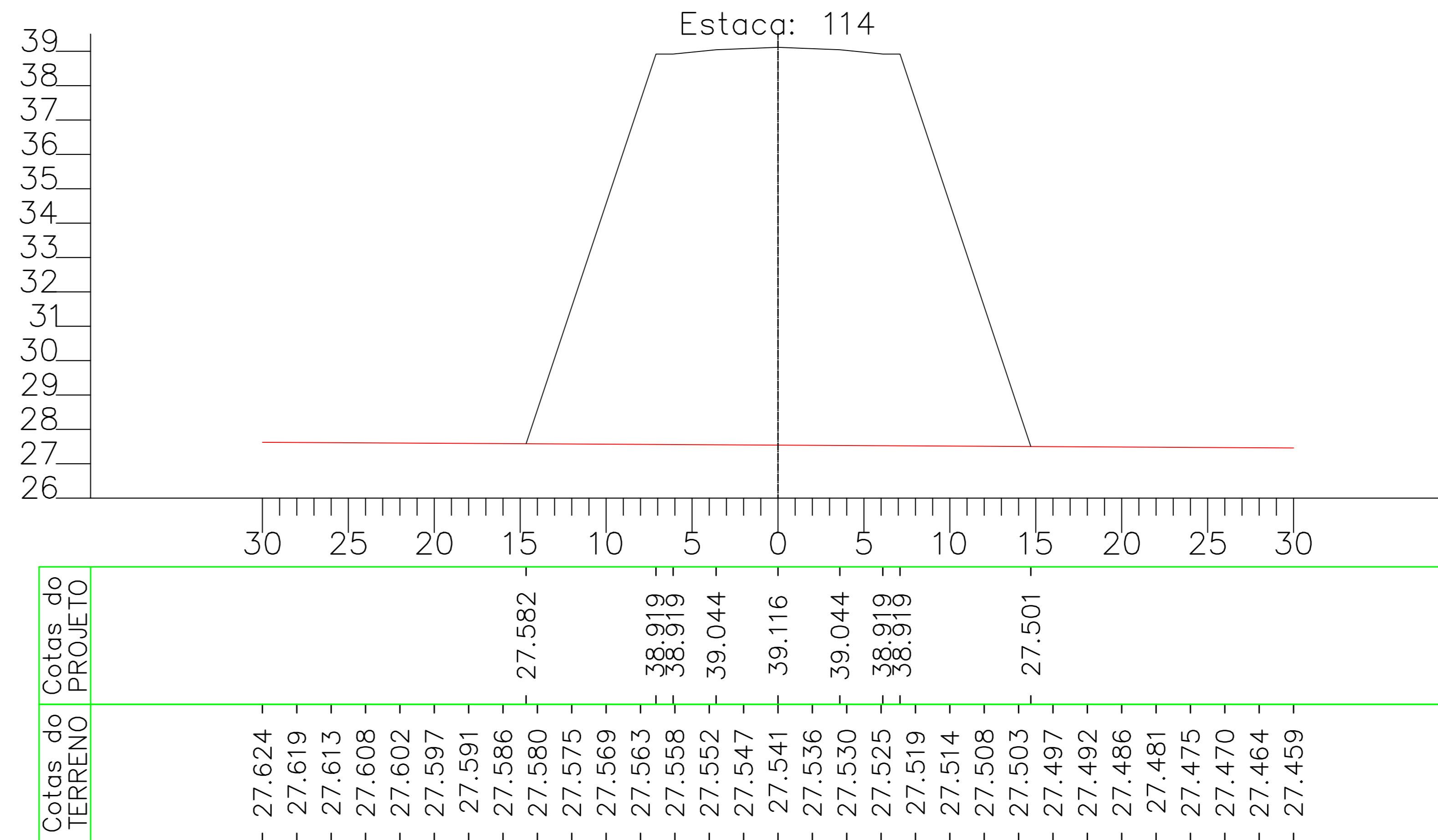
VC: 0,00 m³
 VA: 5976,02 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 284416,66 m³



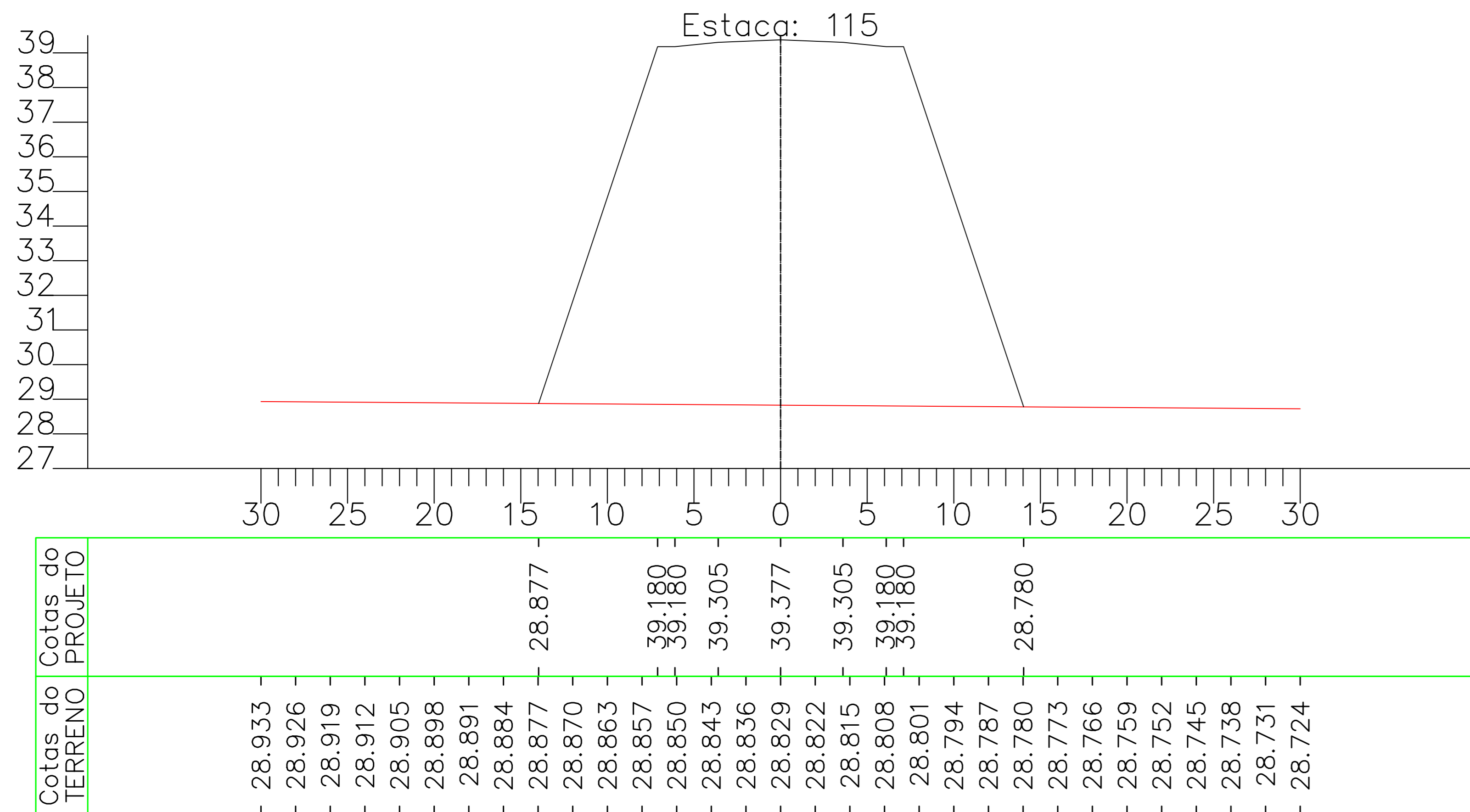
VC: 0,00 m3
 VA: 5302,52 m3
 VAC: 148712,32 m3
 VAA: 289719,19 m3



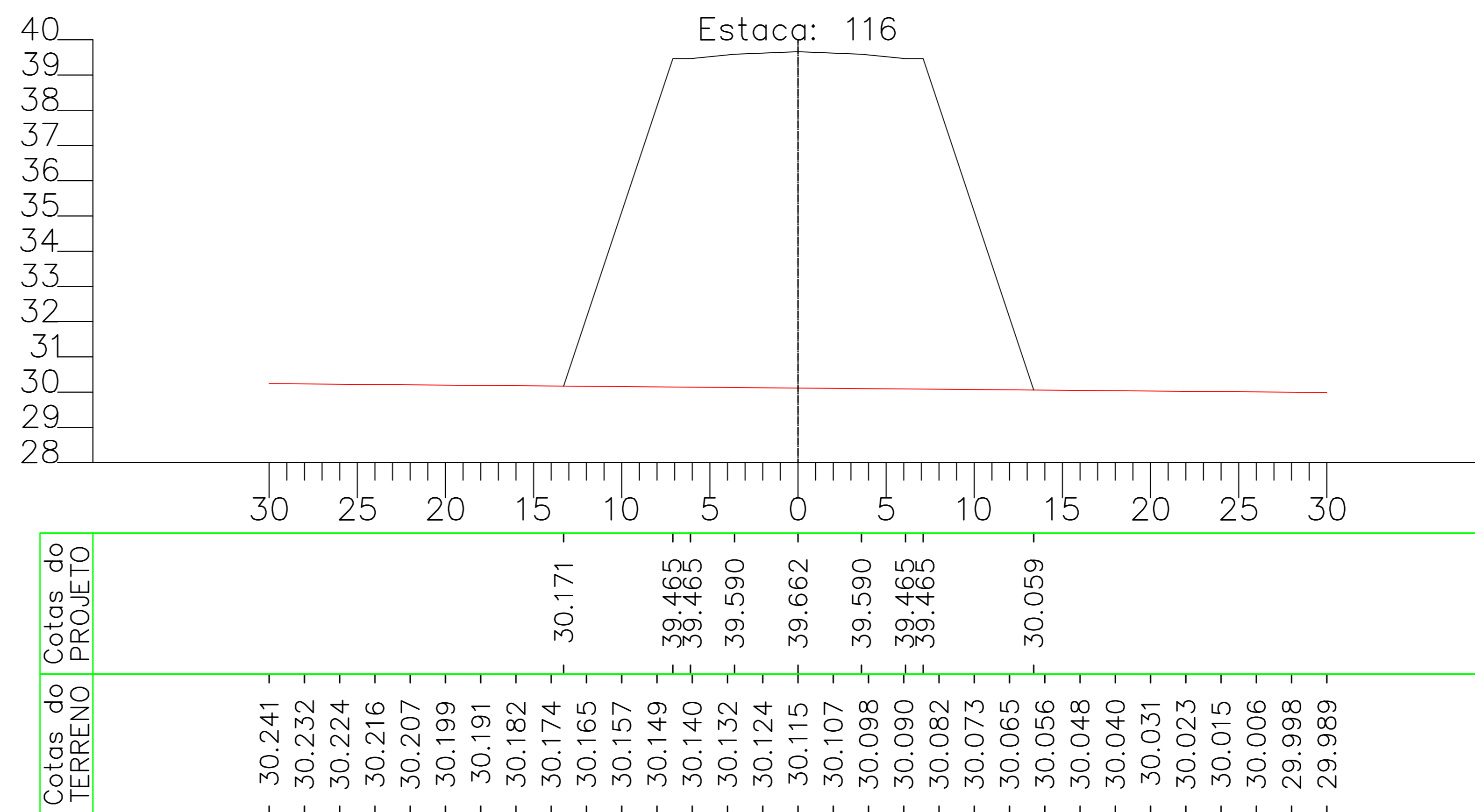
VC: 0,00 m3
 VA: 4692,09 m3
 VAC: 148712,32 m3
 VAA: 294411,28 m3



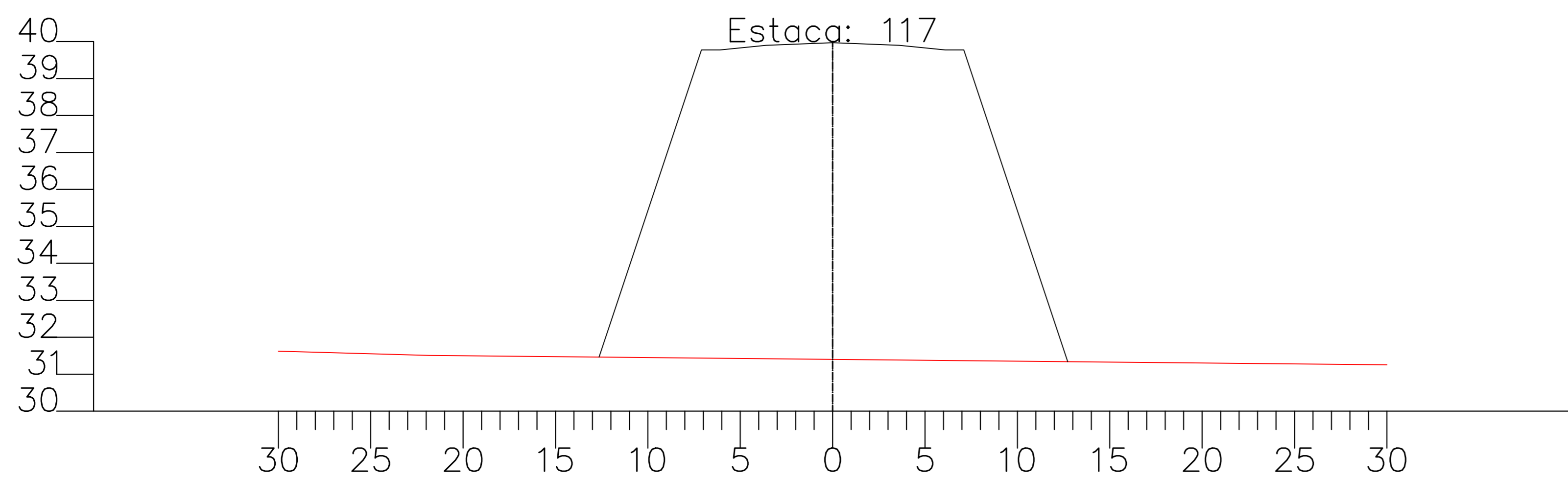
VC: 0,00 m3
 VA: 4123,96 m3
 VAC: 148712,32 m3
 VAA: 298535,24 m3



VC: 0,00 m3
 VA: 3596,22 m3
 VAC: 148712,32 m3
 VAA: 302131,46 m3

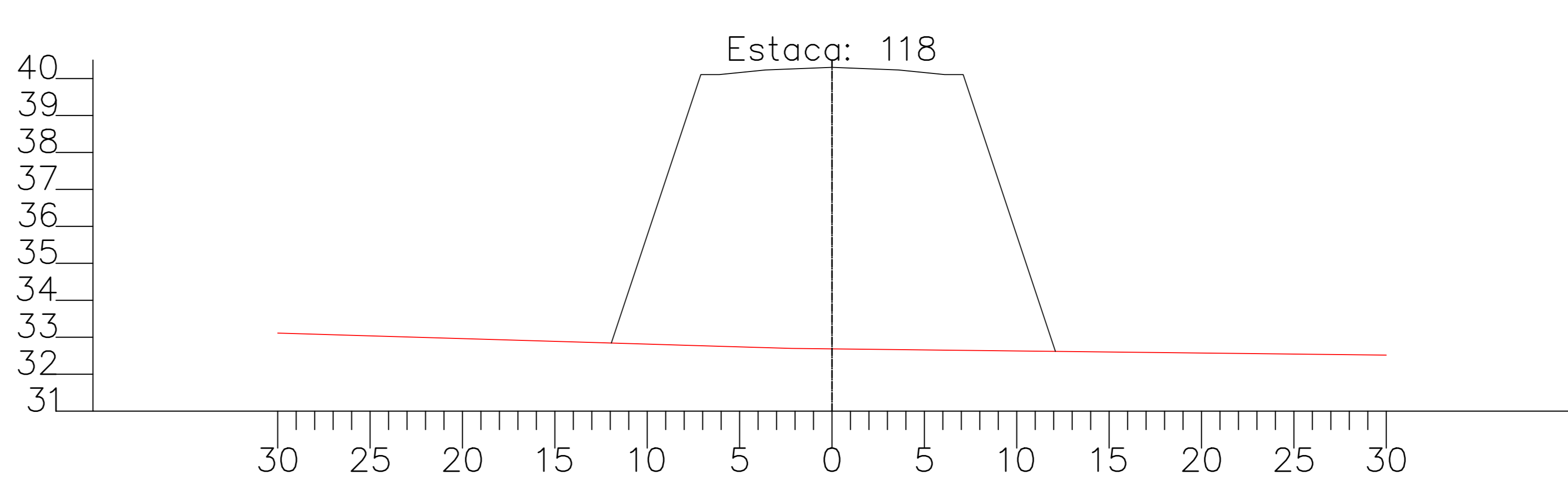


VC: 0,00 m³
 VA: 3102,52 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 305233,99 m³



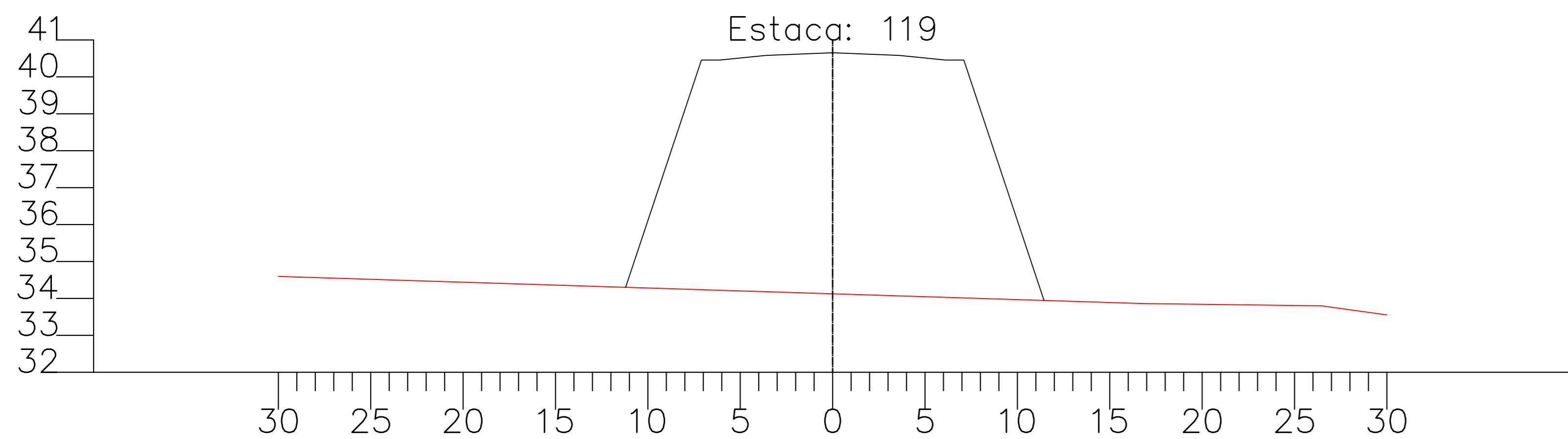
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
31.622	
31.594	
31.566	
31.538	
31.510	
31.508	
31.499	
31.489	
31.479	
31.469	
31.459	31.463
31.450	
31.440	39.774
31.430	39.774
31.420	39.899
31.410	
31.401	39.971
31.391	
31.381	39.899
31.371	39.774
31.361	39.774
31.352	
31.342	
31.332	31.338
31.322	
31.312	
31.302	
31.293	
31.283	
31.273	
31.263	
31.253	

VC: 0,00 m³
 VA: 2612,35 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 307846,34 m³



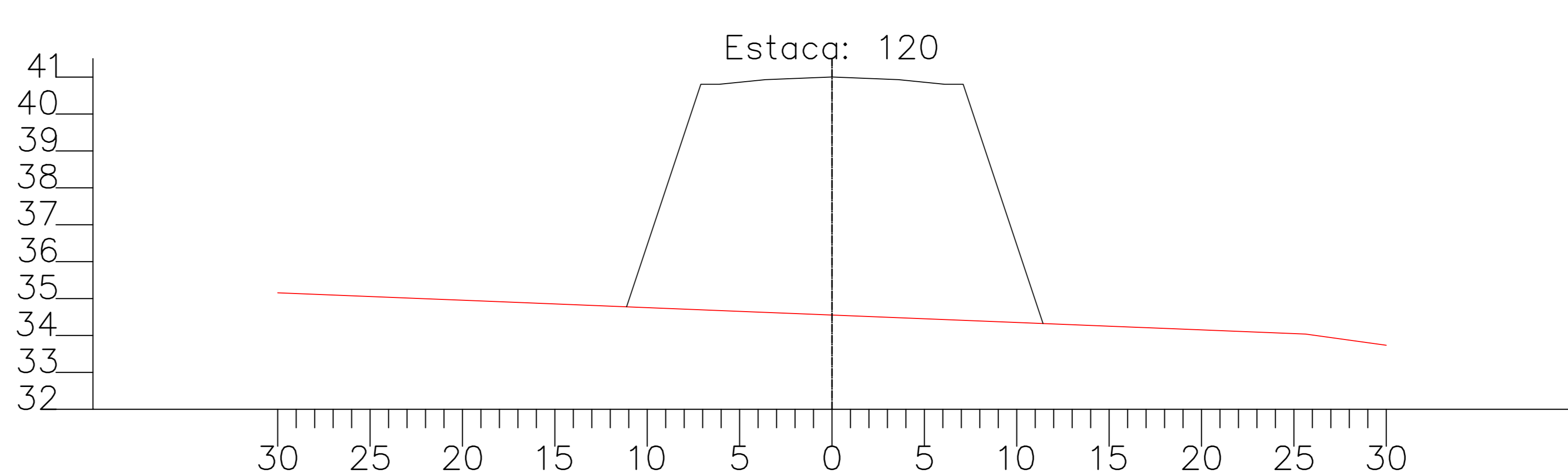
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
33.112	
33.082	
33.052	
33.022	
32.992	
32.963	
32.933	
32.903	
32.873	
32.843	32.843
32.814	
32.784	
32.754	40.107
32.724	40.107
32.697	40.232
32.686	
32.685	40.304
32.674	
32.662	40.232
32.651	40.107
32.640	40.107
32.629	
32.617	32.617
32.606	
32.595	
32.584	
32.572	
32.561	
32.550	
32.539	
32.528	
32.516	

VC: 0,00 m³
 VA: 2344,47 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 310190,81 m³



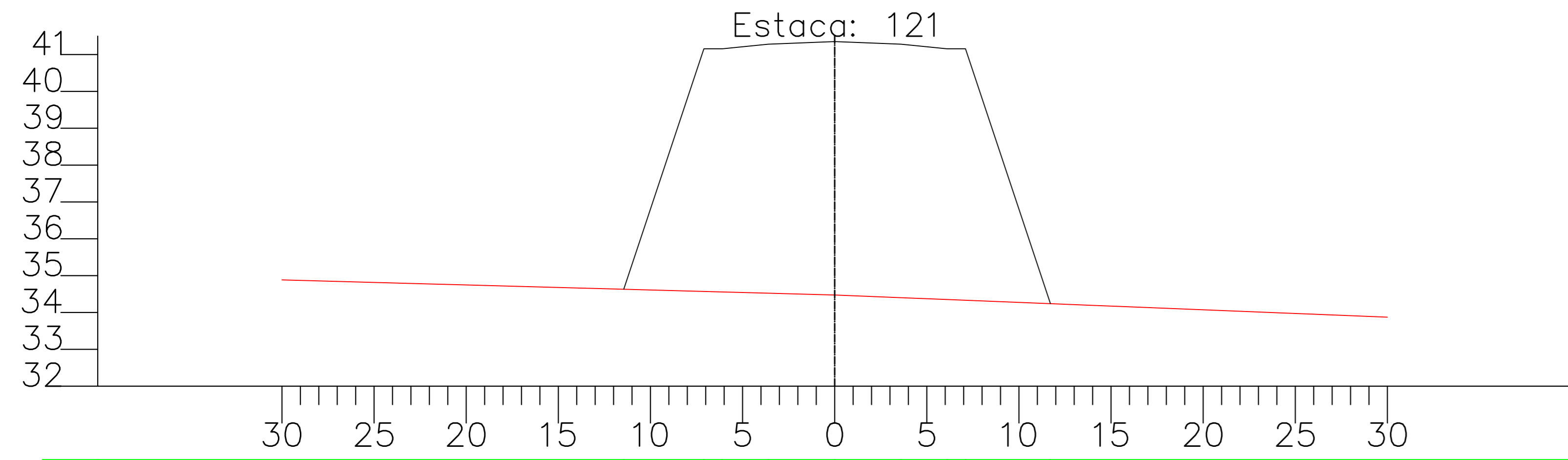
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
34.597	
34.566	
34.534	
34.503	
34.472	
34.440	
34.409	
34.377	
34.346	
34.315	34.302
34.283	
34.252	40.456
34.220	40.456
34.189	40.581
34.157	
34.126	40.653
34.095	
34.063	40.581
34.032	40.456
34.000	40.456
33.969	
33.937	33.946
33.906	
33.875	
33.861	
33.854	
33.841	
33.828	
33.816	
33.803	
33.800	
33.693	
33.555	

VC: 0,00 m³
 VA: 2429,24 m³
 VAC: 148712,32 m³
 VAA: 312620,05 m³



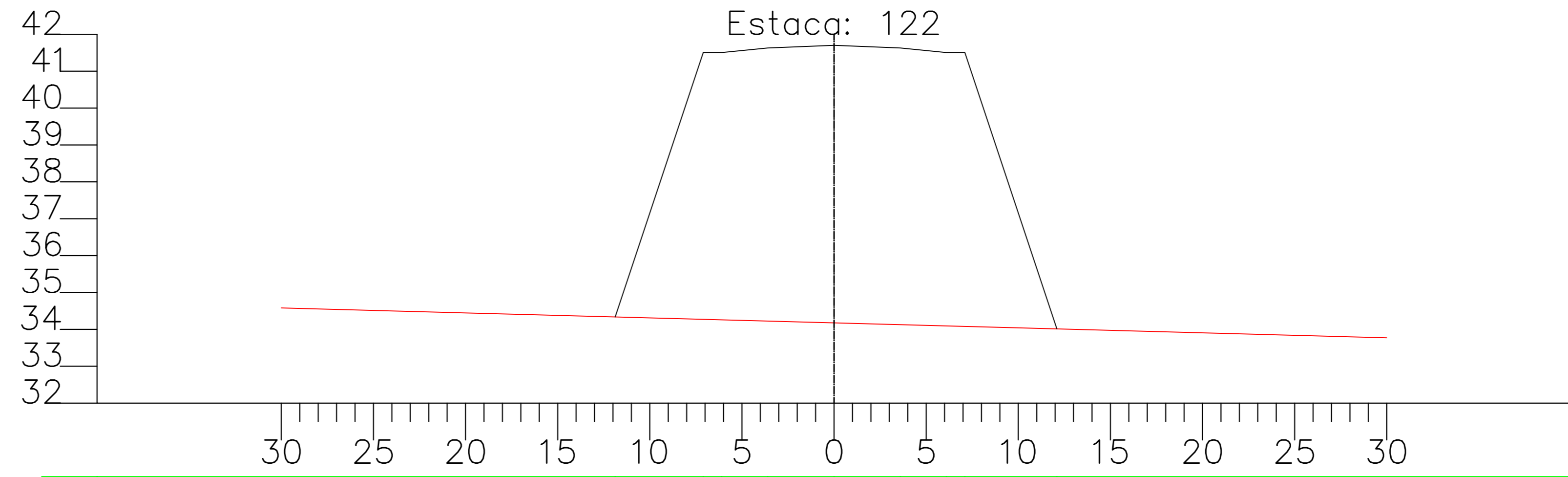
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
35.156	
35.116	
35.076	
35.036	
34.995	
34.955	
34.915	
34.875	
34.835	
34.794	34.777
34.754	
34.714	40.806
34.674	40.806
34.634	40.931
34.594	
34.553	41.003
34.513	
34.473	40.931
34.433	40.806
34.393	40.806
34.353	
34.312	34.324
34.272	
34.232	
34.192	
34.152	
34.111	
34.071	
34.038	
34.013	
33.874	
33.736	

VC: 0,00 m3
 VA: 2679,61 m3
 VAC: 148712,32 m3
 VAA: 315299,66 m3



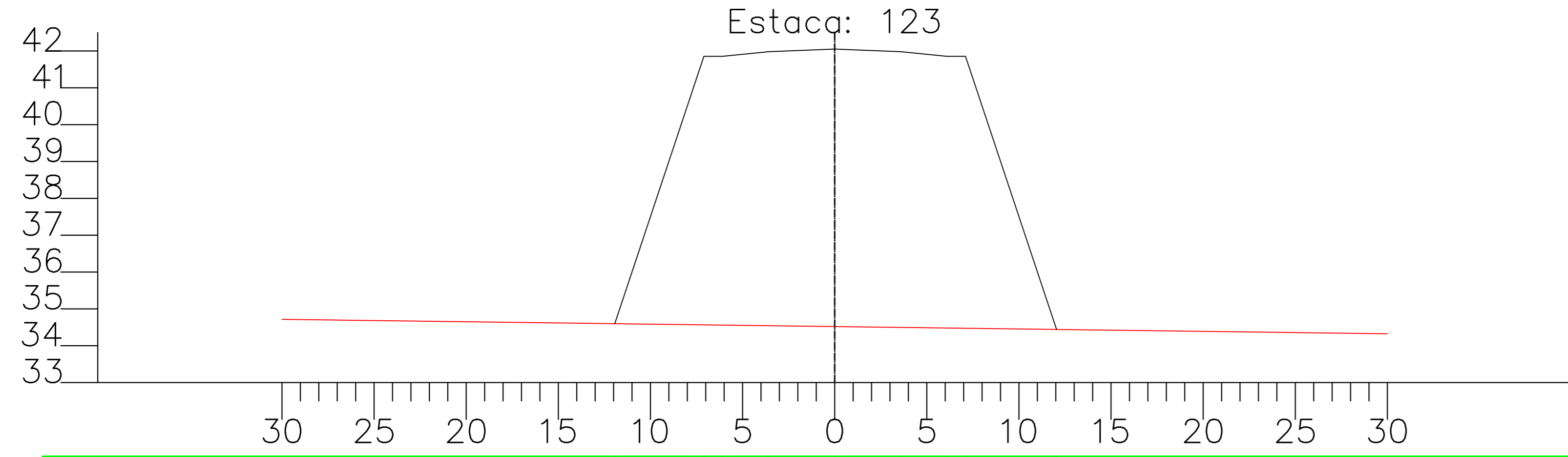
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
34.884	
34.856	
34.829	
34.802	
34.774	
34.747	
34.720	
34.692	
34.665	
34.638	34.630
34.611	
34.583	41.156
34.556	41.156
34.529	41.281
34.501	
34.474	41.353
34.434	
34.394	41.281
34.354	41.156
34.314	41.156
34.274	
34.233	34.239
34.193	
34.153	
34.113	
34.073	
34.033	
33.993	
33.953	
33.913	
33.873	

VC: 0,00 m3
 VA: 2829,02 m3
 VAC: 148712,32 m3
 VAA: 318128,67 m3



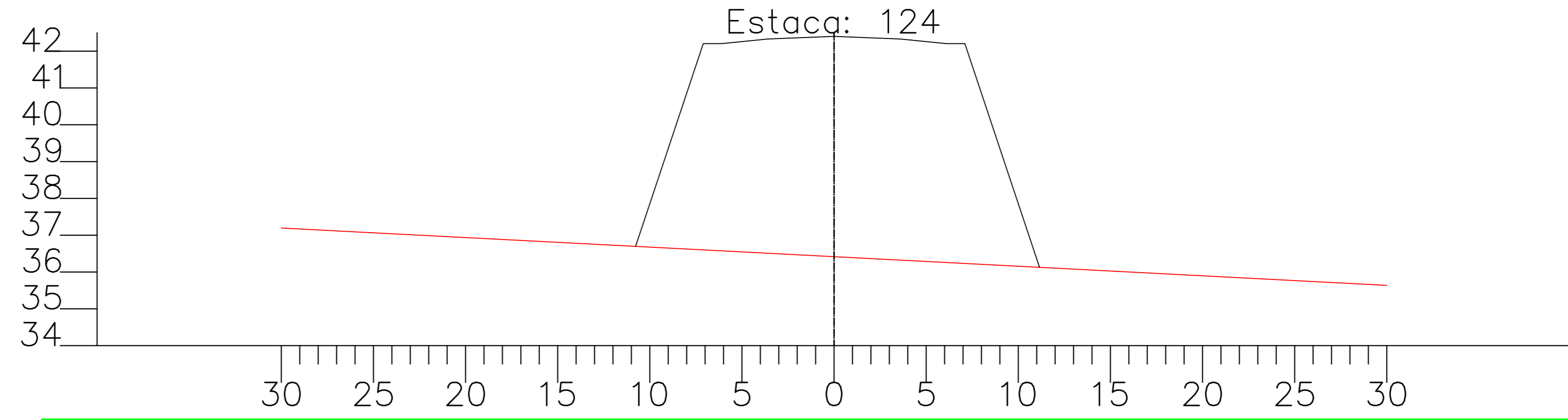
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
34.581	
34.554	
34.527	
34.500	
34.473	
34.446	
34.419	
34.392	
34.365	
34.338	34.336
34.311	
34.284	41.506
34.257	41.506
34.230	41.631
34.203	
34.176	41.703
34.149	
34.122	41.631
34.095	41.506
34.068	41.506
34.041	
34.014	34.012
33.987	
33.960	
33.933	
33.906	
33.879	
33.852	
33.825	
33.798	
33.771	

VC: 0,00 m3
 VA: 2475,79 m3
 VAC: 148712,32 m3
 VAA: 320604,46 m3



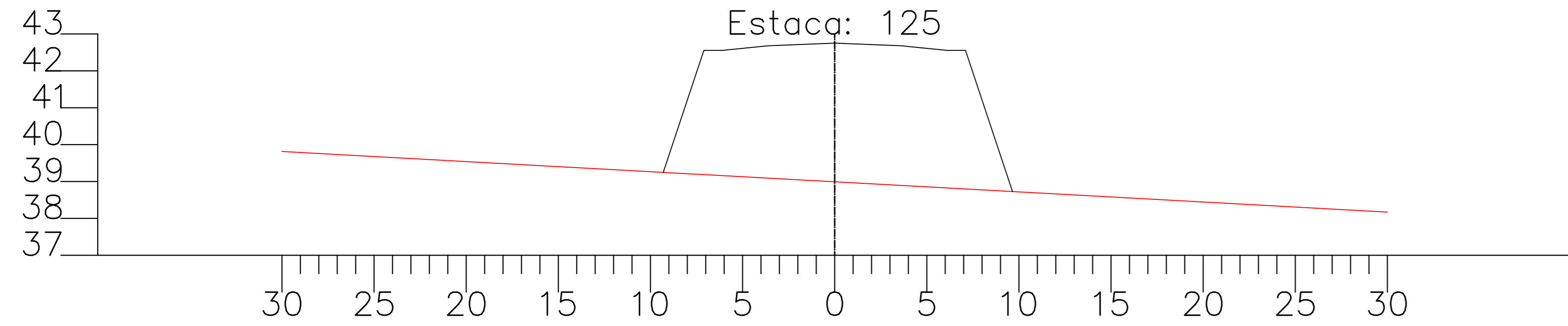
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
34.716	
34.703	
34.690	
34.677	
34.664	
34.651	
34.637	
34.624	
34.611	
34.598	34.598
34.585	
34.572	41.855
34.559	41.855
34.546	41.980
34.533	
34.520	42.052
34.507	
34.494	41.980
34.481	41.855
34.468	41.855
34.455	
34.442	34.441
34.429	
34.416	
34.403	
34.390	
34.376	
34.363	
34.350	
34.337	
34.324	

VC: 0,00 m3
 VA: 1666,46 m3
 VAC: 148712,32 m3
 VAA: 322270,92 m3



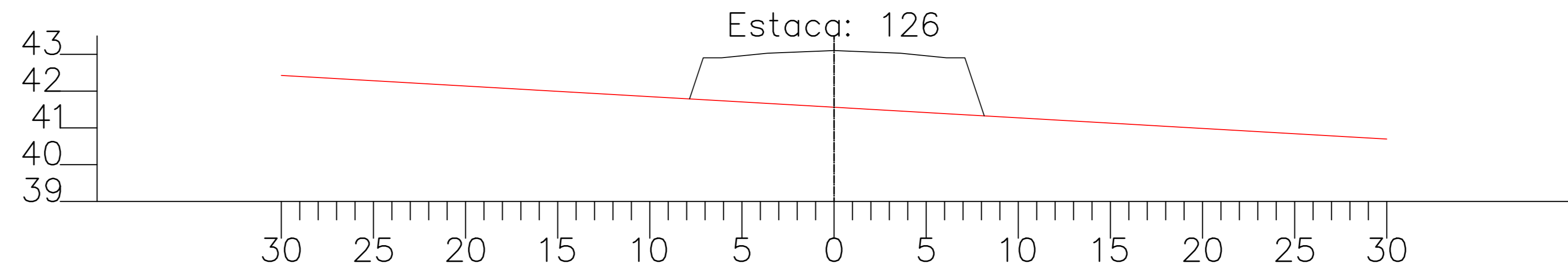
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
37.195	
37.143	
37.091	
37.039	
36.988	
36.936	
36.884	
36.832	
36.780	
36.728	36.696
36.676	
36.624	42.205
36.572	42.205
36.520	42.330
36.468	
36.416	42.402
36.365	
36.313	42.330
36.261	42.205
36.209	42.205
36.157	36.127
36.105	
36.053	
36.001	
35.949	
35.897	
35.845	
35.793	
35.742	
35.690	
35.638	

VC: 0,00 m3
 VA: 823,70 m3
 VAC: 148712,32m3
 VAA: 323094,62 m3



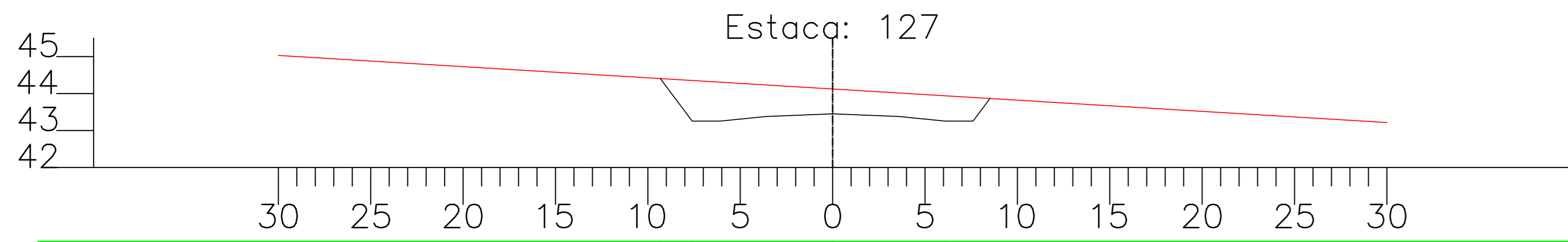
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
39.814	
39.759	
39.704	
39.649	
39.595	
39.540	
39.485	
39.430	
39.375	
39.321	
39.266	
39.211	39.247
39.156	42.555
39.102	42.555
39.047	42.680
38.992	
38.937	42.752
38.882	
38.828	42.680
38.773	42.555
38.718	38.728
38.663	
38.608	
38.554	
38.499	
38.444	
38.389	
38.335	
38.280	
38.225	
38.170	

VC: 129,80 m3
 VA: 217,92 m3
 VAC: 148842,12 m3
 VAA: 323312,55 m3



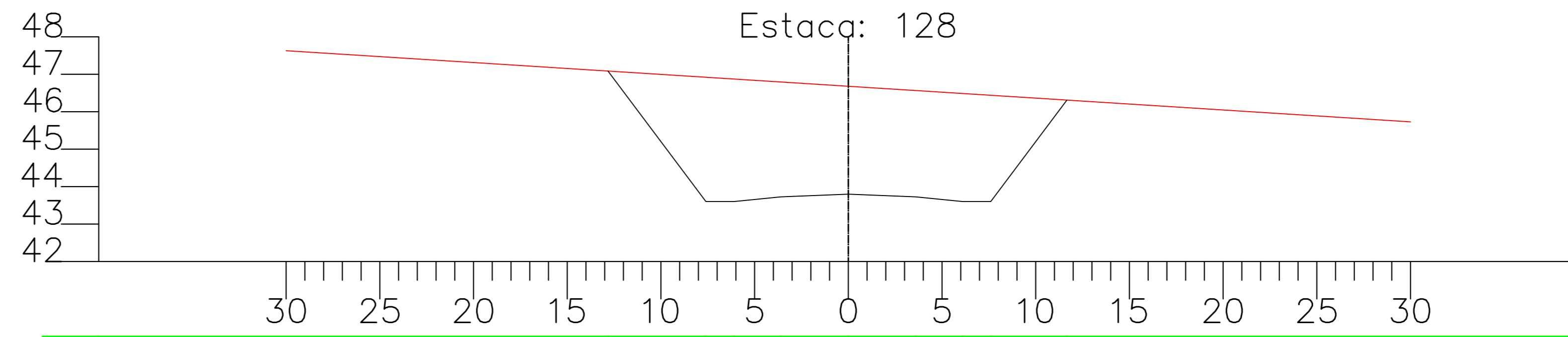
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
42.426	
42.368	
42.311	
42.253	
42.195	
42.138	
42.080	
42.022	
41.965	
41.907	
41.849	
41.792	41.787
41.734	42.905
41.677	42.905
41.619	43.030
41.561	
41.504	43.102
41.446	
41.388	43.030
41.331	42.905
41.273	42.905
41.215	41.326
41.158	
41.100	
41.042	
40.985	
40.927	
40.870	
40.812	
40.754	
40.697	

VC: 727,34 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 149569,46 m³
 VAA: 323312,55 m³



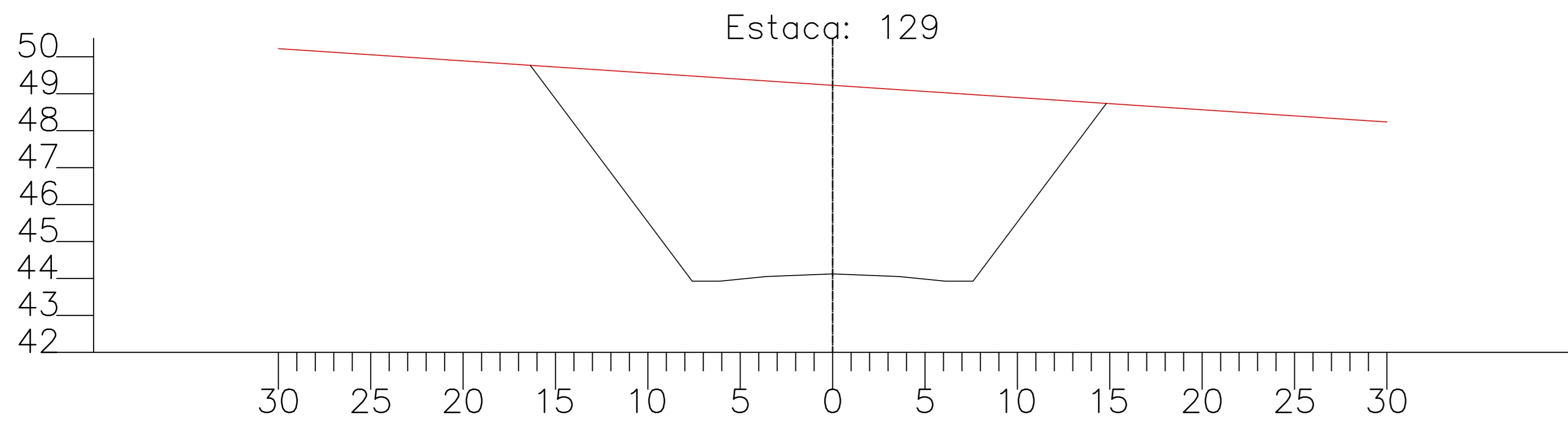
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
45.031	
44.971	
44.910	
44.850	
44.789	
44.729	
44.668	
44.608	
44.547	
44.487	
44.426	
44.366	44.406
44.305	43.255
44.245	43.255
44.184	43.380
44.124	43.452
44.063	43.380
44.003	43.380
43.943	43.255
43.882	43.255
43.822	43.866
43.761	
43.701	
43.640	
43.580	
43.519	
43.459	
43.398	
43.338	
43.277	
43.217	

VC: 1814,21 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 151383,66 m³
 VAA: 323312,55 m³



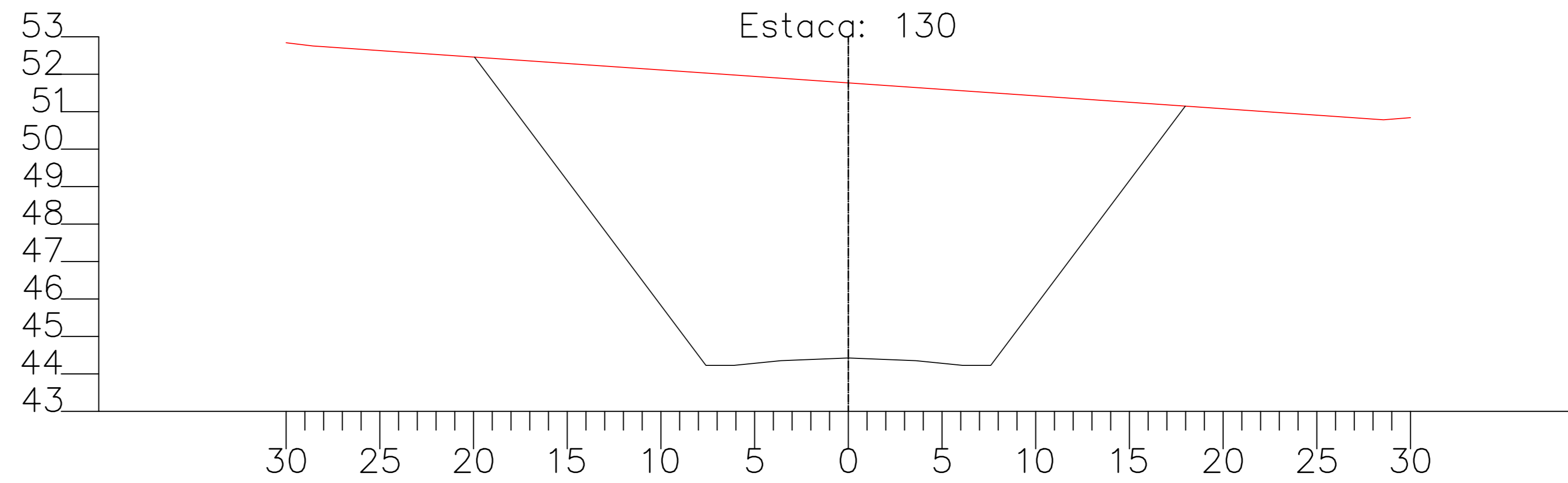
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
47.630	
47.567	
47.503	
47.440	
47.377	
47.313	
47.250	
47.187	
47.123	
47.060	47.086
46.997	
46.933	43.602
46.870	43.602
46.806	43.727
46.743	
46.680	43.799
46.616	
46.553	43.727
46.490	43.602
46.426	43.602
46.363	
46.300	46.310
46.236	
46.173	
46.110	
46.046	
45.983	
45.920	
45.856	
45.793	
45.730	

VC: 3207,92 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 154591,58 m³
 VAA: 323312,55 m³



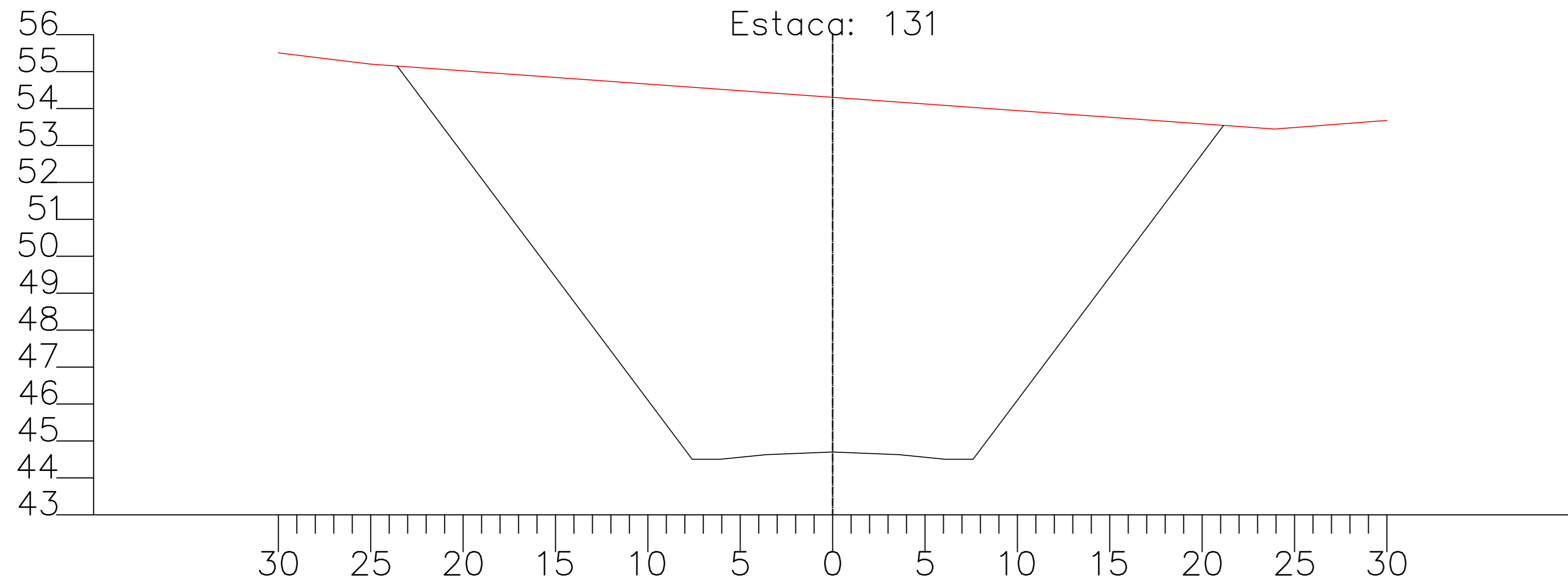
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
50.221	
50.155	
50.089	
50.023	
49.956	
49.890	
49.824	
49.758	49.770
49.692	
49.626	
49.559	
49.493	43.927
49.427	43.927
49.361	44.052
49.295	
49.228	44.124
49.162	
49.096	44.052
49.030	43.927
48.964	43.927
48.898	
48.831	
48.765	48.738
48.699	
48.633	
48.567	
48.501	
48.434	
48.368	
48.302	
48.236	

VC: 4915,93 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 159507,51 m³
 VAA: 323312,55 m³



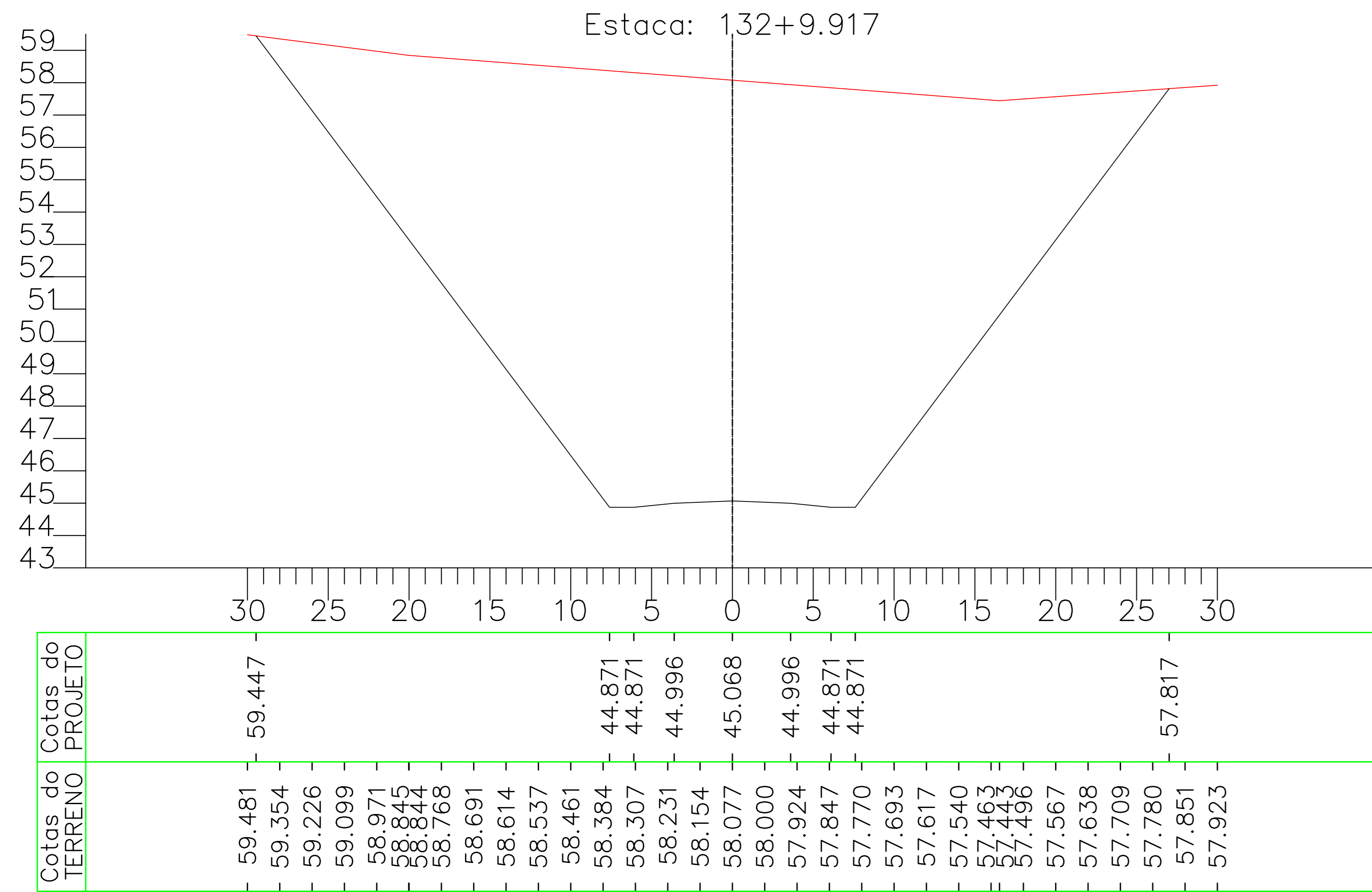
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
52.841	
52.756	
52.667	
52.598	
52.529	
52.460	52.458
52.391	
52.322	
52.253	
52.184	
52.115	
52.046	44.228
51.977	44.228
51.908	44.353
51.839	
51.770	44.425
51.701	
51.632	44.353
51.563	44.228
51.494	44.228
51.425	
51.356	
51.287	
51.218	
51.149	51.149
51.080	
51.011	
50.942	
50.873	
50.804	
50.734	
50.664	

VC: 6960,94 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 166468,45 m³
 VAA: 323312,55 m³

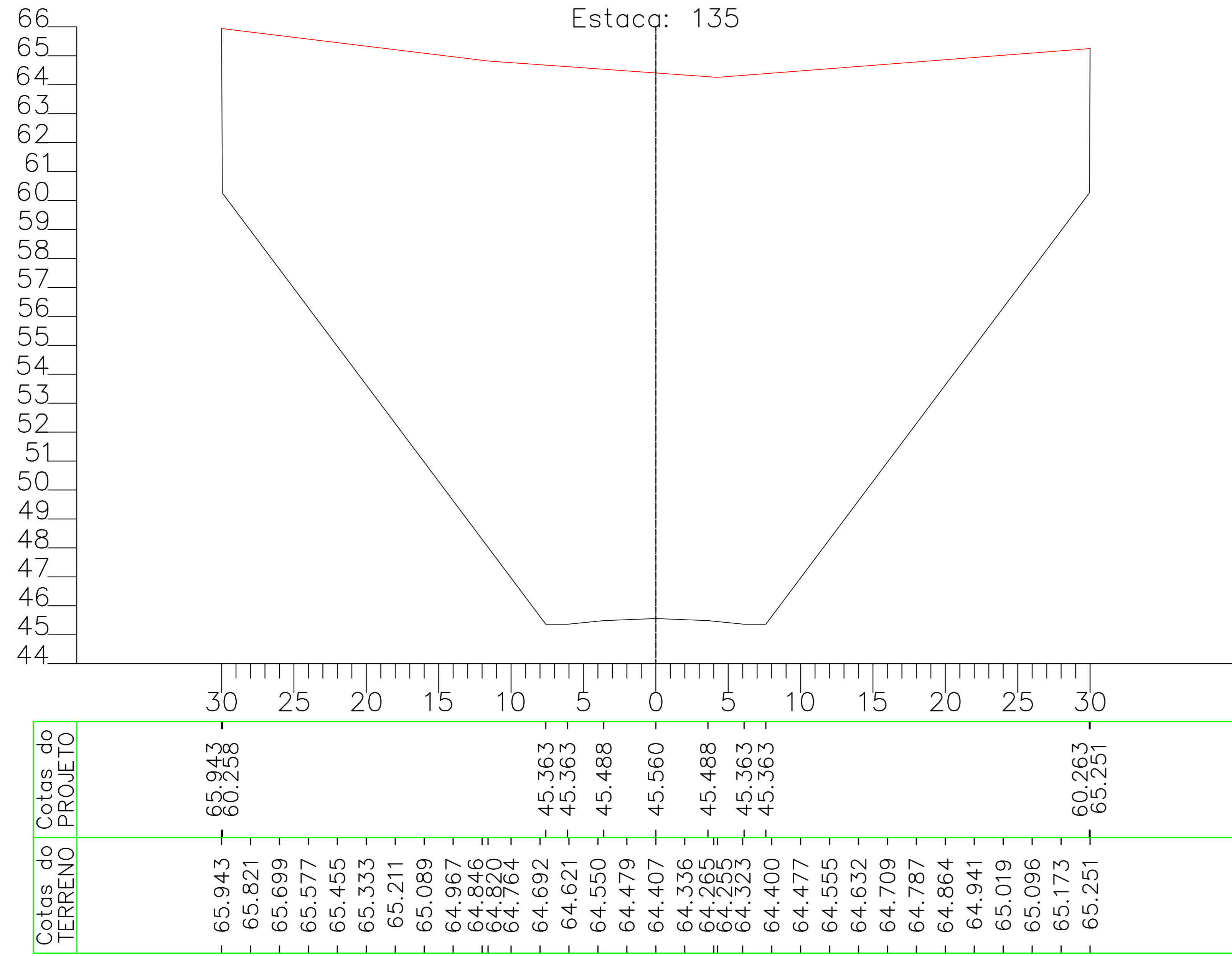


Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
55.508	
55.385	
55.263	
55.141	
55.019	55.149
54.897	
54.775	
54.653	
54.531	
54.409	
54.287	
54.165	
54.043	
53.921	
53.799	
53.677	
53.555	
53.433	
53.311	
53.189	
53.067	
52.945	
52.823	
52.701	
52.579	
52.457	
52.335	
52.213	
52.091	
51.969	
51.847	
51.725	
51.603	
51.481	
51.359	
51.237	
51.115	
50.993	
50.871	
50.749	
50.627	
50.505	
50.383	
50.261	
50.139	
50.017	
49.895	
49.773	
49.651	
49.529	
49.407	
49.285	
49.163	
49.041	
48.919	
48.797	
48.675	
48.553	
48.431	
48.309	
48.187	
48.065	
47.943	
47.821	
47.699	
47.577	
47.455	
47.333	
47.211	
47.089	
46.967	
46.845	
46.723	
46.601	
46.479	
46.357	
46.235	
46.113	
45.991	
45.869	
45.747	
45.625	
45.503	
45.381	
45.259	
45.137	
45.015	
44.893	
44.771	
44.649	
44.527	
44.405	
44.283	
44.161	
44.039	
43.917	
43.795	
43.673	
43.551	
43.429	
43.307	
43.185	
43.063	
42.941	
42.819	
42.697	
42.575	
42.453	
42.331	
42.209	
42.087	
41.965	
41.843	
41.721	
41.599	
41.477	
41.355	
41.233	
41.111	
40.989	
40.867	
40.745	
40.623	
40.501	
40.379	
40.257	
40.135	
40.013	
39.891	
39.769	
39.647	
39.525	
39.403	
39.281	
39.159	
39.037	
38.915	
38.793	
38.671	
38.549	
38.427	
38.305	
38.183	
38.061	
37.939	
37.817	
37.695	
37.573	
37.451	
37.329	
37.207	
37.085	
36.963	
36.841	
36.719	
36.597	
36.475	
36.353	
36.231	
36.109	
35.987	
35.865	
35.743	
35.621	
35.499	
35.377	
35.255	
35.133	
35.011	
34.889	
34.767	
34.645	
34.523	
34.401	
34.279	
34.157	
34.035	
33.913	
33.791	
33.669	
33.547	
33.425	
33.303	
33.181	
33.059	
32.937	
32.815	
32.693	
32.571	
32.449	
32.327	
32.205	
32.083	
31.961	
31.839	
31.717	
31.595	
31.473	
31.351	
31.229	
31.107	
30.985	
30.863	
30.741	
30.619	
30.497	
30.375	
30.253	
30.131	
30.009	
29.887	
29.765	
29.643	
29.521	
29.399	
29.277	
29.155	
29.033	
28.911	
28.789	
28.667	
28.545	
28.423	
28.301	
28.179	
28.057	
27.935	
27.813	
27.691	
27.569	
27.447	
27.325	
27.203	
27.081	
26.959	
26.837	
26.715	
26.593	
26.471	
26.349	
26.227	
26.105	
25.983	
25.861	
25.739	
25.617	
25.495	
25.373	
25.251	
25.129	
25.007	
24.885	
24.763	
24.641	
24.519	
24.397	
24.275	
24.153	
24.031	
23.909	
23.787	
23.665	
23.543	
23.421	
23.299	
23.177	
23.055	
22.933	
22.811	
22.689	
22.567	
22.445	
22.323	
22.201	
22.079	
21.957	
21.835	
21.713	
21.591	
21.469	
21.347	
21.225	
21.103	
20.981	
20.859	
20.737	
20.615	
20.493	
20.371	
20.249	
20.127	
20.005	
19.883	
19.761	
19.639	
19.517	
19.395	
19.273	
19.151	
19.029	
18.907	
18.785	
18.663	
18.541	
18.419	
18.297	
18.175	
18.053	
17.931	
17.809	
17.687	
17.565	
17.443	
17.321	
17.199	
17.077	
16.955	
16.833	
16.711	
16.589	
16.467	
16.345	
16.223	
16.101	
15.979	
15.857	
15.735	
15.613	
15.491	
15.369	
15.247	
15.125	
15.003	
14.881	
14.759	
14.637	
14.515	
14.393	
14.271	
14.149	
14.027	
13.905	
13.783	
13.661	
13.539	
13.417	
13.295	
13.173	
13.051	
12.929	
12.807	
12.685	
12.563	
12.441	
12.319	
12.197	
12.075	
11.953	
11.831	
11.709	
11.587	
11.465	
11.343	
11.221	
11.099	
10.977	
10.855	
10.733	
10.611	
10.489	
10.367	
10.245	
10.123	
10.001	
9.879	
9.757	
9.635	
9.513	
9.391	
9.269	
9.147	
9.025	
8.903	
8.781	
8.659	
8.537	
8.415	
8.293	
8.171	
8.049	
7.927	
7.805	
7.683	
7.561	
7.439	
7.317	
7.195	
7.073	
6.951	
6.829	
6.707	
6.585	
6.463	
6.341	
6.219	
6.097	
5.975	
5.853	

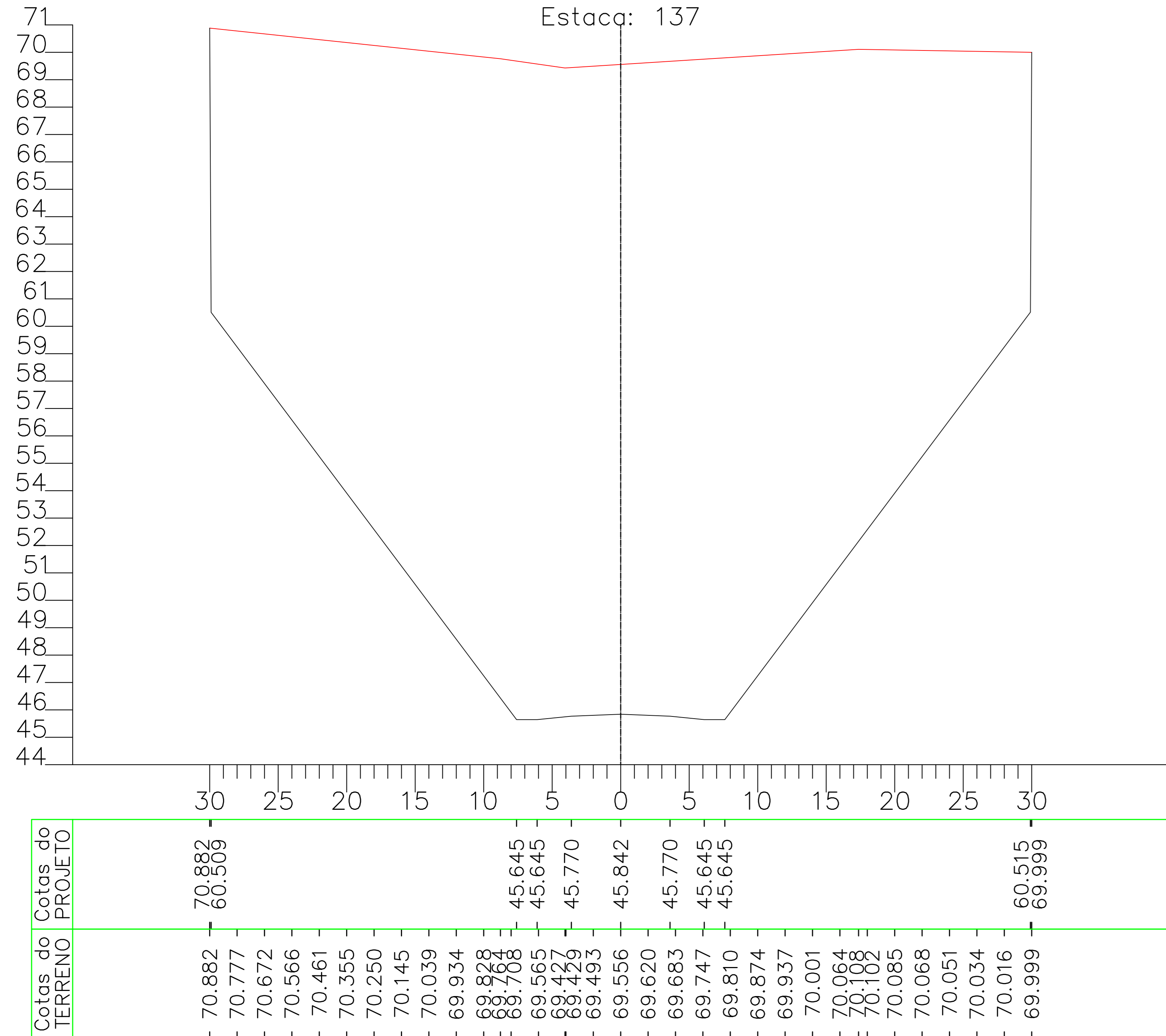
VC: 646,90 m3
 VA: 0,00 m3
 VAC: 171433,72 m3
 VAA: 323312,55 m3



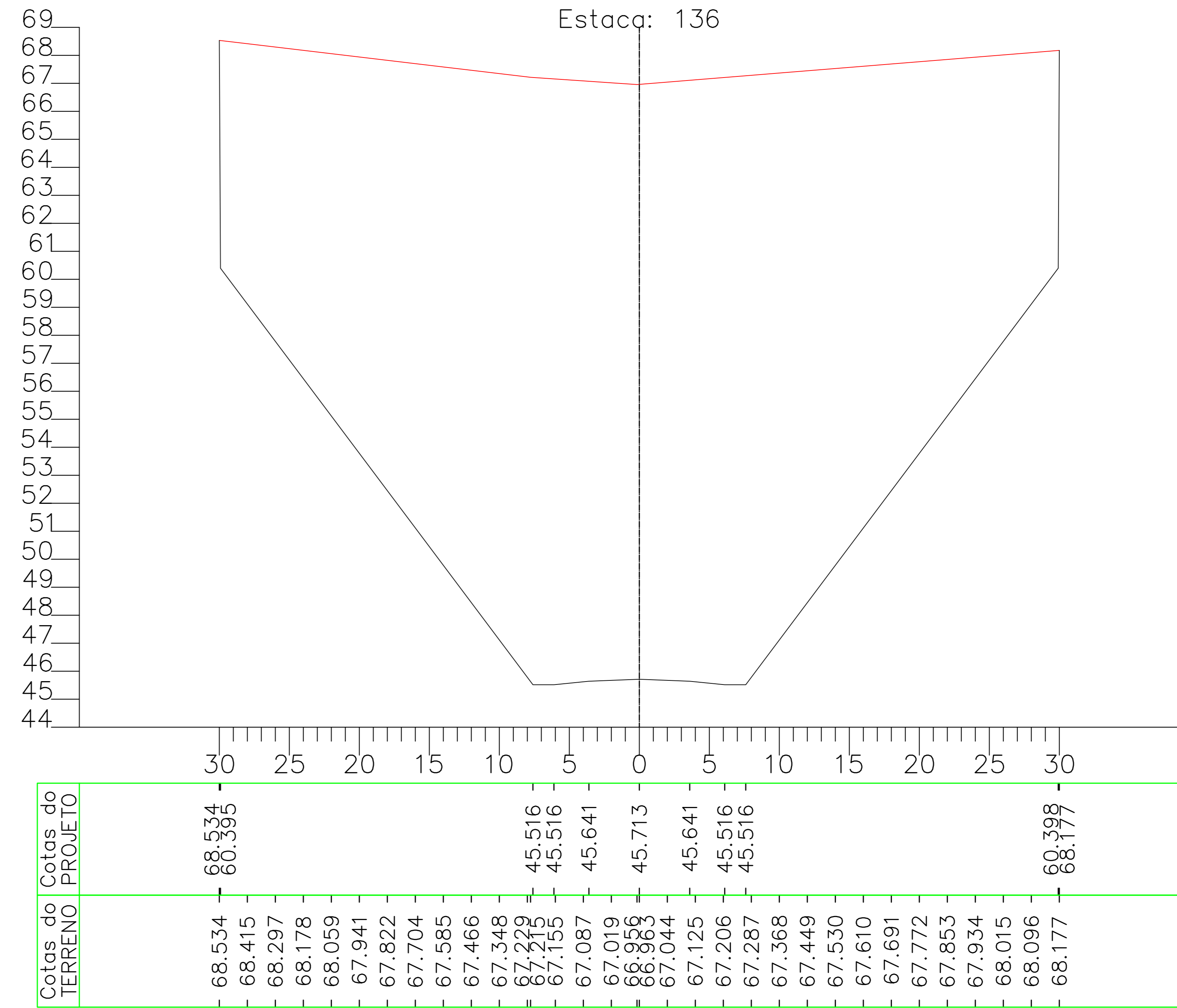
VC: 18248,99 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 221513,05 m³
 VAA: 323312,55 m³



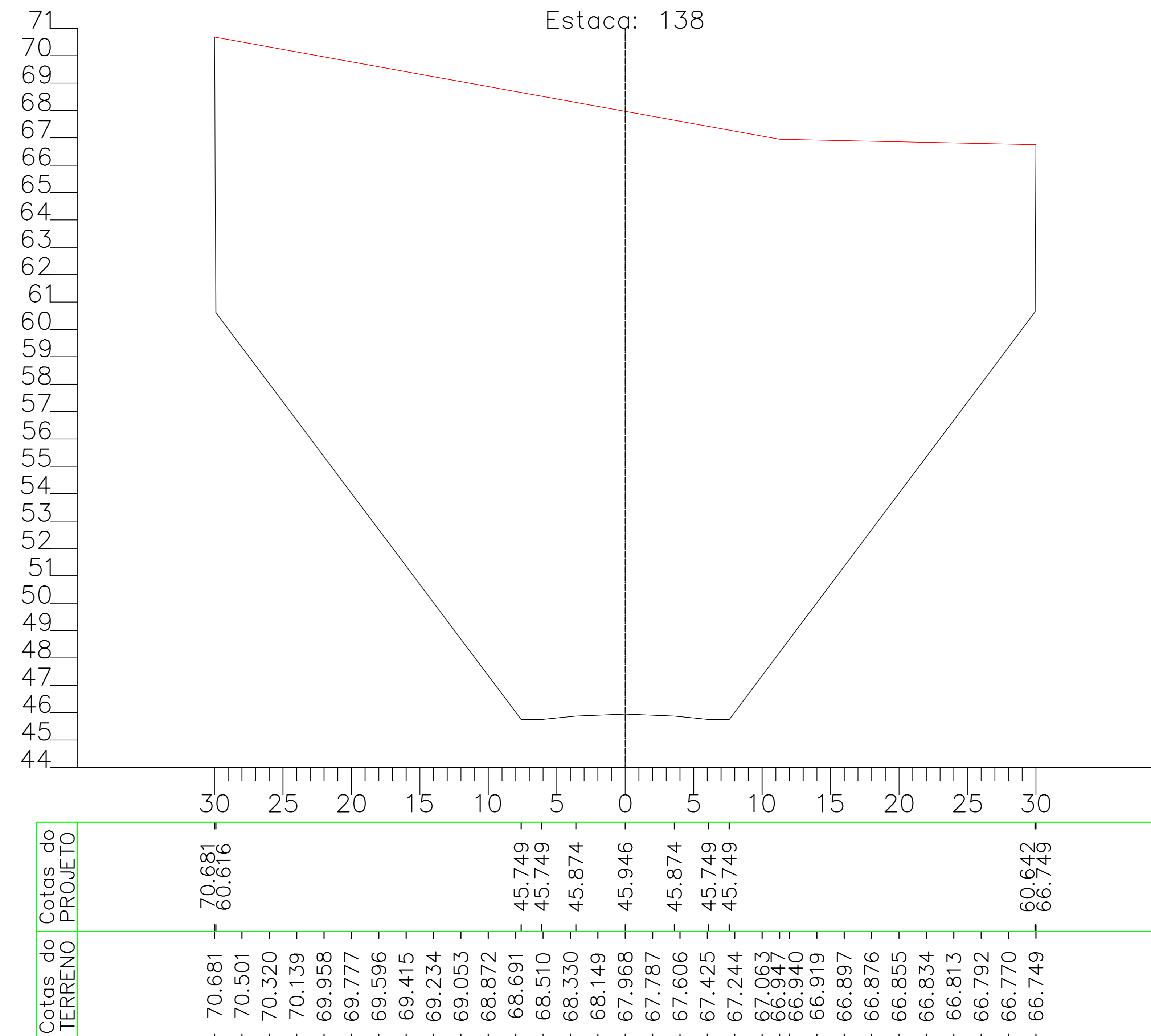
VC: 21353,92 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 264012,64 m³
 VAA: 323312,55 m³



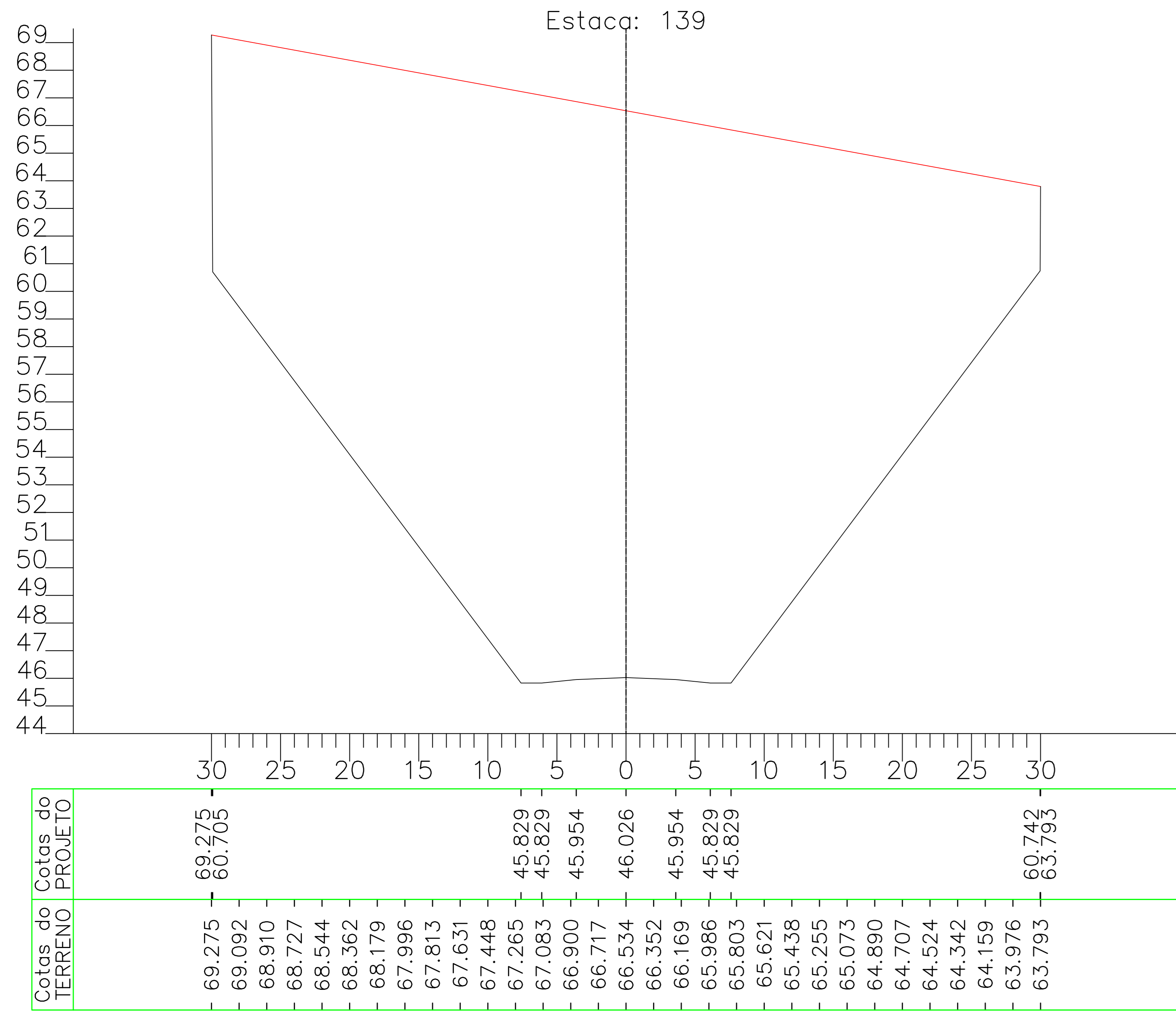
VC: 21145,67 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 242658,72 m³
 VAA: 323312,55 m³



VC: 19163,46 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 283176,10 m³
 VAA: 323312,55 m³

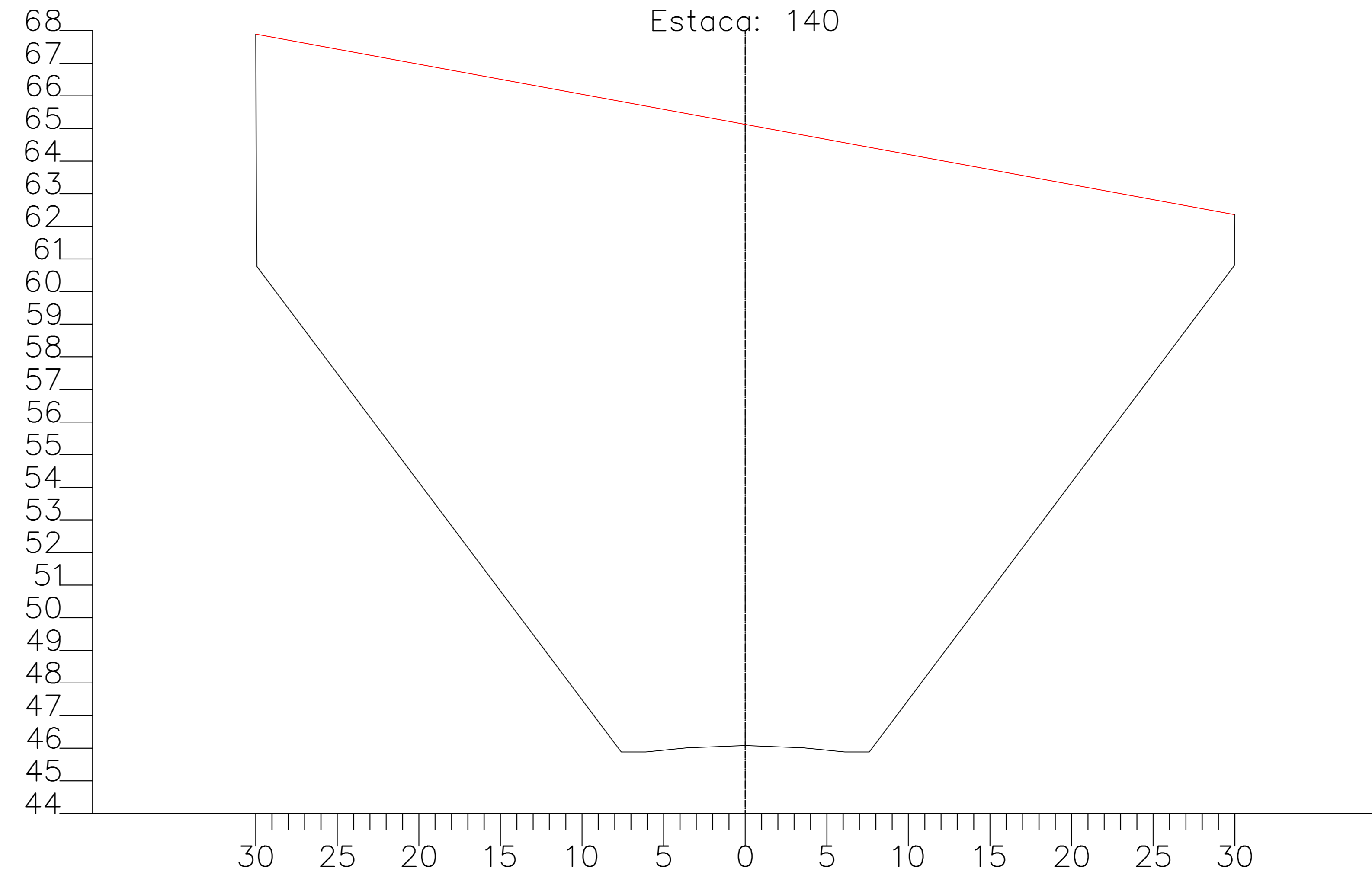


VC: 17240,62 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 300416,72 m³
 VAA: 323312,55 m³



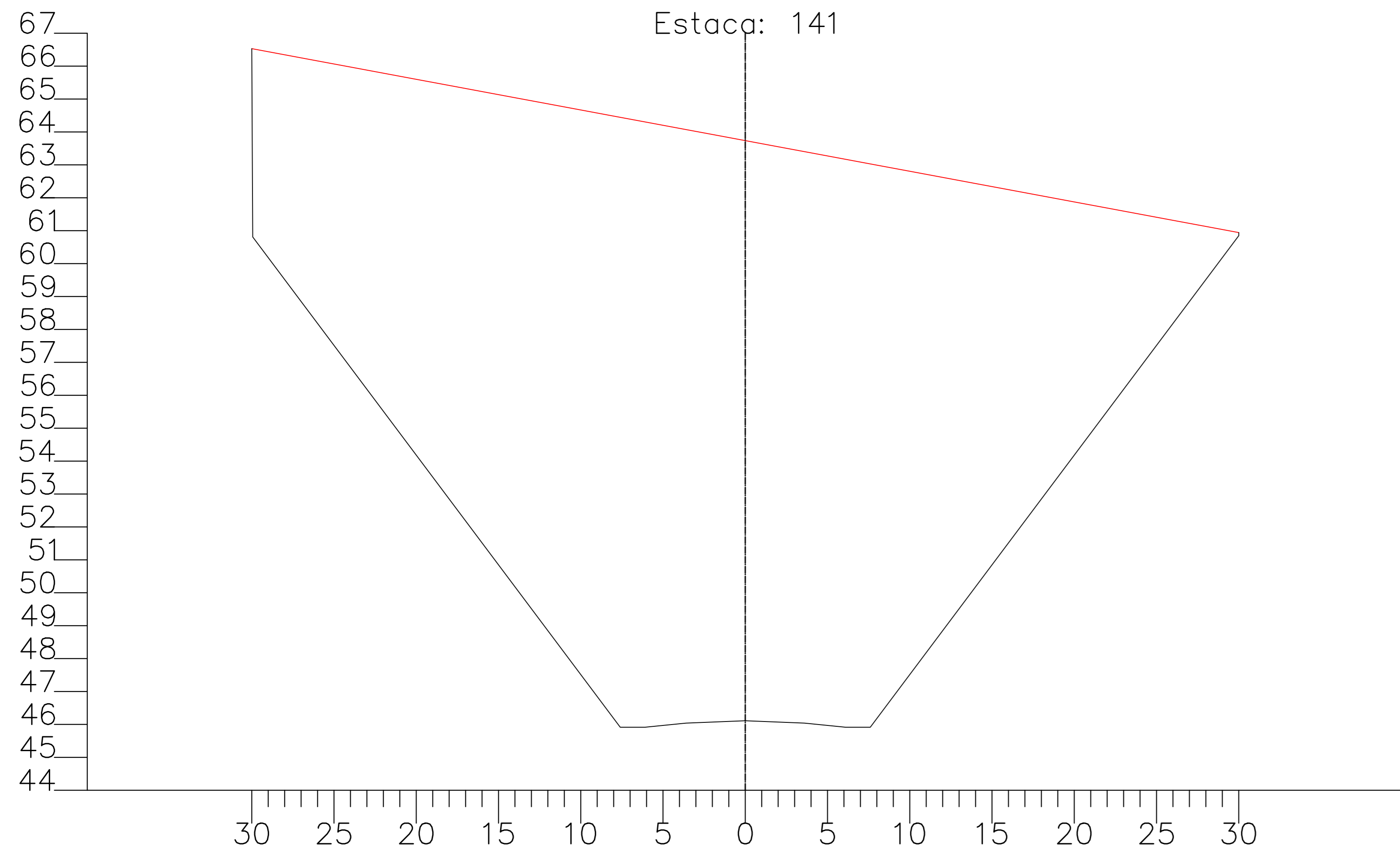
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
69.275	69.275
69.092	60.705
68.910	
68.727	
68.544	
68.362	
68.179	
67.996	
67.813	
67.631	
67.448	
67.265	45.829
67.083	45.829
66.900	45.954
66.717	46.026
66.534	
66.352	45.954
66.169	45.829
65.986	45.829
65.803	
65.621	
65.438	
65.255	
65.073	
64.890	
64.707	
64.524	
64.342	
64.159	
63.976	
63.793	60.742
	63.793

VC: 15513,13 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 315929,85 m³
 VAA: 323312,55 m³



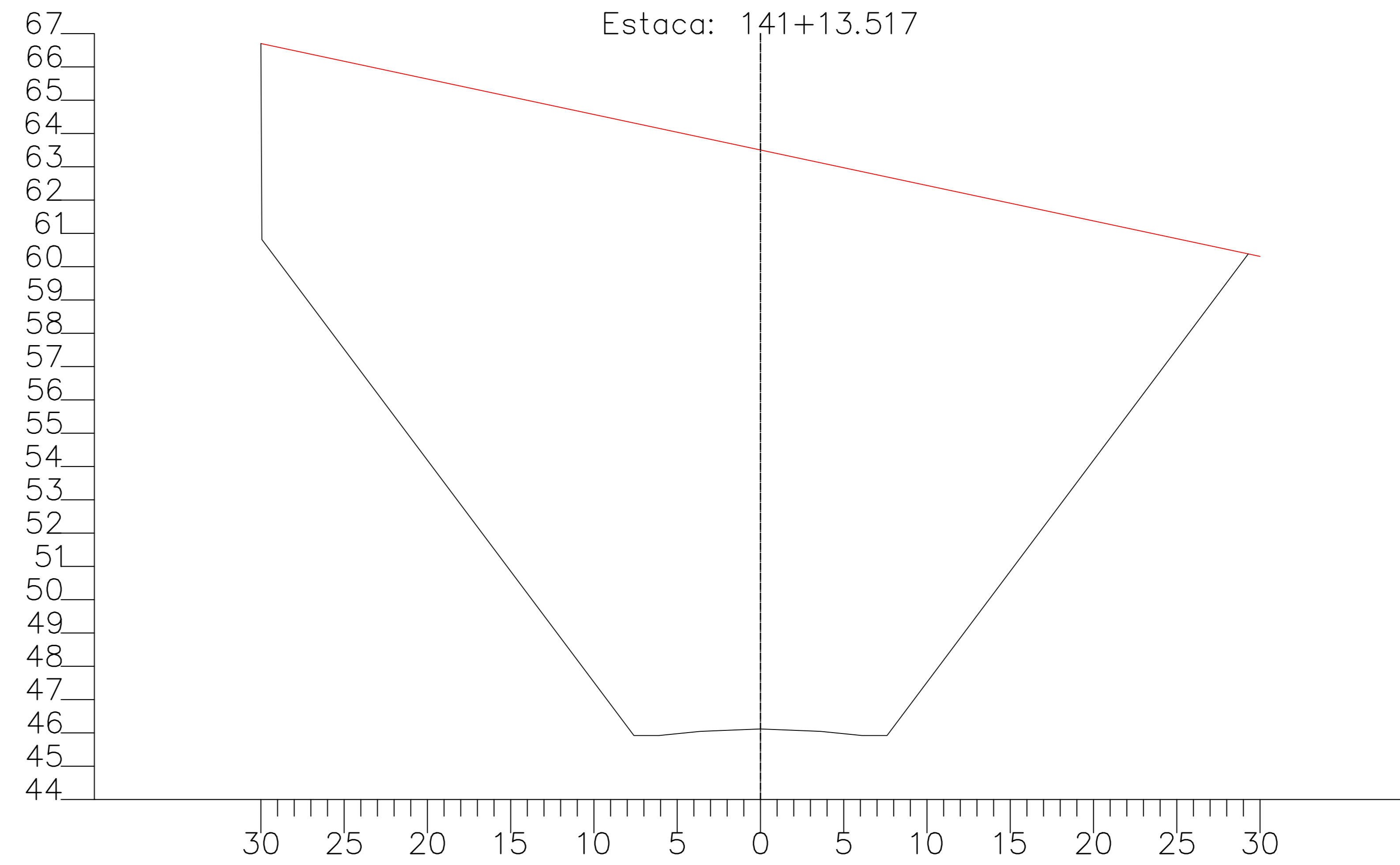
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
67.891	67.891
67.707	60.770
67.522	
67.338	
67.153	
66.969	
66.784	
66.600	
66.415	
66.231	
66.046	
65.862	45.884
65.677	45.884
65.493	46.009
65.308	
65.124	46.081
64.939	
64.755	46.009
64.570	45.884
64.386	45.884
64.201	
64.017	
63.832	
63.648	
63.463	
63.279	
63.094	
62.910	
62.725	
62.541	
62.356	60.807
	62.356

VC: 9814,72 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 325744,57 m³
 VAA: 323312,55 m³



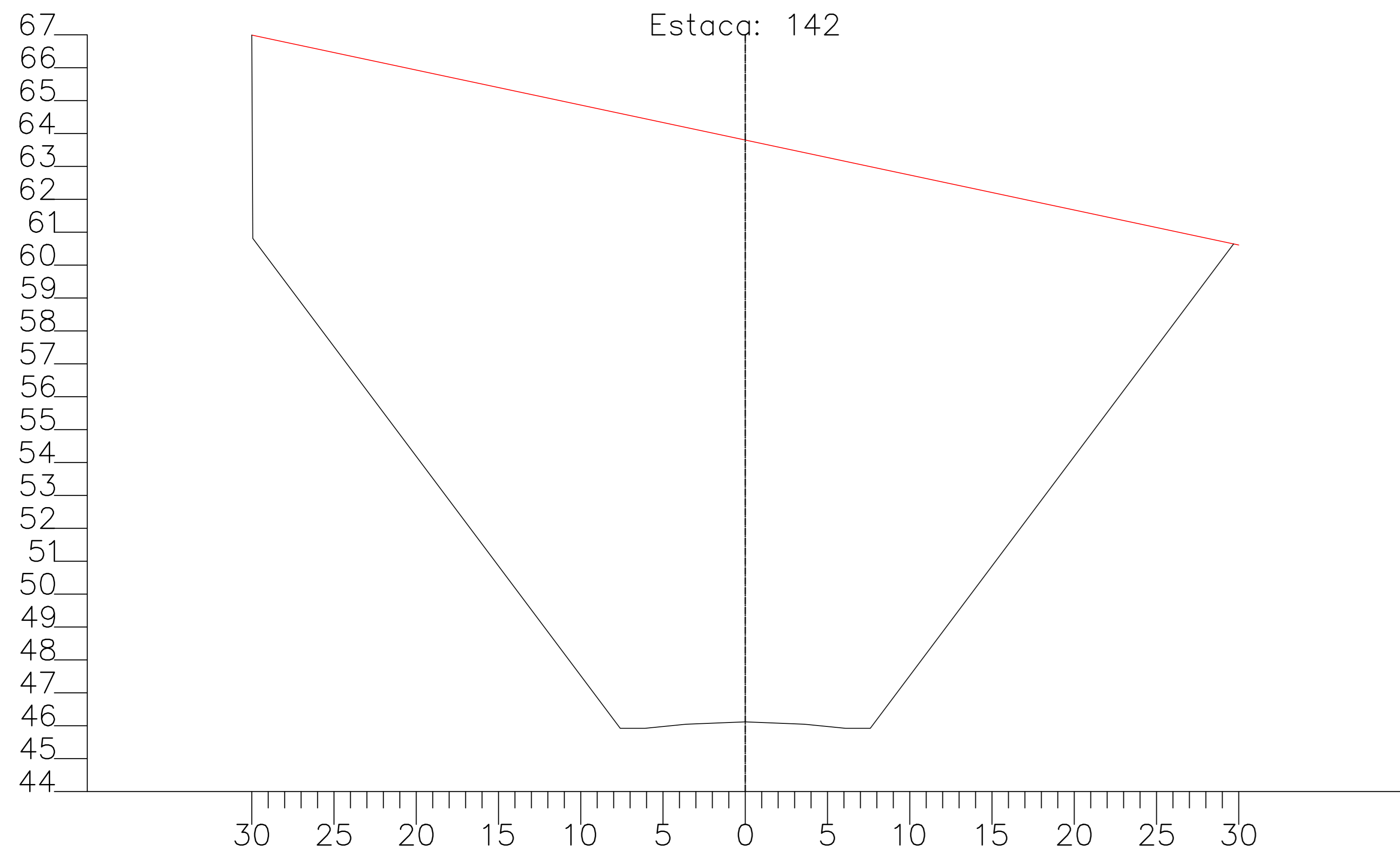
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
66.530	66.530
66.344	60.810
66.158	
65.972	
65.785	
65.599	
65.413	
65.227	
65.040	
64.854	
64.668	
64.482	45.915
64.295	45.915
64.109	46.040
63.923	
63.737	46.112
63.550	
63.364	46.040
63.178	45.915
62.992	45.915
62.805	
62.619	
62.433	
62.247	
62.060	
61.874	
61.688	
61.502	
61.315	
61.129	
60.943	60.847
	60.943

VC: 4719,02 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 330463,59 m³
 VAA: 323312,55 m³



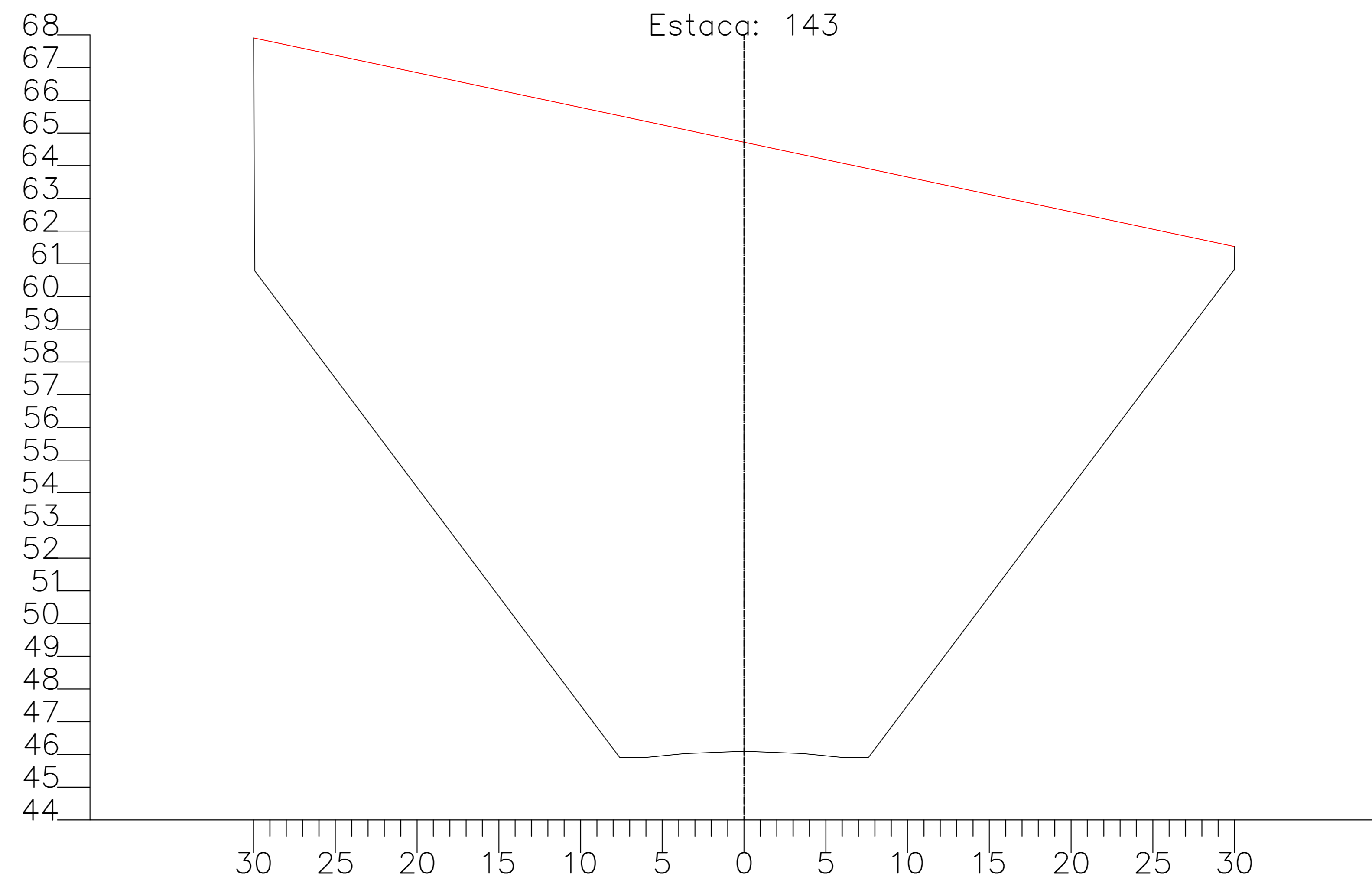
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
66.701	66.701
66.488	60.816
66.275	
66.062	
65.849	
65.636	
65.423	
65.210	
64.997	
64.783	
64.570	
64.357	45.921
64.144	45.921
63.931	46.046
63.718	
63.505	46.118
63.292	
63.079	46.046
62.866	45.921
62.652	45.921
62.439	
62.226	
62.013	
61.800	
61.587	
61.374	
61.161	
60.948	
60.735	
60.522	
60.308	60.384

VC: 15293,76 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 345757,35 m³
 VAA: 323312,55 m³



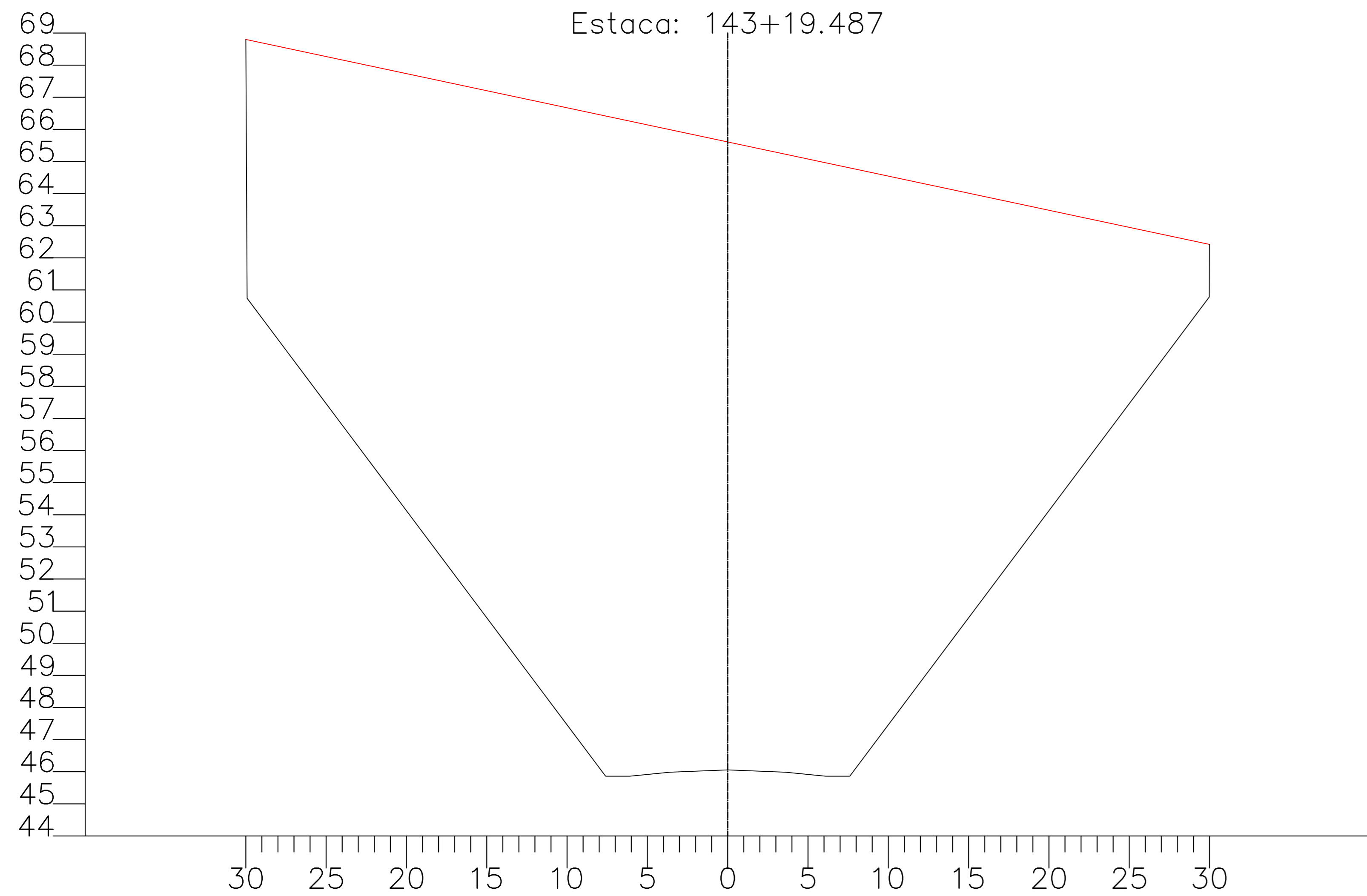
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
66.992	66.992
66.780	60.813
66.567	
66.354	
66.141	
65.929	
65.716	
65.503	
65.291	
65.078	
64.865	
64.652	45.921
64.440	45.921
64.227	46.046
64.014	
63.802	46.118
63.589	
63.376	46.046
63.163	45.921
62.951	45.921
62.738	
62.525	
62.313	
62.100	
61.887	
61.674	
61.462	
61.249	
61.036	
60.824	
60.611	60.644

VC: 15991,76 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 361749,10 m³
 VAA: 323312,55 m³



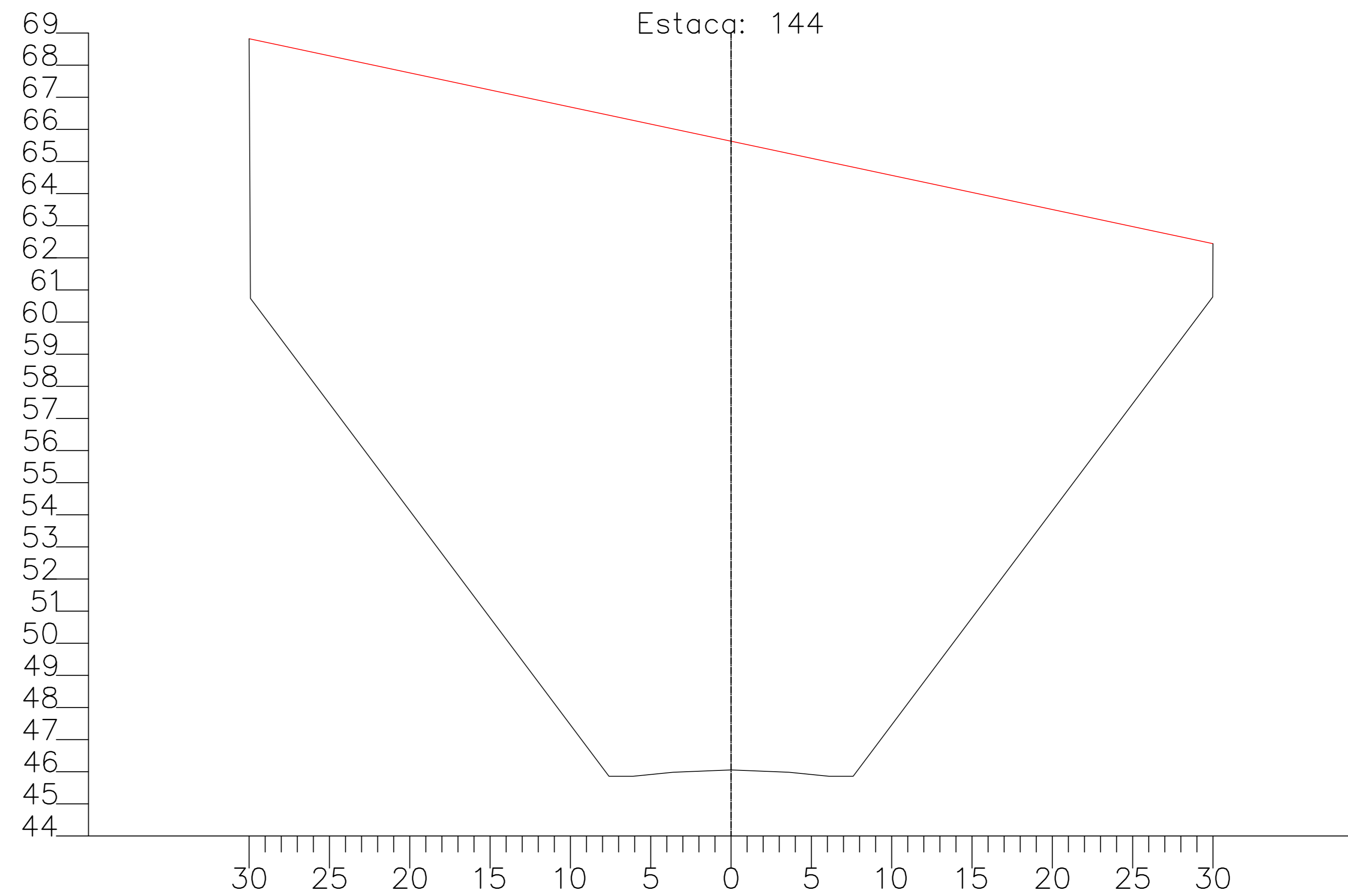
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
67.908	67.908
67.695	60.788
67.482	
67.269	
67.057	
66.844	
66.631	
66.419	
66.206	
65.993	
65.780	
65.568	45.902
65.355	45.902
65.142	46.027
64.930	
64.717	46.099
64.504	
64.291	46.027
64.079	45.902
63.866	45.902
63.653	
63.441	
63.228	
63.015	
62.802	
62.590	
62.377	
62.164	
61.952	
61.739	
61.526	60.831
	61.526

VC: 435,34 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 362184,44 m³
 VAA: 323312,55 m³



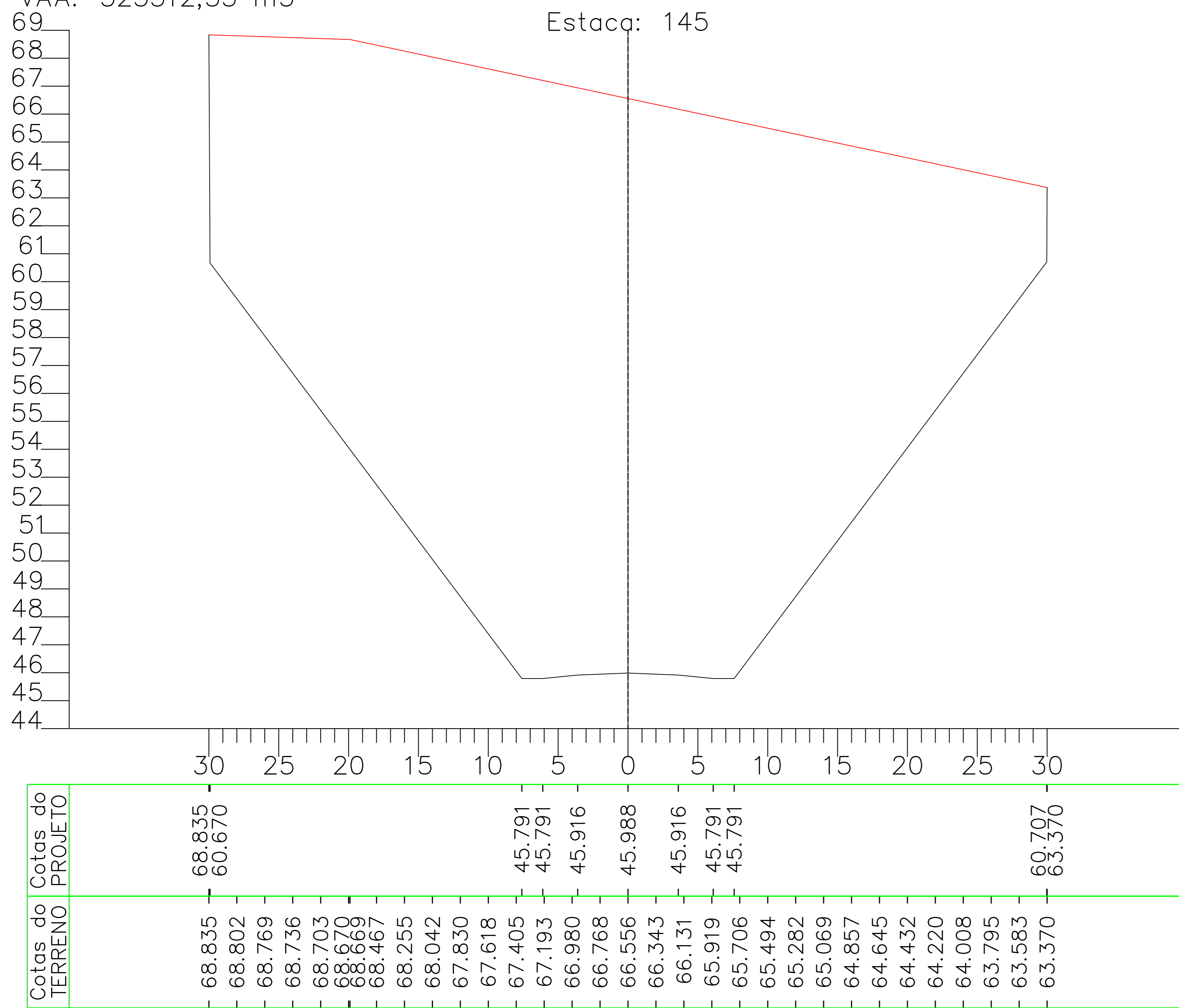
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
68.799	68.799
68.587	60.740
68.374	
68.161	
67.949	
67.736	
67.523	
67.310	
67.098	
66.885	
66.672	
66.460	45.860
66.247	45.860
66.034	45.985
65.821	
65.609	46.057
65.396	
65.183	45.985
64.971	45.860
64.758	45.860
64.545	
64.332	
64.120	
63.907	
63.694	
63.482	
63.269	
63.056	
62.843	
62.631	
62.418	60.783
	62.418

VC: 17550,18 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 379734,62 m³
 VAA: 323312,55 m³

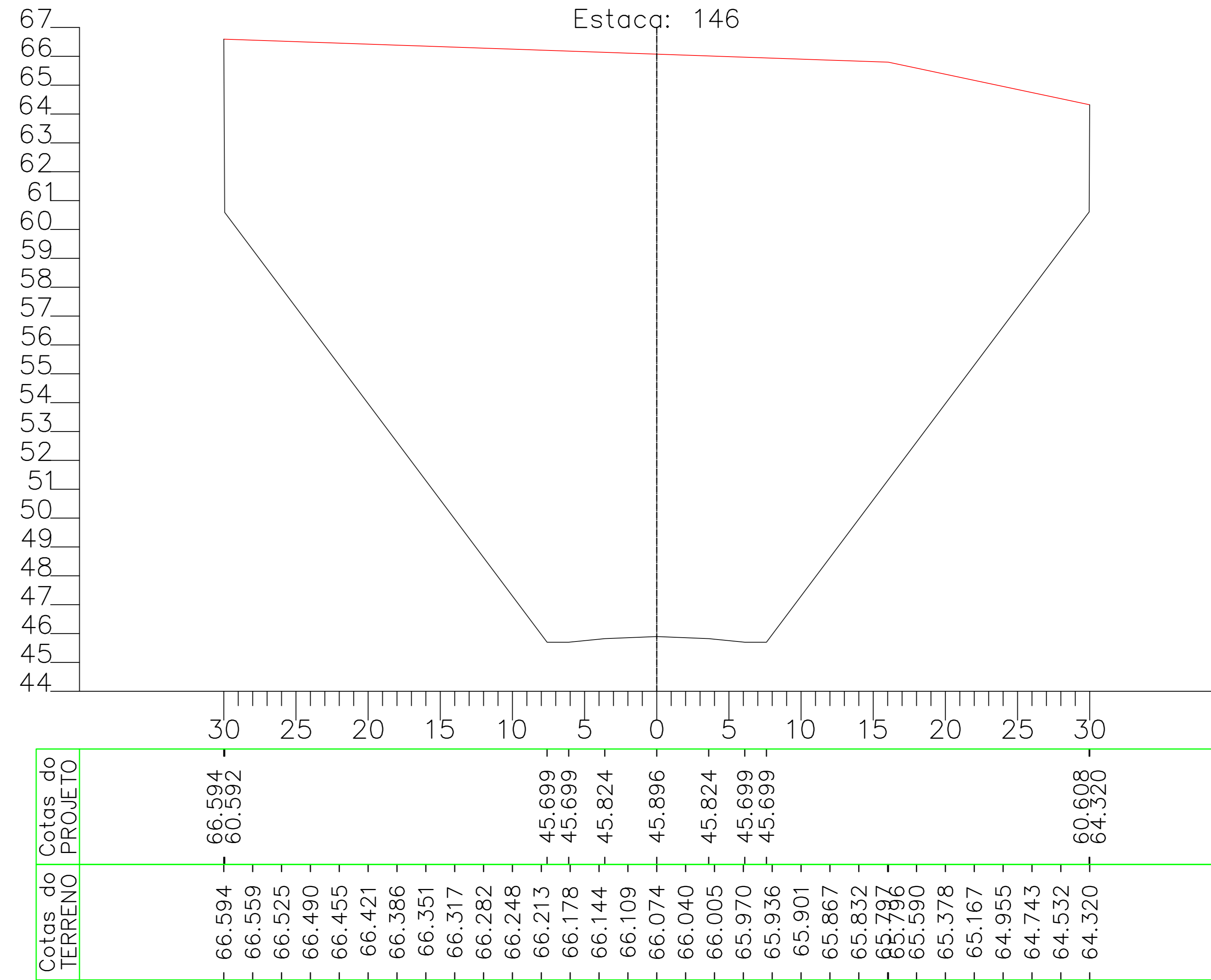


Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
68.823	68.823
68.610	60.738
68.397	
68.185	
67.972	
67.759	
67.547	
67.334	
67.121	
66.908	
66.696	
66.483	45.859
66.270	45.859
66.058	45.984
65.845	
65.632	46.056
65.419	
65.207	45.984
64.994	45.859
64.781	45.859
64.569	
64.356	
64.143	
63.931	
63.718	
63.505	
63.292	
63.080	
62.867	
62.654	
62.442	60.781
	62.442

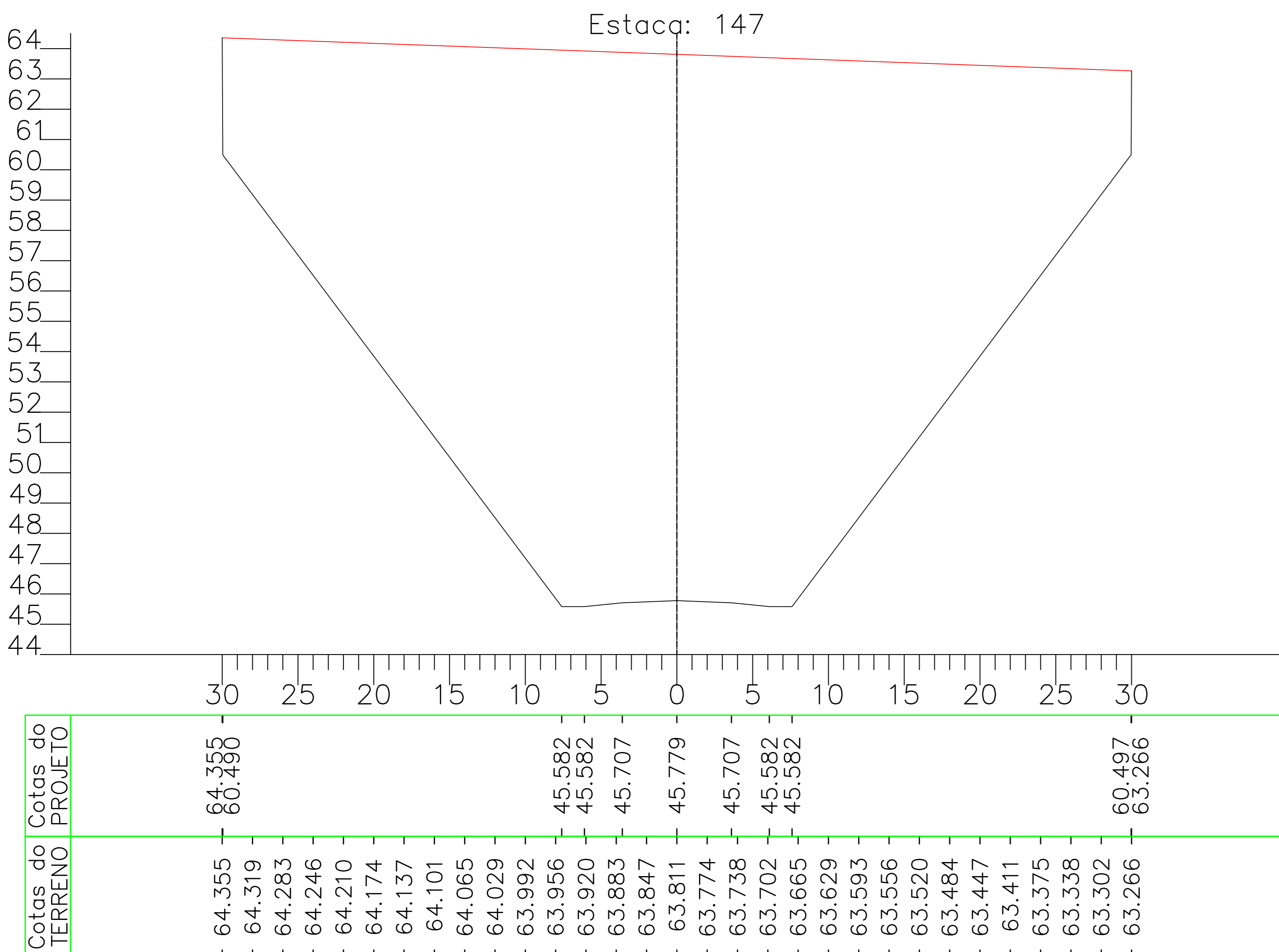
VC: 17826,25 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 397560,87 m³
 VAA: 323312,55 m³



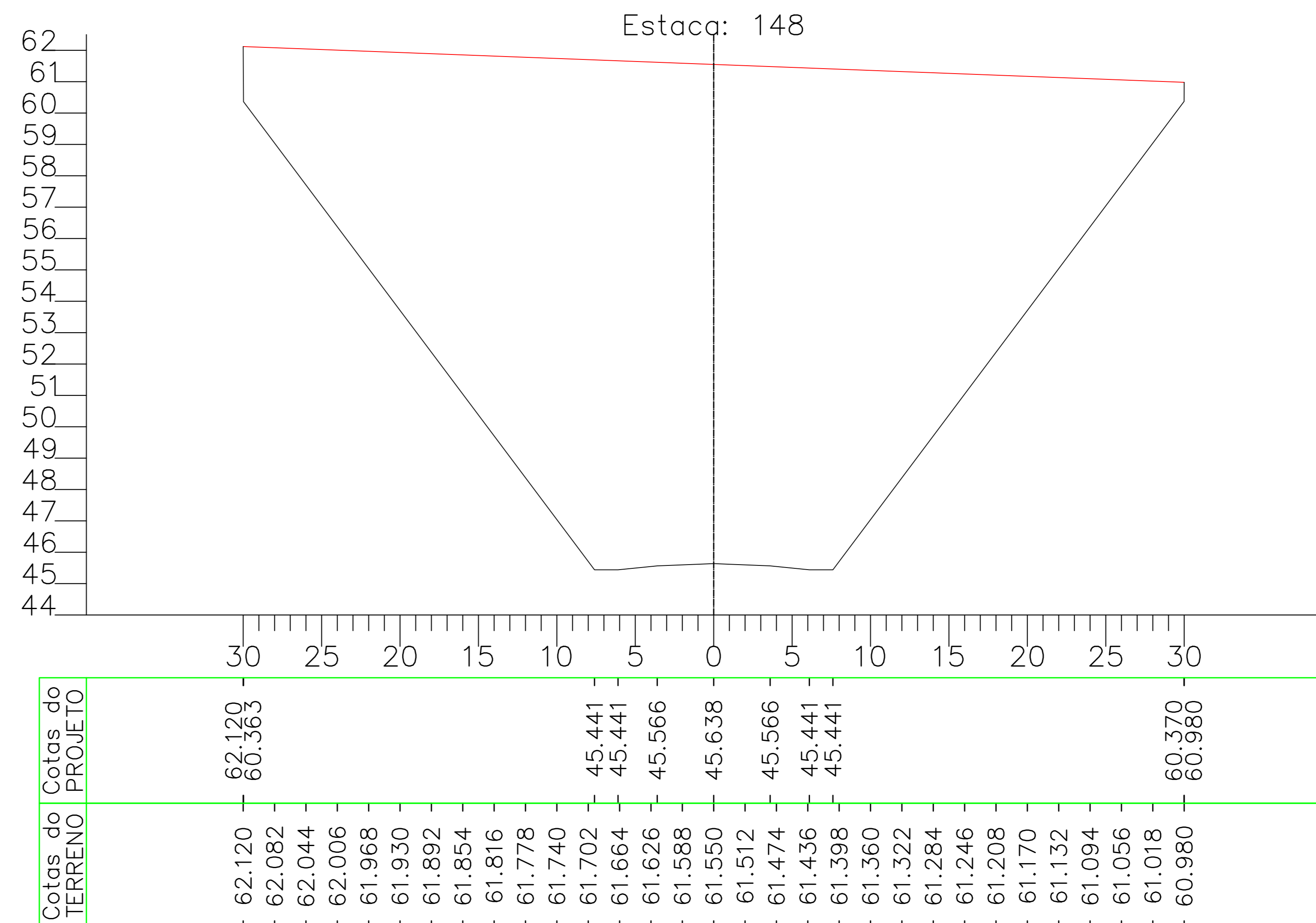
VC: 16352,89 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 413913,76 m³
 VAA: 323312,55 m³



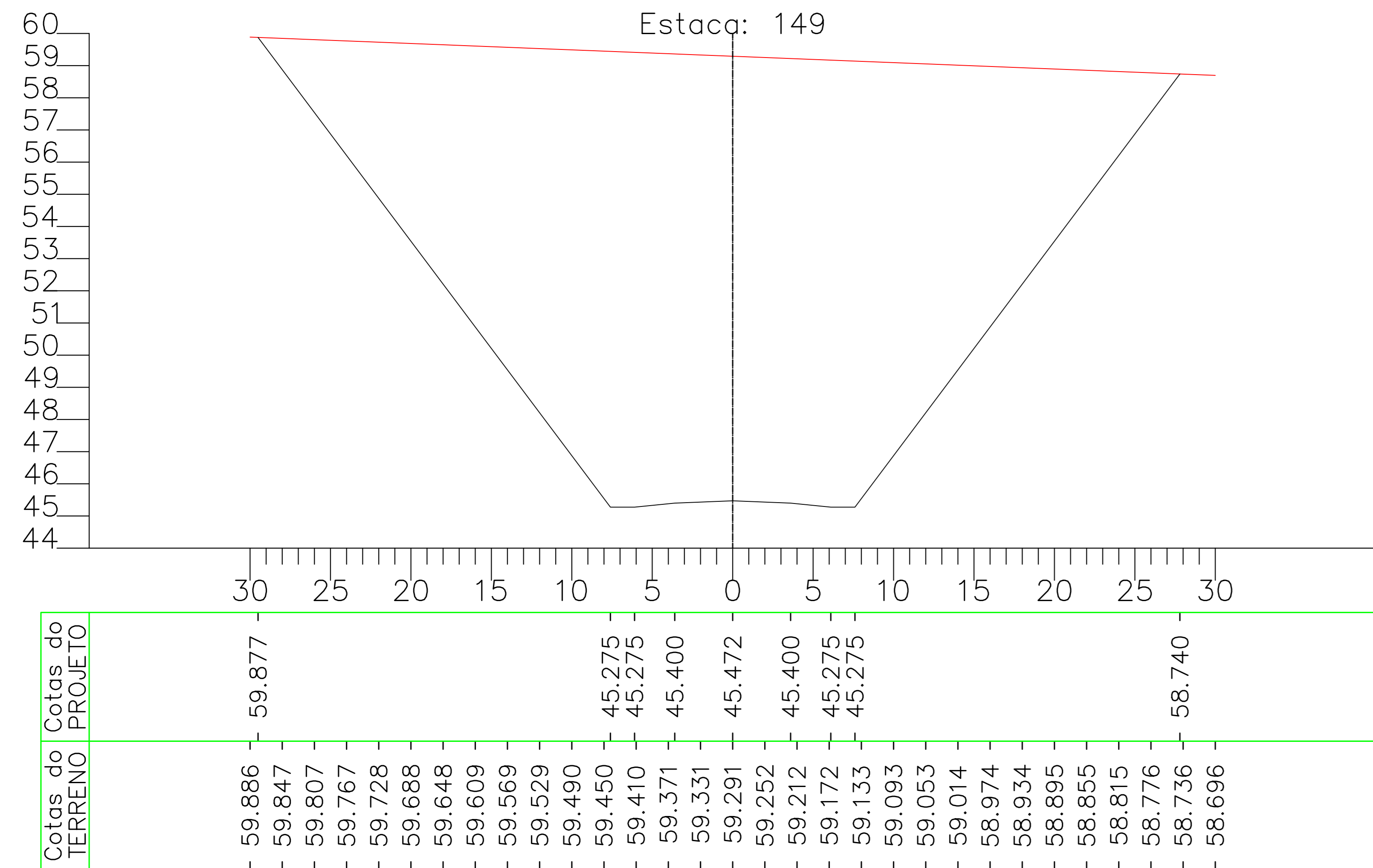
VC: 13881,37 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 427795,13 m³
 VAA: 323312,55 m³



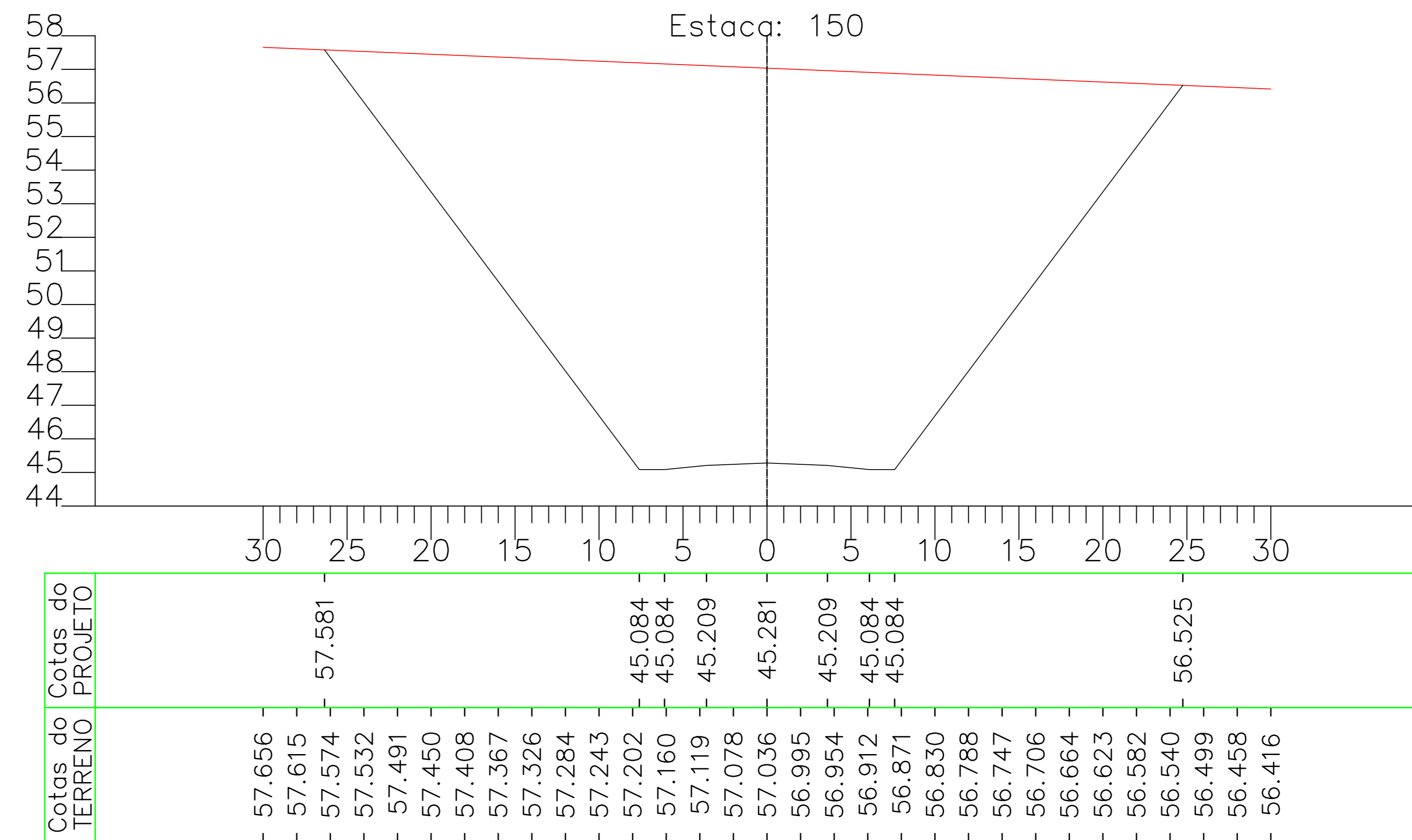
VC: 11372,84 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 439167,97 m³
 VAA: 323312,55 m³



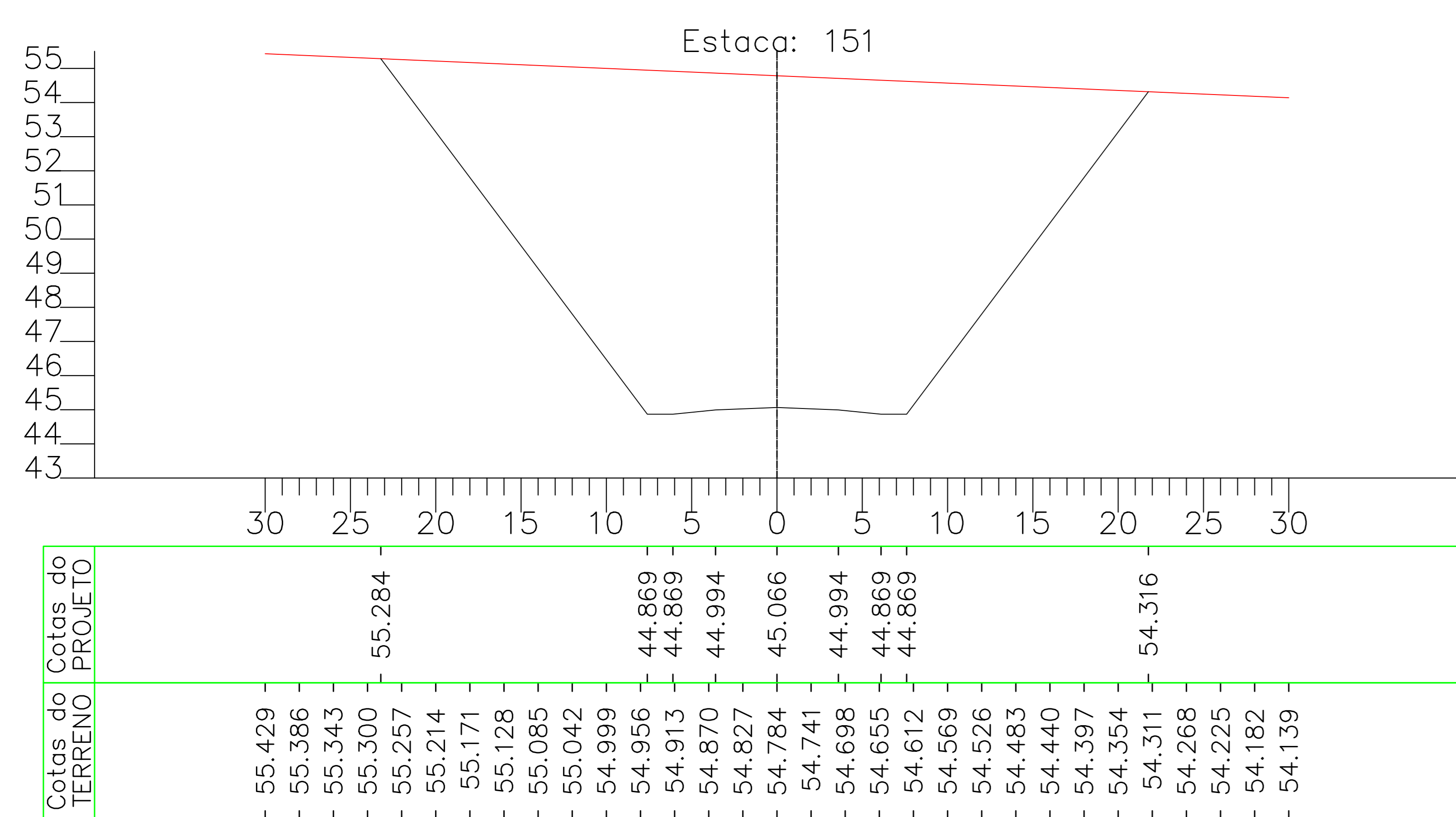
VC: 9016,43 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 448184,40 m³
 VAA: 323312,55 m³



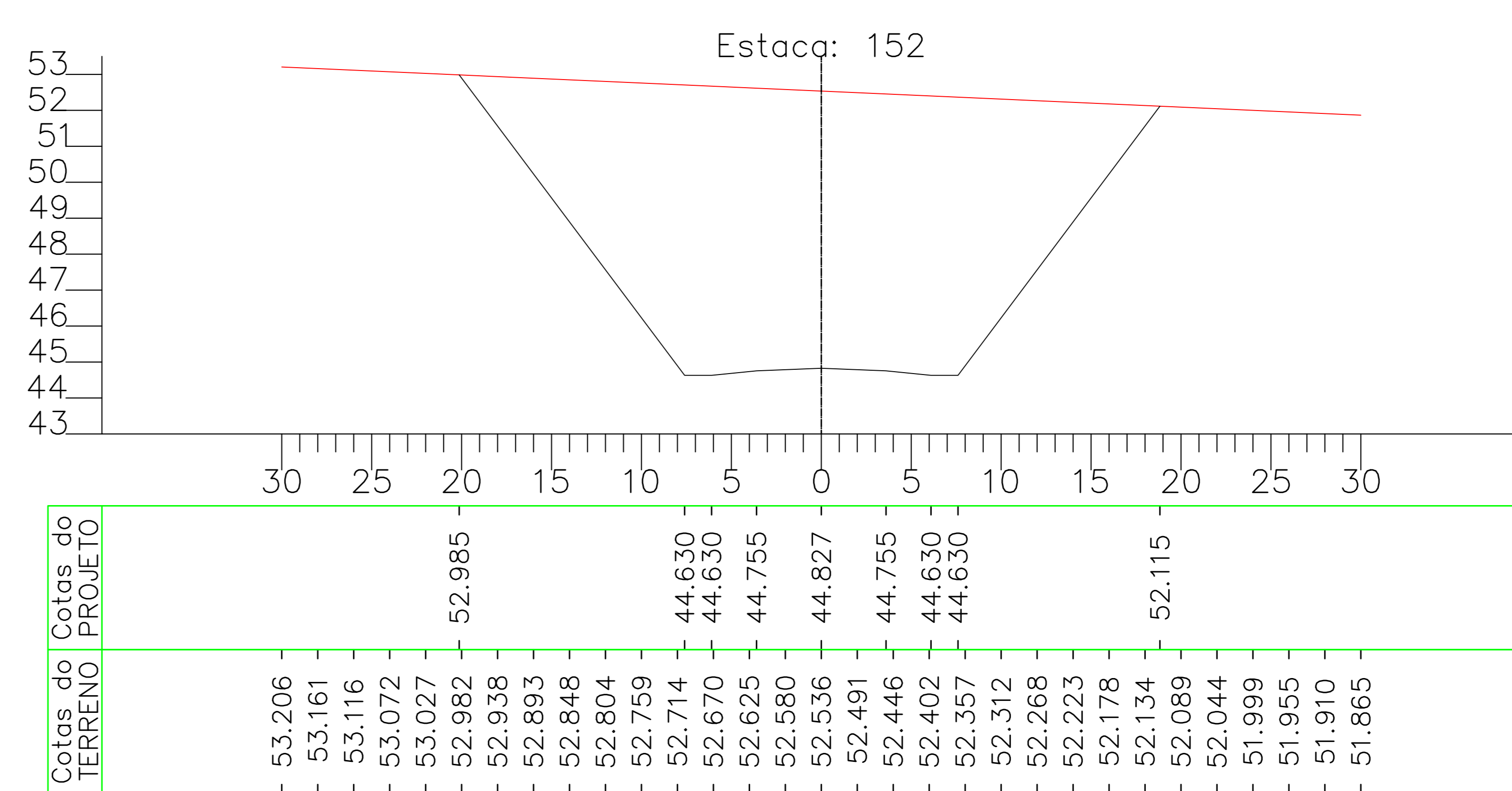
VC: 6919,31 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 455103,70 m³
 VAA: 323312,55 m³



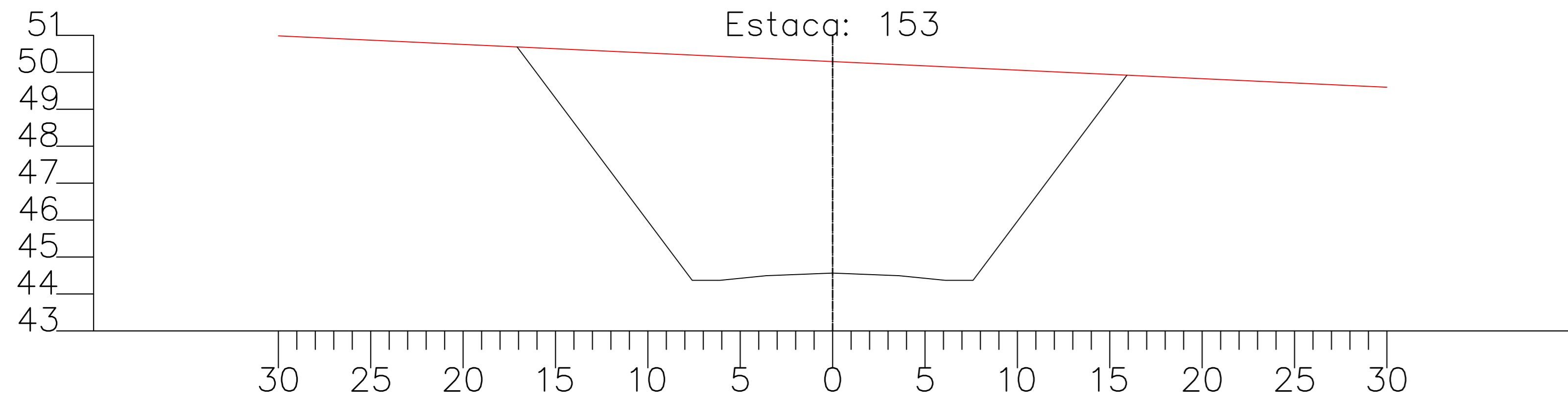
VC: 5097,77 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 460201,47 m³
 VAA: 323312,55 m³



VC: 3540,83 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 463742,30 m³
 VAA: 323312,55 m³

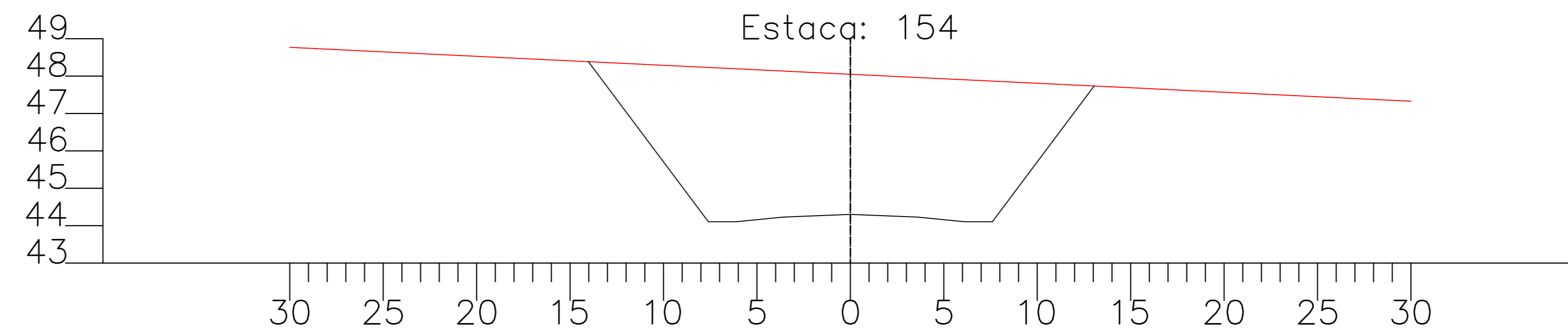


VC: 2233,13 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 465975,43 m³
 VAA: 323312,55 m³



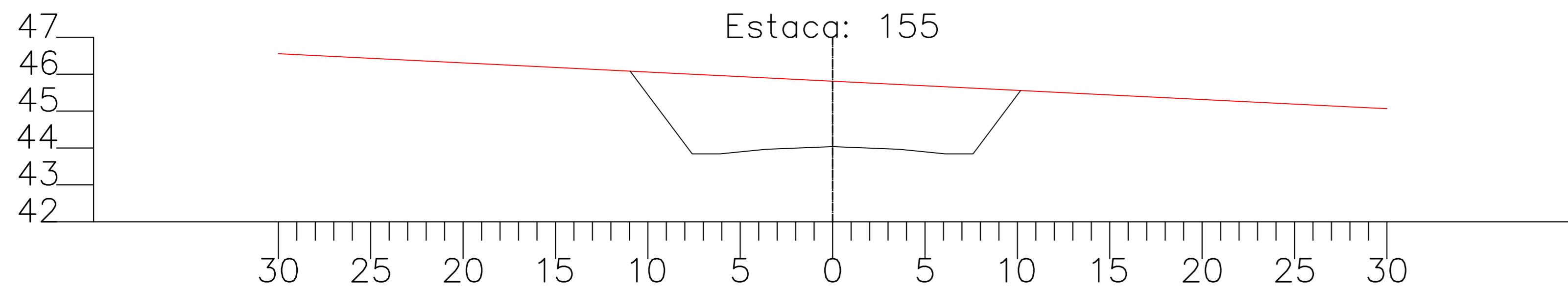
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
50.985	
50.939	
50.893	
50.846	
50.800	
50.754	
50.707	50.686
50.661	
50.615	
50.568	
50.522	
50.476	44.369
50.429	44.369
50.383	44.494
50.337	
50.290	44.566
50.244	
50.198	44.494
50.151	44.369
50.105	44.369
50.058	
50.012	
49.966	
49.919	49.921
49.873	
49.827	
49.780	
49.734	
49.688	
49.641	
49.595	

VC: 1163,53 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 467138,96 m³
 VAA: 323312,55 m³



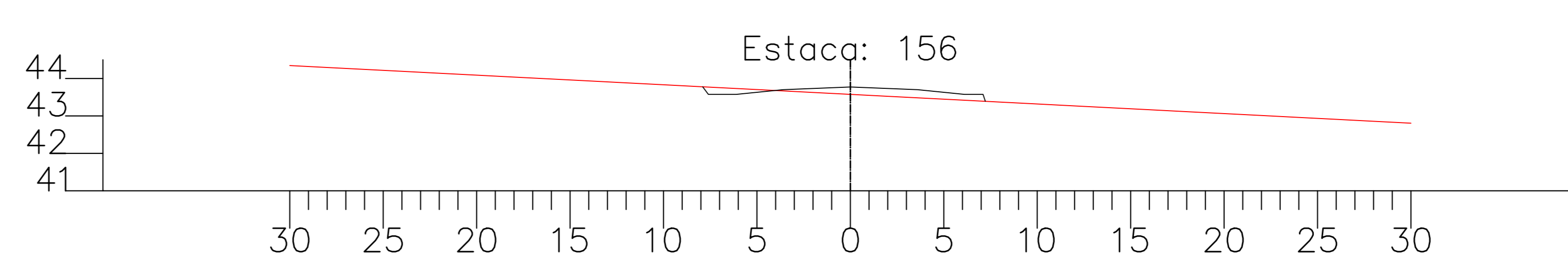
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
48.768	
48.720	
48.672	
48.624	
48.576	
48.528	
48.480	
48.432	
48.384	48.385
48.336	
48.288	
48.240	44.104
48.192	44.104
48.144	44.229
48.096	
48.048	44.301
48.000	
47.952	44.229
47.904	44.104
47.856	44.104
47.808	
47.760	47.735
47.712	
47.664	
47.616	
47.568	
47.520	
47.472	
47.424	
47.376	
47.328	

VC: 348,43 m³
 VA: 18,22 m³
 VAC: 467487,39 m³
 VAA: 323330,76 m³



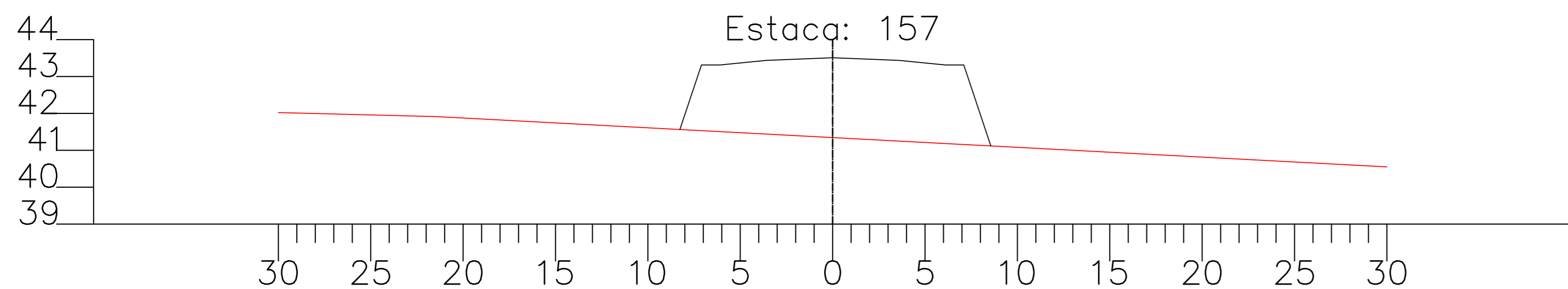
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
46.555	
46.505	
46.456	
46.406	
46.356	
46.307	
46.257	
46.207	
46.158	
46.108	46.082
46.058	
46.009	43.840
45.959	43.840
45.909	43.965
45.860	
45.810	44.037
45.760	
45.711	43.965
45.661	43.840
45.611	43.840
45.562	45.557
45.512	
45.462	
45.413	
45.363	
45.313	
45.264	
45.214	
45.164	
45.115	
45.065	

VC: 4,53 m³
 VA: 338,40 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 323669,16 m³



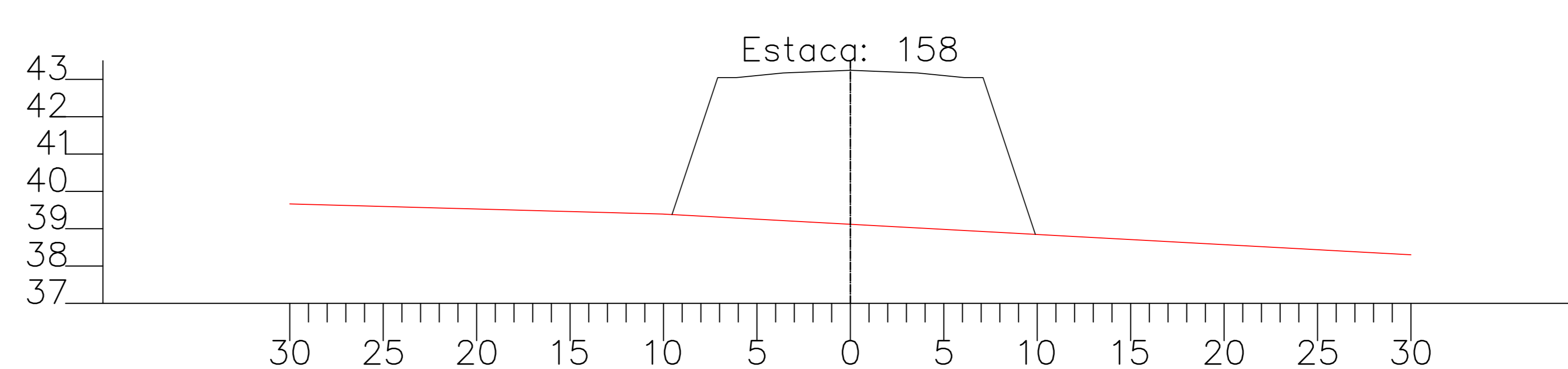
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
44.345	
44.294	
44.243	
44.191	
44.140	
44.089	
44.037	
43.986	
43.935	
43.883	
43.832	
43.781	43.778
43.729	43.576
43.678	43.576
43.627	43.701
43.575	43.773
43.524	
43.473	43.701
43.422	43.576
43.370	43.576
43.319	43.390
43.268	
43.216	
43.165	
43.114	
43.062	
43.011	
42.960	
42.908	
42.857	
42.806	

VC: 0,00 m³
 VA: 996,33 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 324665,49 m³



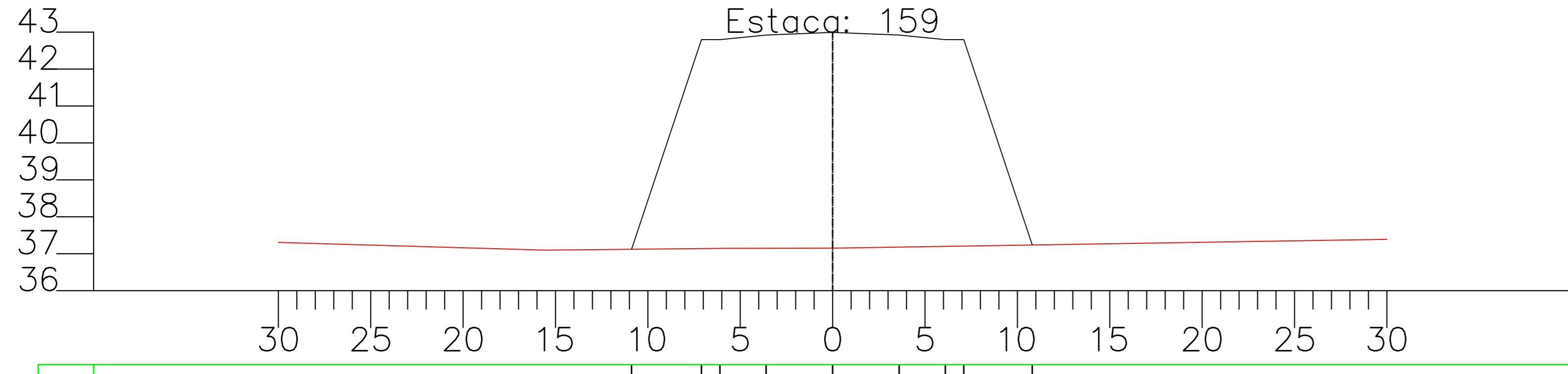
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
42.022	
41.996	
41.971	
41.945	
41.920	
41.894	
41.875	
41.822	
41.769	
41.716	
41.663	
41.610	
41.557	41.564
41.504	43.312
41.451	43.312
41.398	43.437
41.345	43.509
41.292	
41.239	43.437
41.186	43.312
41.133	43.312
41.080	41.116
41.027	
40.974	
40.921	
40.868	
40.815	
40.762	
40.709	
40.656	
40.603	
40.551	

VC: 0,00 m³
 VA: 1701,05 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 326366,53 m³



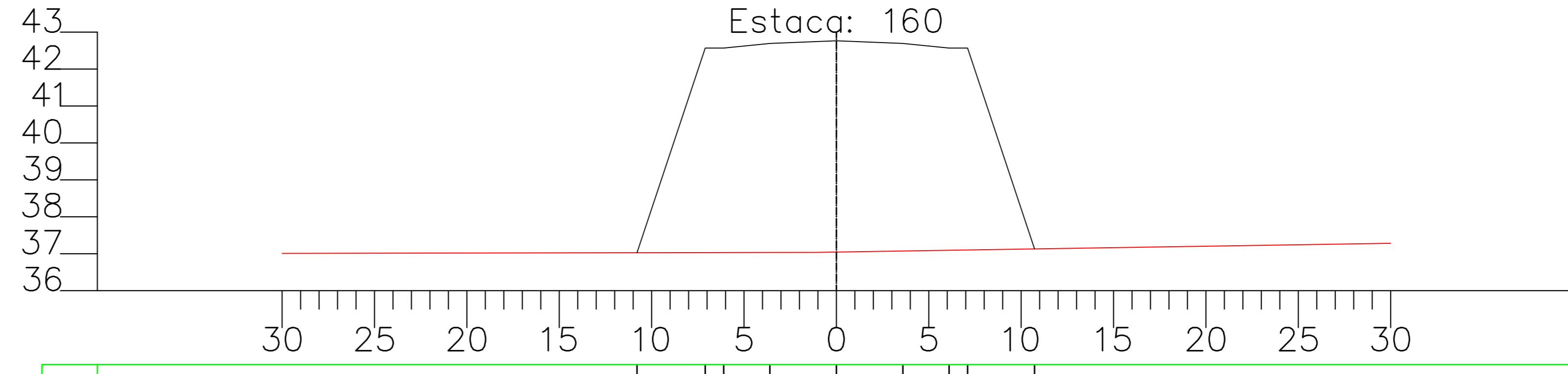
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
39.664	
39.636	
39.609	
39.582	
39.555	
39.527	
39.500	
39.473	
39.446	
39.419	
39.392	39.379
39.365	
39.337	43.048
39.282	43.048
39.227	43.173
39.173	
39.118	43.245
39.063	
39.009	43.173
38.954	43.048
38.900	43.048
38.845	38.848
38.790	
38.736	
38.682	
38.627	
38.573	
38.518	
38.464	
38.409	
38.355	
38.301	

VC: 0,00 m³
 VA: 2023,76 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 328390,29 m³



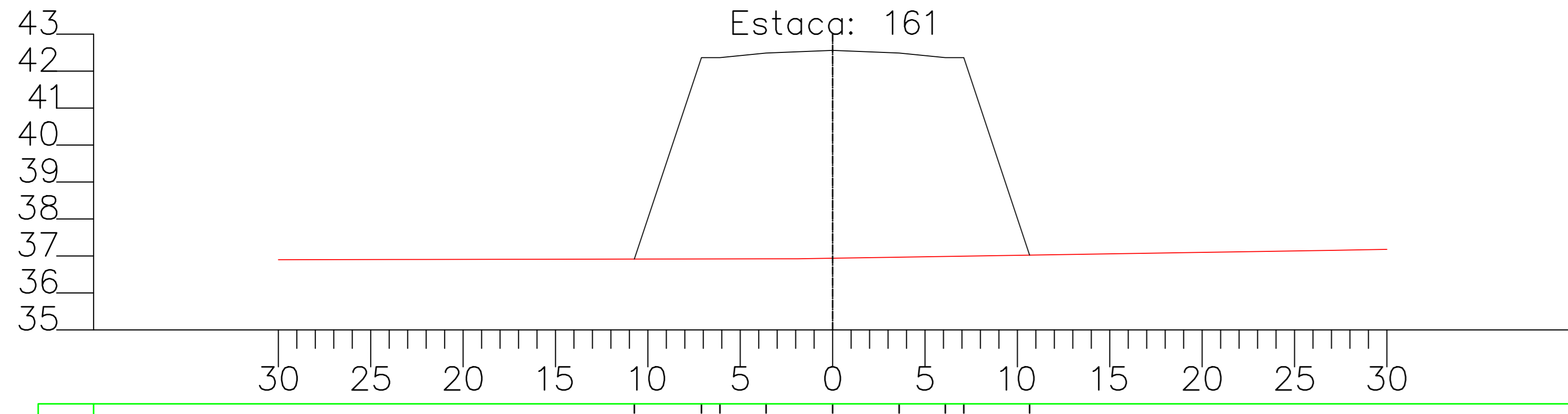
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
37.307	
37.278	
37.249	
37.220	
37.191	
37.162	
37.133	
37.104	
37.098	
37.106	
37.116	
37.126	37.122
37.136	42.796
37.146	42.786
37.148	42.921
37.150	
37.152	42.993
37.152	
37.168	
37.183	42.921
37.199	42.796
37.215	42.796
37.231	37.238
37.247	
37.263	
37.279	
37.295	
37.311	
37.327	
37.343	
37.359	
37.375	
37.391	

VC: 0,00 m³
 VA: 1977,60 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 330367,89 m³



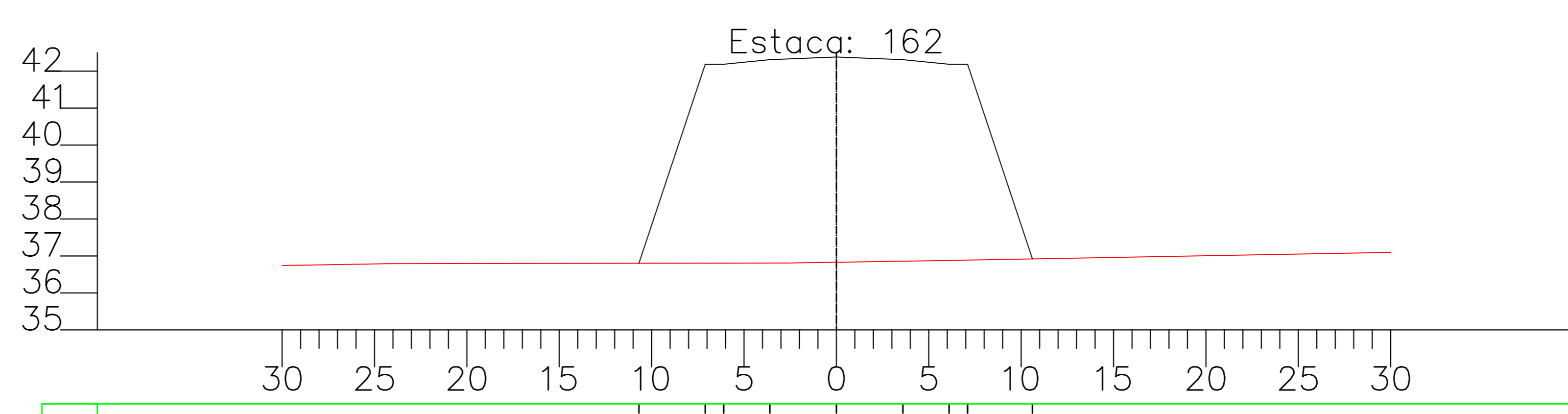
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
37.010	
37.012	
37.014	
37.016	
37.018	
37.020	
37.022	
37.024	
37.026	
37.027	37.029
37.029	
37.031	42.588
37.033	42.568
37.035	42.693
37.037	
37.038	42.765
37.046	
37.062	
37.077	42.693
37.093	42.568
37.109	42.568
37.125	37.131
37.141	
37.157	
37.173	
37.189	
37.204	
37.220	
37.236	
37.252	
37.268	
37.284	

VC: 0,00 m³
 VA: 1942,60 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 332310,50 m³



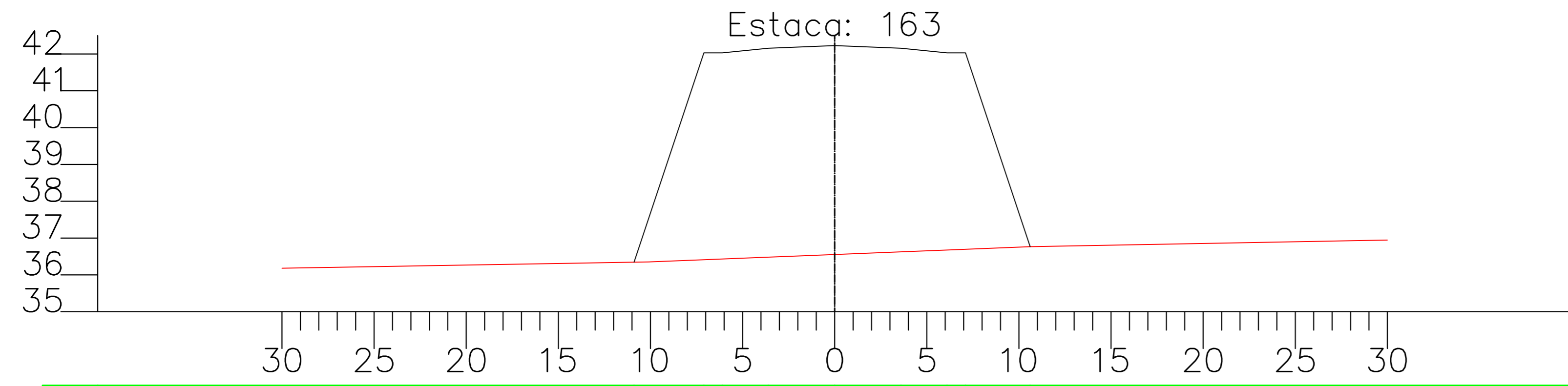
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
36.898	
36.900	
36.902	
36.904	
36.906	
36.907	
36.909	
36.911	
36.913	
36.915	
36.916	36.916
36.918	42.364
36.920	42.364
36.922	42.489
36.924	
36.924	42.561
36.939	
36.954	
36.970	42.489
36.986	42.364
37.002	42.364
37.018	37.023
37.033	
37.049	
37.065	
37.081	
37.097	
37.112	
37.128	
37.144	
37.154	
37.161	
37.179	

VC: 0,00 m³
 VA: 1956,40 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 334266,89 m³



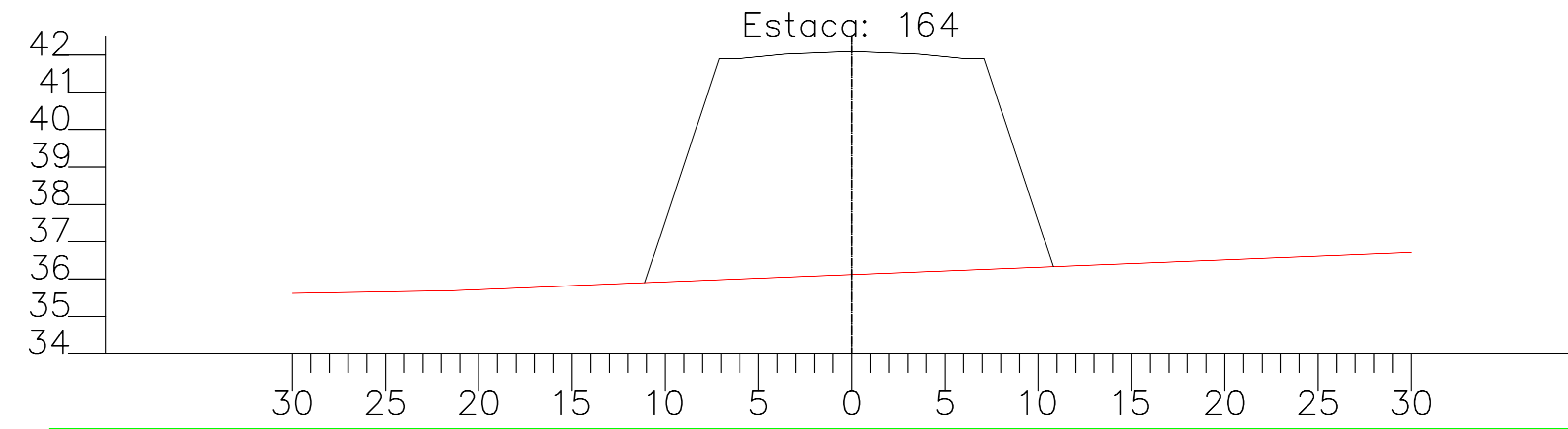
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
36.741	
36.759	
36.776	
36.791	
36.793	
36.795	
36.796	
36.798	
36.800	
36.802	
36.803	36.803
36.805	42.185
36.807	42.185
36.808	42.310
36.810	
36.815	
36.830	42.382
36.846	
36.862	42.310
36.878	42.185
36.897	42.185
36.915	36.920
36.933	
36.951	
36.969	
36.988	
37.006	
37.024	
37.042	
37.060	
37.079	
37.097	

VC: 0,00 m³
 VA: 2051,61 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 336318,51 m³



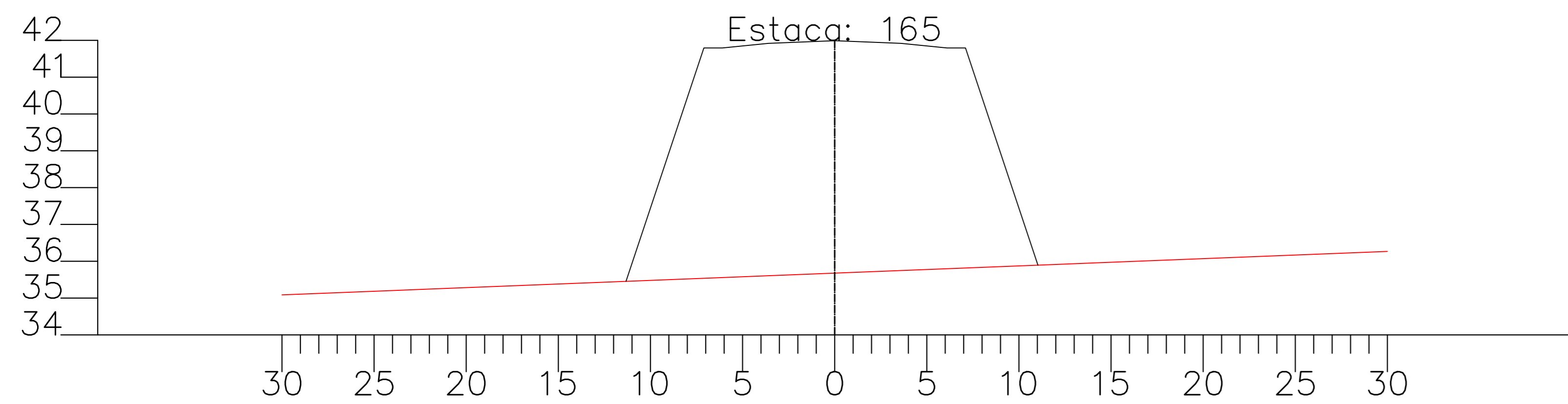
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
36.181	
36.199	
36.216	
36.233	
36.250	
36.267	
36.284	
36.302	
36.319	
36.336	36.346
36.353	
36.370	
36.387	
36.394	
36.434	42.030
36.474	42.030
36.514	42.155
36.554	42.227
36.594	
36.634	42.155
36.674	42.030
36.714	42.030
36.754	
36.767	36.766
36.779	
36.798	
36.816	
36.835	
36.854	
36.872	
36.891	
36.909	
36.928	
36.947	

VC: 0,00 m³
 VA: 2191,96 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 338510,46 m³



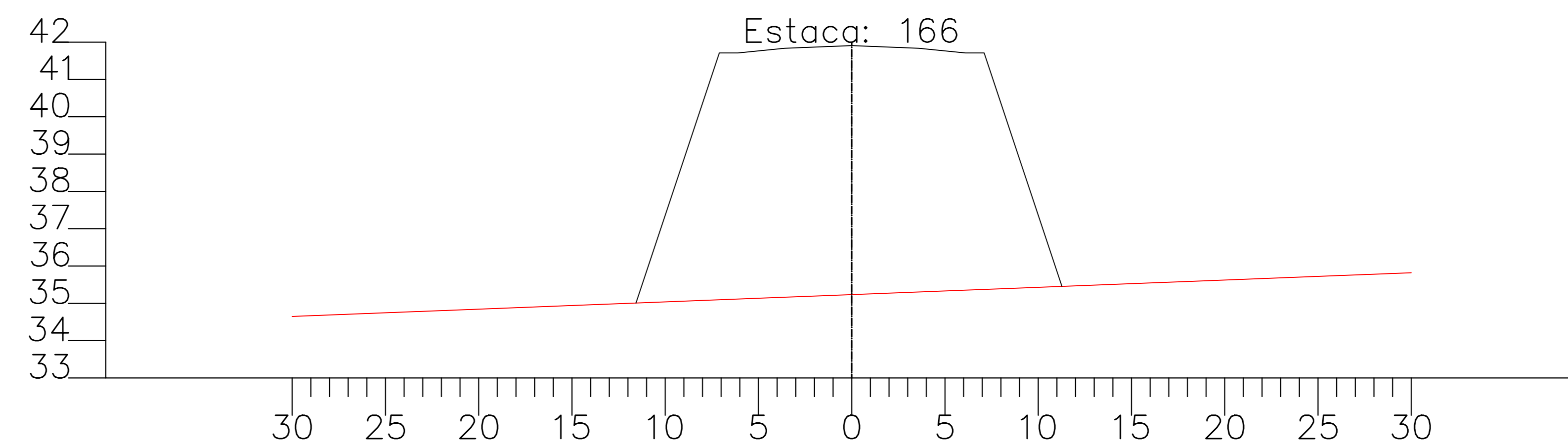
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
35.620	
35.637	
35.654	
35.671	
35.687	
35.692	
35.720	
35.760	
35.800	
35.839	
35.879	35.897
35.919	
35.958	41.899
35.998	41.899
36.038	42.024
36.077	
36.117	42.096
36.157	
36.196	42.024
36.236	41.899
36.276	41.899
36.315	36.331
36.355	
36.395	
36.434	
36.474	
36.514	
36.553	
36.593	
36.633	
36.672	
36.712	

VC: 0,00 m³
 VA: 2347,27 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 340857,73 m³



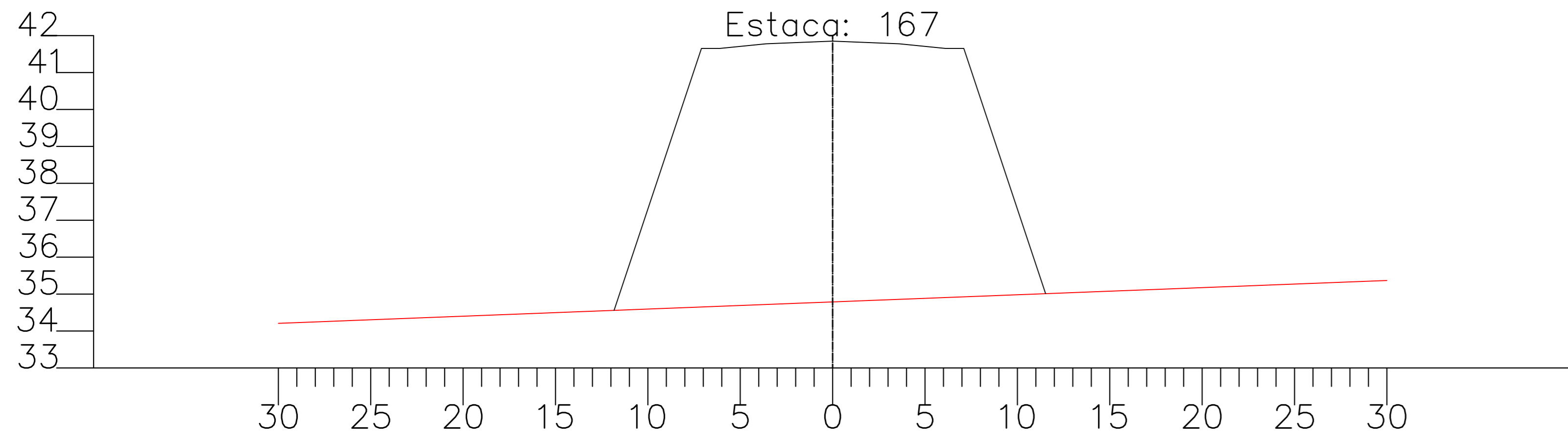
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
35.087	
35.126	
35.165	
35.205	
35.244	
35.283	
35.323	
35.362	
35.402	
35.441	
35.480	35.454
35.520	
35.559	41.793
35.598	41.793
35.638	41.918
35.677	41.990
35.716	
35.756	41.918
35.795	41.793
35.834	41.793
35.874	35.894
35.913	
35.952	
35.992	
36.031	
36.070	
36.110	
36.149	
36.188	
36.228	
36.267	

VC: 0,00 m³
 VA: 2518,33 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 343376,06 m³



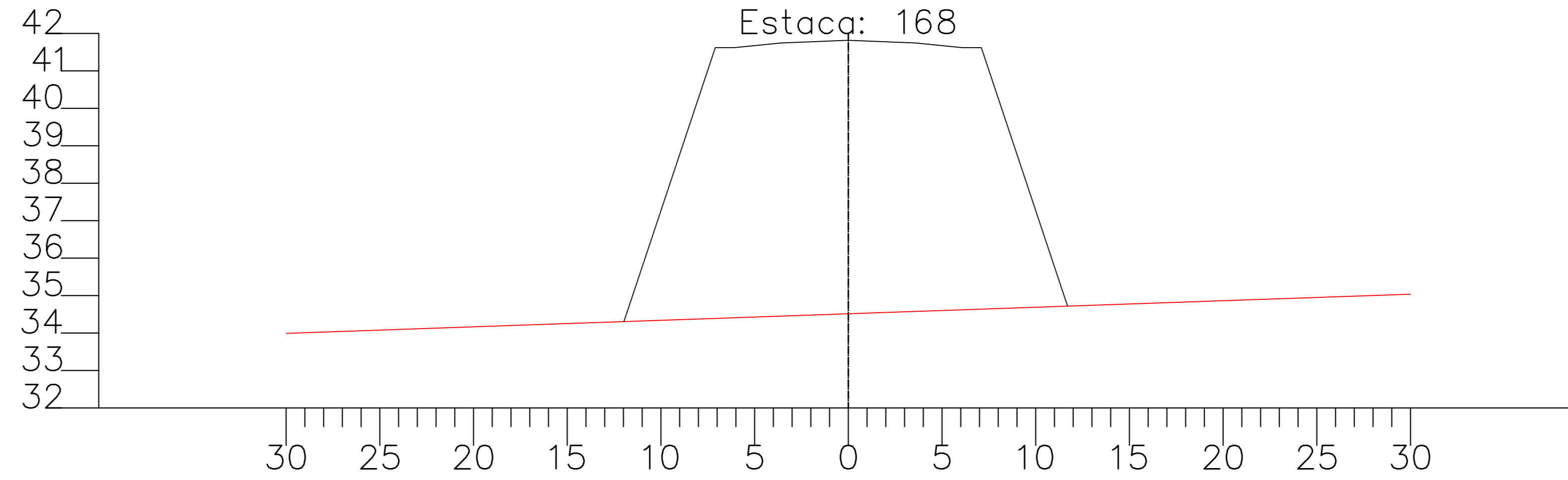
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
34.649	
34.688	
34.727	
34.766	
34.805	
34.844	
34.883	
34.922	
34.961	
35.000	35.008
35.039	
35.078	41.711
35.117	41.711
35.156	41.836
35.195	
35.234	41.908
35.273	
35.312	41.836
35.351	41.711
35.390	41.711
35.429	35.454
35.468	
35.507	
35.546	
35.585	
35.624	
35.663	
35.702	
35.741	
35.780	
35.819	

VC: 0,00 m³
 VA: 2664,33 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 346040,39 m³



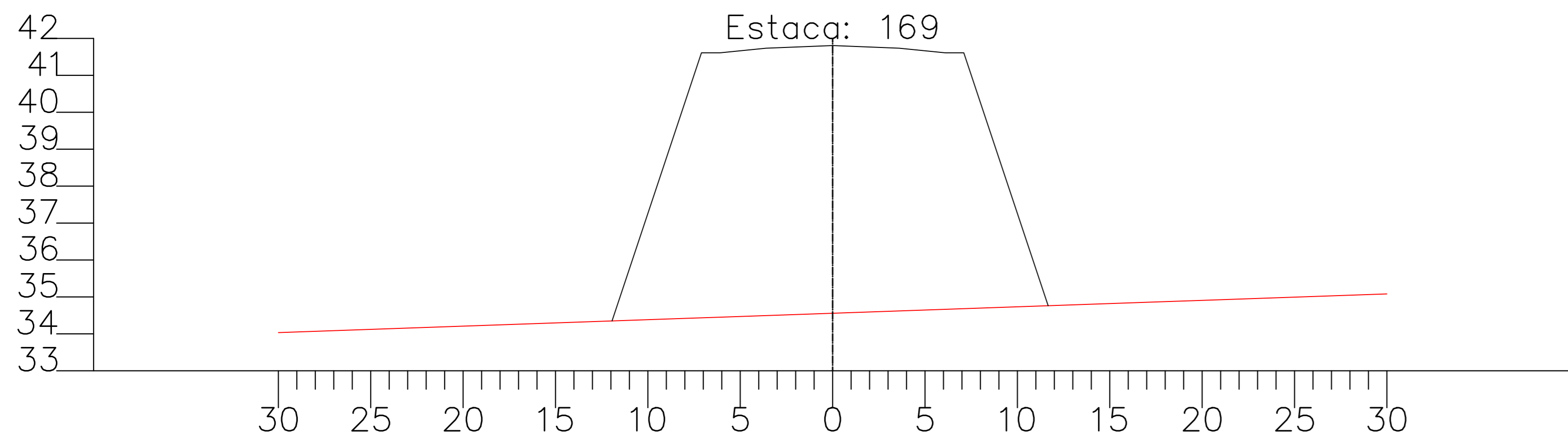
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
34.208	
34.247	
34.285	
34.324	
34.363	
34.401	
34.440	
34.479	
34.518	
34.556	34.560
34.595	
34.634	41.653
34.672	41.653
34.711	41.778
34.750	
34.788	41.850
34.827	
34.866	41.778
34.904	41.653
34.943	41.653
34.982	
35.020	35.011
35.059	
35.098	
35.137	
35.175	
35.214	
35.253	
35.291	
35.330	
35.369	

VC: 0,00 m³
 VA: 2708,29 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 348748,67 m³



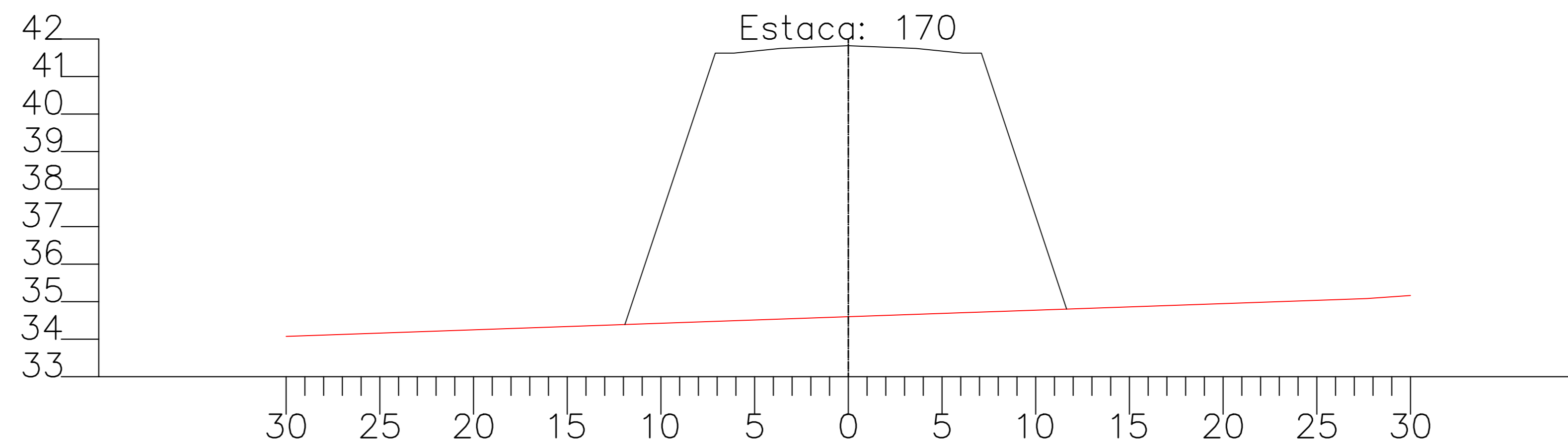
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
33.991	
34.026	
34.061	
34.096	
34.131	
34.166	
34.200	
34.235	
34.270	
34.305	34.306
34.340	
34.375	41.619
34.410	41.619
34.445	41.744
34.479	
34.514	41.816
34.549	
34.584	41.744
34.619	41.619
34.654	41.619
34.689	
34.724	34.718
34.758	
34.793	
34.828	
34.863	
34.898	
34.933	
34.968	
35.003	
35.037	

VC: 0,00 m³
 VA: 2689,68 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 351438,35 m³



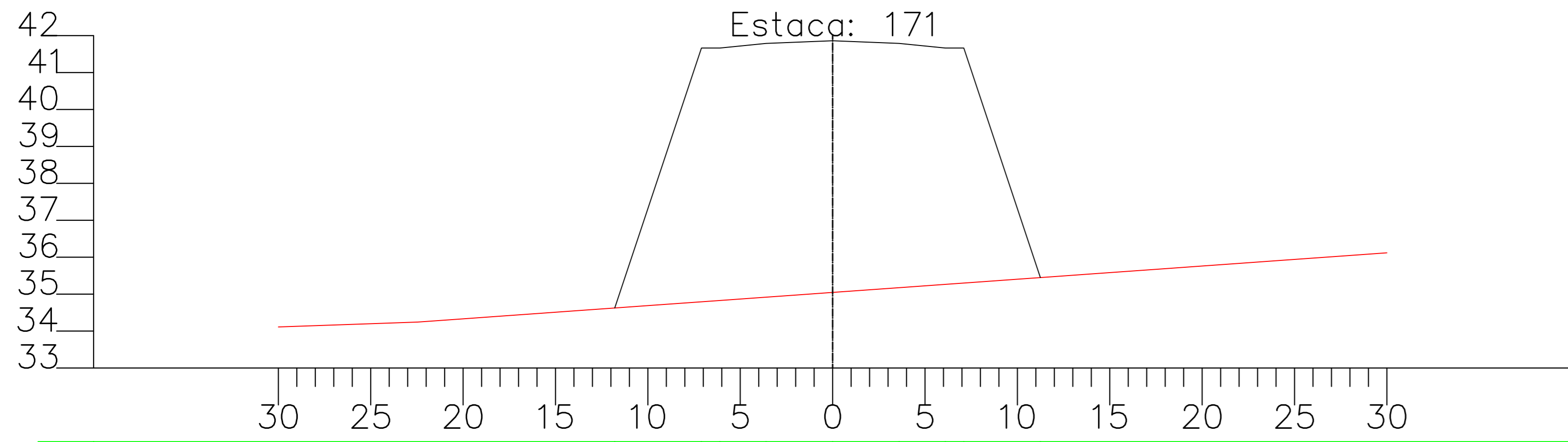
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
34.034	
34.069	
34.104	
34.139	
34.174	
34.209	
34.244	
34.278	
34.313	
34.348	34.349
34.383	
34.418	41.610
34.453	41.610
34.488	41.735
34.523	
34.558	41.807
34.593	
34.628	41.735
34.662	41.610
34.697	41.610
34.732	
34.767	34.761
34.802	
34.837	
34.872	
34.907	
34.942	
34.977	
35.012	
35.046	
35.081	

VC: 0,00 m³
 VA: 2589,13 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 354027,48 m³



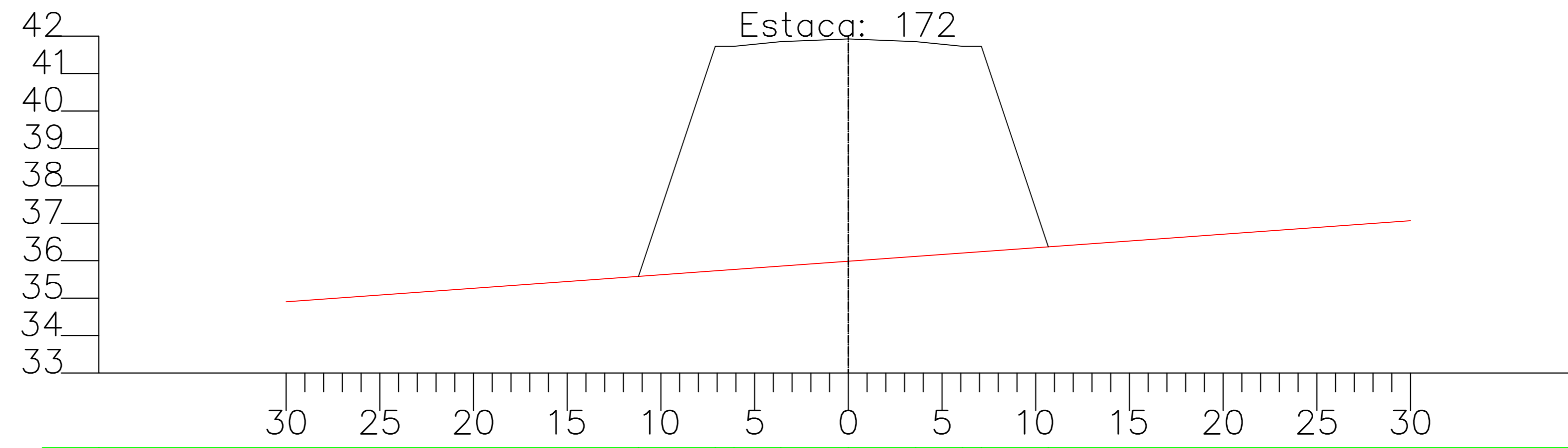
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
34.074	
34.109	
34.144	
34.179	
34.214	
34.249	
34.284	
34.319	
34.354	
34.389	34.390
34.424	
34.459	41.624
34.494	41.624
34.529	41.749
34.564	
34.599	41.821
34.633	
34.668	41.749
34.703	41.624
34.738	41.624
34.773	
34.808	34.802
34.843	
34.878	
34.913	
34.948	
34.983	
35.018	
35.053	
35.082	
35.094	
35.164	

VC: 0,00 m³
 VA: 2298,21 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 356325,69 m³



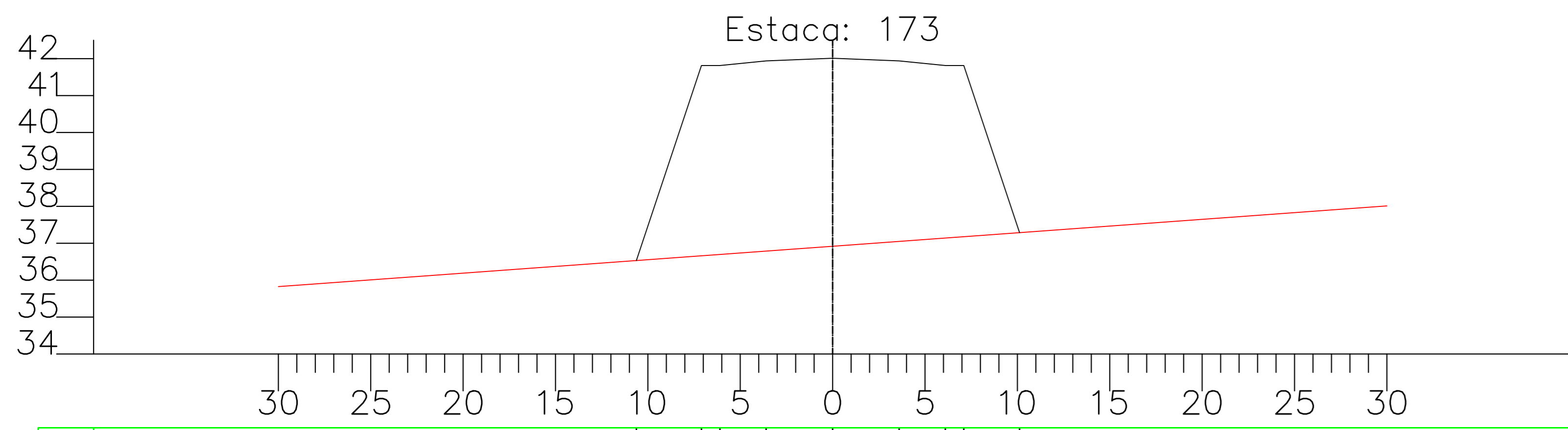
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
34.112	
34.147	
34.182	
34.217	
34.244	
34.260	
34.332	
34.403	
34.475	
34.546	
34.618	34.625
34.689	
34.761	41.664
34.832	41.664
34.904	41.789
34.975	
35.047	41.861
35.118	
35.190	41.789
35.261	41.664
35.333	41.664
35.404	
35.475	35.448
35.547	
35.618	
35.690	
35.761	
35.833	
35.904	
35.976	
36.047	
36.119	

VC: 0,00 m³
 VA: 1921,59 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 358247,28 m³



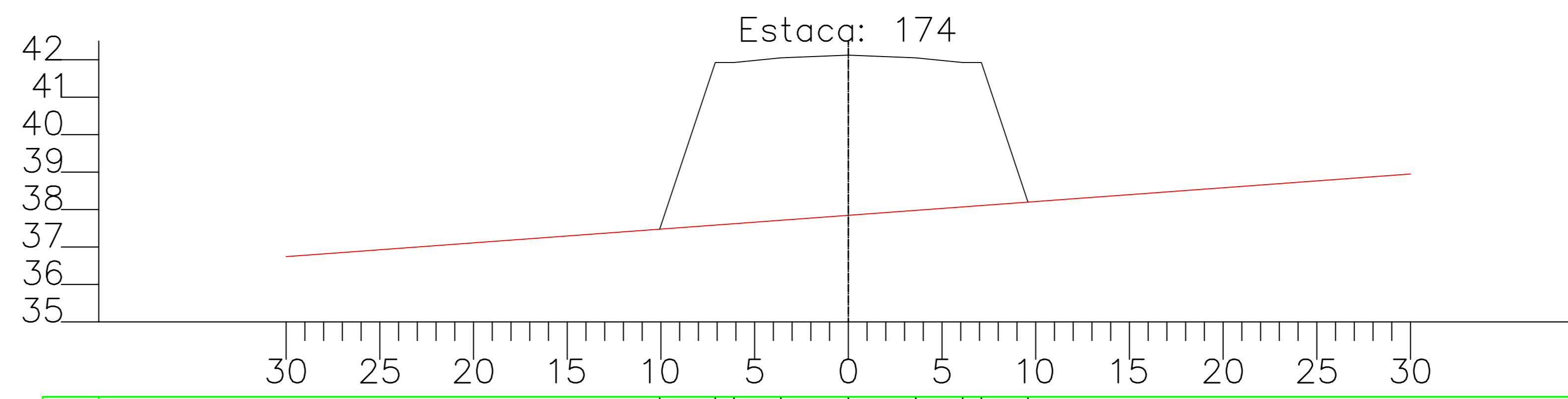
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
34.903	
34.975	
35.047	
35.119	
35.191	
35.263	
35.336	
35.408	
35.480	
35.552	35.581
35.624	
35.696	41.727
35.769	41.727
35.841	41.852
35.913	
35.985	41.924
36.057	
36.130	41.852
36.202	41.727
36.274	41.727
36.346	36.370
36.418	
36.490	
36.563	
36.635	
36.707	
36.779	
36.851	
36.924	
36.996	
37.068	

VC: 0,00 m³
 VA: 1576,69 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 359823,97 m³



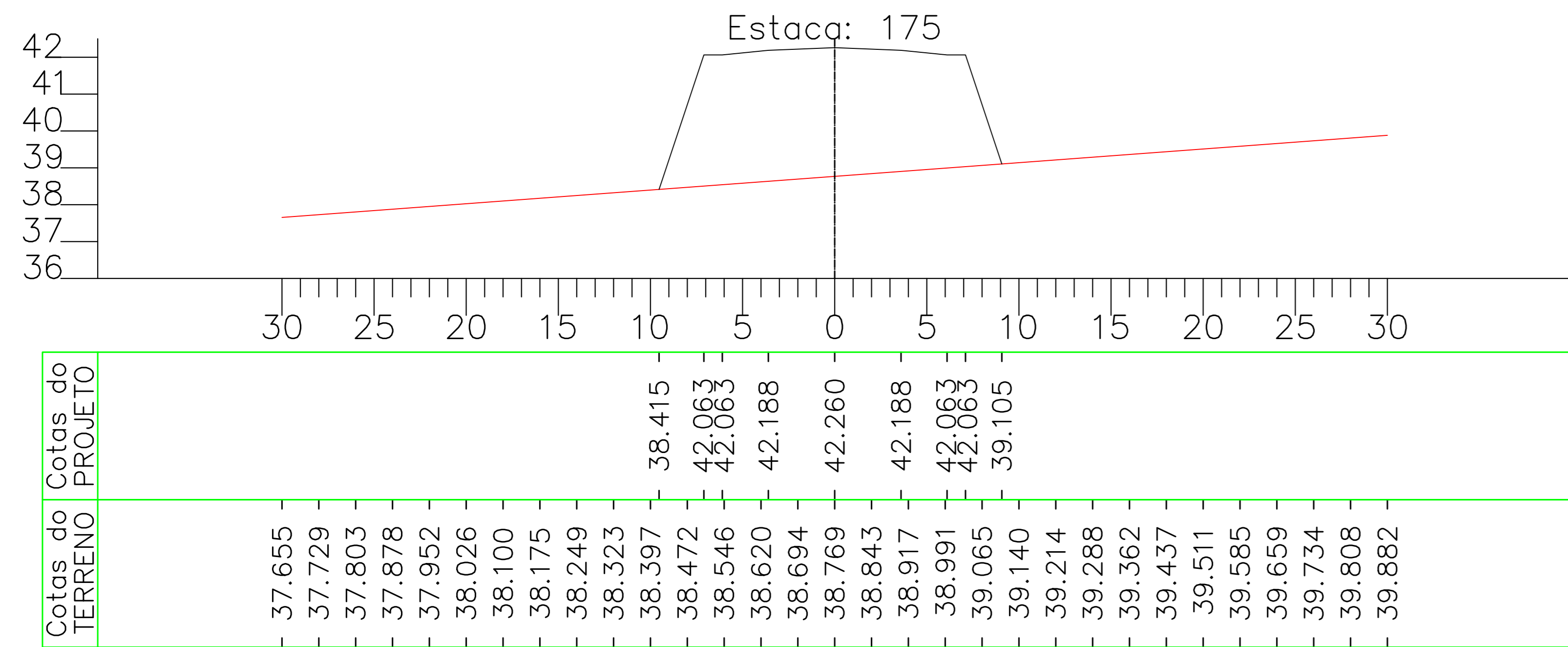
Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
35.825	
35.898	
35.971	
36.044	
36.117	
36.190	
36.263	
36.335	
36.408	
36.481	
36.554	36.531
36.627	
36.700	41.815
36.773	41.815
36.846	41.940
36.918	
36.991	42.012
37.064	
37.137	41.940
37.210	41.815
37.283	37.287
37.356	
37.429	
37.501	
37.574	
37.647	
37.720	
37.793	
37.866	
37.939	
38.011	

VC: 0,00 m³
 VA: 1261,55 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 361085,52 m³

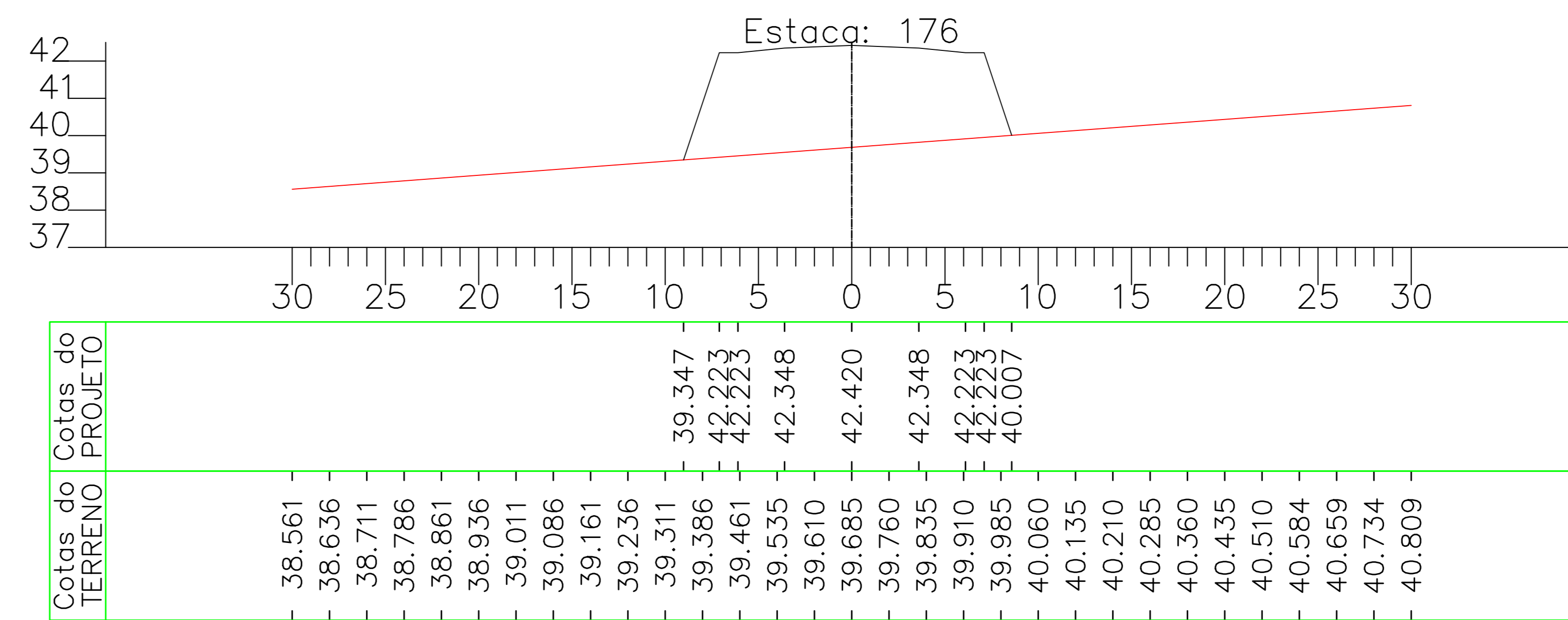


Cotas do TERRENO	Cotas do PROJETO
36.743	
36.816	
36.890	
36.963	
37.037	
37.111	
37.184	
37.258	
37.331	
37.405	
37.478	37.476
37.552	41.926
37.626	41.926
37.699	42.051
37.773	
37.846	42.123
37.920	
37.993	42.051
38.067	41.926
38.140	41.926
38.214	38.199
38.288	
38.361	
38.435	
38.508	
38.582	
38.655	
38.729	
38.802	
38.876	
38.950	

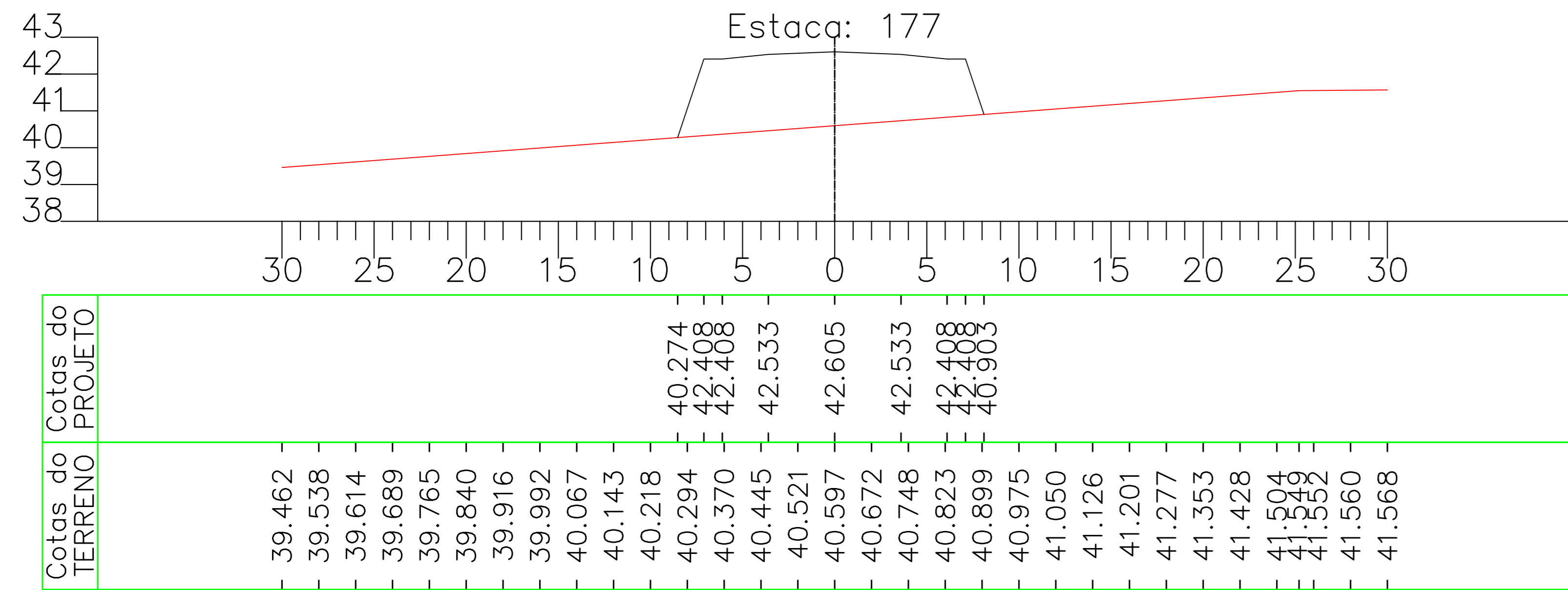
VC: 0,00 m³
 VA: 974,30 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 362059,82 m³



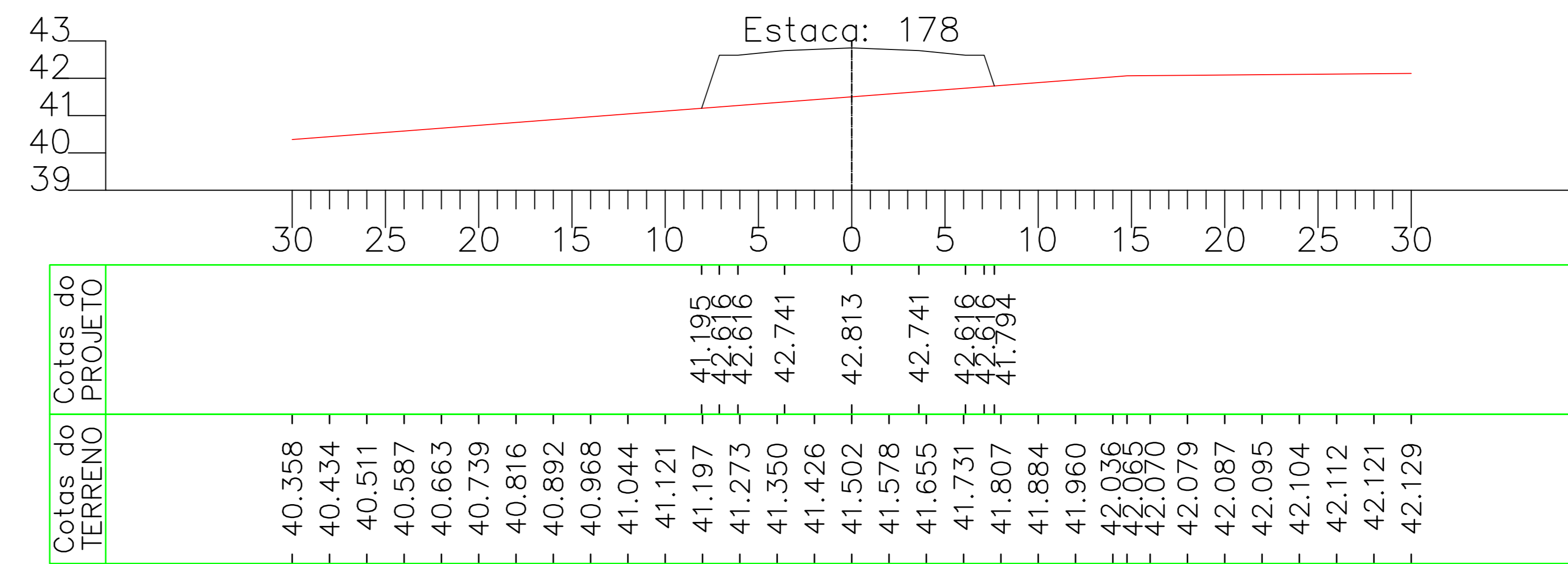
VC: 0,00 m³
 VA: 713,11 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 362772,93 m³



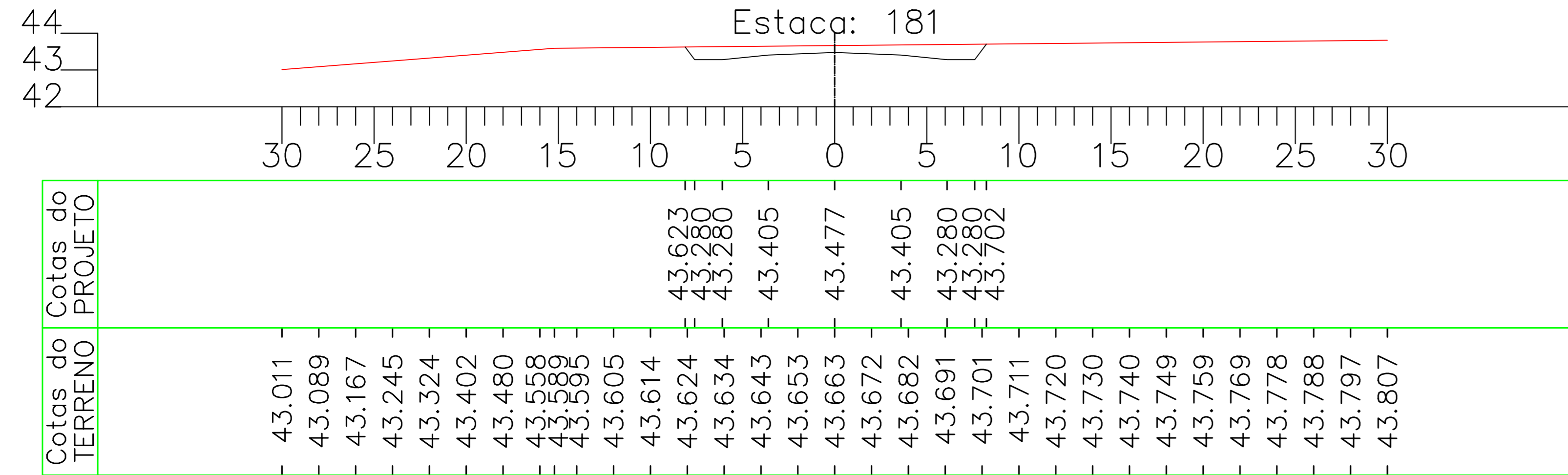
VC: 0,00 m³
 VA: 476,23 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 363249,15 m³



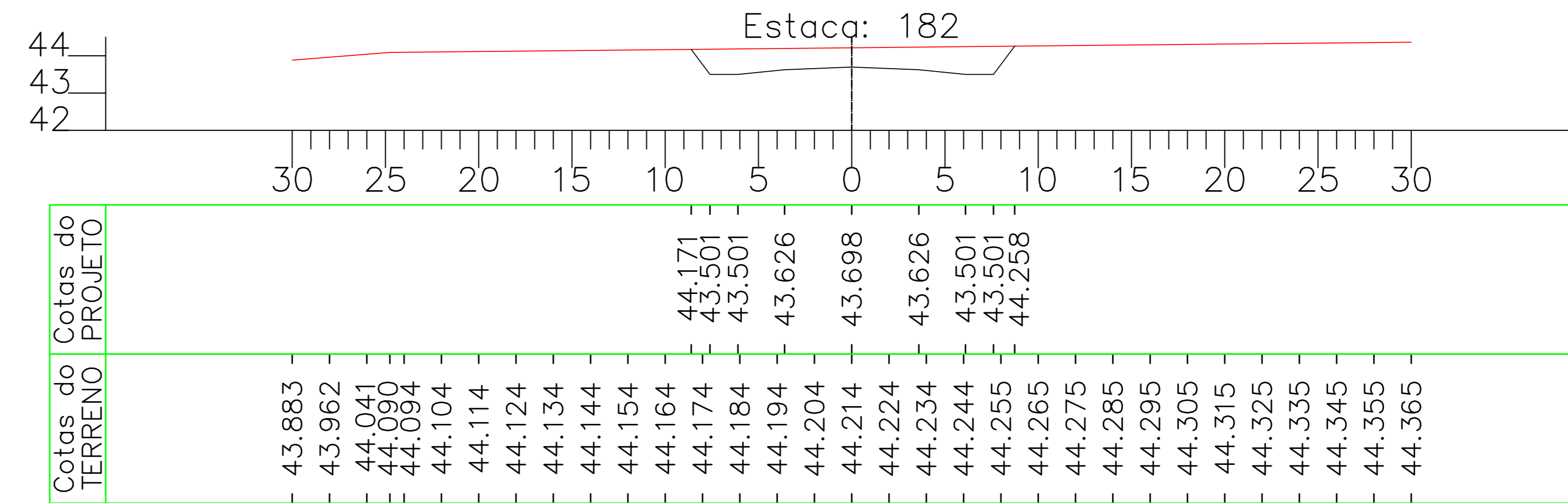
VC: 0,00 m³
 VA: 261,41 m³
 VAC: 467491,92 m³
 VAA: 363510,57 m³



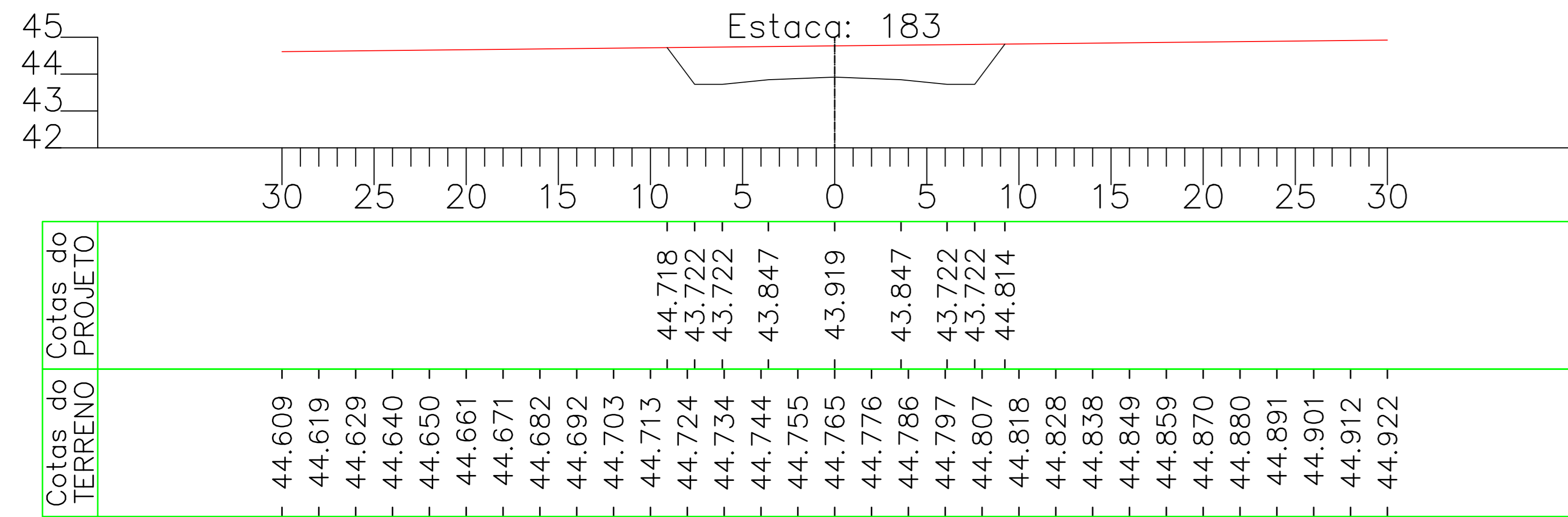
VC: 147,16 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 467688,58 m³
 VAA: 363610,75 m³



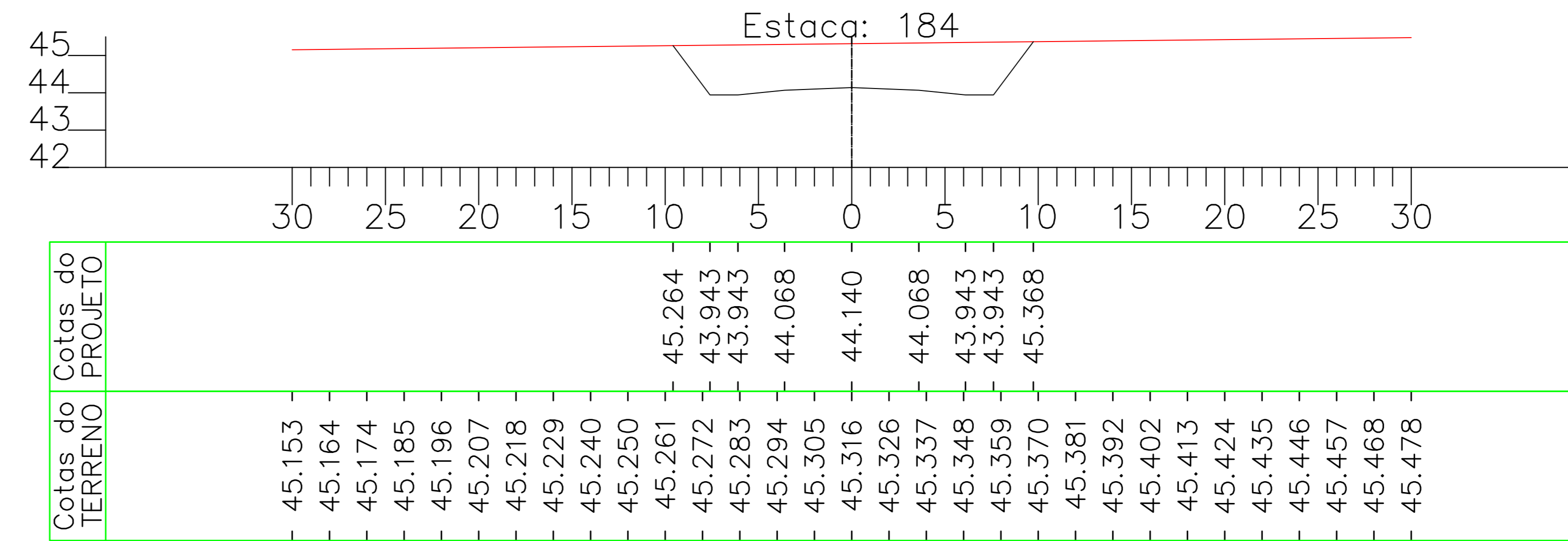
VC: 261,73 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 467950,31 m³
 VAA: 363610,75 m³



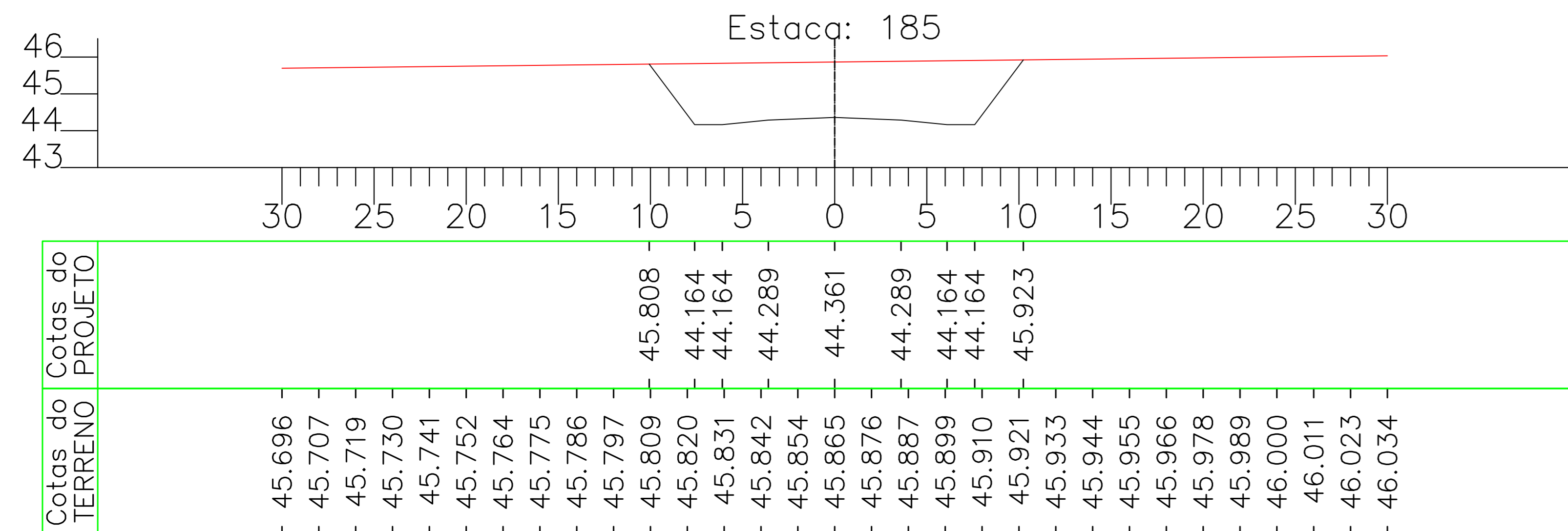
VC: 382,56 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 468332,87 m³
 VAA: 363610,75 m³



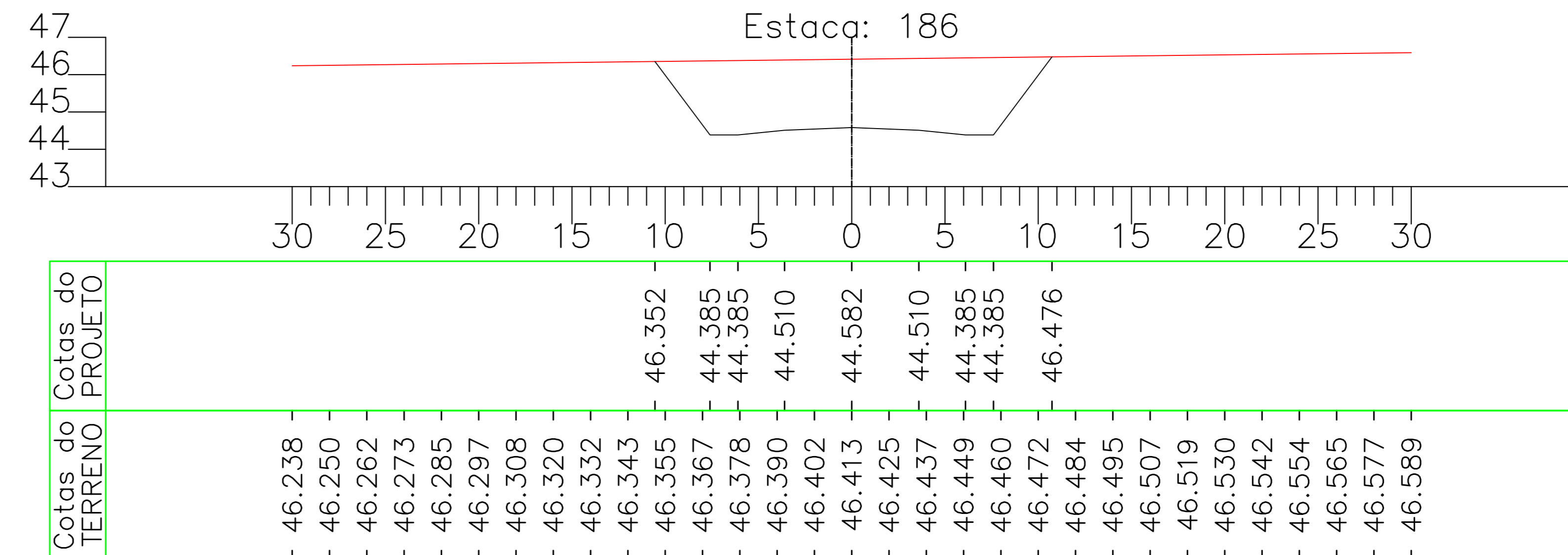
VC: 509,59 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 468842,46 m³
 VAA: 363610,75 m³



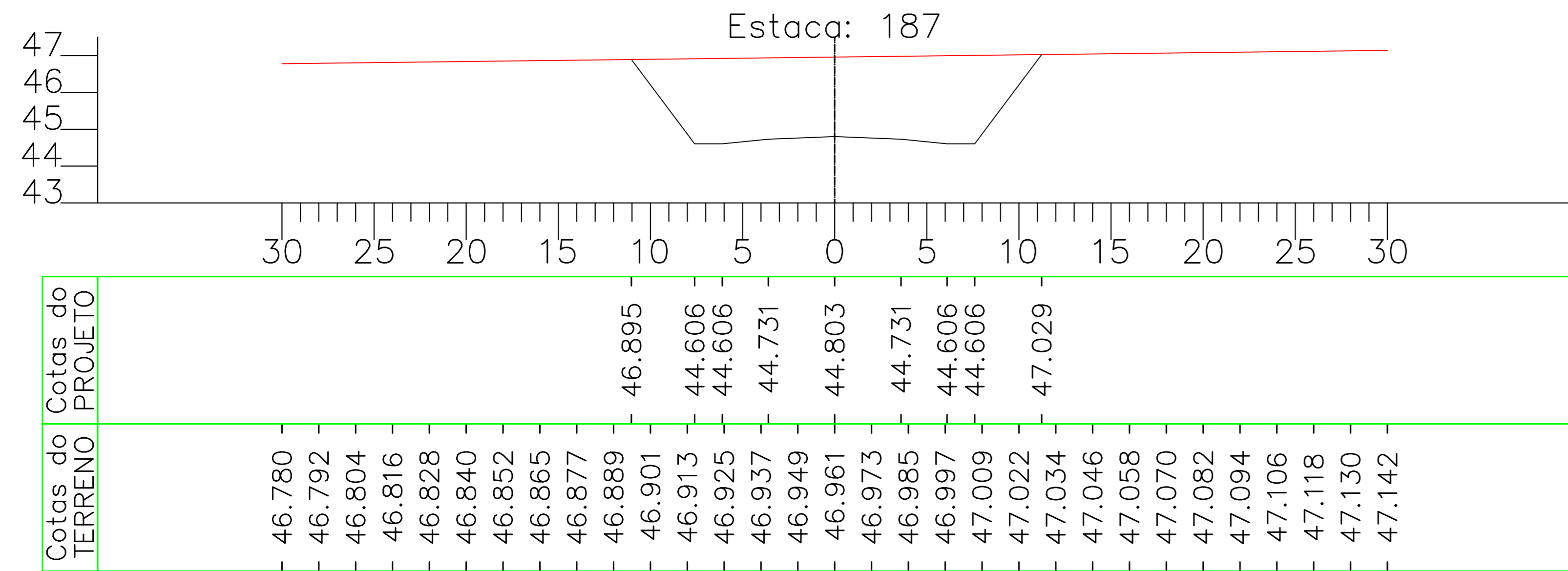
VC: 642,76 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 469485,22 m³
 VAA: 363610,75 m³



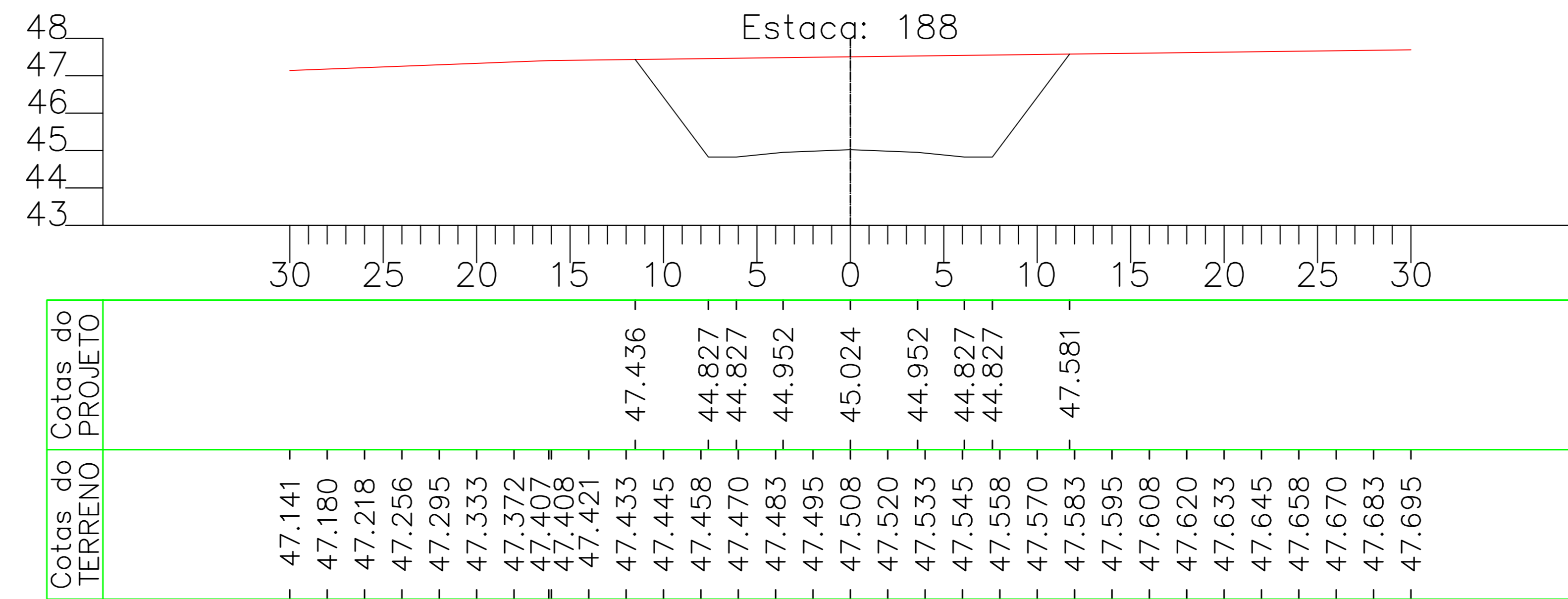
VC: 782,00 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 470267,22 m³
 VAA: 363610,75 m³



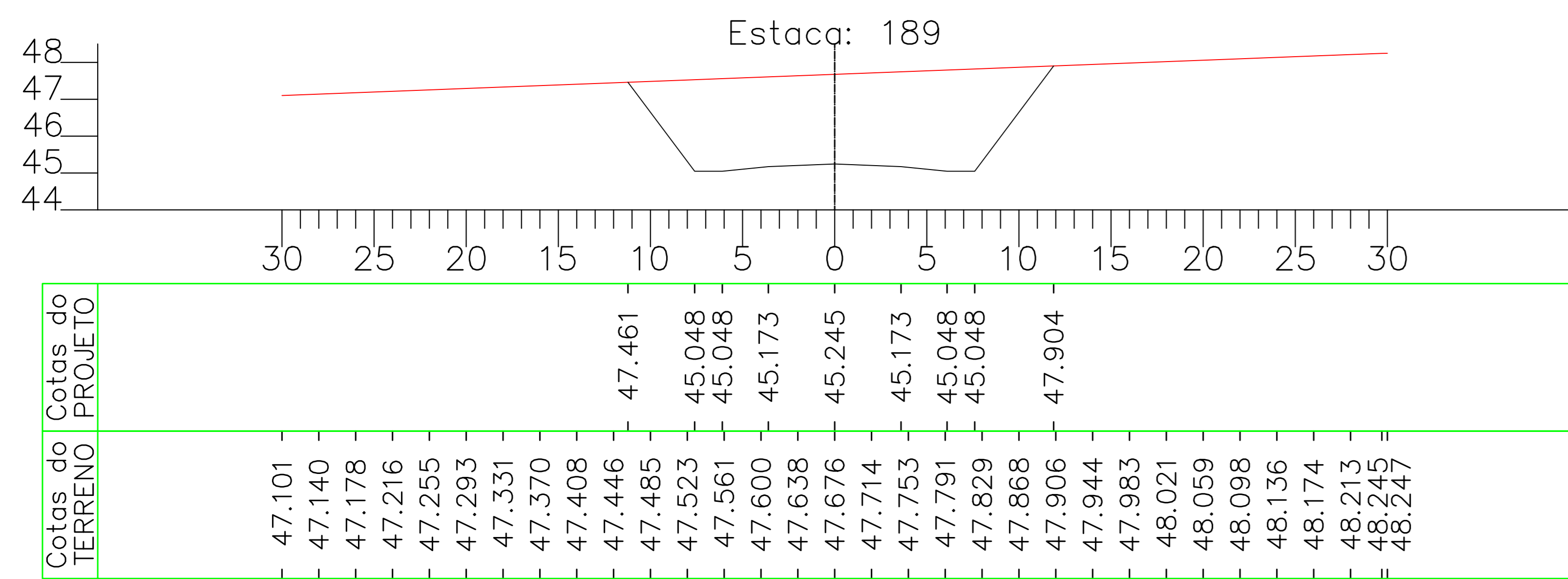
VC: 927,26 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 471194,48 m³
 VAA: 363610,75 m³



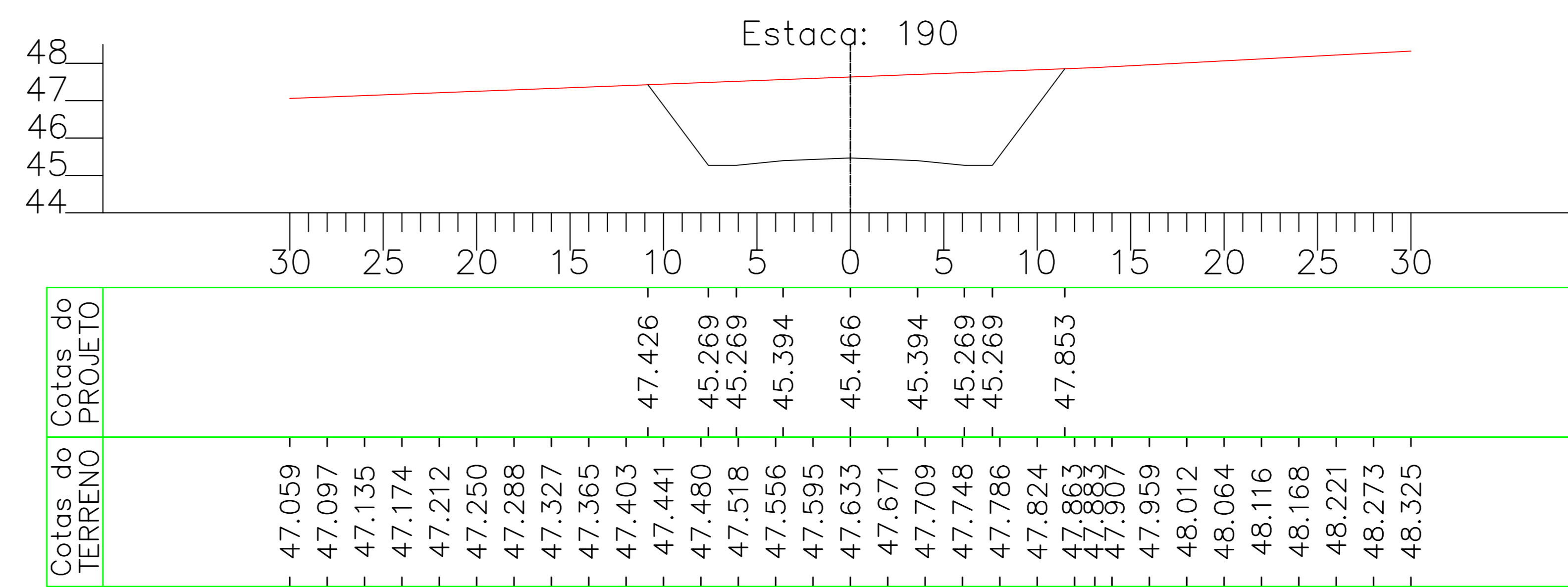
VC: 989,81 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 472184,29 m³
 VAA: 363610,75 m³



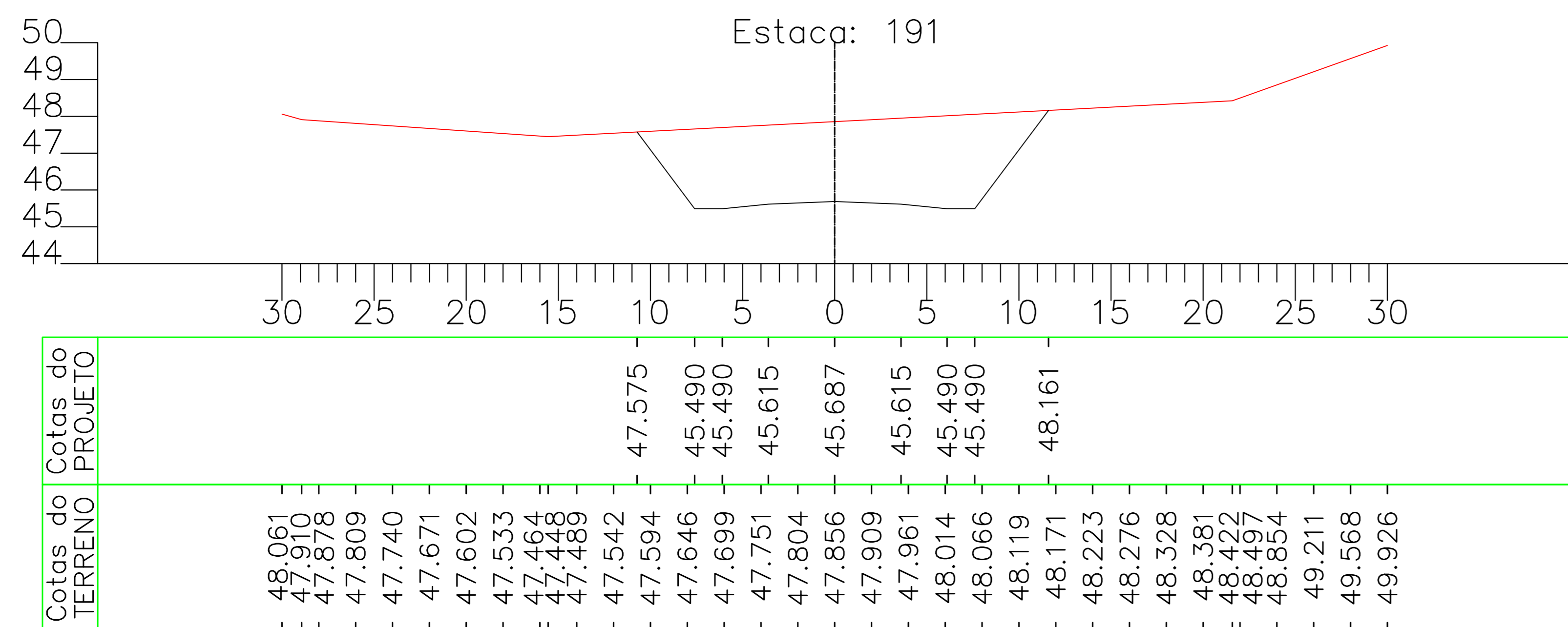
VC: 918,22 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 473102,52 m³
 VAA: 363610,75 m³



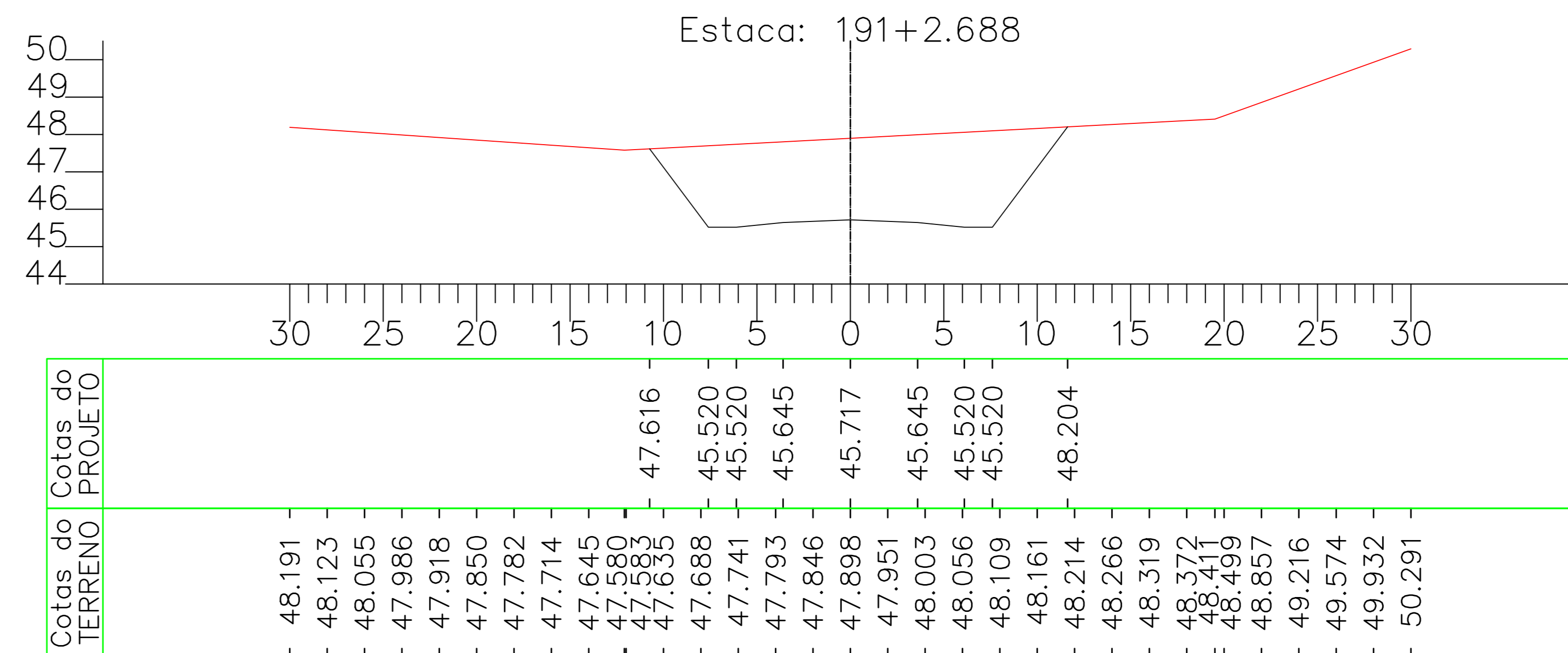
VC: 859,33 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 473961,85 m³
 VAA: 363610,75 m³



VC: 116,03 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 474077,88 m³
 VAA: 363610,75 m³



VC: 12,77 m³
 VA: 0,00 m³
 VAC: 474090,64 m³
 VAA: 363610,75 m³



VC: 0,00 m3
 VA: 0,00 m3
 VAC: 474090,64 m3
 VAA: 363610,75 m3

