

PROJECTO DE EXECUÇÃO DE UM NÓ EM DIAMANTE - GEOMETRIA

MISAEAL ANTÓNIO FARIA MONTEIRO

Relatório de Projecto submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM VIAS DE COMUNICAÇÃO

Orientador: Professor Doutor Adalberto Quelhas da Silva França

JUNHO DE 2009

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2008/2009

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2008/2009 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Sr. Professor Doutor Adalberto Quelhas da Silva França, por todo auxílio e todos os ensinamentos que me deu enquanto orientador da minha tese de mestrado.

Ao Sr. Engenheiro Rui Mário de Oliveira Correia pela disponibilidade e pelos conhecimentos que me transmitiu sobre programas de cálculo automático.

Ao meu companheiro de mestrado, Manuel Gomes da Costa, pela amizade e pelo apoio durante o período em que decorreu este trabalho.

A todos os meus colegas de curso com quem partilhei opiniões e conhecimentos.

RESUMO

No presente trabalho procedeu-se à elaboração de um conjunto de peças escritas e desenhadas de um nó de ligação do tipo diamante, como complemento do plano rodoviário da via onde se insere este projecto e no desenvolvimento da sua componente de geometria do traçado.

Na resolução apresentada fez-se uso das tecnologias mais recentes, mais concretamente ferramentas de cálculo automático, cujo auxílio hoje em dia é indispensável na aplicação prática dos vastos conhecimentos necessários para a elaboração deste tipo de projectos.

O modo como as vias de comunicação são construídas actualmente e as regras que as regem são fruto de longas décadas de investigação, estudo e desenvolvimento em que se procurou sempre melhorar os serviços prestados em termos de segurança, economia e comodidade. Por outro lado, este tipo de infra-estruturas vitais para o desenvolvimento das sociedades, nomeadamente a Portuguesa, sempre se debateram com dificuldades ao nível financeiro.

Por este conjunto de razões, deu-se a este projecto um adequado enquadramento histórico, financeiro e legal feito de forma sucinta e clara, sendo ainda possível ter uma perspectiva da evolução futura da rede de estradas em Portugal.

PALAVRAS-CHAVE: DIRECTRIZ, RASANTE, NÓ EM DIAMANTE, CÁLCULO AUTOMÁTICO.

ABSTRACT

The present work puts forward a set of written and drawn parts of the geometric perspective of a diamond-type road intersection, inserted as a specific section of the highway plan it encompasses.

State of the art technologies were used on this resolution. Computer assisted designing tools were employed to apply the vast requirements these projects call for.

Construction of highways and how to regulate them is the result of many decades of investigation, studying and development aiming to find the best way to improve the services in terms of security, economy and riding comfort. On the other hand, these types of infrastructures that are so important in the development of societies, particularly Portugal's, always face up to a rough financial environment.

For all these reasons, this project was developed into a suitable historical, financial and legal framework. Succinctly and clearly, this project further looks into the possible developments of Portugal's road network.

KEYWORDS: ROAD GUIDELINE, ROAD PROFILE, DIAMOND ROAD INTERSECTION, COMPUTER ASSISTED DESIGN.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO DAS VIAS DE COMUNICAÇÃO EM PORTUGAL	1
1.2. PLANO RODOVIÁRIO NACIONAL	6
1.2.1. DEFINIÇÃO.....	6
1.2.2. ESTRADAS EM CONSTRUÇÃO	7
1.2.3. TUTELA DAS ESTRADAS EM PORTUGAL	8
1.2.4. CONCESSIONÁRIOS PRIVADOS.....	8
1.2.5. LEGISLAÇÃO	9
2. Normas da Geometria do traçado	11
2.1. INTRODUÇÃO	11
2.2. TRAINÉIS	11
2.3. CARACTERÍSTICAS DAS INTERSECÇÕES DOS RAMOS DE LIGAÇÃO COM A ESTRADA SECUNDÁRIA	12
2.4. INTERSECÇÕES GIRATÓRIAS	12
2.5. SOBREELEVAÇÃO	12
2.6. SOBRELARGURA	12
2.7. CONCORDÂNCIAS VERTICAIS	13
2.8. CURVAS DE TRANSIÇÃO	14
3. Concepção do Projecto Geométrico do Nó	16
3.1. DEFINIÇÃO DA LOCALIZAÇÃO	16
3.2. DESCRIÇÃO DO SOFTWARE UTILIZADO	17
3.3. DESENHO EM PLANTA	18
3.3.1. TRAÇADO DOS RAMOS	18
3.3.2. RECONSTRUÇÃO PARCIAL DA ESTRADA SECUNDÁRIA.....	21
3.3.3. DISFARCES DA SOBRELARGURA E DA SOBREELEVAÇÃO.....	21

3.4. PERFIL LONGITUDINAL	23
3.4.1. CONSTRUÇÃO DA RASANTE DOS ELEMENTOS DO NÓ.....	23
3.4.2. PERFIL LONGITUDINAL DA PASSAGEM INFERIOR.....	23
3.4.3. RASANTE DOS RAMOS DO NÓ NA ZONA DE LIGAÇÃO À VIA PRINCIPAL.....	24
3.4.4. VARIAÇÃO DA SOBREELEVAÇÃO.....	25
3.5. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS DESENHOS FINAIS	25
4. Conclusão	26
5. Anexos	27
5.1. LISTAGENS	27
5.1.1. ALINHAMENTO 1	27
5.1.1.1. Características da directriz do Alinhamento 1	27
5.1.1.2. Coordenadas de pontos equidistantes de 25 metros da directriz do alinhamento 1	34
5.1.1.3. Características da rasante do alinhamento 1	35
5.1.1.4. Cotas de pontos equidistantes de 25 metros da rasante do alinhamento 1	38
5.1.2. ALINHAMENTO 2.....	39
5.1.2.1. Características da directriz do Alinhamento 2.....	39
5.1.2.2. Coordenadas de pontos equidistantes de 25 metros da directriz do alinhamento 2	42
5.1.2.3. Características da rasante do alinhamento 2.....	43
5.1.2.4. Cotas de pontos equidistantes de 25 metros da rasante do alinhamento 2	46
5.1.3. ENTRADA 1	47
5.1.3.1. Características da directriz do Entrada 1	47
5.1.3.2. Coordenadas de pontos equidistantes de 25 metros da directriz do Entrada 1	51
5.1.3.3. Características da rasante do Entrada 1	51
5.1.3.4. Cotas de pontos equidistantes de 25 metros da rasante do Entrada 1	53
5.1.4. SAÍDA 1	54
5.1.4.1. Características da directriz do Saída 1	54
5.1.4.2. Coordenadas de pontos equidistantes de 25 metros da directriz do Saída 1	56
5.1.4.3. Características da rasante do Saída 1	56

5.1.4.4. Cotas de pontos equidistantes de 25 metros da rasante do Saída 1	58
5.1.5. ROTUNDA 1	58
5.1.5.1. Características da directriz do Rotunda 1	58
5.1.5.2. Coordenadas de pontos equidistantes de 25 metros da directriz do Rotunda 1	60
5.1.5.3. Características da rasante do Rotunda 1	60
5.1.5.4. Cotas de pontos equidistantes de 25 metros da rasante do Rotunda 1	61
5.1.6. PASSAGEM INFERIOR	61
5.1.6.1. Características da directriz do Passagem Inferior	61
5.1.6.2. Coordenadas de pontos equidistantes de 25 metros da directriz do Passagem Inferior	63
5.1.6.3. Características da rasante do Passagem Inferior	64
5.1.6.4. Cotas de pontos equidistantes de 25 metros da rasante do Passagem Inferior	65
5.1.7. ROTUNDA 2	65
5.1.7.1. Características da directriz do Rotunda 2	65
5.1.7.2. Coordenadas de pontos equidistantes de 25 metros da directriz do Rotunda 2	67
5.1.7.3. Características da rasante do Rotunda 2	67
5.1.7.4. Cotas de pontos equidistantes de 25 metros da rasante do Rotunda 2	68
5.1.8. ENTRADA 2	69
5.1.8.1. Características da directriz do Entrada 2	69
5.1.8.2. Coordenadas de pontos equidistantes de 25 metros da directriz do Entrada 2	71
5.1.8.3. Características da rasante do Entrada 2	71
5.1.8.4. Cotas de pontos equidistantes de 25 metros da rasante do Entrada 2	73
5.1.9. SAÍDA 2	74
5.1.9.1. Características da directriz do Saída 2	74
5.1.9.2. Coordenadas de pontos equidistantes de 25 metros da directriz do Saída 2	76
5.1.9.3. Características da rasante do Saída 2	76
5.1.9.4. Cotas de pontos equidistantes de 25 metros da rasante do Saída 2	78
5.2. PEÇAS DESENHADAS	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa das Estradas de Portugal, 1923	3
Figura 2 – Mapa das Estradas de Portugal, 1931.....	4
Figura 3 – Trabalhos arrematados desde 30 de Junho 1927 a 31 de Dezembro de 1947	5
Figura 4 – Mapa das Estradas de Portugal.....	10
Figura 5 – Localização da passagem inferior	17
Figura 6 – Esboço do nó de ligação.....	18
Figura 7 – Saída 2.....	19
Figura 8 – Bermas e bordo da faixa de rodagem.....	20
Figura 9 – Saída 2 cotada	20
Figura 10 – Esboço do Alinhamento 1	21
Figura 11 – Alinhamento 1 cotado	22
Figura 12 – Disfarce da sobrelargura da passagem inferior	23
Figura 13 – Perfil Longitudinal da Passagem Inferior	24
Figura 14 – Nariz do ramo Entrada 1	25

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Novas concessões em Portugal.....	7
Quadro 2 - Concessões rodoviárias em Portugal	9
Quadro 3 - Raio mínimo das concordâncias convexas.....	13
Quadro 4 - Raio mínimo das concordâncias côncavas.....	14
Quadro 5 - Parâmetros para dimensionamento de curvas de transição em ramos de nós de ligação.	15

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO DAS VIAS DE COMUNICAÇÃO EM PORTUGAL

A elaboração da presente tese teve como objectivo a produção das peças escritas e desenhadas de um Projecto de Execução de um nó em diamante. Este projecto está inserido no projecto geral de uma via rápida, o IP2, a ser construída futuramente, pelo que é necessário reformular a estrada local já existente.

Hoje em dia, trabalhos desta natureza regem-se por regras muito específicas e beneficiam de metodologias inovadoras, resultado de longas décadas de investigação e desenvolvimento sobre a concepção e construção de estradas nos países industrializados. Deste modo, os processos construtivos e os materiais utilizados, bem como a legislação rodoviária, sofreram várias mutações nos últimos dois séculos, tanto em Portugal como em todo Mundo.

Até ao fim do século XVIII as estradas em Portugal nunca constituíram uma prioridade nas políticas económicas e sociais do reino. Muitos dos caminhos importantes que ligavam as vilas e cidades do País foram construídos no tempo do Império Romano, assim como as obras de arte. É da responsabilidade da Rainha D.Maria I o primeiro decreto de construção e conservação de estradas. O Conde de Valadares é nomeado Superintendente das estradas do reino e é feita a discriminação no pagamento do tributo nas barreiras, consoante o modelo para o rodado dos carros. Este decreto seria um primeiro sinal do verdadeiro impulso na rede viária em Portugal, que só viria a acontecer na segunda metade do século XIX.

Em 22 de Julho de 1850, no reinado de D.Maria II, é aprovada a lei de classificação de Estradas e Caminhos. Esta lei hierarquiza as estradas em 1ª e 2ª classes e os caminhos em Municipais e Vicinais, e determina ainda as características técnicas e geométricas.

A partir de 1860, com a criação do Ministério das Obras Públicas por Fontes Pereira de Melo, a construção de estradas deixa de estar dependente do lançamento de impostos especiais e é impulsionada por avultados empréstimos contraídos pela Junta de Crédito Público, mediante a emissão de títulos de dívida.

Consequentemente, em 1860 existiam 111 quilómetros de estrada construídos e 127 quilómetros em construção, passando em 1865 para 229 e 310, respectivamente. Entretanto, a rede de Estradas Reais construídas e abertas ao trânsito público continuou sempre a crescer. Em 1869, apresentava já uma extensão de 2776 quilómetros e em 1877 chegava aos 3431 quilómetros.

No final do século XIX, os vários governos da Monarquia Constitucional faziam esforços no sentido de reduzir as despesas do Estado com a construção e conservação de estradas, que estavam a encaminhar o País para a bancarrota. No ano de 1896, e de acordo com as novas regras de geometria,

financiamento e classificação entretanto aprovadas, as estradas Reais, Distritais e Municipais totalizavam 12898 quilómetros construídos.

Embora os números sobre as estradas construídas e em construção não sejam consensuais, são suficientemente rigorosos para se ter a ideia da forma exponencial do seu crescimento. Sempre se pensou que, tendo em conta um país agrícola como era o nosso, só pela facilidade dos transportes é que se podia promover o desenvolvimento.

Durante a primeira República, a construção de novas estradas estagnou e a extensão total da rede permaneceu nos 13 000 quilómetros, longe dos 18 000 pretendidos desde os tempos da Monarquia. Mesmo canalizando todo o esforço financeiro para a reparação de estradas já construídas, estas continuavam a apresentar, de modo geral, um estado ruinoso à semelhança do estado das finanças públicas. Apesar de décadas de forte investimento em estradas, a rodovia nacional continuava degradada e desadequada, devido aos modelos de construção pouco duradouros e ao avanço desmesurado da indústria automóvel no início do século XX.

O descalabro nas finanças públicas só iria terminar em 1927, quando António de Oliveira Salazar toma posse como Ministro das Finanças, logo após o golpe militar de 28 de Maio de 1926. Em 20 de Julho desse mesmo ano é criada a Junta Autónoma de Estradas (JAE), que vem substituir a mal sucedida Administração Geral de Estradas e Turismo.

A regularização das contas públicas aliada à forte inovação tecnológica na construção de pavimentos, seria determinante para a JAE proceder à reconstrução e melhoramento das principais estradas nacionais ao longo da década de 1930. Este novo impulso na rede rodoviária nacional seria ainda incrementado no início dos anos quarenta, pela dotação de verbas extraordinárias para a construção de estradas, de forma a conter o desemprego provocado pela segunda guerra mundial. O auge da nova política de construção de estradas seria atingido em 11 de Maio 1945, com a publicação do Plano Rodoviário Nacional (PRN) no qual o ex-Ministro das Obras Públicas, o engenheiro Duarte Pacheco (falecido em 1943), teve um papel determinante na sua resolução. No PRN 1945 aprovou-se o aumento da extensão da rede para 20 597 quilómetros, dos quais 16 430 estavam já construídos (segundo o relatório da JAE).

O pós-guerra teve graves consequências no comércio externo de Portugal, dificuldades essas reflectidas na construção e reparação de estradas devido à necessidade de importação de materiais e maquinaria indispensáveis. No entanto a JAE, com o auxílio do Estado, tentou sempre ultrapassar as carências e executar a maior parte possível do PNR 1945. A partir desta altura, a disponibilidade financeira da JAE esteve sempre dependente dos ciclos económicos e da maior ou menor capacidade financeira do Estado.

Um novo impulso à rede rodoviária nacional só aconteceria em 1986, após a adesão de Portugal à Comunidade Económica Europeia, já com o novo PRN em vigor, aprovado em 1985.



Figura 1 – Mapa das Estradas de Portugal, 1923

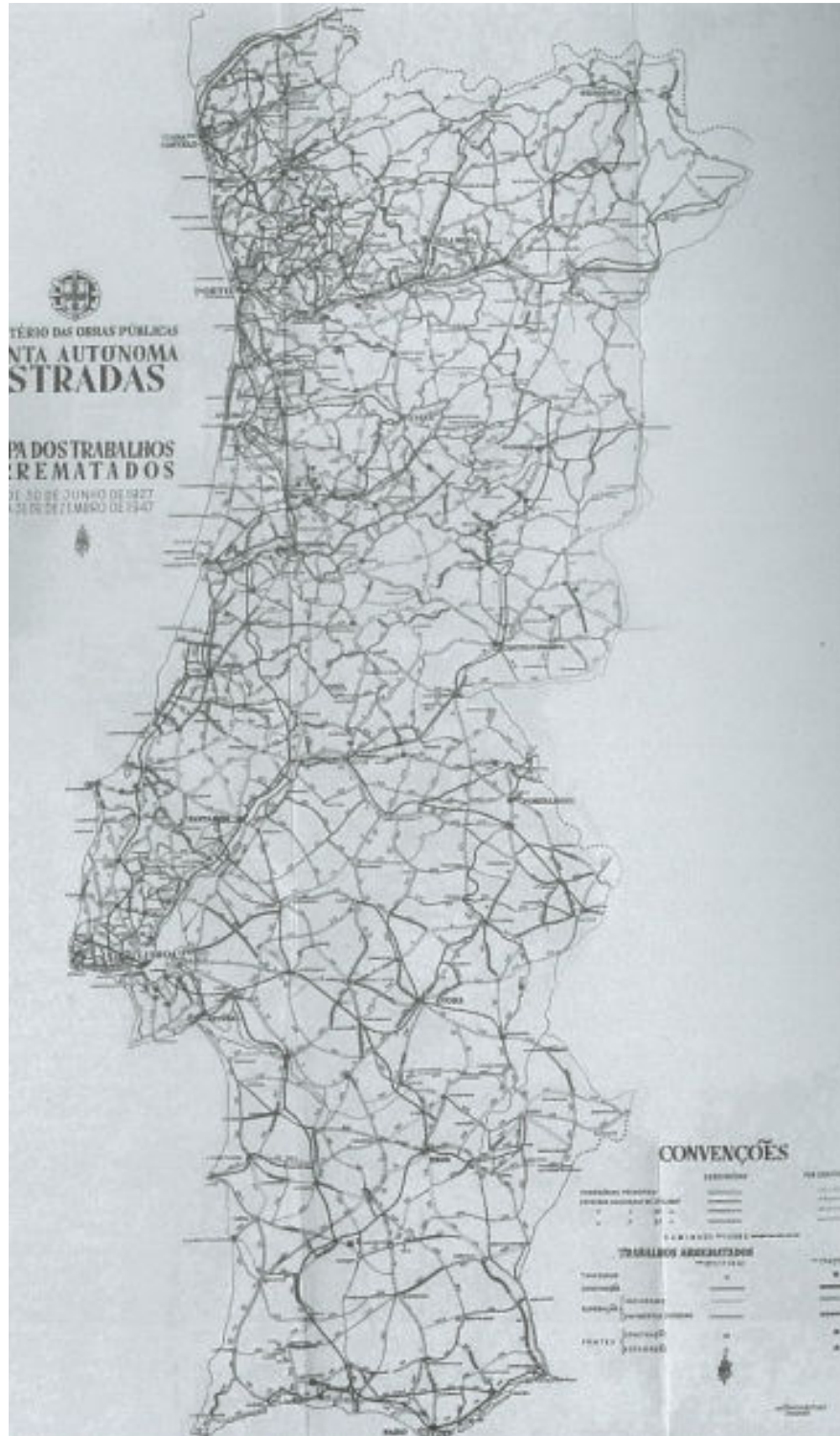


Figura 3 – Trabalhos arrematados desde 30 de Junho 1927 a 31 de Dezembro de 1947

1.2. PLANO RODOVIÁRIO NACIONAL

1.2.1. DEFINIÇÃO

No nosso país, até 1985, as grandes directrizes da política rodoviária estavam definidas no Plano Rodoviário de 1945, iniciativa do Ministro Duarte Pacheco. No entanto, a melhoria das condições económicas na Europa originaram um rápido desenvolvimento do tráfego automóvel tanto a nível de características como em volumes de tráfego que, apesar das inúmeras alterações avulsas àquele diploma legal, o tornou obsoleto a partir dos anos setenta.

Assim, em 1978, iniciaram-se os estudos para a revisão do Plano Rodoviário e depois de ouvidos os pareceres de diversas organizações, com base na proposta apresentada pela Junta Autónoma de Estradas, como os Ministérios da Tutela, da Defesa e da Administração Interna, as Comissões de Coordenação Regional, 147 Câmaras Municipais e o Automóvel Club de Portugal, e ter merecido a aprovação do Conselho Superior de Obras Públicas, Transportes e Comunicações, o novo Plano Rodoviário Nacional foi aprovado pelo Conselho de Ministros de 1 de Agosto de 1985.

Após mais de dez anos de implementação do Plano Rodoviário Nacional (PRN85), torna-se oportuno proceder à sua revisão, tendo em consideração a experiência obtida com a sua implementação e os desenvolvimentos socioeconómicos verificados após a adesão de Portugal à União Europeia.

No presente diploma foram introduzidas significativas inovações, potenciando o correcto e articulado funcionamento do sistema de transportes rodoviários, o desenvolvimento de potencialidades regionais, a redução do custo global daqueles transportes, o aumento da segurança da circulação, a satisfação do tráfego internacional e a adequação da gestão da rede, sem prejuízo de terem sido respeitados os grandes objectivos do PRN85.

A Rede Rodoviária Nacional do PRN85, com 9900 km, é alargada para 11350 km através da inclusão e reclassificação de novos percursos. Além da rede rodoviária nacional foi criada uma nova categoria, a das estradas regionais, na qual foram incluídos 5000 km de elementos já classificados neste diploma.

No total, as estradas previstas no PRN2000 somam cerca de 16500 km, ou seja, um aumento da ordem dos 65% relativamente àqueles que estavam abrangidos pelo PRN85. Nestes termos, o PRN2000 corresponde a uma importante melhoria da desejável cobertura rodoviária do País, quer a nível nacional, quer a nível regional.

O Plano Rodoviário Nacional (PRN2000), iniciado a 17 de Julho de 1998 e actualizado em 1999 e 2003, é actualmente o documento legislativo que estabelece as necessidades de comunicações rodoviárias de Portugal.

O PRN2000 define a Rede Rodoviária Nacional como sendo constituída pela Rede Fundamental constituída por Itinerários Principais (IP's), e pela Rede Complementar constituída por Itinerários Complementares (IC's), e que podem ter troços de diferentes tipologias: auto-estrada, via rápida ou estrada.

Na rede complementar, além dos IC's, foram ainda incluídas as Estradas Nacionais (EN's) que constituíam a Rede Rodoviária Nacional estabelecida em 1945 e que, no plano de 1985, eram apenas genericamente identificadas como "outras estradas".

O PRN2000 refere-se ainda às Redes de Estradas Municipais e cria um novo tipo de estradas, as Estradas Regionais (ER's) a partir da transformação de parte das antigas EN's.

No PRN2000 as estradas com características de auto-estrada assumem um estatuto de rede própria (Rede Nacional de Auto-Estradas), sobreposta às Redes Fundamental e Complementar.

Cada uma das Auto-Estradas tem uma numeração própria, independente da numeração dos troços de IP ou IC aos quais se sobrepõe.

No total, as estradas previstas no PRN 2000 somam cerca de 16 500 km, ou seja, um aumento da ordem de 65% relativamente àqueles que estavam abrangidos pelo PRN 85. Nestes termos, o PRN 2000 corresponde a uma importante melhoria da desejável cobertura rodoviária do País, quer a nível nacional, quer a nível regional.

1.2.2. ESTRADAS EM CONSTRUÇÃO

No momento em que este documento é redigido encontram-se em fase de adjudicação, de concurso ou previstas nove novas concessões rodoviárias. Estas concessões designam-se por “Litoral Oeste”, “Baixo Alentejo”, “Baixo Tejo”, “Auto-estrada Transmontana”, “Douro Interior”, “Algarve Litoral”, “Auto-estrada Centro”, “Pinhal Interior” e “Alto Alentejo”.

Têm o objectivo de apoiar o desenvolvimento económico das regiões envolvidas, obter uma diminuição brusca da sinistralidade grave e promover a concretização do PRN.

Apresenta-se abaixo no quadro 1 as concessões referidas, bem como as regiões afectadas, as extensões dos troços a construir/intervencionar e a estimativa do seu custo inicial.

Quadro 1 – Novas concessões em Portugal

Concessão	Região Abrangida	Extensão Total (Km)	Custo Inicial Estimado (milhões €)
Litoral Oeste	Leiria	109	459
Baixo Alentejo	Alentejo	344	325
Baixo Tejo	Península de Setúbal	75	122
Autoestrada Transmontana	Bragança / Vila Real	186	440
Douro Interior	Guarda	261	566
Algarve Litoral	Algarve	273	150
Autoestrada Centro	Coimbra / Viseu	400	740
Pinhal Interior	Tomar	567	772
Alto Alentejo	Estremoz	139	200

1.2.3. TUTELA DAS ESTRADAS EM PORTUGAL

Em Portugal, todas as estradas encontram-se sob tutela das Estradas de Portugal, excepto as estradas municipais que, como o próprio nome indica, são administradas pelas autarquias.

Em 23 de Novembro de 2007, o Estado Português assinou com a EP – Estradas de Portugal, S.A. um contrato de concessão por 75 anos. Conforme consta neste contrato de concessão, a EP tem por objecto a concepção, projecto, construção, financiamento, conservação, exploração, requalificação e alargamento da Rede Rodoviária Nacional. Neste novo regime, em que o accionista Estado se faz representar pela Direcção Geral do Tesouro e das Finanças, a EP é uma instituição completamente autónoma em que a sua administração tem o objectivo de atingir a máxima eficiência em todos os trabalhos de concessão das vias.

Conforme foi referido anteriormente, até 1927, a responsabilidade da gestão das estradas em Portugal estava a cargo da Administração Geral das Estradas e Turismo que foi entretanto extinta e substituída pela Junta Autónoma de Estradas (JAE). Ao longo dos anos as competências da JAE foram sucessivamente reforçadas, por questões organizativas e para dar resposta ao desenvolvimento da própria rede viária.

A organização orgânica da JAE foi crescendo ao longo do tempo até que foi extinta em 1997 e dividida em três novos institutos para dar uma resposta adequada à concretização do Quadro Comunitário de Apoio II iniciado em 1995. Estes novos institutos eram o Instituto das Estradas de Portugal (IEP), o Instituto para a Construção Rodoviária (ICOR) e o Instituto para a Conservação e Exploração da Rede Rodoviária (ICERR).

O ICOR e o ICERR viriam a ser fundidos no IEP em 30 de Outubro de 2002, por motivos de racionalidade de competências, mantendo a mesma autonomia e regime de instituo público.

A 21 de Dezembro de 2004, o IEP é transformado em Entidade Pública Empresarial e passa a ter a denominação de EP - Estradas de Portugal, E.P.E., sendo esta a última transformação antes da actual.

No sentido de garantir correcta execução do PRN foi criado o Instituto de Infra-Estruturas Rodoviárias (InIR). Este instituto público tem como principal missão fiscalizar e supervisionar a gestão e exploração da rede rodoviária, controlando o cumprimento das leis e regulamentos e dos contratos de concessão e subconcessão, de modo a assegurar a realização do Plano Rodoviário Nacional e a garantir a eficiência, equidade, qualidade e a segurança das infra-estruturas, bem como os direitos dos utentes. Na prática, o InIR é a entidade reguladora do sector rodoviário em Portugal.

1.2.4. CONCESSIONÁRIOS PRIVADOS

Das orientações que regem a EP, consta o objectivo de contratualizar a rede viária fundamental de ligação às capitais de distrito e 90% da rede de auto-estradas. Estas contratualizações são feitas a concessionários privados, cujo número tem vindo aumentar nos últimos anos em proporção com o aparecimento de novas concessões. Os concessionários privados são detidos maioritariamente por empresas ligadas ao sector financeiro e da construção civil, que procuram diversificar a carteira de negócios com investimentos de retorno mais estável.

Existem em Portugal treze concessionárias responsáveis por um total de trinta e nove concessões, conforme indica no quadro 2.

Quadro 2 – Concessões rodoviárias em Portugal

Concessionário	Itinerário concessionado*
AENOR - Auto-Estradas do Norte, S.A.	A7 ; A11
Auto-Estradas do Atlântico, S.A.	A8 ; A15
BRISA - Auto-Estradas de Portugal, S.A.	A1 ; A2 ; A3 ; A4 ; A5 ; A6 ; A9 ; A10 ; A12 ; A13 ; A14
BRISAL - Auto-Estradas do Litoral, S.A.	A17
EUROSCUT - Soc. Concessionária da Scut do Algarve, S.A.	A22
EUROSCUT Norte - Soc. Concessionária da Scut Norte Litoral, S.A.	A27 ; A28
LUSOLISBOA Auto-Estradas da Grande Lisboa, S.A.	IP7 ; IC2 ; IC16 ; IC17 ; IC19 ; IC 22
LUSOSOCUT - Auto-Estradas do Grande Porto, S.A.	A4 ; A41 ; A42 ; VRI
NORSCUT - Concessionária de Auto-Estradas	A24
SCUTVIAS - Auto-Estradas da Beira Interior	A23
Lusoponte Concessionária para a Travessia do Tejo, S.A.	Ponte 25 de Abril ; Ponte Vasco da Gama
LUSOSOCUT - Costa da Prata, S.A.	A17 ; A25 ; A44 ; A29
LUSOSOCUT - das Beiras Litoral e Alta, S.A.	A25

*pode não abranger a totalidade da via em causa

1.2.5. LEGISLAÇÃO

Neste subcapítulo procura-se fazer a síntese actualizada das leis que regulam o sector rodoviário nacional.

- Decreto-Lei nº 182/2003 - Plano Rodoviário Nacional, actualização do Decreto-Lei nº 222/98;
- Decreto-Lei nº 113/2008 - Código da Estrada, actualização do Decreto-Lei nº44/2005;
- Decreto-Lei nº 374/2007 - Estatutos da EP - Estradas de Portugal, S.A.;
- Decreto-Lei nº 380/2007 - Estatutos da EP - Estradas de Portugal, S.A.;
- Lei nº 55/2007 - Financiamento da Rede Rodoviária Nacional a cargo da EP.

2

NORMAS DA GEOMETRIA DO TRAÇADO

2.1. INTRODUÇÃO

Na realização de um projecto de estrada todos os elementos devem obedecer aos critérios definidos nas normas da geometria do traçado. Estes critérios visam garantir ao utente da estrada conforto e segurança, influenciando a definição quer da directriz quer da rasante.

A elaboração destas normas procura que a definição do traçado tenha em conta diversos factores como a topografia do terreno, a integração no meio ambiente, as distâncias de visibilidade necessárias, a drenagem das águas pluviais, o nível de serviço a garantir e a existência eventual de passagens desniveladas com “gabarit” mínimo a respeitar.

No presente capítulo serão expostas as regras que regem cada componente e que condicionaram o traçado presente no projecto em estudo. Naturalmente, os valores adoptados para um nó de ligação são diferentes dos valores utilizados nas vias principais. De referir ainda que não será feita uma abordagem às características das vias de aceleração e desaceleração, uma vez que neste caso específico ao existir uma via exclusiva para o efeito, todas as exigências das normas ficam satisfeitas.

2.2. TRAINÉIS

Com o intuito de assegurar a distância de visibilidade necessária, limita-se a inclinação máxima dos trainéis a 8%. No entanto, este limite pode ser excedido 2% em casos pontuais.

Na elaboração de um trainel procura-se sempre que a sua inclinação se aproxime o mais possível da do terreno, dentro do respectivo limite. Deste modo, a sua construção e manutenção torna-se mais económica e os impactos paisagísticos são minimizados.

Porém, podem existir outras condicionantes que impossibilitem a utilização de inclinações elevadas, como por exemplo elevados volumes de tráfego. Normalmente estes impedimentos surgem em zonas urbanas.

2.3. CARACTERÍSTICAS DAS INTERSECÇÕES DOS RAMOS DE LIGAÇÃO COM A ESTRADA SECUNDÁRIA

A forma de intersecção dos ramos de ligação com a estrada secundária é determinante na capacidade de escoamento de um nó de ligação, assim como na segurança e nas velocidades praticadas.

Quanto à localização da intersecção há vários factores a ter em conta, entre os quais os custos de construção e expropriação, a extensão dos percursos relativos às viragens à direita e das vias de espera para as viragens à esquerda, o perfil longitudinal da estrada secundária ou a proximidade de outras deslocações.

No projecto em estudo, optou-se pela colocação de duas intersecções giratórias, pelo que os problemas de visibilidade não se colocam.

2.4. INTERSECÇÕES GIRATÓRIAS

Na presença de um elevado número de ramos, volumes de tráfego equilibrados e grande número de viragens à esquerda estamos perante uma situação que convida à implantação de uma intersecção giratória. Habitualmente, só a insuficiência de espaço impossibilita esta solução. Estas intersecções, geralmente designadas por rotundas, fazem uma boa transição entre o espaço rural e o urbano e inserem-se paisagisticamente bem, possibilitando até ornamentações diversas consoante a cultura local.

Ao nível da via, as normas exigem 8 metros de largura para a faixa de rodagem a que se junta com mais 2,0 ou 2,5 metros (aconselhados) para a berma exterior e 0,5 ou 1 metros para a berma interior. Os raios de entrada e saída da rotunda são 20 e 40 metros, respectivamente (excepto na ligação à estrada secundária). Em zona rural a rotunda não deverá ter raio interior inferior a 15 metros.

No que diz respeito ao perfil longitudinal, as inclinações estão limitadas a 4% quando a intersecção se encontra em zona rural.

2.5. SOBREELEVAÇÃO

A existência de sobrelevação em curva tem como objectivo contrariar a aceleração centrífuga, oferecendo aos condutores maior segurança e a possibilidade de praticarem velocidades mais elevadas. No entanto os valores da sobrelevação não podem ser excessivos, uma vez que na presença de neve ou gelo os veículos pesados, perante uma situação de paragem na via, correm o risco escorregar para o intradorso da curva circular.

Por norma, o valor máximo para a sobrelevação é de 7%. Este foi o valor utilizado neste projecto para todas as curvas excepto no início dos ramos, na separação da via principal. Neste caso optou-se por uma sobrelevação nula para que não houvesse uma diferença significativa de declive transversal na transição via principal-ramo de ligação.

2.6. SOBRELARGURA

No caso dos ramos de ligação, as normas do traçado prevêm valores específicos de sobrelargura para os ramos de ligação. Segundo estas só é necessária implantação de sobrelargura para raios inferiores a 90 metros. Neste projecto os ramos de ligação têm 200 metros de raio, logo não tem sobrelargura.

Apenas os alinhamentos da estrada secundária que foram reconstruídos têm sobrelargura, calculada pela fórmula que consta nas normas, o quociente do raio da curva por oitenta.

2.7. CONCORDÂNCIAS VERTICAIS

No perfil longitudinal, os trainéis unem-se por concordâncias verticais, côncavas e convexas. O seu dimensionamento tem em conta a segurança de circulação, através da imposição de distâncias mínimas de visibilidade quer de ultrapassagem quer de paragem. Procura-se ainda nestes elementos, proporcionar uma circulação cómoda do ponto de vista dinâmico e comodidade óptica e estética.

Para atingir estes objectivos, as normas limitam os valores do raio e do desenvolvimento consoante a velocidade. Nos quadros abaixo expõe-se esses valores.

Quadro 3 - Raio mínimo das concordâncias convexas

Velocidade (km/h)	Raio mínimo	
	Absoluto (m)	Normal (m)
40	1500	1500
50	1500	2100
60	2000	3000
70	3000	4200
80	5000	6000
90	7500	8500
100	9000	12500
110	12000	13000
120	14000	16000
130	20000	20000

Quadro 4 - Raio mínimo das concordâncias côncavas

Velocidade (km/h)	Raio mínimo (m)
40	800
50	1200
60	1600
70	2500
80	3500
90	4500
100	5500
110	6000
120	7000
140	8000

No caso concreto de dimensionamento de concordâncias verticais nos perfis longitudinais nos ramos de ligação as normas não são explícitas. Admite-se como uma boa prática, para as curvas convexas, a utilização de raios que possibilitem garantir a distância de visibilidade de passagem, calculada para a velocidade específica permitida pelo traçado em planta. As concordâncias côncavas deverão respeitar a comodidade de circulação definida em função da aceleração radial (aqui vertical) permitida, ou seja, 0.5 m/s^2 .

2.8. CURVAS DE TRANSIÇÃO

Com o objectivo de ajustar o traçado à trajectória realmente percorrida pelo veículo, intercalam-se os alinhamentos rectos e as curva circulares com curvas de transição do tipo clotóide. Forma-se deste modo uma curva composta que se adequa às expectativas do condutor, evitando que este ocupe parte das vias contíguas ou das bermas.

As curvas de transição são definidas pelo parâmetro A das clotóides, que depende do valor do raio e do desenvolvimento da curva. O cálculo deste parâmetro é feito tendo em conta seis critérios: implantação, comodidade, disfarce da sobrelevação, estético, comodidade óptica e desejável.

No dimensionamento de clotóides para as curvas dos ramos de ligação, as normas apresentam valores tabelados pelo que não existe a necessidade de proceder à verificação dos critérios. Os valores tabelados dizem respeito à velocidade específica, raio mínimo, extensão mínima de transição e parâmetro A, e são apresentados no quadro abaixo.

Quadro 5 – Parâmetros para dimensionamento de curvas de transição em ramos de nós de ligação

Velocidade Específica (km/h)	30	35	40	45	50	55	60
Raio mínimo (m)	25	35	45	60	80	100	200
Extensão L da clotóide (m)	20,0	24,0	28,0	30,0	36,0	40,0	45,0
Parâmetro mínimo (m)	22,36	29,00	35,50	43,80	53,70	63,20	73,50

NOTA IMPORTANTE:

Na elaboração deste capítulo baseou-se nos procedimentos e metodologias que constam no documento que regula os projectos desta natureza, a “Norma de Nós de Ligação”, sendo ainda escrupulosamente respeitados os valores nele inscritos.

3

Concepção do Projecto Geométrico do Nó

3.1. DEFINIÇÃO DA LOCALIZAÇÃO

Para a definição de um nó de ligação da via rápida em estudo ao meio local que esta vai atravessar, o seu traçado já incorpora um alargamento do transversal de modo acomodar esta transformação. Este alargamento, de um perfil de 2x1 vias sem separador central para 2x2 vias com separador, para além de permitir ao tráfego que circula na via principal continuar a praticar a mesma velocidade sem ser afectado pelos veículos que vão sair ou entrar na via, alerta os condutores para existência de um nó de ligação e o conjunto de novas situações com que se podem deparar em consequência disso. O troço com este novo perfil apresenta uma extensão de quase dois quilómetros e é nele que se irá inserir o nó de ligação do tipo diamante. Dada a disponibilidade de espaço para a sua colocação, outros critérios emergiram para a escolha da sua localização.

Ao contrário do que acontecia no passado, hoje em dia a drenagem é das maiores preocupações dos engenheiros quando pretendem construir uma via de comunicação. Uma via com uma drenagem insuficiente ou deficiente pode provocar danos no pavimento, nos taludes e nos terrenos envolventes, pode ter consequências ambientais desastrosas, aumenta a sua perigosidade e obriga a um maior esforço de manutenção. Como resultado, a estrada presta um péssimo serviço ao utente e causa elevados prejuízos ao erário público.

Um outro factor primordial na definição do traçado de qualquer estrada, é que esta seja construída num local cujo declive seja o menos acidentado possível. Intuitivamente compreende-se que a construção de vias em terrenos com variações acentuadas de declive eleva os custos de forma exponencial. Neste caso concreto, observa-se que a estrada local existente e que será parcialmente destruída com esta nova obra, “contorna” as zonas onde terreno é notoriamente mais inclinado.

À semelhança de todos os outros nós de ligação, este terá uma passagem desnivelada da via principal fazendo a ligação entre duas rotundas. Estas intersecções giratórias, localizadas em lados opostos à via principal, são responsáveis pela ligação dos ramos do nó com as vias secundárias. Esta ligação, para além restabelecer a continuidade da estrada local, possibilita aos condutores a inversão de marcha e a mudança entre as vias principal e secundária, de forma segura e fluída. A passagem inferior obriga à existência de uma altura livre de 6,5 metros entre a área de cruzamento das duas plataformas, necessária para uma estrutura de suporte da via principal com sensivelmente 1,5 metros de altura e um gabarit livre de 5 metros. Naturalmente, a existência da passagem inferior condiciona a localização, porque se procura que o terreno apresente à partida as características ideais de modo a dispensar

trabalhos de terraplanagem de grande envergadura, que indesejavelmente iriam onerar mais a construção. De referir ainda, que é a localização da passagem inferior que vai determinar a presença e as características dos restantes elementos do nó.

Tendo presente todos estes factores e condicionalismos, optou-se pela intersecção desta passagem com a via principal ao quilómetro 8+875.

Outro factor que é determinante para a escolha de um traçado numa nova estrada são as condições geotécnicas do terreno. O facto de o terreno ser solo ou rocha, ou mesmo consoante o tipo de solo, pode causar variações absolutamente díspares quer nos custos quer no tempo de construção. Porém, as preocupações geotécnicas não foram tidas em conta neste caso dado que, conforme referido anteriormente, este projecto apenas incide sobre a componente geométrica.

A figura 5 mostra a planta do projecto, onde se identifica o quilómetro 8+875.

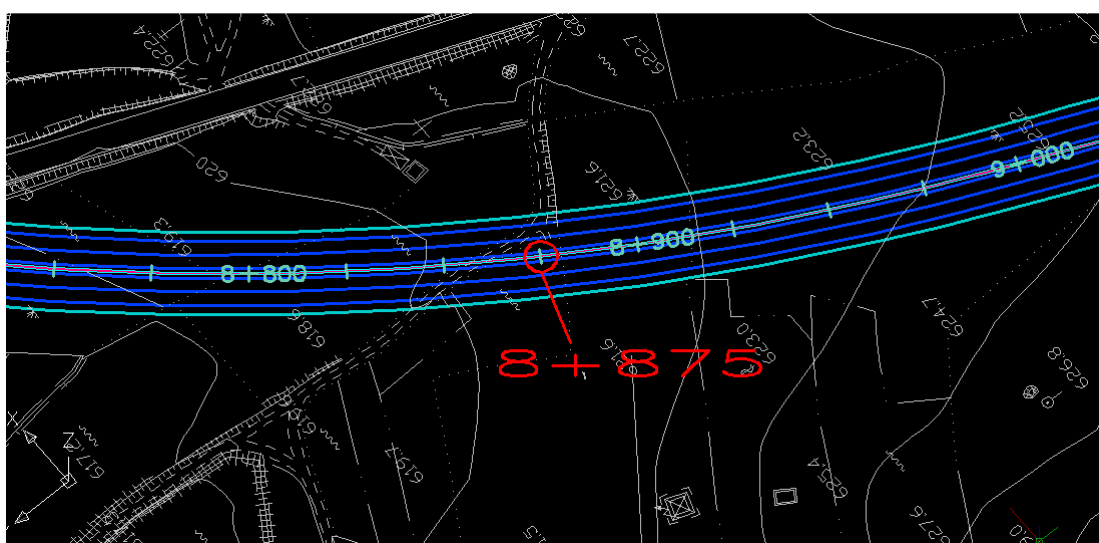


Figura 5 – Localização da passagem inferior

3.2. DESCRIÇÃO DO SOFTWARE UTILIZADO

Desde a invenção de programas de cálculo automático em computadores, a forma de produzir projectos foi revolucionada. Processos que anteriormente eram demorados e trabalhosos, passaram a ser feitos de forma bastante rápida e com uma precisão extraordinária.

Para conceber projectos de vias de comunicação, como no presente trabalho, utiliza-se o programa Autodesk Land Desktop para a definição da planta e o programa Civil Design para a definição da rasante.

A principal vantagem que o Autodesk Land Desktop tem relativamente ao Autocad tradicional, é a possibilidade de executar automaticamente curvas de transição e de poder manipular directamente curvas circulares.

Associado ao Autodesk Land Desktop está aplicação do Civil Design que permite definir perfis longitudinais dos alinhamentos pré-definidos pelo utilizador, calculando as cotas do terreno através dos triângulos topográficos. O Civil Design é assim determinante na elaboração de um projecto desenvolvido através do cálculo automático.

3.3. DESENHO EM PLANTA

Partindo do ponto definido para a localização da intersecção da via principal com a passagem inferior, esboçou-se a localização das intersecções giratórias, para posteriormente definir os outros elementos a partir destas. Naturalmente, este esboço foi produzido em cima da planta topográfica, para ter em contas as preocupações expressas em 3.1.. Uma vez que os ramos de ligação têm a inclinação limitada pelas normas, assim como os raios das curvas, procurou-se garantir à partida que estes apresentavam o comprimento suficiente, para que não fosse necessário fazer alterações a posteriori, aquando da execução dos perfis longitudinais.

A figura 6 mostra o esboço referido.

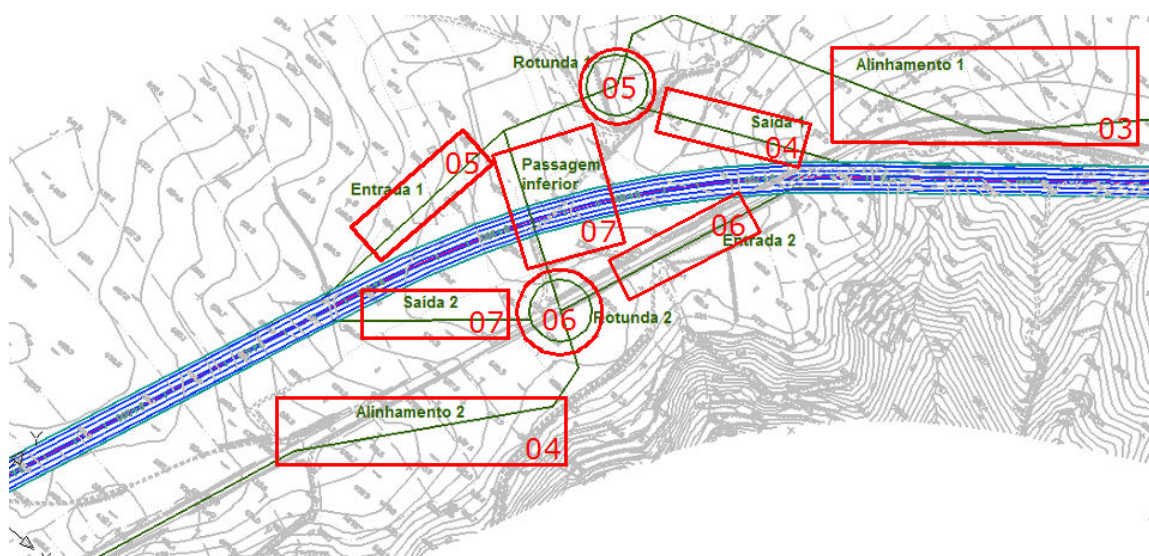


Figura 6 – Esboço do nó de ligação e identificação dos desenhos em Anexo

Para terminar o esboço, projectou-se a reconstrução da estrada secundária, que obrigou à elaboração de troços significativamente extensos, particularmente na parte norte, cuja complexidade será descrita, detalhadamente, mais à frente. Na figura 6 mostra-se essa parte da estrada secundária.

Por uma questão organizativa, atribuiu-se um nome a cada elemento do nó, conforme se mostra nas figuras. Esta nomenclatura será ainda necessária para a identificação de cada perfil longitudinal.

Concluído o esboço, iniciou-se a concepção pormenorizada do traçado de cada elemento pela ordem descrita anteriormente.

3.3.1 TRAÇADO DOS RAMOS

Dando como exemplo o elemento “Saída 2”, tendo por base o trainel do esboço, selecciona-se o comando “Lines/curves > Create Spirals > Fit Tangent-Tangent” para criar a curva composta que faça a ligação entre o bordo da via principal e o ramo em questão. Clicando sobre os dois trainéis, o do esboço e o do bordo exterior da via principal, e de seguida atribuindo o valor do raio, 200 metros, e do parâmetro da clotóide, 73,5 metros, o programa define automaticamente a curva composta. Para

terminar o desenho do ramo, falta executar a curva circular de raio 20 na ligação entre o ramo e a rotunda. Utiliza-se o comando “offset” para criar duas linhas paralelas afastadas 20 metros do ramo e da rotunda. Deste modo acha-se o centro da curva circular, e facilmente se cria uma curva circular de raio 20 que é tangente quer ao ramo quer à rotunda. Para isso utiliza-se o comando “circle”, colocando o centro na intersecção das linhas do “offset” e atribui-se o valor 20 para o raio. Para concluir apagou-se as linhas do “offset” e as partes do trainel e da circunferência que já não são precisas, com o auxílio do comando “trim”. Neste momento, o traçado geométrico do ramo está definido conforme exposto na figura 7.

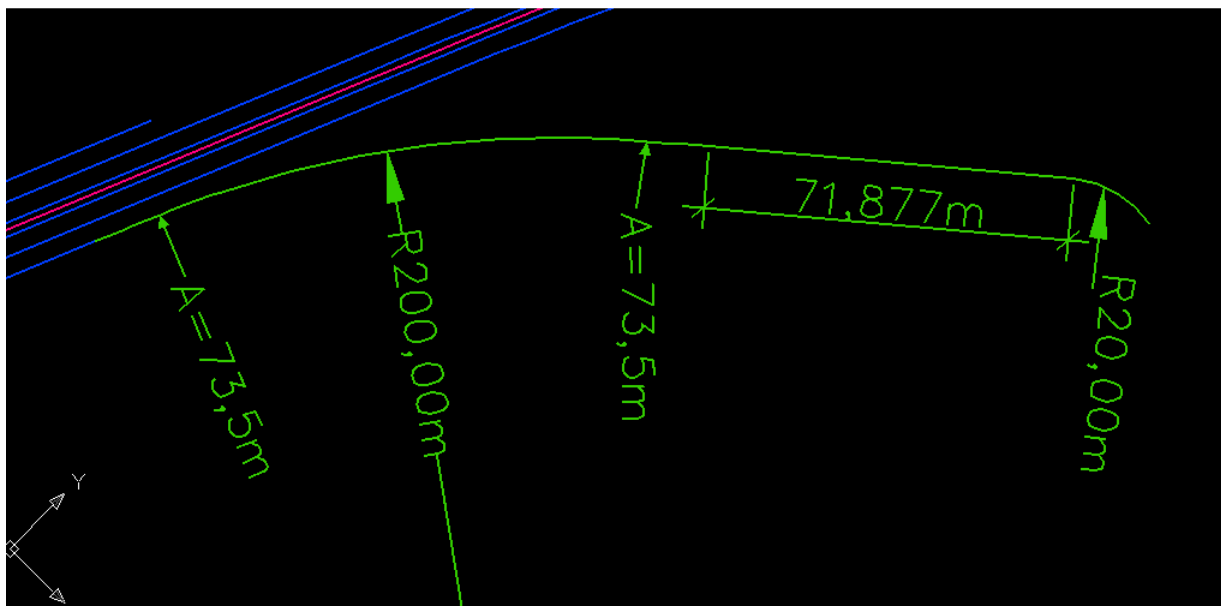


Figura 7 – Saída 2

O passo seguinte consiste em definir o bordo esquerdo do ramo e as bermas direita e esquerda. A melhor forma de o conseguir é utilizando o comando “create offsets” na lista “Alignments”. Esta opção, para além de permitir fazer as linhas paralelas ao eixo, dá a liberdade de as colocar em qualquer layer. O resultado é aquele que aparece na figura 8. Para isso o eixo do nó tem que estar definido previamente como um alinhamento. Selecciona-se a opção “Alignments > Define from Objects” e clica-se sobre os troços do eixo, tendo o cuidado de o fazer por ordem começando obrigatoriamente pela clotóide onde está o ponto inicial. No final atribui-se um nome ao alinhamento, para o identificar.

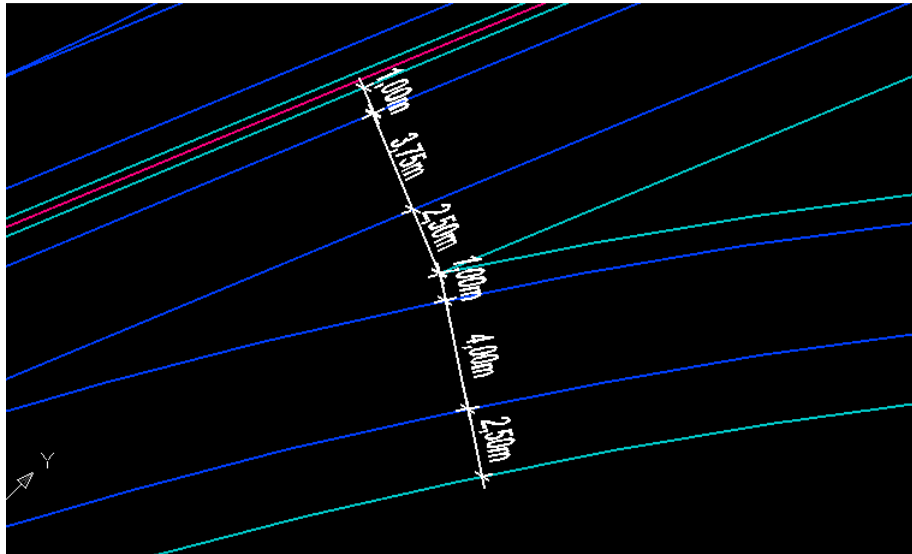


Figura 8 – Bermas e bordo da faixa de rodagem

Para que a Saída 2 fique completamente definida resta apenas cotá-la. Para isso seleccionamos a opção “Alignments > Create Station Labels”. Para completar a cotagem faz-se uso dos comandos de “Dimension”, cotando raios e trainéis. Na figura 9 pode-se ver o resultado final.

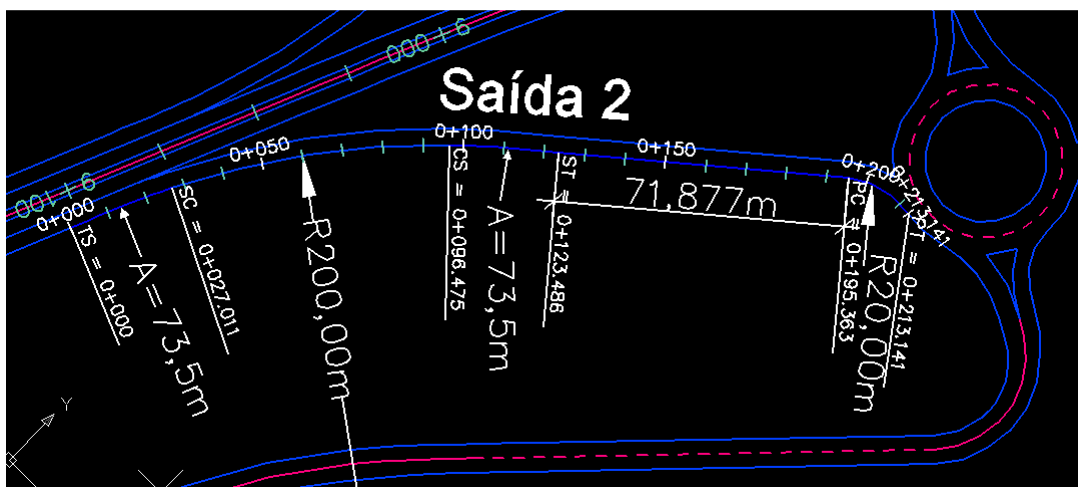


Figura 9 – Saída 2 cotada

Se se pretender obter uma cotagem completa e detalhada da planta de um determinado elemento, esta aparece no perfil longitudinal, que será abordado mais adiante.

Importa referir neste capítulo que nem toda a planta é assim tão fácil de conceber. De facto, surgem dificuldades cuja resolução exige mais conhecimentos de engenharia rodoviária do que de cálculo automático.

3.3.2. RECONSTRUÇÃO PARCIAL DA ESTRADA SECUNDÁRIA

A execução da via principal implicará a destruição de uma parte da estrada secundária numa extensão significativa. Consequentemente, a reconstrução desta via será também ela extensa, mas oferece a possibilidade de se colocar a intersecção com a via principal num qualquer ponto dentro de um intervalo relativamente grande, ou ainda, de se estudar a hipótese de projectar os dois lados do nó em diamante em locais diferentes, sem que exista uma simetria entre ambos. Embora esta última hipótese tivesse sido equacionada, acabou por não ser a escolhida.

Aquando do esboço do traçado dos dois alinhamentos que iriam restabelecer a estrada secundária com as duas intersecções giratórias, considerou-se adequado que o alinhamento 1 ficasse “encostado” à via principal até se encontrar com a estrada secundária.

Esta opção exige que se calcule o talude da via principal, para de seguida conceber o alinhamento, afastado de 7 metros, conforme obrigam as normas. A figura 10 mostra o esboço do alinhamento 1.

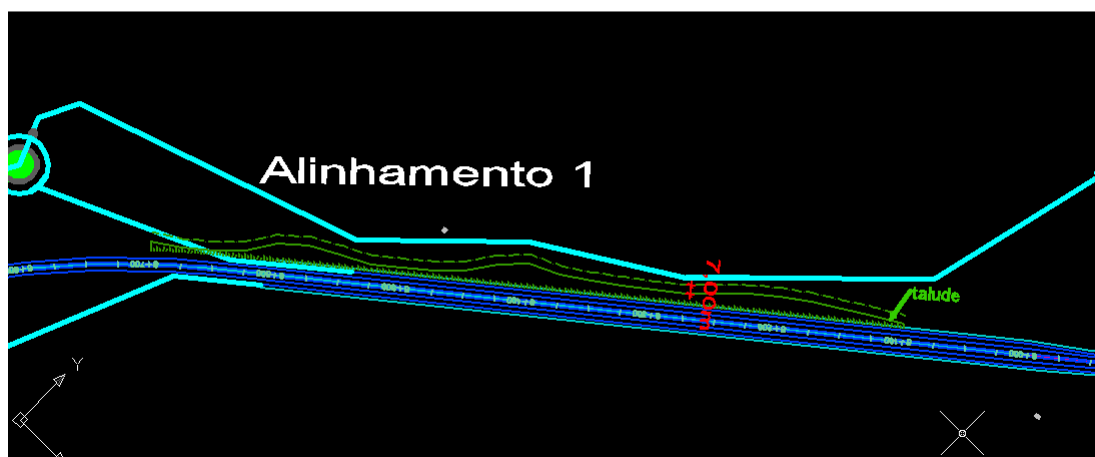


Figura 10 – Esboço do Alinhamento 1

Após este passo, estamos em condições de dimensionar as 4 curvas compostas deste alinhamento e a curva circular que o ligará à rotunda. É da maior importância descrever detalhadamente os motivos para a escolha deste tipo de ligação entre o alinhamento e a intersecção giratória.

A utilização de curvas de transição no traçado de uma estrada, mais concretamente clotóides, tem como objectivo proporcionar ao condutor uma condução confortável, segura e intuitiva. Assim foi feito neste alinhamento. Porém, na última curva do alinhamento antes da rotunda, dimensionou-se intencionalmente apenas uma curva circular com o mesmo raio do bordo exterior da rotunda, 23 metros. Tal procedimento justifica-se com a necessidade de provocar desconforto no condutor, avisando-o deste modo para existência de uma nova situação que irá encontrar, e induzindo-o a praticar uma velocidade semelhante à que vai praticar na rotunda, daí a utilização de raios com o mesmo valor. É, assim, uma medida cautelar de acalmia de tráfego.

3.3.3. DISFARCES DA SOBRELARGURA E DA SOBREELEVAÇÃO

Por último, resta apenas fazer referência a outros dois factores a ter em conta neste dimensionamento. As rectas que intercalam as curvas compostas, têm de ter comprimento suficiente para acomodar as

distâncias em que se realiza o disfarce da sobrelevação, “Ld”. Nos perfis longitudinais, na linha da sobrelevação, está explícita esta transição.

O outro factor a ter em conta é a sobrelargura quer para as curvas compostas quer para as curvas circulares. Nas primeiras, a sobrelargura é consubstanciada pelo afastamento do bordo de intradorso, disfarçando-a no desenvolvimento da curva de transição. Nas curvas circulares, consoante o elemento em causa, a metodologia a utilizar é diferente. No caso da curva circular dos alinhamentos, a curva de intradorso tem de acomodar uma variação brusca quer do raio quer da largura da via, numa extensão relativamente curta. Mais especificamente, a curva de entrada no alinhamento tem um raio de 30 metros e uma largura de via de 5 metros e a curva circular do alinhamento tem 19,5 metros e uma largura de via de 3,5 metros. A solução para este problema consistiu em dividir a transição em dez partes iguais e em cada uma delas introduzir um arco cujo raio fosse variando de uma forma linear. As variações de raio e largura de via estão bem disfarçadas e a transição tem um aspecto agradável. Uma vez que os ramos do nó não têm sobrelargura, o outro caso de sobrelargura em curva circular aparece na curva circular da via que cruza inferiormente a estrada principal. Neste elemento, as razões da não utilização de curvas de transição são as mesmas que nos alinhamentos, somente a forma de introduzir sobrelargura é que é diferente. Optou-se por a fazer no alinhamento recto, e a metodologia usada no seu disfarce é semelhante à que é utilizada para a elaboração do taper, que constitui o início e o fim das vias de abrandamento e aceleração, respectivamente.

Para o dimensionamento do alinhamento 2, que apresenta uma extensão bastante menor que o 1, os critérios utilizados foram rigorosamente os mesmos.

Na figura 11 mostra-se o desenho final do alinhamento 1, já devidamente cotado (parte do alinhamento por conveniência).

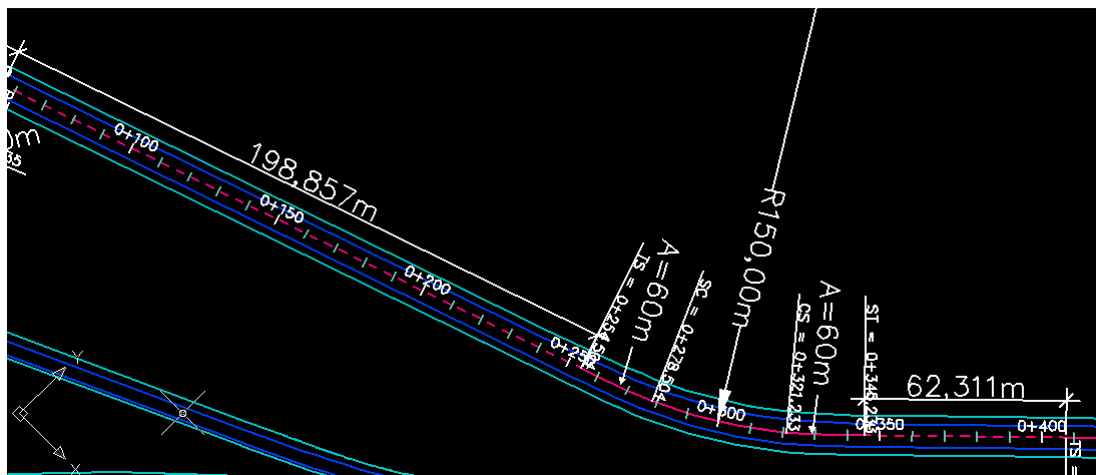


Figura 11 – Alinhamento 1 cotado

A figura 12 mostra a passagem inferior, localizando o disfarce da sobrelargura.

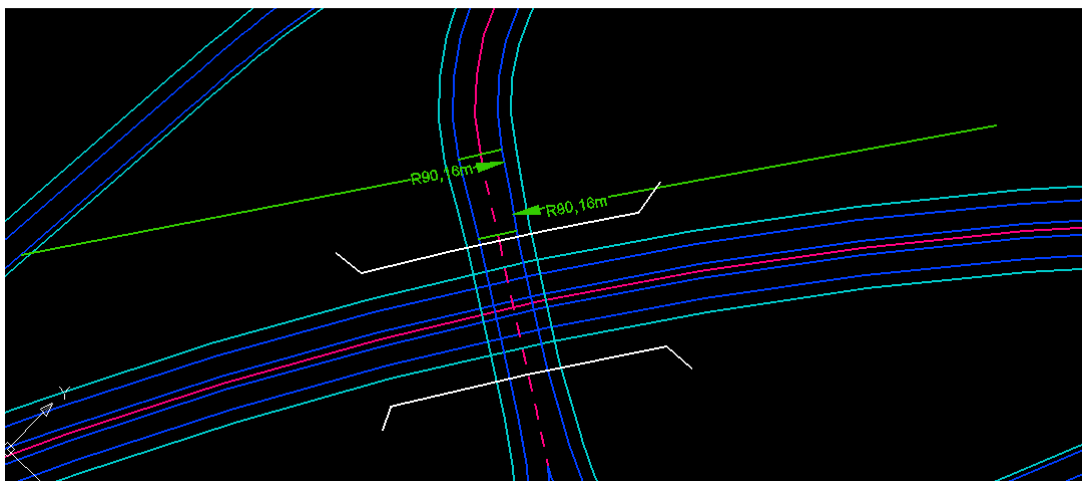


Figura 12 – Disfarce da sobrelargura da passagem inferior

3.4. PERFIL LONGITUDINAL

3.4.1. CONSTRUÇÃO DA RASANTE DOS ELEMENTOS DOS NÓS

Conforme foi referido a construção dos perfis longitudinais é feita com o programa Civil Design. Aproveitando os alinhamentos já definidos no desenho em planta, calcula-se o perfil do terreno correspondente. Este cálculo é feito através do comando “Profile > Existing Ground > Sample From Surface”. Antes deste cálculo é necessário que a superfície topográfica esteja activa. Para isso selecciona-se o comando “Profiles > Surfaces > Set Current Surface”. Finalmente, para obter o desenho selecciona-se o comando “Profiles > Create Profile > Full Profile”. Na posse de todos os perfis dos terrenos pode-se começar a esboçar a forma como as rasantes dos elementos vão ligar, pese embora o facto de este não ser o elemento mais condicionante, ao contrário da elaboração do desenho em planta.

Neste projecto considerou-se adequado definir como ponto de partida para a construção dos perfis longitudinais, a definição da rasante da passagem inferior, à semelhança do que tinha acontecido com a definição do traçado do nó. A principal razão desta escolha prende-se com os condicionamentos associados a este elemento, conforme será descrito em seguida.

3.4.2. PERFIL LONGITUDINAL DA PASSAGEM INFERIOR

Uma grande parte do terreno onde se situa a passagem inferior é uma zona de cotas baixas, sendo assim bastante susceptível a problemas de drenagem. Perante esta situação houve o cuidado de assegurar que não existisse nenhum ponto baixo em todo o traçado. Conforme se pode verificar, o perfil longitudinal é sempre ascendente em toda a sua extensão.

No início deste capítulo foi referido que era necessário garantir uma altura mínima de 6,5 metros no ponto de intersecção entre os eixos da via principal e da passagem inferior, pelo que o próximo passo foi localizar a plataforma da via principal, e projectar 5 metros de gabarit no ponto mais baixo da mesma. A figura 13 mostra o resultado final do todo o processo descrito anteriormente.

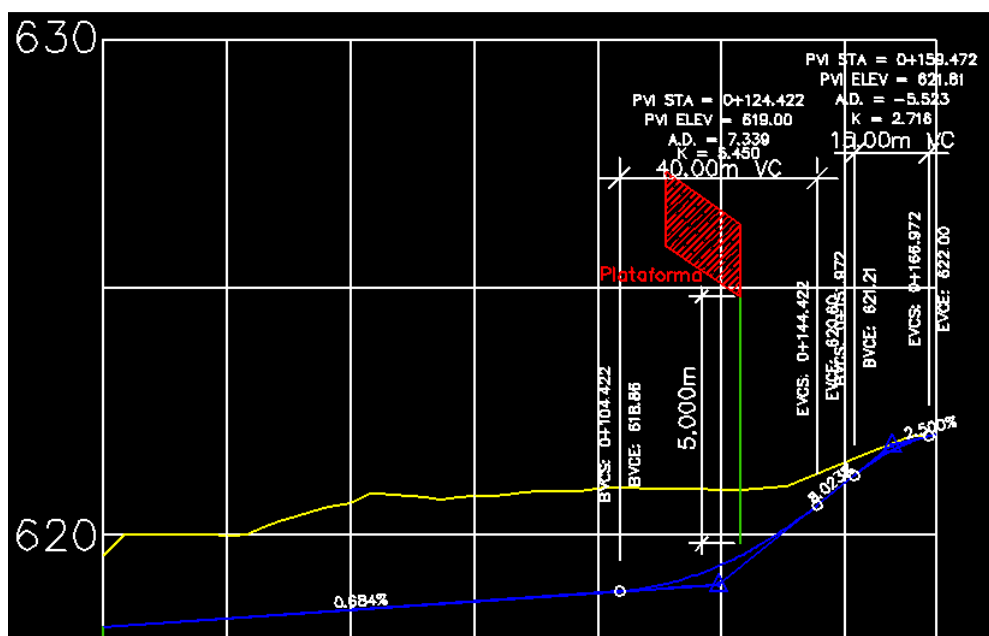


Figura 13 – Perfil Longitudinal da Passagem Inferior

No desenho da planta é visível que a saída da rotunda 1 para a entrada 1 coincide com a saída para a passagem inferior. Tal facto condiciona a definição da rasante dos dois elementos, assim como das suas sobrelevações uma vez que se inserem na mesma plataforma de estrada. Para resolver este constrangimento adoptou-se em ambos os perfis a mesma inclinação, 0,684%, e a mesma sobrelevação, 1,924%, garantindo deste modo a compatibilidade dos alinhamentos.

De referir ainda que o ponto de separação a partir do qual os alinhamentos ficam em plataformas separadas, dá-se em extensões diferentes. Para o alinhamento da Entrada 1 esse ponto corresponde ao quilómetro 0+057,747 e para o alinhamento da passagem inferior corresponde ao quilómetro 0+044,775.

3.4.3. RASANTE DOS RAMOS DO NÓ NA ZONA DE LIGAÇÃO À VIA PRINCIPAL

A ligação entre a via principal e as saídas e entradas do nó de ligação levantam um conjunto de exigências que justificam a existência de um subcapítulo para as abordar. A partir de ou até um determinado ponto, consoante se trate de uma saída ou de uma entrada respectivamente, o ramo encontra-se inserido na plataforma da via pelo que, quer as cotas da rasante quer as sobrelevações, são restringidas pelas características da via principal. A este forte condicionalismo ainda se soma a necessidade de assegurar que o ramo tenha a mesma inclinação da via principal na zona em que se intersectam. Se estas exigências não forem satisfeitas, a zona de intersecção do ramo com a via principal e o bordo esquerdo do ramo formarão uma descontinuidade com a plataforma da estrada principal.

O ponto anteriormente referido insere-se numa zona que é habitualmente designada por “nariz” do ramo. Este é um dos três pontos que se utiliza na metodologia para a definição da rasante do nó neste local. Os outros dois são o ponto de ligação ramo-bordo da estrada principal e um ponto qualquer intermédio, que neste projecto, quando possível, foi o ponto de ligação curva circular-clotóide da curva composta do ramo. Na figura 14 pode-se visualizar o exemplo da Entrada 1, com os três pontos

localizados e cotados, para se compreender melhor toda esta problemática cuja descrição foi algo complexa.

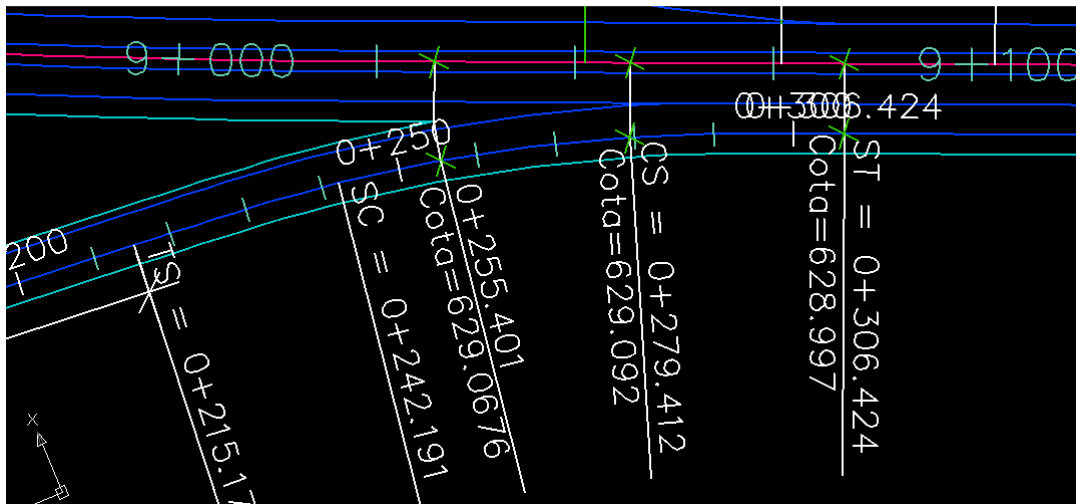


Figura 14 – Nariz do ramo Entrada 1

3.4.4. VARIAÇÃO DA SOBREELEVAÇÃO

A sobrelevação de uma estrada é um factor primordial para se atingir os objectivos de segurança e conforto que abordados anteriormente. Porém, no dimensionamento de um nó de ligação, a sobrelevação das extremidades dos seus elementos são determinadas pelas sobrelevações da via principal (conforme já foi referido) e dos bordos exteriores das rotundas. Existe apenas a possibilidade de variar a sobrelevação nas extensões das “zonas não condicionadas”, mas mesmo nestas a variação é tabelada pelas normas do traçado. Neste projecto adoptou-se uma atitude conservativa ao optar pelo limite mais baixo para a variação de sobrelevação, 3,3% em 20 metros que corresponde a uma velocidade de 60 km/h.

3.5. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS DESENHOS FINAIS

Os desenhos finais apresentados em anexo contemplam uma definição completa da directriz e da rasante de todo o projecto. No caso da directriz para além das linhas que dizem respeito aos alinhamentos estão desenhadas as linhas das bermas, das faixas de rodagem e dos lancis das rotundas. Em relação à rasante o perfil longitudinal de cada elemento encontra-se devidamente legendado com toda a informação necessária para a execução prática do projecto.

No CD-ROM que acompanha este trabalho vêm os desenhos em formato CAD e as folhas auxiliares de cálculo em Excel que foram utilizadas para o dimensionamento das clotóides na reconstrução parcial da estrada secundária.

4

Conclusão

O dimensionamento de um nó de ligação para uma determinada via é sempre um trabalho demorado e minucioso independentemente do tipo de nó adoptado. A qualidade final do projecto, bem como o tempo da sua elaboração, dependem bastante da experiência e saber do projectista. Um projecto de qualidade não é só um conjunto de desenhos correctamente elaborados, mas também uma solução que serve os interesses de todos os intervenientes, nomeadamente os utentes e as populações, que se encaixa no planeamento rodoviário geral e que consegue mitigar satisfatoriamente os seus impactos financeiros e ambientais.

Com base nestas premissas foi desenvolvido este trabalho de elaboração de um projecto de um nó em diamante, tendo em conta que o objectivo do mesmo apenas incide na componente da geometria do traçado. Não significa isto que a sua realização tenha sido simples, mas as dificuldades encontradas foram sendo resolvidas sem comprometer os objectivos iniciais.

Em suma, concretizou-se nesta tese o desejo de produzir um conjunto de peças escritas e desenhadas que representassem uma boa solução para a necessidade da existência de uma ligação da via rodoviária em causa ao meio local.

5

Anexos

5.1. LISTAGENS

5.1.1. ALINHAMENTO 1

5.1.1.1. Características da directriz do Alinhamento 1

Horizontal Alignment Station and Curve Report.

Alignment: A1

Desc:

Desc.	Station	Spiral/Curve Data	Northing	Easting
-------	---------	-------------------	----------	---------

PI	0+000		195138.2053	89729.7240
	Length:	16.835	Course:	372.170

PI	0+016.835		195153.4574	89722.5966
	Length:	25.853	Course:	375.325
	Delta:	3.155		

Tangent Data

	0+000		195138.2053	89729.7240
	0+016.835		195153.4574	89722.5966
	Length:	16.835	Course:	372.170
PI	0+042.688		195177.3928	89712.8250
	Length:	25.853	Course:	82.753

Delta: 107.428

 Circular Curve Data

PC 0+016.835 195153.4574 89722.5966
 RP 195162.1506 89743.8904
 PT 0+055.647 195184.3117 89737.7352
 Delta: 107.428 Type: RIGHT
 Radius: 23.000 DOC: 276.791
 Length: 38.812 Tangent: 25.853
 Mid-Ord: 7.712 External: 11.603
 Chord: 34.368 Course: 29.039
 Es: 11.603

 PI 0+055.647 195184.3117 89737.7352
 Length: 244.816 Course: 79.456
 Delta: 3.296

 PI 0+300.463 195261.9492 89969.9150
 Length: 136.429 Course: 51.136
 Delta: 28.321

 Tangent Data

0+055.647 195184.3117 89737.7352
 0+254.504 195247.3742 89926.3278
 Length: 198.857 Course: 79.456

 Spiral Curve Data: CLOTHOID

TS 0+254.504 195247.3742 89926.3278
 SPI 195252.4499 89941.5070
 SC 0+278.504 195255.5871 89948.8715
 Length: 24.000 L Tan: 16.005
 Radius: 150.000 S Tan: 8.005
 Theta: 5.093 P: 0.160

X: 23.985 K: 11.997
 Y: 0.640 A: 60.000
 Chord: 23.993 Course: 77.759
 Ts: 45.960

 Circular Curve Data

SC 0+278.504 195255.5871 89948.8715
 RP 195393.5882 89890.0864
 SC 0+321.233 195277.6684 89985.2841
 Delta: 18.135 Type: LEFT
 Radius: 150.000 DOC: 42.441
 Length: 42.729 Tangent: 21.510
 Mid-Ord: 1.519 External: 1.534
 Chord: 42.585 Course: 65.296
 Es: 3.953

 Spiral Curve Data: CLOTHOID

SC 0+321.233 195277.6684 89985.2841
 SPI 195282.7487 89991.4703
 PC 0+345.233 195293.8625 90002.9879
 Length: 24.000 L Tan: 16.005
 Radius: 150.000 S Tan: 8.005
 Theta: 5.093 P: 0.160
 X: 23.985 K: 11.997
 Y: 0.640 A: 60.000
 Chord: 23.993 Course: 52.833
 Ts: 45.960

 PI 0+435.702 195356.6824 90068.0903
 Length: 127.775 Course: 64.786
 Delta: 13.651

Tangent Data

0+345.233 195293.8625 90002.9879
 0+407.544 195337.1298 90047.8273
 Length: 62.311 Course: 51.136

 Spiral Curve Data: CLOTHOID

TS 0+407.544 195337.1298 90047.8273
 SPI 195348.2436 90059.3449
 SC 0+431.544 195353.3239 90065.5310
 Length: 24.000 L Tan: 16.005
 Radius: 150.000 S Tan: 8.005
 Theta: 5.093 P: 0.160
 X: 23.985 K: 11.997
 Y: 0.640 A: 60.000
 Chord: 23.993 Course: 52.833
 Ts: 28.158

 Circular Curve Data

SC 0+431.544 195353.3239 90065.5310
 RP 195237.4042 90160.7288
 SC 0+439.707 195358.3308 90071.9777
 Delta: 3.465 Type: RIGHT
 Radius: 150.000 DOC: 42.441
 Length: 8.164 Tangent: 4.083
 Mid-Ord: 0.056 External: 0.056
 Chord: 8.163 Course: 57.961
 Es: 1.027

 Spiral Curve Data: CLOTHOID

SC 0+439.707 195358.3308 90071.9777
 SPI 195363.0671 90078.4310
 PC 0+463.707 195371.4756 90092.0497
 Length: 24.000 L Tan: 16.005
 Radius: 150.000 S Tan: 8.005

Theta: 5.093 P: 0.160
 X: 23.985 K: 11.997
 Y: 0.640 A: 60.000
 Chord: 23.993 Course: 63.089
 Ts: 28.158

 PI 0+563.324 195423.8096 90176.8115
 Length: 196.586 Course: 50.847
 Delta: 13.939

Tangent Data

0+463.707 195371.4756 90092.0497
 0+529.078 195405.8182 90147.6721
 Length: 65.370 Course: 64.786

Spiral Curve Data: CLOTHOID

TS 0+529.078 195405.8182 90147.6721
 SPI 195414.4007 90161.5726
 SC 0+553.578 195419.1101 90168.2482
 Length: 24.500 L Tan: 16.337
 Radius: 200.000 S Tan: 8.170
 Theta: 3.899 P: 0.125
 X: 24.491 K: 12.248
 Y: 0.500 A: 70.000
 Chord: 24.496 Course: 63.487
 Ts: 34.246

Circular Curve Data

SC 0+553.578 195419.1101 90168.2482
 RP 195582.5359 90052.9572
 SC 0+572.870 195430.9736 90183.4519
 Delta: 6.141 Type: LEFT
 Radius: 200.000 DOC: 31.831

Length: 19.292 Tangent: 9.654
Mid-Ord: 0.233 External: 0.233
Chord: 19.285 Course: 57.817
Es: 1.330

Spiral Curve Data: CLOTHOID

SC 0+572.870 195430.9736 90183.4519
SPI 195436.3040 90189.6429
PC 0+597.370 195447.7010 90201.3473
Length: 24.500 L Tan: 16.337
Radius: 200.000 S Tan: 8.170
Theta: 3.899 P: 0.125
X: 24.491 K: 12.248
Y: 0.500 A: 70.000
Chord: 24.496 Course: 52.147
Ts: 34.246

PI 0+759.710 195560.9553 90317.6559
Length: 153.731 Course: 15.119
Delta: 35.728

Tangent Data

0+597.370 195447.7010 90201.3473
0+673.169 195500.5815 90255.6539
Length: 75.799 Course: 50.847

Spiral Curve Data: CLOTHOID

TS 0+673.169 195500.5815 90255.6539
SPI 195514.0250 90269.4599
SC 0+702.069 195521.1353 90275.9641
Length: 28.900 L Tan: 19.270
Radius: 250.000 S Tan: 9.636
Theta: 3.680 P: 0.139

X: 28.890 K: 14.448
 Y: 0.557 A: 85.000
 Chord: 28.896 Course: 49.620
 Ts: 86.540

 Circular Curve Data

SC 0+702.069 195521.1353 90275.9641
 RP 195689.8738 90091.4991
 SC 0+813.471 195617.1182 90330.6782
 Delta: 28.368 Type: LEFT
 Radius: 250.000 DOC: 25.465
 Length: 111.402 Tangent: 56.641
 Mid-Ord: 6.180 External: 6.336
 Chord: 110.482 Course: 32.983
 Es: 10.321

 Spiral Curve Data: CLOTHOID

SC 0+813.471 195617.1182 90330.6782
 SPI 195626.3375 90333.4826
 PC 0+842.371 195645.0666 90338.0162
 Length: 28.900 L Tan: 19.270
 Radius: 250.000 S Tan: 9.636
 Theta: 3.680 P: 0.139
 X: 28.890 K: 14.448
 Y: 0.557 A: 85.000
 Chord: 28.896 Course: 16.346
 Ts: 86.540

 PI 0+909.561 195710.3712 90353.8241

Tangent Data

0+842.371 195645.0666 90338.0162
 0+909.561 195710.3712 90353.8241

Length: 67.191 Course: 15.119

5.1.1.2. Coordenadas de pontos equidistantes de 25 metros da directriz do alinhamento 1

Horizontal Incremental Stationing Report.

Alignment: A1

Desc:

Station	Northing	Easting	Tangential Direction
0+000	195138.2053	89729.7240	372.170
0+025	195161.4007	89720.9027	397.924
0+050	195182.1509	89732.5331	67.122
0+075	195190.4490	89756.0891	79.456
0+100	195198.3771	89779.7987	79.456
0+125	195206.3052	89803.5083	79.456
0+150	195214.2334	89827.2179	79.456
0+175	195222.1615	89850.9275	79.456
0+200	195230.0896	89874.6371	79.456
0+225	195238.0178	89898.3467	79.456
0+250	195245.9459	89922.0563	79.456
0+275	195254.2498	89945.6329	75.742
0+300	195265.3972	89967.9778	65.240
0+325	195280.0935	89988.1665	54.755
0+350	195297.1726	90006.4182	51.136
0+375	195314.5321	90024.4084	51.136
0+400	195331.8915	90042.3987	51.136
0+425	195349.0717	90060.5576	53.830
0+450	195364.1733	90080.4498	63.125
0+475	195377.4082	90101.6584	64.786
0+500	195390.5421	90122.9304	64.786
0+525	195403.6760	90144.2025	64.786
0+550	195417.0727	90165.3074	61.943
0+575	195432.3719	90185.0590	54.098
0+600	195449.5360	90203.2317	50.847

0+625	195466.9769	90221.1430	50.847
0+650	195484.4178	90239.0543	50.847
0+675	195501.8589	90256.9655	50.832
0+700	195519.6142	90274.5613	47.675
0+725	195538.7406	90290.6442	41.328
0+750	195559.3770	90304.7375	34.962
0+775	195581.3173	90316.7001	28.596
0+800	195604.3422	90326.4126	22.229
0+825	195628.2125	90333.8121	16.449
0+850	195652.4816	90339.8111	15.119
0+875	195676.7798	90345.6929	15.119
0+900	195701.0781	90351.5746	15.119

5.1.1.3. Características da rasante do alinhamento 1

VERTICAL ALIGNMENT STATION AND CURVE REPORT.

ALIGNMENT: A1 VERTICAL ALIGNMENT: FGC SURFACE: SURFACE1

 STATION ELEVATION CURVE LENGTH GRADE

0+024.281 618.57 37.500
 0.000

VERTICAL CURVE INFORMATION: SAG CURVE

PVC STATION: 0+005.531 ELEVATION: 619.04

PVI STATION: 0+024.281 ELEVATION: 618.57

PVT STATION: 0+043.031 ELEVATION: 618.57

GRADE IN (%): -2.500 GRADE OUT (%): 0.000

CHANGE (%): 2.500 K-VALUE: 15.000

CURVE LENGTH: 37.500 MIN. LENGTH: 30.000

LOW STATION: 0+043.031 ELEVATION: 618.57

0+127.301 618.57 80.000
 11.279

VERTICAL CURVE INFORMATION: SAG CURVE

PVC STATION: 0+087.301 ELEVATION: 618.57
PVI STATION: 0+127.301 ELEVATION: 618.57
PVT STATION: 0+167.301 ELEVATION: 623.08
GRADE IN (%): 0.000 GRADE OUT (%): 11.279
CHANGE (%): 11.279 K-VALUE: 7.093 ***
CURVE LENGTH: 80.000 MIN. LENGTH: 135.342
LOW STATION: 0+087.301 ELEVATION: 618.57

0+228.642 630.00 70.000
0.000

VERTICAL CURVE INFORMATION: CREST CURVE

PVC STATION: 0+193.642 ELEVATION: 626.05
PVI STATION: 0+228.642 ELEVATION: 630.00
PVT STATION: 0+263.642 ELEVATION: 630.00
GRADE IN (%): 11.279 GRADE OUT (%): 0.000
CHANGE (%): -11.279 K-VALUE: 6.206 ***
CURVE LENGTH: 70.000 MIN. LENGTH: 112.785
HIGH STATION: 0+263.642 ELEVATION: 630.00
PASSING SD: 172.107 STOPPING SD: 93.924

0+263.642 630.00
0.000
0+371.212 630.00
0.000
0+400 630.00 57.577
3.838

VERTICAL CURVE INFORMATION: SAG CURVE

PVC STATION: 0+371.212 ELEVATION: 630.00
PVI STATION: 0+400 ELEVATION: 630.00

PVT STATION: 0+428.788 ELEVATION: 631.11
 GRADE IN (%): 0.000 GRADE OUT (%): 3.838
 CHANGE (%): 3.838 K-VALUE: 15.000
 CURVE LENGTH: 57.577 MIN. LENGTH: 46.061
 LOW STATION: 0+371.212 ELEVATION: 630.00

 0+512.890 634.33 57.577
 0.000

VERTICAL CURVE INFORMATION: CREST CURVE

PVC STATION: 0+484.101 ELEVATION: 633.23
 PVI STATION: 0+512.890 ELEVATION: 634.33
 PVT STATION: 0+541.678 ELEVATION: 634.33
 GRADE IN (%): 3.838 GRADE OUT (%): 0.000
 CHANGE (%): -3.838 K-VALUE: 15.000
 CURVE LENGTH: 57.577 MIN. LENGTH: 38.385
 HIGH STATION: 0+541.678 ELEVATION: 634.33
 PASSING SD: 431.649 STOPPING SD: 201.924

 0+541.678 634.33
 0.000
 0+550 634.33
 0.000
 0+600 634.33 100.000
 10.000

VERTICAL CURVE INFORMATION: SAG CURVE

PVC STATION: 0+550 ELEVATION: 634.33
 PVI STATION: 0+600 ELEVATION: 634.33
 PVT STATION: 0+650 ELEVATION: 639.33
 GRADE IN (%): 0.000 GRADE OUT (%): 10.000
 CHANGE (%): 10.000 K-VALUE: 10.000 ***
 CURVE LENGTH: 100.000 MIN. LENGTH: 120.000

LOW STATION: 0+550 ELEVATION: 634.33

 0+842.894 658.62 86.829
 4.211

VERTICAL CURVE INFORMATION: CREST CURVE

PVC STATION: 0+799.480 ELEVATION: 654.28

PVI STATION: 0+842.894 ELEVATION: 658.62

PVT STATION: 0+886.309 ELEVATION: 660.45

GRADE IN (%): 10.000 GRADE OUT (%): 4.211

CHANGE (%): -5.789 K-VALUE: 15.000

CURVE LENGTH: 86.829 MIN. LENGTH: 57.886

PASSING SD: 310.553 STOPPING SD: 158.222

5.1.1.4. Cotas de pontos equidistantes de 25 metros da rasante do alinhamento 1

VERTICAL ALIGNMENT STATION INCREMENT REPORT.

ALIGNMENT: A1 VERTICAL ALIGNMENT: FGC SURFACE: SURFACE1

STATION	EGC	EGL	EGR	FGC
0+000	617.693		619.177	
0+025	617.064		618.679	
0+050	615.679		618.570	
0+075	615.787		618.570	
0+100	616.598		618.684	
0+125	618.303		619.572	
0+150	621.339		621.341	
0+175	624.008		623.950	
0+200	626.771		626.737	
0+225	629.446		628.797	
0+250	630.000		629.850	
0+275	630.000		630.000	

0+300	630.000	630.000
0+325	629.477	630.000
0+350	628.375	630.000
0+375	629.247	630.005
0+400	630.148	630.276
0+425	631.711	630.964
0+450	632.576	631.919
0+475	632.679	632.879
0+500	633.335	633.754
0+525	634.241	634.241
0+550	634.160	634.333
0+575	634.078	634.646
0+600	634.978	635.583
0+625	636.634	637.146
0+650	638.672	639.333
0+675	642.179	641.833
0+700	645.691	644.333
0+725	650.100	646.833
0+750	652.625	649.333
0+775	654.980	651.833
0+800	656.204	654.333
0+825	657.291	656.616
0+850	658.000	658.482
0+875	660.619	659.932
0+900	660.905	661.028

5.1.2. ALINHAMENTO 2

5.1.2.1. Características da directriz do Alinhamento 2

HORIZONTAL ALIGNMENT STATION AND CURVE REPORT.

ALIGNMENT: A2

DESC:

DESC. STATION	SPIRAL/CURVE DATA	NORTHING	EASTING
---------------	-------------------	----------	---------

PI 0+000 194947.5358 89831.1115
 LENGTH: 16.835 COURSE: 133.598

PI 0+016.835 194939.0577 89845.6562
 LENGTH: 32.318 COURSE: 136.753
 DELTA: 3.155

 TANGENT DATA

0+000 194947.5358 89831.1115
0+016.835 194939.0577 89845.6562
 LENGTH: 16.835 COURSE: 133.598

PI 0+049.154 194921.4191 89872.7370
 LENGTH: 192.810 COURSE: 249.255
 DELTA: 112.503

 TANGENT DATA

0+016.835 194939.0577 89845.6562
0+021.127 194936.7154 89849.2523
 LENGTH: 4.292 COURSE: 136.753

 CIRCULAR CURVE DATA

PC 0+021.127 194936.7154 89849.2523
RP 194917.4429 89836.6996
PT 0+061.772 194901.3708 89853.1521
 DELTA: 112.503 TYPE: RIGHT
 RADIUS: 23.000 DOC: 276.791
 LENGTH: 40.645 TANGENT: 28.027
 MID-ORD: 8.409 EXTERNAL: 13.256
 CHORD: 35.559 COURSE: 193.004
 ES: 13.256

 PI 0+226.556 194783.4966 89738.0034
 LENGTH: 375.098 COURSE: 224.178
 DELTA: 25.077

TANGENT DATA

0+061.772 194901.3708 89853.1521
 0+175.593 194819.9514 89773.6153
 LENGTH: 113.821 COURSE: 249.255

SPIRAL CURVE DATA: CLOTHOID

TS 0+175.593 194819.9514 89773.6153
 SPI 194805.6337 89759.6287
 SC 0+205.606 194797.9150 89753.2538
 LENGTH: 30.013 L TAN: 20.016
 RADIUS: 180.000 S TAN: 10.011
 THETA: 5.307 P: 0.208
 X: 29.992 K: 15.003
 Y: 0.834 A: 73.500
 CHORD: 30.003 COURSE: 247.486
 Ts: 50.962

CIRCULAR CURVE DATA

SC 0+205.606 194797.9150 89753.2538
 RP 194683.2919 89892.0398
 SC 0+246.498 194763.7111 89731.0033
 DELTA: 14.463 TYPE: LEFT
 RADIUS: 180.000 DOC: 35.368
 LENGTH: 40.892 TANGENT: 20.535
 MID-ORD: 1.160 EXTERNAL: 1.168
 CHORD: 40.804 COURSE: 236.717
 ES: 3.761

 SPIRAL CURVE DATA: CLOTHOID

SC 0+246.498 194763.7111 89731.0033
 SPI 194754.7550 89726.5307
 PC 0+276.511 194736.1656 89719.1105
 LENGTH: 30.012 L TAN: 20.016
 RADIUS: 180.000 S TAN: 10.011
 THETA: 5.307 P: 0.208
 X: 29.992 K: 15.003
 Y: 0.834 A: 73.500
 CHORD: 30.003 COURSE: 225.947
 TS: 50.962

 PI 0+600.646 194435.1266 89598.9459

TANGENT DATA

0+276.511 194736.1656 89719.1105
 0+600.646 194435.1266 89598.9459
 LENGTH: 324.136 COURSE: 224.178

5.1.2.2. Coordenadas de pontos equidistantes de 25 metros da directriz do alinhamento 2

HORIZONTAL INCREMENTAL STATIONING REPORT.

ALIGNMENT: A2

DESC:

STATION	NORTHING	EASTING	TANGENTIAL DIRECTION
---------	----------	---------	----------------------

0+000	194947.5358	89831.1115	133.598
0+025	194934.3390	89852.3048	147.473
0+050	194911.4886	89858.9155	216.671
0+075	194891.9086	89843.9088	249.255
0+100	194874.0254	89826.4391	249.255
0+125	194856.1422	89808.9693	249.255
0+150	194838.2590	89791.4996	249.255

0+175	194820.3758	89774.0299	249.255
0+200	194802.1845	89756.8862	245.746
0+225	194782.3257	89741.7324	237.089
0+250	194760.5636	89729.4681	228.319
0+275	194737.5684	89719.6706	224.191
0+300	194714.3499	89710.4024	224.178
0+325	194691.1313	89701.1343	224.178
0+350	194667.9127	89691.8662	224.178
0+375	194644.6941	89682.5981	224.178
0+400	194621.4755	89673.3301	224.178
0+425	194598.2569	89664.0620	224.178
0+450	194575.0384	89654.7939	224.178
0+475	194551.8198	89645.5258	224.178
0+500	194528.6012	89636.2578	224.178
0+525	194505.3826	89626.9897	224.178
0+550	194482.1640	89617.7216	224.178
0+575	194458.9454	89608.4535	224.178
0+600	194435.7268	89599.1855	224.178

5.1.2.3. Características da rasante do alinhamento 2

VERTICAL ALIGNMENT STATION AND CURVE REPORT.

ALIGNMENT: A2 VERTICAL ALIGNMENT: FGC SURFACE: SURFACE1

 STATION ELEVATION CURVE LENGTH GRADE

0+000 623.62

-2.500

0+064.647 622.01 80.732

7.591

VERTICAL CURVE INFORMATION: SAG CURVE

PVC STATION: 0+024.281 ELEVATION: 623.02

PVI STATION: 0+064.647 ELEVATION: 622.01

PVT STATION: 0+105.012 ELEVATION: 625.07
GRADE IN (%): -2.500 GRADE OUT (%): 7.591
CHANGE (%): 10.091 K-VALUE: 8.000 ***
CURVE LENGTH: 80.732 MIN. LENGTH: 121.097
LOW STATION: 0+044.281 ELEVATION: 622.77

0+178.785 630.67 66.269
3.174

VERTICAL CURVE INFORMATION: CREST CURVE

PVC STATION: 0+145.651 ELEVATION: 628.16
PVI STATION: 0+178.785 ELEVATION: 630.67
PVT STATION: 0+211.920 ELEVATION: 631.73
GRADE IN (%): 7.591 GRADE OUT (%): 3.174
CHANGE (%): -4.418 K-VALUE: 15.000
CURVE LENGTH: 66.269 MIN. LENGTH: 44.179
PASSING SD: 383.156 STOPPING SD: 183.562

0+338.484 635.74 50.000
-4.089

VERTICAL CURVE INFORMATION: CREST CURVE

PVC STATION: 0+313.484 ELEVATION: 634.95
PVI STATION: 0+338.484 ELEVATION: 635.74
PVT STATION: 0+363.484 ELEVATION: 634.72
GRADE IN (%): 3.174 GRADE OUT (%): -4.089
CHANGE (%): -7.262 K-VALUE: 6.885 ***
CURVE LENGTH: 50.000 MIN. LENGTH: 72.621
HIGH STATION: 0+335.334 ELEVATION: 635.30
PASSING SD: 237.935 STOPPING SD: 116.512

0+381.083 634.00 30.000
0.000

 VERTICAL CURVE INFORMATION: SAG CURVE

PVC STATION: 0+366.083 ELEVATION: 634.61
 PVI STATION: 0+381.083 ELEVATION: 634.00
 PVT STATION: 0+396.083 ELEVATION: 634.00
 GRADE IN (%): -4.089 GRADE OUT (%): 0.000
 CHANGE (%): 4.089 K-VALUE: 7.338 ***
 CURVE LENGTH: 30.000 MIN. LENGTH: 49.063
 LOW STATION: 0+396.083 ELEVATION: 634.00

 0+429.227 634.00 30.209
 3.021

VERTICAL CURVE INFORMATION: SAG CURVE

PVC STATION: 0+414.122 ELEVATION: 634.00
 PVI STATION: 0+429.227 ELEVATION: 634.00
 PVT STATION: 0+444.331 ELEVATION: 634.46
 GRADE IN (%): 0.000 GRADE OUT (%): 3.021
 CHANGE (%): 3.021 K-VALUE: 10.000 ***
 CURVE LENGTH: 30.209 MIN. LENGTH: 36.251
 LOW STATION: 0+414.122 ELEVATION: 634.00

 0+495.432 636.00 80.480
 -5.027

VERTICAL CURVE INFORMATION: CREST CURVE

PVC STATION: 0+455.192 ELEVATION: 634.78
 PVI STATION: 0+495.432 ELEVATION: 636.00
 PVT STATION: 0+535.672 ELEVATION: 633.98
 GRADE IN (%): 3.021 GRADE OUT (%): -5.027
 CHANGE (%): -8.048 K-VALUE: 10.000
 CURVE LENGTH: 80.480 MIN. LENGTH: 80.480
 HIGH STATION: 0+485.401 ELEVATION: 635.24

0+300	634.000	634.520
0+325	635.854	635.217
0+350	635.248	635.139
0+375	634.000	634.303
0+400	634.482	634.000
0+425	634.000	634.059
0+450	635.172	634.628
0+475	635.830	635.187
0+500	634.896	635.134
0+525	635.121	634.457
0+550	633.928	633.257
0+575	632.000	632.447
0+600	632.473	632.531

5.1.3. ENTRADA 1

5.1.3.1. Características da directriz da Entrada 1

HORIZONTAL ALIGNMENT STATION AND CURVE REPORT.

ALIGNMENT: E1

DESC:

DESC.	STATION	SPIRAL/CURVE DATA	NORTHING	EASTING
-------	---------	-------------------	----------	---------

PI	0+000	195111.7750	89715.1533
----	-------	-------------	------------

LENGTH:	14.704	COURSE:	186.516
---------	--------	---------	---------

PI	0+014.704	195097.3993	89718.2446
----	-----------	-------------	------------

LENGTH:	68.580	COURSE:	231.369
---------	--------	---------	---------

DELTA:	44.853
--------	--------

CIRCULAR CURVE DATA

PC	0+000	195111.7750	89715.1533
----	-------	-------------	------------

RP		195103.3659	89676.0472
----	--	-------------	------------

PT 0+028.182 195084.4443 89711.2889
DELTA: 44.853 TYPE: RIGHT
RADIUS: 40.000 DOC: 159.155
LENGTH: 28.182 TANGENT: 14.704
MID-ORD: 2.456 EXTERNAL: 2.617
CHORD: 27.603 COURSE: 208.942
ES: 2.617

PI 0+082.057 195036.9778 89685.8035
LENGTH: 180.304 COURSE: 204.916
DELTA: 26.453

TANGENT DATA

0+028.182 195084.4443 89711.2889
0+028.653 195084.0293 89711.0661
LENGTH: 0.471 COURSE: 231.369

SPIRAL CURVE DATA: CLOTHOID

TS 0+028.653 195084.0293 89711.0661
SPI 195070.8438 89703.9866
SC 0+051.098 195064.0620 89700.8218
LENGTH: 22.445 L TAN: 14.966
RADIUS: 200.000 S TAN: 7.484
THETA: 3.572 P: 0.105
X: 22.438 K: 11.221
Y: 0.420 A: 67.000
CHORD: 22.442 COURSE: 230.178
Ts: 53.404

CIRCULAR CURVE DATA

SC 0+051.098 195064.0620 89700.8218
RP 194979.4850 89882.0584
SC 0+111.758 195006.0711 89683.8334

DELTA: 19.309 TYPE: LEFT
 RADIUS: 200.000 DOC: 31.831
 LENGTH: 60.660 TANGENT: 30.565
 MID-ORD: 2.295 EXTERNAL: 2.322
 CHORD: 60.428 COURSE: 218.142
 Es: 4.503

 SPIRAL CURVE DATA: CLOTHOID

SC 0+111.758 195006.0711 89683.8334
 SPI 194998.6536 89682.8385
 PC 0+134.203 194983.7324 89681.6841
 LENGTH: 22.445 L TAN: 14.966
 RADIUS: 200.000 S TAN: 7.484
 THETA: 3.572 P: 0.105
 X: 22.438 K: 11.221
 Y: 0.420 A: 67.000
 CHORD: 22.442 COURSE: 206.106
 TS: 53.404

 PI 0+261.103 194857.2107 89671.8956
 LENGTH: 45.924 COURSE: 225.362
 DELTA: 20.446

 TANGENT DATA

0+134.203 194983.7324 89681.6841
 0+215.179 194902.9975 89675.4379
 LENGTH: 80.976 COURSE: 204.916

 SPIRAL CURVE DATA: CLOTHOID

TS 0+215.179 194902.9975 89675.4379
 SPI 194885.0394 89674.0486
 SC 0+242.191 194876.1259 89672.7494

LENGTH: 27.011 L TAN: 18.012
RADIUS: 200.000 S TAN: 9.008
THETA: 4.299 P: 0.152
X: 26.999 K: 13.504
Y: 0.608 A: 73.500
CHORD: 27.006 COURSE: 206.348
Ts: 45.924

CIRCULAR CURVE DATA

SC 0+242.191 194876.1259 89672.7494
RP 194904.9731 89474.8407
SC 0+279.412 194840.0038 89663.9940
DELTA: 11.848 TYPE: RIGHT
RADIUS: 200.000 DOC: 31.831
LENGTH: 37.222 TANGENT: 18.665
MID-ORD: 0.865 EXTERNAL: 0.869
CHORD: 37.168 COURSE: 215.139
ES: 2.761

SPIRAL CURVE DATA: CLOTHOID

SC 0+279.412 194840.0038 89663.9940
SPI 194831.4847 89661.0679
PC 0+306.424 194814.8834 89654.0807
LENGTH: 27.011 L TAN: 18.012
RADIUS: 200.000 S TAN: 9.008
THETA: 4.299 P: 0.152
X: 26.999 K: 13.504
Y: 0.608 A: 73.500
CHORD: 27.006 COURSE: 223.929
Ts: 45.924

PI 0+306.424 194814.8834 89654.0807

5.1.3.2. Coordenadas de pontos equidistantes de 25 metros da directriz da Entrada 1

HORIZONTAL INCREMENTAL STATIONING REPORT.

ALIGNMENT: E1

DESC:

STATION NORTHING EASTING TANGENTIAL DIRECTION

STATION	NORTHING	EASTING	TANGENTIAL DIRECTION
0+000	195111.7750	89715.1533	186.516
0+025	195087.3045	89712.6810	226.305
0+050	195065.0556	89701.2887	228.137
0+075	195041.8506	89692.0307	220.188
0+100	195017.6723	89685.7380	212.230
0+125	194992.9059	89682.4229	205.516
0+150	194967.9827	89680.4656	204.916
0+175	194943.0572	89678.5372	204.916
0+200	194918.1316	89676.6088	204.916
0+225	194893.2085	89674.6513	205.484
0+250	194868.4221	89671.4724	211.700
0+275	194844.1923	89665.3812	219.658
0+300	194820.8070	89656.5650	225.118

5.1.3.3. Características da rasante da Entrada 1

VERTICAL ALIGNMENT STATION AND CURVE REPORT.

ALIGNMENT: E1 VERTICAL ALIGNMENT: FGC SURFACE: SURFACE1

STATION ELEVATION CURVE LENGTH GRADE

0+084.471	619.12	44.000	
		10.000	

VERTICAL CURVE INFORMATION: SAG CURVE

PVC STATION: 0+062.471 ELEVATION: 618.97

PVI STATION: 0+084.471 ELEVATION: 619.12

PVT STATION: 0+106.471 ELEVATION: 621.32
GRADE IN (%): 0.684 GRADE OUT (%): 10.000
CHANGE (%): 9.316 K-VALUE: 4.723 ***
CURVE LENGTH: 44.000 MIN. LENGTH: 111.789

0+134.171 624.09 45.000
6.185

VERTICAL CURVE INFORMATION: CREST CURVE

PVC STATION: 0+111.671 ELEVATION: 621.84
PVI STATION: 0+134.171 ELEVATION: 624.09
PVT STATION: 0+156.671 ELEVATION: 625.48
GRADE IN (%): 10.000 GRADE OUT (%): 6.185
CHANGE (%): -3.815 K-VALUE: 11.795
CURVE LENGTH: 45.000 MIN. LENGTH: 38.151
PASSING SD: 427.831 STOPPING SD: 196.698

0+210.295 628.80 30.000
0.773

VERTICAL CURVE INFORMATION: CREST CURVE

PVC STATION: 0+195.295 ELEVATION: 627.87
PVI STATION: 0+210.295 ELEVATION: 628.80
PVT STATION: 0+225.295 ELEVATION: 628.91
GRADE IN (%): 6.185 GRADE OUT (%): 0.773
CHANGE (%): -5.412 K-VALUE: 5.544 ***
CURVE LENGTH: 30.000 MIN. LENGTH: 54.116
PASSING SD: 300.750 STOPPING SD: 137.806

0+250.611 629.11 37.357
-0.297

VERTICAL CURVE INFORMATION: CREST CURVE

PVC STATION: 0+231.933 ELEVATION: 628.96
 PVI STATION: 0+250.611 ELEVATION: 629.11
 PVT STATION: 0+269.290 ELEVATION: 629.05
 GRADE IN (%): 0.773 GRADE OUT (%): -0.297
 CHANGE (%): -1.070 K-VALUE: 34.914
 CURVE LENGTH: 37.357 MIN. LENGTH: 10.700
 HIGH STATION: 0+258.934 ELEVATION: 629.07
 PASSING SD: 1463.933 STOPPING SD: 639.801

 0+287.114 629.00 7.700
 -0.022

VERTICAL CURVE INFORMATION: SAG CURVE

PVC STATION: 0+283.264 ELEVATION: 629.01
 PVI STATION: 0+287.114 ELEVATION: 629.00
 PVT STATION: 0+290.964 ELEVATION: 629.00
 GRADE IN (%): -0.297 GRADE OUT (%): -0.022
 CHANGE (%): 0.275 K-VALUE: 27.993
 CURVE LENGTH: 7.700 MIN. LENGTH: 3.301

5.1.3.4. Cotas de pontos equidistantes de 25 metros da rasante da Entrada 1

VERTICAL ALIGNMENT STATION INCREMENT REPORT.

ALIGNMENT: E1 VERTICAL ALIGNMENT: FGC SURFACE: SURFACE1

STATION	EGC	EGL	EGR	FGC
0+000	619.461			618.541
0+025	620.046			618.712
0+050	620.812			618.883
0+075	621.633			619.221
0+100	621.994			620.717
0+125	623.494			623.097

0+150	624.320	625.050
0+175	624.747	626.615
0+200	625.183	628.141
0+225	625.788	628.911
0+250	626.934	629.058
0+275	627.943	629.037
0+300	628.695	628.998

5.1.4. SAÍDA 1

5.1.4.1. Características da directriz da Saída 1

HORIZONTAL ALIGNMENT STATION AND CURVE REPORT.

ALIGNMENT: S1

DESC:

DESC.	STATION	SPIRAL/CURVE DATA	NORTHING	EASTING
-------	---------	-------------------	----------	---------

PI	0+000	195210.7608	89947.5203
	LENGTH:	47.799	COURSE: 257.224

PI	0+047.799	195181.0064	89910.1114
	LENGTH:	157.997	COURSE: 273.178
	DELTA:	15.954	

SPIRAL CURVE DATA: CLOTHOID

TS	0+000	195210.7608	89947.5203
SPI		195192.0218	89923.9605
SC	0+045.125	195184.0336	89911.1938
	LENGTH:	45.125	L TAN: 30.103
	RADIUS:	200.000	S TAN: 15.060
	THETA:	7.182	P: 0.424
	X:	45.068	K: 22.553
	Y:	1.695	A: 95.000

CHORD: 45.099 COURSE: 259.618

Ts: 47.799

 CIRCULAR CURVE DATA

SC 0+045.125 195184.0336 89911.1938

RP 195353.5794 89805.1079

SC 0+050.121 195181.4365 89906.9255

DELTA: 1.590 TYPE: RIGHT

RADIUS: 200.000 DOC: 31.831

LENGTH: 4.996 TANGENT: 2.498

MID-ORD: 0.016 EXTERNAL: 0.016

CHORD: 4.996 COURSE: 265.201

Es: 2.008

 SPIRAL CURVE DATA: CLOTHOID

SC 0+050.121 195181.4365 89906.9255

SPI 195173.7697 89893.9632

PC 0+095.246 195161.4586 89866.4922

LENGTH: 45.125 L TAN: 30.103

RADIUS: 200.000 S TAN: 15.060

THETA: 7.182 P: 0.424

X: 45.068 K: 22.553

Y: 1.695 A: 95.000

CHORD: 45.099 COURSE: 270.785

Ts: 47.799

 PI 0+205.444 195116.3924 89765.9310

LENGTH: 16.476 COURSE: 360.917

DELTA: 87.738

 TANGENT DATA

0+095.246 195161.4586 89866.4922

0+188.968 195123.1305 89780.9665

LENGTH: 93.721 COURSE: 273.178

 CIRCULAR CURVE DATA

PC 0+188.968 195123.1305 89780.9665

RP 195141.3816 89772.7873

PT 0+216.532 195129.8600 89756.4394

DELTA: 87.738 TYPE: RIGHT

RADIUS: 20.000 DOC: 318.310

LENGTH: 27.564 TANGENT: 16.476

MID-ORD: 4.564 EXTERNAL: 5.913

CHORD: 25.434 COURSE: 317.047

ES: 5.913

 PI 0+216.532 195129.8600 89756.4394

5.1.4.2. Coordenadas de pontos equidistantes de 25 metros da directriz da Saída 1

HORIZONTAL INCREMENTAL STATIONING REPORT.

ALIGNMENT: S1

DESC:

STATION	NORTHING	EASTING	TANGENTIAL DIRECTION
---------	----------	---------	----------------------

0+000	195210.7608	89947.5203	257.224
-------	-------------	------------	---------

0+025	195195.4263	89927.7773	259.429
-------	-------------	------------	---------

0+050	195181.4983	89907.0300	265.958
-------	-------------	------------	---------

0+075	195169.8780	89884.9045	271.733
-------	-------------	------------	---------

0+100	195159.5146	89862.1543	273.178
-------	-------------	------------	---------

0+125	195149.2907	89839.3405	273.178
-------	-------------	------------	---------

0+150	195139.0667	89816.5267	273.178
-------	-------------	------------	---------

0+175	195128.8428	89793.7128	273.178
-------	-------------	------------	---------

0+200	195121.5511	89770.1887	308.295
-------	-------------	------------	---------

5.1.4.3. Características da rasante da Saída 1

VERTICAL ALIGNMENT STATION AND CURVE REPORT.

ALIGNMENT: S1 VERTICAL ALIGNMENT: FGC SURFACE: SURFACE1

 STATION ELEVATION CURVE LENGTH GRADE

0+000 628.84
 -3.204
 0+006.660 628.62 13.000
 -2.266

VERTICAL CURVE INFORMATION: SAG CURVE

PVC STATION: 0+000.160 ELEVATION: 628.83
 PVI STATION: 0+006.660 ELEVATION: 628.62
 PVT STATION: 0+013.160 ELEVATION: 628.48
 GRADE IN (%): -3.204 GRADE OUT (%): -2.266
 CHANGE (%): 0.937 K-VALUE: 13.869
 CURVE LENGTH: 13.000 MIN. LENGTH: 11.248

0+079.735 626.97 67.337
 -9.000

VERTICAL CURVE INFORMATION: CREST CURVE

PVC STATION: 0+046.066 ELEVATION: 627.73
 PVI STATION: 0+079.735 ELEVATION: 626.97
 PVT STATION: 0+113.404 ELEVATION: 623.94
 GRADE IN (%): -2.266 GRADE OUT (%): -9.000
 CHANGE (%): -6.734 K-VALUE: 10.000 ***
 CURVE LENGTH: 67.337 MIN. LENGTH: 67.337
 PASSING SD: 263.312 STOPPING SD: 132.362

0+176.654 618.24 70.000
 2.500

VERTICAL CURVE INFORMATION: SAG CURVE

PVC STATION: 0+141.654 ELEVATION: 621.39
 PVI STATION: 0+176.654 ELEVATION: 618.24
 PVT STATION: 0+211.654 ELEVATION: 619.12
 GRADE IN (%): -9.000 GRADE OUT (%): 2.500
 CHANGE (%): 11.500 K-VALUE: 6.087 ***
 CURVE LENGTH: 70.000 MIN. LENGTH: 138.000
 LOW STATION: 0+196.437 ELEVATION: 618.93

5.1.4.4. Cotas de pontos equidistantes de 25 metros da rasante da Saída 1

VERTICAL ALIGNMENT STATION INCREMENT REPORT.

ALIGNMENT: S1 VERTICAL ALIGNMENT: FGC SURFACE: SURFACE1

STATION	EGC	EGL	EGR	FGC
---------	-----	-----	-----	-----

0+000	623.030		628.836	
0+025	622.559		628.207	
0+050	626.109		627.633	
0+075	626.000		626.655	
0+100	624.326		625.053	
0+125	621.740		622.893	
0+150	619.179		620.700	
0+175	617.499		619.306	
0+200	617.827		618.939	

5.1.5. ROTUNDA 1

5.1.5.1. Características da directriz da Rotunda 1

HORIZONTAL ALIGNMENT STATION AND CURVE REPORT.

ALIGNMENT: R1

DESC:

DESC. STATION	SPIRAL/CURVE DATA	NORTHING	EASTING
---------------	-------------------	----------	---------

PI 0+000 195138.2053 89729.7240

LENGTH: 1.876 COURSE: 77.634

PI -0+001.876 195138.8510 89731.4857

LENGTH: 0.000 COURSE: 100.000

DELTA: 22.366

CIRCULAR CURVE DATA

PC 0+000 195138.2053 89729.7240

RP 195116.6103 89737.6393

PT 0+140.769 195139.2027 89733.3287

DELTA: 389.636 TYPE: LEFT

RADIUS: 23.000 DOC: 276.791

LENGTH: 140.769 TANGENT: 1.876

MID-ORD: 45.924 EXTERNAL: 46.076

CHORD: 3.740 COURSE: 82.816

Es: 0.076

PI 0+142.645 195138.8510 89731.4857

LENGTH: 1.876 COURSE: 277.634

DELTA: 177.634

CIRCULAR CURVE DATA

PC 0+140.769 195139.2027 89733.3287

RP 195116.6103 89737.6393

PT 0+144.513 195138.2053 89729.7240

DELTA: 10.364 TYPE: LEFT

RADIUS: 23.000 DOC: 276.791

LENGTH: 3.744 TANGENT: 1.876

MID-ORD: 0.076 EXTERNAL: 0.076

CHORD: 3.740 COURSE: 282.816

Es: 0.076

PI 0+144.513 195138.2053 89729.7240

5.1.5.2. Coordenadas de pontos equidistantes de 25 metros da directriz da Rotunda 1

HORIZONTAL INCREMENTAL STATIONING REPORT.

ALIGNMENT: R1

DESC:

STATION	NORTHING	EASTING	TANGENTIAL DIRECTION
---------	----------	---------	----------------------

0+000	195138.2053	89729.7240	277.634
0+025	195119.6491	89714.8410	208.436
0+050	195097.8424	89724.3439	139.238
0+075	195096.1105	89748.0681	70.040
0+100	195116.3059	89760.6373	0.843
0+125	195136.8268	89748.6070	331.645

5.1.5.3. Características da rasante da Rotunda 1

VERTICAL ALIGNMENT STATION AND CURVE REPORT.

ALIGNMENT: R1 VERTICAL ALIGNMENT: FGC SURFACE: SURFACE1

STATION	ELEVATION	CURVE LENGTH	GRADE
---------	-----------	--------------	-------

0+000	619.17		
		-1.924	
0+072.123	617.79	30.000	
		4.000	

VERTICAL CURVE INFORMATION: SAG CURVE

PVC STATION: 0+057.123 ELEVATION: 618.08
 PVI STATION: 0+072.123 ELEVATION: 617.79
 PVT STATION: 0+087.123 ELEVATION: 618.39
 GRADE IN (%): -1.924 GRADE OUT (%): 4.000
 CHANGE (%): 5.924 K-VALUE: 5.064 ***
 CURVE LENGTH: 30.000 MIN. LENGTH: 71.087
 LOW STATION: 0+066.866 ELEVATION: 617.98

 0+119.058 619.66 48.944
 -1.924

VERTICAL CURVE INFORMATION: CREST CURVE

PVC STATION: 0+094.586 ELEVATION: 618.69
 PVI STATION: 0+119.058 ELEVATION: 619.66
 PVT STATION: 0+143.530 ELEVATION: 619.19
 GRADE IN (%): 4.000 GRADE OUT (%): -1.924
 CHANGE (%): -5.924 K-VALUE: 8.262 ***
 CURVE LENGTH: 48.944 MIN. LENGTH: 59.240
 HIGH STATION: 0+127.634 ELEVATION: 619.35
 PASSING SD: 285.507 STOPPING SD: 136.656

 0+144.509 619.17

5.1.5.4. Cotas de pontos equidistantes de 25 metros da rasante da Rotunda 1

VERTICAL ALIGNMENT STATION INCREMENT REPORT.

ALIGNMENT: R1 VERTICAL ALIGNMENT: FGC SURFACE: SURFACE1

STATION	EGC	EGL	EGR	FGC
0+000	617.693			619.175
0+025	619.126			618.694
0+050	619.601			618.213
0+075	618.588			618.047
0+100	618.000			618.884
0+125	617.643			619.342

5.1.6. PASSAGEM INFERIOR

5.1.6.1. Características da directriz da Passagem Inferior

HORIZONTAL ALIGNMENT STATION AND CURVE REPORT.

ALIGNMENT: PI

DESC:

DESC.	STATION	SPIRAL/CURVE DATA	NORTHING	EASTING
-------	---------	-------------------	----------	---------

 PI 0+000 195096.0271 89727.3761
 LENGTH: 12.709 COURSE: 234.849

PI 0+012.709 195085.1755 89720.7616
 LENGTH: 54.468 COURSE: 231.369
 DELTA: 3.480

TANGENT DATA

0+000	195096.0271	89727.3761
0+012.709	195085.1755	89720.7616
LENGTH:	12.709	COURSE: 234.849

PI 0+067.176 195037.1871 89694.9961
 LENGTH: 41.347 COURSE: 136.753
 DELTA: 94.616

TANGENT DATA

0+012.709	195085.1755	89720.7616
0+025.830	195073.6152	89714.5548
LENGTH:	13.121	COURSE: 231.369

CIRCULAR CURVE DATA

PC 0+025.830	195073.6152	89714.5548
RP	195052.3283	89754.2016
PT 0+092.710	195014.6213	89729.6419
DELTA:	94.616	TYPE: LEFT
RADIUS:	45.000	DOC: 141.471
LENGTH:	66.880	TANGENT: 41.347
MID-ORD:	11.864	EXTERNAL: 16.111

CHORD: 60.893 COURSE: 184.061
 Es: 16.111

 PI 0+092.710 195014.6213 89729.6419
 LENGTH: 60.529 COURSE: 136.728
 DELTA: 0.025

 PI 0+153.239 194981.6065 89780.3738
 LENGTH: 15.137 COURSE: 134.834
 DELTA: 1.894

TANGENT DATA

0+092.710 195014.6213 89729.6419
 0+153.239 194981.6065 89780.3738
 LENGTH: 60.529 COURSE: 136.728

 PI 0+168.375 194973.7313 89793.3006

TANGENT DATA

0+153.239 194981.6065 89780.3738
 0+168.375 194973.7313 89793.3006
 LENGTH: 15.137 COURSE: 134.834

5.1.6.2. Coordenadas de pontos equidistantes de 25 metros da directriz da Passagem Inferior

HORIZONTAL INCREMENTAL STATIONING REPORT.

ALIGNMENT: PI

DESC:

STATION	NORTHING	EASTING	TANGENTIAL DIRECTION
---------	----------	---------	----------------------

0+000	195096.0271	89727.3761	234.849
0+025	195074.3463	89714.9473	231.369
0+050	195050.3321	89709.2459	197.175
0+075	195026.9220	89717.0598	161.807

PASSING SD: 287.471 STOPPING SD: 127.822

5.1.6.4. Cotas de pontos equidistantes de 25 metros da rasante da Passagem Inferior

VERTICAL ALIGNMENT STATION INCREMENT REPORT.

ALIGNMENT: PI VERTICAL ALIGNMENT: FGC SURFACE: SURFACE1

STATION	EGC	EGL	EGR	FGC
0+000	619.575			618.145
0+025	619.988			618.316
0+050	620.641			618.487
0+075	620.784			618.658
0+100	620.929			618.829
0+125	620.905			619.388
0+150	621.459			621.048

5.1.7. ROTUNDA 2

5.1.7.1. Características da directriz da Rotunda 2

HORIZONTAL ALIGNMENT STATION AND CURVE REPORT.

ALIGNMENT: ROTUNDA 2

DESC:

DESC. STATION	SPIRAL/CURVE DATA	NORTHING	EASTING
---------------	-------------------	----------	---------

PI 0+000	194947.5358	89831.1115
LENGTH:	2987.564	COURSE: 239.062

PI -2+987.564	192504.9233	88110.8833
LENGTH:	2730.097	COURSE: 38.081
DELTA:	199.020	

CIRCULAR CURVE DATA

PC 0+000 194947.5358 89831.1115
RP 194960.7791 89812.3069
PT 0+072.611 194973.7313 89793.3006
 DELTA: 200.980 TYPE: LEFT
 RADIUS: 23.000 DOC: 276.791
 LENGTH: 72.611 TANGENT: 2987.564
 MID-ORD: 23.177 EXTERNAL: 3010.653
 CHORD: 45.999 COURSE: 338.571
 ES: 2964.653

PI 0+330.078 194760.9700 89648.3102
 LENGTH: 259.344 COURSE: 49.425
 DELTA: 11.344

 CIRCULAR CURVE DATA

PC 0+072.611 194973.7313 89793.3006
RP 194960.7791 89812.3069
PT 0+140.769 194944.6631 89828.7165
 DELTA: 188.656 TYPE: LEFT
 RADIUS: 23.000 DOC: 276.791
 LENGTH: 68.158 TANGENT: 257.468
 MID-ORD: 20.954 EXTERNAL: 235.493
 CHORD: 45.818 COURSE: 143.753
 ES: 235.493

PI 0+142.645 194946.0018 89830.0312
 LENGTH: 1.876 COURSE: 39.062
 DELTA: 10.364

 CIRCULAR CURVE DATA

PC 0+140.769 194944.6631 89828.7165
RP 194960.7791 89812.3069
PT 0+144.513 194947.5358 89831.1115

DELTA: 10.364 TYPE: LEFT
 RADIUS: 23.000 DOC: 276.791
 LENGTH: 3.744 TANGENT: 1.876
 MID-ORD: 0.076 EXTERNAL: 0.076
 CHORD: 3.740 COURSE: 44.243
 Es: 0.076

 PI 0+144.513 194947.5358 89831.1115

5.1.7.2. Coordenadas de pontos equidistantes de 25 metros da directriz da Rotunda 2

HORIZONTAL INCREMENTAL STATIONING REPORT.

ALIGNMENT: ROTUNDA 2

DESC:

STATION	NORTHING	EASTING	TANGENTIAL DIRECTION
---------	----------	---------	----------------------

0+000	194947.5358	89831.1115	39.062
0+025	194971.2647	89832.7776	369.864
0+050	194983.7778	89812.5475	300.666
0+075	194971.6907	89792.0600	231.468
0+100	194947.9321	89793.2293	162.270
0+125	194937.9151	89814.8047	93.073

5.1.7.3. Características da rasante da Rotunda 2

VERTICAL ALIGNMENT STATION AND CURVE REPORT.

ALIGNMENT: ROTUNDA 2 VERTICAL ALIGNMENT: FGC SURFACE: SURFACE1

STATION	ELEVATION	CURVE LENGTH	GRADE
---------	-----------	--------------	-------

0+000	623.62		
		3.338	
0+016.234	624.17	17.000	
			-3.789

VERTICAL CURVE INFORMATION: CREST CURVE

PVC STATION: 0+007.734 ELEVATION: 623.88
 PVI STATION: 0+016.234 ELEVATION: 624.17
 PVT STATION: 0+024.734 ELEVATION: 623.84
 GRADE IN (%): 3.338 GRADE OUT (%): -3.789
 CHANGE (%): -7.126 K-VALUE: 2.386 ***
 CURVE LENGTH: 17.000 MIN. LENGTH: 71.262
 HIGH STATION: 0+015.696 ELEVATION: 624.02
 PASSING SD: 225.496 STOPPING SD: 101.757

 0+083.916 621.60 22.000
 3.338

VERTICAL CURVE INFORMATION: SAG CURVE

PVC STATION: 0+072.916 ELEVATION: 622.02
 PVI STATION: 0+083.916 ELEVATION: 621.60
 PVT STATION: 0+094.916 ELEVATION: 621.97
 GRADE IN (%): -3.789 GRADE OUT (%): 3.338
 CHANGE (%): 7.126 K-VALUE: 3.087 ***
 CURVE LENGTH: 22.000 MIN. LENGTH: 85.515
 LOW STATION: 0+084.613 ELEVATION: 621.80

5.1.7.4. Cotas de pontos equidistantes de 25 metros da rasante da Rotunda 2

VERTICAL ALIGNMENT STATION INCREMENT REPORT.

ALIGNMENT: ROTUNDA 2 VERTICAL ALIGNMENT: FGC SURFACE: SURFACE1

STATION	EGC	EGL	EGR	FGC
0+000	624.106			623.625
0+025	624.169			623.835
0+050	623.187			622.887
0+075	622.000			621.947

0+100	623.047	622.139
0+125	624.186	622.974

5.1.8. ENTRADA 2

5.1.8.1. Características da directriz da Entrada 2

HORIZONTAL ALIGNMENT STATION AND CURVE REPORT.

ALIGNMENT: E2

DESC:

DESC. STATION	SPIRAL/CURVE DATA	NORTHING	EASTING
---------------	-------------------	----------	---------

PI 0+000	194971.5982	89832.6033
----------	-------------	------------

LENGTH:	18.902	COURSE:	368.822
---------	--------	---------	---------

PI 0+018.902	194988.2783	89823.7119
--------------	-------------	------------

LENGTH:	164.006	COURSE:	25.029
---------	---------	---------	--------

DELTA:	56.207
--------	--------

CIRCULAR CURVE DATA

PC 0+000	194971.5982	89832.6033
----------	-------------	------------

RP	194990.4141	89867.9015
----	-------------	------------

PT 0+035.316	195005.7381	89830.9532
--------------	-------------	------------

DELTA:	56.207	TYPE:	RIGHT
--------	--------	-------	-------

RADIUS:	40.000	DOC:	159.155
---------	--------	------	---------

LENGTH:	35.316	TANGENT:	18.902
---------	--------	----------	--------

MID-ORD:	3.835	EXTERNAL:	4.241
----------	-------	-----------	-------

CHORD:	34.180	COURSE:	396.925
--------	--------	---------	---------

Es:	4.241
-----	-------

PI 0+180.420	195139.7719	89886.5426
--------------	-------------	------------

LENGTH:	65.222	COURSE:	57.224
---------	--------	---------	--------

DELTA:	32.196
--------	--------

TANGENT DATA

0+035.316 195005.7381 89830.9532
0+115.198 195079.5261 89861.5562
LENGTH: 79.882 COURSE: 25.029

SPIRAL CURVE DATA: CLOTHOID

TS 0+115.198 195079.5261 89861.5562
SPI 195096.1637 89868.4565
SC 0+142.209 195104.2323 89872.4609
LENGTH: 27.011 L TAN: 18.012
RADIUS: 200.000 S TAN: 9.008
THETA: 4.299 P: 0.152
X: 26.999 K: 13.504
Y: 0.608 A: 73.500
CHORD: 27.006 COURSE: 26.462
Ts: 65.222

CIRCULAR CURVE DATA

SC 0+142.209 195104.2323 89872.4609
RP 195015.3213 90051.6112
SC 0+216.344 195163.0895 89916.8352
DELTA: 23.598 TYPE: RIGHT
RADIUS: 200.000 DOC: 31.831
LENGTH: 74.134 TANGENT: 37.497
MID-ORD: 3.425 EXTERNAL: 3.485
CHORD: 73.711 COURSE: 41.126
ES: 6.726

SPIRAL CURVE DATA: CLOTHOID

SC 0+216.344 195163.0895 89916.8352
SPI 195169.1596 89923.4905
PC 0+243.355 195180.3718 89937.5870
LENGTH: 27.011 L TAN: 18.012

RADIUS: 200.000 S TAN: 9.008
 THETA: 4.299 P: 0.152
 X: 26.999 K: 13.504
 Y: 0.608 A: 73.500
 CHORD: 27.006 COURSE: 55.791
 TS: 65.222

 PI 0+243.355 195180.3718 89937.5870

5.1.8.2. Coordenadas de pontos equidistantes de 25 metros da directriz da Entrada 2

HORIZONTAL INCREMENTAL STATIONING REPORT.

ALIGNMENT: E2

DESC:

STATION	NORTHING	EASTING	TANGENTIAL DIRECTION
---------	----------	---------	----------------------

0+000	194971.5982	89832.6033	368.822
0+025	194995.8080	89828.2669	8.611
0+050	195019.3022	89836.5788	25.029
0+075	195042.3949	89846.1563	25.029
0+100	195065.4875	89855.7338	25.029
0+125	195088.5690	89865.3381	25.595
0+150	195111.1417	89876.0593	31.808
0+175	195132.2809	89889.3754	39.765
0+200	195151.5951	89905.2231	47.723
0+225	195168.7979	89923.3421	55.239

5.1.8.3. Características da rasante da Entrada 2

VERTICAL ALIGNMENT STATION AND CURVE REPORT.

ALIGNMENT: E2 VERTICAL ALIGNMENT: FGC SURFACE: SURFACE1

STATION	ELEVATION	CURVE LENGTH	GRADE
---------	-----------	--------------	-------

0+067.791	622.13	25.000	
-----------	--------	--------	--

0.000

VERTICAL CURVE INFORMATION: SAG CURVE

PVC STATION: 0+055.291 ELEVATION: 622.44
PVI STATION: 0+067.791 ELEVATION: 622.13
PVT STATION: 0+080.291 ELEVATION: 622.13
GRADE IN (%): -2.500 GRADE OUT (%): 0.000
CHANGE (%): 2.500 K-VALUE: 10.000 ***
CURVE LENGTH: 25.000 MIN. LENGTH: 30.000
LOW STATION: 0+080.291 ELEVATION: 622.13

0+110.719 622.13 60.000
6.835

VERTICAL CURVE INFORMATION: SAG CURVE

PVC STATION: 0+080.719 ELEVATION: 622.13
PVI STATION: 0+110.719 ELEVATION: 622.13
PVT STATION: 0+140.719 ELEVATION: 624.18
GRADE IN (%): 0.000 GRADE OUT (%): 6.835
CHANGE (%): 6.835 K-VALUE: 8.779 ***
CURVE LENGTH: 60.000 MIN. LENGTH: 82.016
LOW STATION: 0+080.719 ELEVATION: 622.13

0+162.043 625.63 40.000
2.250

VERTICAL CURVE INFORMATION: CREST CURVE

PVC STATION: 0+142.043 ELEVATION: 624.27
PVI STATION: 0+162.043 ELEVATION: 625.63
PVT STATION: 0+182.043 ELEVATION: 626.08
GRADE IN (%): 6.835 GRADE OUT (%): 2.250
CHANGE (%): -4.584 K-VALUE: 8.726 ***
CURVE LENGTH: 40.000 MIN. LENGTH: 45.843

0+025	623.949	623.195
0+050	623.133	622.570
0+075	622.000	622.139
0+100	622.000	622.337
0+125	622.000	623.242
0+150	622.000	624.774
0+175	623.674	625.896
0+200	624.487	626.487
0+225	624.677	627.070

5.1.9. SAÍDA 2

5.1.9.1. Características da directriz da Saída 2

HORIZONTAL ALIGNMENT STATION AND CURVE REPORT.

ALIGNMENT: S2

DESC:

DESC. STATION	SPIRAL/CURVE DATA	NORTHING	EASTING
---------------	-------------------	----------	---------

PI 0+000	194790.5364	89662.9289
----------	-------------	------------

LENGTH:	62.736	COURSE:	25.362
---------	--------	---------	--------

PI 0+062.736	194848.3597	89687.2657
--------------	-------------	------------

LENGTH:	144.138	COURSE:	56.070
---------	---------	---------	--------

DELTA:	30.709
--------	--------

SPIRAL CURVE DATA: CLOTHOID

TS 0+000	194790.5364	89662.9289
----------	-------------	------------

SPI	194807.1377	89669.9161
-----	-------------	------------

SC 0+027.011	194815.1853	89673.9626
--------------	-------------	------------

LENGTH:	27.011	L TAN:	18.012
---------	--------	--------	--------

RADIUS:	200.000	S TAN:	9.008
---------	---------	--------	-------

THETA:	4.299	P:	0.152
--------	-------	----	-------

X:	26.999	K:	13.504
----	--------	----	--------

Y: 0.608 A: 73.500
 CHORD: 27.006 COURSE: 26.794
 Ts: 62.736

 CIRCULAR CURVE DATA

SC 0+027.011 194815.1853 89673.9626
 RP 194725.3389 89852.6456
 SC 0+096.475 194870.6402 89715.2137
 DELTA: 22.111 TYPE: RIGHT
 RADIUS: 200.000 DOC: 31.831
 LENGTH: 69.464 TANGENT: 35.085
 MID-ORD: 3.008 EXTERNAL: 3.054
 CHORD: 69.115 COURSE: 40.716
 Es: 6.118

 SPIRAL CURVE DATA: CLOTHOID

SC 0+096.475 194870.6402 89715.2137
 SPI 194876.8299 89721.7578
 PC 0+123.486 194888.2957 89735.6489
 LENGTH: 27.011 L TAN: 18.012
 RADIUS: 200.000 S TAN: 9.008
 THETA: 4.299 P: 0.152
 X: 26.999 K: 13.504
 Y: 0.608 A: 73.500
 CHORD: 27.006 COURSE: 54.638
 Ts: 62.736

 PI 0+204.888 194940.1135 89798.4272
 LENGTH: 9.524 COURSE: 112.658
 DELTA: 56.588

 TANGENT DATA

0+123.486 194888.2957 89735.6489

0+195.363 194934.0507 89791.0819
 LENGTH: 71.877 COURSE: 56.070

 CIRCULAR CURVE DATA

PC 0+195.363 194934.0507 89791.0819
 RP 194918.6263 89803.8133
 PT 0+213.141 194938.2322 89807.7638
 DELTA: 56.588 TYPE: RIGHT
 RADIUS: 20.000 DOC: 318.310
 LENGTH: 17.778 TANGENT: 9.524
 MID-ORD: 1.943 EXTERNAL: 2.152
 CHORD: 17.198 COURSE: 84.364
 ES: 2.152

 PI 0+213.141 194938.2322 89807.7638

5.1.9.2. Coordenadas de pontos equidistantes de 25 metros da directriz da Saída 2

HORIZONTAL INCREMENTAL STATIONING REPORT.

ALIGNMENT: S2

DESC:

STATION	NORTHING	EASTING	TANGENTIAL DIRECTION
---------	----------	---------	----------------------

0+000	194790.5364	89662.9289	25.362
0+025	194813.3840	89673.0679	29.044
0+050	194835.0857	89685.4462	36.978
0+075	194855.0750	89700.4334	44.936
0+100	194873.0408	89717.7950	52.820
0+125	194889.2593	89736.8163	56.070
0+150	194905.1736	89756.0968	56.070
0+175	194921.0879	89775.3772	56.070
0+200	194936.5631	89794.9663	70.829

5.1.9.3. Características da rasante da Saída 2

VERTICAL ALIGNMENT STATION AND CURVE REPORT.

ALIGNMENT: S2 VERTICAL ALIGNMENT: FGC SURFACE: SURFACE I

STATION	ELEVATION	CURVE LENGTH	GRADE
0+000	628.77		
		0.142	
0+027.654	628.81	40.000	
			-0.230

VERTICAL CURVE INFORMATION: CREST CURVE

PVC STATION: 0+007.654 ELEVATION: 628.78
 PVI STATION: 0+027.654 ELEVATION: 628.81
 PVT STATION: 0+047.654 ELEVATION: 628.76
 GRADE IN (%): 0.142 GRADE OUT (%): -0.230
 CHANGE (%): -0.372 K-VALUE: 107.428
 CURVE LENGTH: 40.000 MIN. LENGTH: 3.723
 HIGH STATION: 0+022.944 ELEVATION: 628.79
 PASSING SD: 4173.062 STOPPING SD: 1804.848

0+074.782	628.70	46.000	
			-8.000

VERTICAL CURVE INFORMATION: CREST CURVE

PVC STATION: 0+051.782 ELEVATION: 628.75
 PVI STATION: 0+074.782 ELEVATION: 628.70
 PVT STATION: 0+097.782 ELEVATION: 626.86
 GRADE IN (%): -0.230 GRADE OUT (%): -8.000
 CHANGE (%): -7.770 K-VALUE: 5.920 ***
 CURVE LENGTH: 46.000 MIN. LENGTH: 77.700
 PASSING SD: 222.018 STOPPING SD: 108.531

0+164.485	621.52	90.000	
-----------	--------	--------	--

2.500

VERTICAL CURVE INFORMATION: SAG CURVE

PVC STATION: 0+119.485 ELEVATION: 625.12
PVI STATION: 0+164.485 ELEVATION: 621.52
PVT STATION: 0+209.485 ELEVATION: 622.65
GRADE IN (%): -8.000 GRADE OUT (%): 2.500
CHANGE (%): 10.500 K-VALUE: 8.571 ***
CURVE LENGTH: 90.000 MIN. LENGTH: 126.000
LOW STATION: 0+188.056 ELEVATION: 622.38

5.1.9.4. Cotas de pontos equidistantes de 25 metros da rasante da Saida 2

VERTICAL ALIGNMENT STATION INCREMENT REPORT.

ALIGNMENT: S2 VERTICAL ALIGNMENT: FGC SURFACE: SURFACE1

STATION	EGC	EGL	EGR	FGC
0+000	630.603		628.766	
0+025	628.953		628.788	
0+050	627.571		628.754	
0+075	625.885		628.241	
0+100	625.099		626.680	
0+125	624.080		624.698	
0+150	623.929		623.223	
0+175	623.412		622.478	
0+200	623.727		622.461	

5.2. PEÇAS DESENHADAS

Folha 1 – Projecto de Execução de um Nó em Diamante – Planta Geral 1/2;

Folha 2 – Projecto de Execução de um Nó em Diamante – Planta Geral 2/2;

Folha 3 – Projecto de Execução de um Nó em Diamante – Planta e Perfil Longitudinal do Alinhamento 1;

Folha 4 – Projecto de Execução de um Nó em Diamante – Planta e Perfil Longitudinal do Alinhamento 2 e da Saída 1;

Folha 5 – Projecto de Execução de um Nó em Diamante – Planta e Perfil Longitudinal da Entrada 1 e da Rotunda 1;

Folha 6 – Projecto de Execução de um Nó em Diamante – Planta e Perfil Longitudinal do Rotunda 2 e da Entrada 2;

Folha 7 – Projecto de Execução de um Nó em Diamante – Planta e Perfil Longitudinal da Passagem Inferior e da Saída 2;

BIBLIOGRAFIA

Santa-Rita, António José de, (2006).*História das Estradas de Portugal*. Edições Universitárias Lusófonas, Lisboa.

Normas de Nós de Ligação, Junta Autónoma de Estradas, 1993

Normas de Traçado, Junta Autónoma de Estradas, 1992

Normas de Intersecções, Junta Autónoma de Estradas, 1993

França, Adalberto Quelhas da Silva, *Tópicos e Resumos de Complementos de Estradas e Aeródomos*

França, Adalberto Quelhas da Silva, *Sebenta de Vias de Comunicação I*. Feup, 1995

França, Adalberto Quelhas da Silva, *Sebenta de Vias de Comunicação II*. Feup, 1995

www.estradasdeportugal.pt, 16/04/2009

www.novasestradas.pt, 17/04/2009

www.moptc.pt, 15/04/2009

www.inir.pt, 15/04/2009

www.brisa.pt, 18/04/2009

www.norscut.com, 18/04/2009

www.aenor.pt, 19/04/2009

www.aeatlantico.pt, 19/04/2009

www.lusoponte.pt, 19/04/2009

www.scutvias.pt, 19/04/2009