



ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA RODOVIÁRIA: PROJETO EM CONSTRUÇÃO  
ESTUDO DE CASO DE UMA RODOVIA NOS ANDES

Fabrizio Pellegrini de Azeredo

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes.

Orientador(es): Hostilio Xavier Ratton Neto

Rio de Janeiro  
Outubro de 2013

ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA RODOVIÁRIA: PROJETO EM CONSTRUÇÃO  
ESTUDO DE CASO DE UMA RODOVIA NOS ANDES

Fabrizio Pellegrini de Azeredo

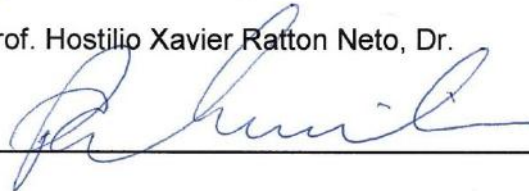
DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

Examinada por:



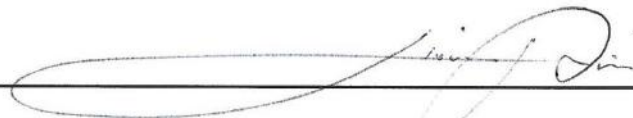
---

Prof. Hostilio Xavier Rattón Neto, Dr.



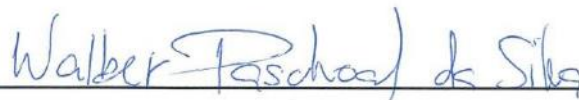
---

Prof. Paulo Cezar Martins Ribeiro, Ph.D.



---

Prof. Giovani Manso Ávila, D.Sc.



---

Prof. Walber Paschoal da Silva, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

OUTUBRO DE 2013

Azeredo, Fabrizio Pellegrini de

Assistência Técnica de Obra Rodoviária: Projeto em Construção – Estudo de Caso de uma Rodovia nos Andes/ Fabrizio Pellegrini de Azeredo. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

XIV, 405 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Hostilio Xavier Ratton Neto

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes, 2013.

Referências Bibliográficas: p. 99-102.

1. Assistência técnica de obra. 2. Acompanhamento de obra rodoviária. 3. Construção de rodovia. I. Ratton Neto, Hostilio Xavier. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes. III. Título.

Por ser fruto do investimento de toda a sociedade há quatorze anos, dedico este trabalho, particularmente, às Instituições Públicas de Educação que, apesar das dificuldades, continuam formando cidadãos plenos, pesquisadores de excelência e profissionais qualificados.

## AGRADECIMENTOS

A Ele, e à sua gloriosa obra – Natureza –, por me ensinar a todo instante que a vida é a expressão do verbo amar.

Aos meus queridos pais, que me criaram com afeto e me educaram com liberdade, e aos meus irmãos, que são pessoas especiais em minha vida.

À minha ex-companheira, pela relação duradoura, que me ajudou a crescer e amadurecer.

A todos os amigos e amigas, que me proporcionam alegria e momentos prazerosos.

Ao meu orientador, que esteve presente durante todo o caminho, me incentivando, ensinando e trocando experiências, sempre de maneira sincera, espontânea e amiga.

A todo o pessoal do PET, dos docentes aos funcionários da secretaria, por serem pessoas maravilhosas, prestativas e colaboradoras.

A toda empresa PCE, dos diretores aos colegas de departamento, por acreditar, confiar e investir no meu lado profissional, permitindo expressar minha pequena contribuição para o desenvolvimento de nosso país e continente.

Aos extraordinários profissionais participantes das entrevistas e dos questionários, que estiveram dispostos a cooperar para a pesquisa, enriquecendo seu conteúdo.

Finalmente, gostaria de expressar minha gratidão a todas as pessoas que colaboram e participam direta e indiretamente do meu cotidiano, desde o agricultor que me alimenta, passando pelo locador de onde eu moro, ao mecânico da minha moto, até ao médico que extrai meu sangue; sem esquecer dos bibliotecários, é claro. A vocês, também, meu muito obrigado!

*O que examinamos é aquilo que está dominado pelo campo das nossas crenças, opiniões e conceitos; é um mar infinito de incertezas. Os conceitos aos quais nos apegamos são como minúsculos barcos agitados no meio de um vasto oceano. Contamos com nossas crenças e idéias, considerando-as sólidas, mas, na realidade, elas (e nós) estão em mares revoltos. Quaisquer idéias ou crenças que mantemos em nossa mente são necessariamente contrapostas a outras idéias e crenças. Dessa forma, não podemos evitar de sentir a dúvida.*

Steve Hagen

*Sempre permaneça aventureiro.  
Por nenhum momento se esqueça de que  
a vida pertence aos que investigam.  
Ela não pertence ao estático;  
Ela pertence ao que flui.  
Nunca se torne um reservatório,  
sempre permaneça um rio.*

Bhagwan S. Rajneesh

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

## ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA RODOVIÁRIA: PROJETO EM CONSTRUÇÃO ESTUDO DE CASO DE UMA RODOVIA NOS ANDES

Fabrizio Pellegrini de Azeredo

Outubro/2013

Orientador: Hostilio Xavier Ratton Neto

Programa: Engenharia de Transportes

O presente trabalho propõe avaliar o emprego de uma equipe de assistência técnica de obra (ATO) em rodovias, entendendo os seus conceitos e principais aspectos, por meio de um estudo de caso da construção de uma rodovia na Cordilheira dos Andes. Buscando complementar a pesquisa sobre o tema, foram realizadas entrevistas com profissionais atuantes do setor rodoviário, a fim de obter informações sobre a conjuntura e a prática de assistência técnica de obra. O objeto do estudo de caso é uma experiência em que houve a participação ativa do pesquisador, onde foi possível obter os dados e fazer uma análise comparativa dos projetos. Para recolher mais dados sobre a experiência, foi enviado um questionário sobre a atuação da ATO para alguns engenheiros que participaram da obra. Com esses elementos, conclui-se que o serviço de assistência técnica é pertinente e contribui com uma parcela significativa para a melhoria do desempenho das obras rodoviárias, porque é uma medida que torna o empreendimento mais adequado e compatível com a realidade local, gerando benefícios técnicos, econômicos e sociais.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

TECHNICAL ASSISTANCE OF ROADWORKS: PROJECT IN CONSTRUCTION  
CASE STUDY OF A HIGHWAY IN THE ANDES

Fabrizio Pellegrini de Azeredo

October/2013

Advisors: Hostilio Xavier Ratton Neto

Department: Transportation Engineering

This work proposes to evaluate the use of a technical assistance team of works (ATO) in highways, understand its concepts and main aspects, through a case study of the construction of a highway at Andes. Seeking to complementary the research on the theme, were conducted interviews with professionals involved in the road sector, in order to obtain information about the situation and the practice of technical assistance of civil works. The object of the case study is an experience in which there was active participation of the researcher, where it was possible to obtain the data and make a comparative analysis of the projects. To collect more data about the experience, it was sent a questionnaire about the performance of the ATO for some engineers who participated of the civil works. With these elements, it is concluded that the technical assistance service is pertinent and contributes with a significant part to the performance improvement of road civil works because is a measure that makes the enterprise more suited and compatible with the local reality, generating technical, economic and social benefits.



## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>1</b>  |
| 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....  | 1         |
| 1.2 JUSTIFICATIVA .....   | 2         |
| 1.3 PROBLEMA, QUESTÕES E HIPÓTESE .....                                       | 2         |
| 1.3.1 Problema .....  | 2         |
| 1.3.2 Questões .....  | 3         |
| 1.3.3 Hipótese .....  | 3         |
| 1.4 OBJETIVOS.....  | 3         |
| 1.4.1 Objetivo Geral .....  | 3         |
| 1.4.2 Objetivos Específicos .....   | 4         |
| 1.5 MATERIAIS E MÉTODO .....  | 4         |
| 1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....  | 6         |
| <b>2 CONTEXTO HISTÓRICO E REVISÃO DA LITERATURA</b> .....                     | <b>9</b>  |
| 2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....  | 9         |
| 2.2 CONTEXTO HISTÓRICO .....  | 9         |
| 2.2.1 Setor Rodoviário.....   | 9         |
| 2.2.2 Acompanhamento De Obras.....  | 11        |
| 2.2.3 Consultoria Na Engenharia .....   | 12        |
| 2.2.4 Legislação Para A Contratação De Projetos.....                          | 13        |
| 2.2.5 Qualidade Dos Projetos .....  | 15        |
| 2.2.6 Assistência Técnica De Obras .....                                      | 17        |
| 2.3 REVISÃO DA LITERATURA.....  | 18        |
| 2.4 OUTRA FONTE DE REFERÊNCIA (ENTREVISTAS).....                              | 24        |
| 2.4.1 Ato Em Obra De Arte Especial.....                                       | 24        |
| 2.4.2 Ato Em Portugal .....   | 24        |
| 2.4.3 Ato Na Espanha .....  | 25        |
| <b>3 CONCEITOS E ASPECTOS DA ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA RODOVIÁRIA</b> ..... | <b>27</b> |
| 3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....  | 27        |
| 3.2 ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DE OBRA .....                                      | 27        |
| 3.2.1 Fiscalização Direta .....   | 28        |
| 3.2.2 Supervisão.....   | 29        |
| 3.2.3 Gerenciamento.....  | 30        |
| 3.2.4 Assessoria Ou Assistência Técnica .....                                 | 30        |
| 3.3 ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA RODOVIÁRIA.....                               | 31        |
| 3.3.1 Definição.....  | 32        |
| 3.3.2 Conjunto De Atividades.....   | 33        |
| 3.3.3 Estrutura Necessária.....   | 35        |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.3.4 Custo De Contratação Da Assistência Técnica De Obra .....                           | 39        |
| 3.4 PRESSUPOSTOS DA PRÁTICA DE ATO .....  | 39        |
| 3.4.1 Vantagens .....   | 40        |
| 3.4.2 Desvantagens .....  | 40        |
| 3.4.3 Construtibilidade.....  | 41        |
| 3.4.4 Engenharia Simultânea.....  | 42        |
| 3.5 SÍNTESE DAS ENTREVISTAS COM OS ESPECIALISTAS EM OBRAS E PROJETOS<br>RODOVIÁRIOS ..... | 42        |
| 3.5.1 Relato Das Entrevistas.....   | 44        |
| 3.5.2 Comentários Do Autor.....   | 46        |
| <b>4 ESTUDO DE CASO: RODOVIA DOS ANDES .....</b>  | <b>47</b> |
| 4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....  | 47        |
| 4.2 O TRABALHO DA ATO NA RODOVIA DOS ANDES .....  | 48        |
| 4.3 DEMAIS PARTICULARIDADES DA ATO DA RODOVIA DOS ANDES .....                             | 51        |
| 4.4 PROTOCOLO DO ESTUDO DE CASO.....  | 53        |
| 4.4.1 Visão Geral Do Projeto Do Estudo De Caso.....                                       | 53        |
| 4.4.2 Procedimento De Campo.....  | 54        |
| 4.4.3 Questões Do Estudo De Caso .....  | 54        |
| 4.4.4 Guia Para Relatório Do Estudo De Caso.....  | 55        |
| 4.5 COLETA DE DADOS.....  | 55        |
| 4.5.1 Observação Participante.....  | 55        |
| 4.5.2 Registro De Arquivo .....   | 56        |
| 4.5.3 Questionário .....  | 57        |
| 4.6 MÉTODO UTILIZADO .....  | 57        |
| 4.7 COMPARAÇÃO ENTRE PROJETO EXECUTIVO E PROJETO ATO.....                                 | 58        |
| 4.8 CUSTO DAS OBRAS DOS PROJETOS .....  | 60        |
| 4.9 CRITÉRIOS E PREMISSAS ADOTADOS.....   | 62        |
| 4.9.1 Critério Geral .....  | 62        |
| 4.9.2 Especialidade Drenagem .....  | 63        |
| 4.9.3 Especialidade Sinalização/ Segurança Viária.....                                    | 64        |
| 4.9.4 Especialidade Muro De Contenção.....  | 64        |
| 4.9.5 Especialidade Terraplenagem/ Pavimentação .....                                     | 64        |
| 4.9.6 Característica Dos Concretos .....  | 65        |
| 4.10 QUALIDADE DOS PROJETOS DA ATO.....   | 66        |
| 4.11 QUESTIONÁRIO SOBRE ATO DA RODOVIA DOS ANDES .....                                    | 67        |
| 4.11.1 Importância Da Ato.....  | 67        |
| 4.11.2 Economia Da Ato .....  | 67        |
| 4.11.3 Qualidade Da Ato .....   | 68        |
| 4.11.4 Soluções Da Ato.....   | 68        |
| 4.11.5 Sucesso Da Obra .....  | 68        |

|  |            |
|--|------------|
| <b>5 ANÁLISE E RESULTADOS .....</b>  | <b>69</b>  |
| 5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....   | 69         |
| 5.2 GEOMETRIA - VARIANTE KM 77+020 - 78+040 .....  | 69         |
| 5.3 GEOTECNIA – VARIAÇÃO DE TALUDE DE CORTE KM 86+670 - 86+920.....  | 72         |
| 5.4 MURO DE CONTENÇÃO - KM 54+660 - 54+725 (PROJETO EXECUTIVO) X KM 54+295 -<br>54+316 (PROJETO ATO) ..... | 74         |
| 5.5 OBRA DE ARTE ESPECIAL - PONTILHÃO KM 84+137 .....  | 77         |
| 5.6 DRENAGEM - SUBSTITUIÇÃO DE PONTILHÃO KM 92+363 POR BUEIRO DUPLO .....                                  | 79         |
| 5.7 SINALIZAÇÃO/ SEGURANÇA VIÁRIA - DEFENSA METÁLICA - KM 46+000 - 59+000 .....                            | 82         |
| 5.8 RESUMO DOS RESULTADOS .....  | 84         |
| 5.9 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....   | 86         |
| 5.10 CONSIDERAÇÕES DO AUTOR SOBRE O QUESTIONÁRIO DA ATO RODOVIA DOS<br>ANDES .....                         | 88         |
| <b>6 CONCLUSÃO .....</b>   | <b>91</b>  |
| 6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....  | 91         |
| 6.2 ESTUDO DE CASO .....   | 92         |
| 6.3 LIMITES DA PESQUISA.....   | 93         |
| 6.4 ÊXITO DA PESQUISA.....   | 94         |
| 6.5 SOBRE ATO DE RODOVIAS .....  | 95         |
| 6.6 ATO NO BRASIL .....  | 96         |
| 6.7 RECOMENDAÇÕES .....  | 98         |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>99</b>  |
| <b>APÊNDICES.....</b>  | <b>103</b> |
| APÊNDICE I – TABELAS DE CUSTO .....  | 105        |
| APÊNDICE II – TABELAS DE QUANTIDADE .....  | 131        |
| APÊNDICE III – MEMÓRIAS DE CÁLCULO .....   | 145        |
| APÊNDICE IV – FIGURAS AMPLIADAS DOS PROJETOS EXECUTIVO E ATO.....  | 217        |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>233</b> |
| ANEXO I – PROPOSTAS E CONTRATOS ATO GERAL .....  | 235        |
| ANEXO II – DOCUMENTOS ATO RODOVIA DOS ANDES .....  | 249        |
| ANEXO III – RELATÓRIOS TÉCNICOS ATO RODOVIA DOS ANDES .....  | 285        |
| ANEXO IV – PROJETOS RODOVIA DOS ANDES .....  | 337        |
| ANEXO V – RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO ATO RODOVIA DOS ANDES.....   | 401        |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Níveis de Atuação do Dispositivo de Fiscalização do DNER.....                           | 28 |
| Figura 2: Conjuntos de Atividades dos Serviços de Acompanhamento de Obra .....                    | 31 |
| Figura 3: Estrutura Necessária para o Serviço de Assistência Técnica de Obra.....                 | 38 |
| Figura 4 - Mapa da Rodovia Interoceânica Sul Peru-Brasil - Tramo 2 - Urcos-Puente Inambari.....   | 47 |
| Figura 5 - Fluxo das Etapas do Trabalho da ATO na Rodovia dos Andes.....                          | 51 |
| Figura 6 - Elaboração do Orçamento com os Custos das Obras. ....                                  | 60 |
| Figura 7: Geometria - Planta com os Traçados do Projeto Executivo e Projeto ATO. .                | 70 |
| Figura 8: Geotecnia - Parte do Informe Técnico da ATO. ....                                       | 73 |
| Figura 9 - Geotecnia - Seções Transversais do Projeto Executivo e Projeto ATO. ....               | 74 |
| Figura 10: Muro de Contenção - Seção Tipo do Projeto Executivo e Projeto ATO.....                 | 76 |
| Figura 11: Obra de Arte Especial - Planta do Projeto Executivo e Projeto ATO. ....                | 78 |
| Figura 12: Drenagem - Planta Projeto Executivo e Projeto ATO. ....                                | 80 |
| Figura 13: Drenagem - Parte do Informe Técnico da ATO. ....                                       | 82 |
| Figura 14: Sinalização - Planta do km 46+400 ao km 47+900 do Projeto Executivo e Projeto ATO..... | 83 |
| Figura 15: Capacidade de Influenciar os Custos do Empreendimento ao Longo do Tempo. ....          | 86 |
| Figura 16: Incerteza do Custo Inicial de um Projeto.....  | 87 |
| Figura 17: Questionário Respondido por Entrevistado.....  | 89 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1: Coleta de Dados - Fontes e Evidências. ....  | 54 |
| Tabela 2: Serviços e Códigos do SICRO2. ....   | 61 |
| Tabela 3: Geometria - Diferença de Quantidades Projeto Executivo x Projeto ATO. ..             | 70 |
| Tabela 4: Geometria - Quantidade de Terraplenagem do Projeto ATO.....                          | 71 |
| Tabela 5: Geometria - Custo da Diferença Projeto Executivo x Projeto ATO. ....                 | 72 |
| Tabela 6: Geotecnia - Custo da Diferença Projeto Executivo x Projeto ATO.....                  | 73 |
| Tabela 7: Muro de Contenção - Quantidades de Terraplenagem do Projeto ATO. ....                | 75 |
| Tabela 8: Muro de Contenção - Custo da Diferença Projeto Executivo x Projeto ATO.<br>.....     | 76 |
| Tabela 9: Obra de Arte Especial - Custo da Diferença Projeto Executivo x Projeto ATO.<br>..... | 79 |
| Tabela 10: Drenagem - Custo da Diferença Projeto Executivo x Projeto ATO. ....                 | 80 |
| Tabela 11: Sinalização - Custo da Diferença Projeto Executivo x Projeto ATO.....               | 82 |
| Tabela 12: Resumo - Custo da Diferença Projeto Executivo x Projeto ATO.....                    | 84 |
| Tabela 13 - Resumo das Respostas da Questão 2 do Questionário da Rodovia dos<br>Andes. ....    | 89 |
| Tabela 14 - Resumo das Respostas da Questão 3 do Questionário da Rodovia dos<br>Andes. ....    | 90 |

## LISTA DE SIGLAS

|          |   |
|----------|---|
| ABCE     | Associação Brasileira de Consultores de Engenharia                          |
| ANTT     | Agência Nacional de Transportes Terrestres                                  |
| ATO      | Assistência Técnica de Obra   |
| BDI      | Benefícios e Despesas Indiretas   |
| CII      | <i>Construction Industry Institute</i>                                      |
| COMPERJ  | Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro                                     |
| CREMA    | Contrato de Restauração e Manutenção  |
| DAER/RS  | Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Estado do Rio Grande do Sul |
| DER      | Departamento de Estradas de Rodagem   |
| DER/SP   | Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo                  |
| DERSA    | Desenvolvimento Rodoviário S.A.   |
| DMT      | Distância Média de Transporte   |
| DNER     | Departamento Nacional de Estradas de Rodagem                                |
| DNIT     | Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes                      |
| FRN      | Fundo Rodoviário Nacional   |
| IPEA     | Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas                                 |
| MTC      | <i>Ministerio de Transportes y Comunicaciones</i>                           |
| OAC      | Obra de Arte Corrente   |
| OAE      | Obra de Arte Especial   |
| PAC      | Programa de Aceleração do Crescimento                                       |
| PIR      | Programa Integrado de Revitalização de Rodovias Federais                    |
| PND      | Programa Nacional de Desestatização   |
| PROCOFE  | Programa de Concessões de Rodovias Federais                                 |
| RDC      | Regime Diferenciado de Contratações Públicas                                |
| SICRO2   | Sistema de Custos Rodoviários   |
| SINAENCO | Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva      |
| SNV      | Sistema Nacional de Viação  |
| SUS      | Sistema Único de Saúde  |
| TCU      | Tribunal de Contas da União   |
| TMCD     | <i>Tubería de Metal Corrugada Doble</i>                                     |

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Qualquer rodovia ou estrada é importante para o desenvolvimento e integração socioeconômica de uma região ou país. Amiúde, as obras de infraestrutura rodoviária envolvem a aplicação de grande quantidade de recursos humanos, financeiros e logísticos por parte do poder público, iniciativa privada ou dos dois em conjunto. Basicamente, como qualquer obra civil, a construção de uma rodovia também possui as etapas de estudo, projeto, execução, operação e manutenção.

O maior investimento para um empreendimento rodoviário, amiúde, é a fase da construção. As demais fases têm pesos menores, sendo, geralmente, o estudo e projeto a menor delas. Porém, esta possui um significado e uma relevância crucial, porque a definição de um bom projeto de engenharia traz enormes chances de realização de uma obra com qualidade, preço justo e prazo cumprido, ou seja, possibilita melhor retorno do capital e beneficia a sociedade que é o usuário final.

Como a construção, frequentemente, recebe a maior parte dos recursos, é fundamental para o empreendimento, a realização dos trabalhos de acompanhamento da obra. Este pode ser de várias maneiras, dependendo do objetivo do empreendedor. Serviços como gerenciamento, supervisão e fiscalização são os mais utilizados. Sua finalidade pode ser traduzida nos controles de qualidade da execução da obra e nos controles financeiro e ambiental. A responsabilidade pelo acompanhamento é de instituições do poder público, agências reguladoras ou empresas privadas de consultoria contratadas, podendo a obra rodoviária acontecer em vias operadas por concessionárias ou não.

De forma a complementar esses controles e auxiliar na prestação das etapas de execução do empreendimento rodoviário, surge a prática de empregar uma equipe de projetos para realizar o serviço de consultoria denominado assistência técnica de obras (ATO). Dependendo do porte da construção, a necessidade desse apoio às obras assume um real valor, pois tem como finalidade melhorar o retorno do investimento, garantindo a qualidade dos serviços e produtos dentro das normas, padrões e especificações pré-estabelecidos, além de procurar aperfeiçoar os projetos com a redução de custos e prazos para o cliente, quer seja uma entidade pública ou privada.

A ATO pode contribuir significativamente para o avanço da obra, porque se antecipa aos problemas, os soluciona com maior agilidade e, sempre que possível, propõe melhorias e benfeitorias para o empreendimento, devido sua participação acontecer *in loco*, isto é, na obra. Essa vantagem de estar próximo da realidade local, com suas características e especificidades, permite adaptar e adequar os projetos e as obras, proporcionando um melhor resultado em termos técnicos, econômicos e, também, sociais, pois procura atender às necessidades da população residente nas adjacências da rodovia.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A experiência do pesquisador em uma equipe de assistência técnica de uma rodovia em construção revelou o potencial que a atividade da ATO teve para o empreendimento, porque influenciou positivamente a qualidade dos projetos e das obras e a consequente redução dos custos de execução dos serviços.

Em função disso, constatou que em outros tipos de empreendimento, não só em rodovias, a assistência técnica de obra constava nas propostas das consultoras para contratação de projetos por empreendedores privados.

Esses dois fatos, da experiência e da observação do autor, são as razões da preferência pelo tema escolhido, no qual despertaram o interesse de avaliar com maior profundidade o assunto e obter mais e melhores evidências desse potencial.

## 1.3 PROBLEMA, QUESTÕES E HIPÓTESE

Segundo FLICK (2009), existem caminhos distintos para a formulação da pergunta de pesquisa: um deles é começar da pergunta depois aplicá-la através de seu trabalho empírico para encontrar a solução. O outro é começar pela observação geral e ir direcionando a pergunta conforme o desenvolvimento da investigação. Para a pesquisa desse estudo, o primeiro caso é o mais apropriado.

### 1.3.1 Problema

Com a competição entre as empresas de construção e de concessão, torna-se cada vez mais crescente a procura por meios para atingir maior produtividade e por



executar projetos mais racionais – tecnicamente adaptados e financeiramente lucrativos –, visto que a cobrança de resultados e a avaliação por desempenhos nas obras e serviços rodoviários é um fato presente.

Alguns projetos atuais não são tão apropriados para atender às finalidades do empreendimento ou da obra rodoviária, exigindo-se maior nível de detalhamento e possíveis ajustes/ modificações no momento da execução.

Logo, o problema é a adequação dos projetos às peculiaridades da implantação, cujos reflexos incidem sobre a qualidade e a economia da obra.

### **1.3.2 Questões**

Com o propósito de solucionar o problema descrito acima, espera-se que a pesquisa seja capaz de responder as seguintes questões:

- Como melhorar a qualidade dos projetos rodoviários?
- Como reduzir os custos das obras rodoviárias a partir dos projetos?
- É possível aperfeiçoar e aprimorar projetos durante a etapa de construção?

### **1.3.3 Hipótese**

Colaborando para a investigação do assunto, a formulação de uma hipótese é sempre relevante. Para a presente pesquisa a hipótese é: o emprego de uma equipe de assistência técnica torna o empreendimento mais adequado e compatível com a realidade local, trazendo benefício técnico e econômico.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo Geral**

A presente pesquisa tem o propósito de identificar os possíveis impactos sobre os custos e a qualidade técnica das intervenções realizadas por uma equipe de assistência técnica de obra em uma construção rodoviária.

#### 1.4.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Aprofundar o conhecimento sobre a assistência técnica de obra e sua aplicabilidade;
- Analisar um exemplo prático, oriundo de um caso real, do emprego de ATO na construção de rodovia e
- Obter evidências sobre os reflexos da ATO no estudo de caso.

#### 1.5 MATERIAIS E MÉTODO

Ao expor o problema, as questões, a hipótese e os objetivos, o pesquisador deve mostrar como vai fazer para alcançar seus objetivos.

Inicialmente, toda pesquisa deve procurar abordar e analisar todo o material bibliográfico já produzido por outros pesquisadores ou por instituições de ensino ou centros de pesquisa. A busca desta investigação não envolveu apenas artigos, dissertações ou teses, como também, manuais, editais de órgãos públicos e propostas e contratos de empresas privadas.

No caso desta dissertação, a revisão da literatura teve a finalidade de encontrar informações e dados para a conceituação e a caracterização do serviço de assistência técnica, cujo conteúdo possa explicar o significado do termo, sua função e as condições em que se emprega o serviço. Todavia, também foram fundamentais as observações e as apreciações do pesquisador através das experiências adquiridas em trabalhos anteriores de ATO.

Vale ressaltar que, além disso, para compreender melhor o serviço de assistência técnica, foram realizadas entrevistas com profissionais experientes, a fim de conhecer seus comentários sobre o serviço.

Para confirmar a hipótese, entende-se que um método seria o de estudar alguns exemplos de aplicações de ATO, a partir dos quais, futuramente, se possa chegar à generalização da sua relevância para as obras rodoviárias.

Essa dissertação pretende contribuir nesse sentido por meio da análise da atuação da assistência técnica na construção da Rodovia Interoceânica Sul, nos Andes peruanos, onde o pesquisador atuou junto à coordenação da equipe de ATO.

Trata-se, portanto de um estudo de caso no qual se avaliou se os projetos elaborados pela assistência técnica foram determinantes para os resultados da obra.

Os materiais obtidos são arquivos digitais com documentos, relatórios e projetos obtidos pelo autor por ter sido um observador participante durante a construção da rodovia.

A avaliação dos projetos baseia-se na comparação de custo das obras contidas nas soluções elaboradas pela equipe de assistência técnica e no projeto executivo aprovado pelo órgão rodoviário, e na apreciação dos benefícios gerados pelos projetos da ATO.

Ademais, no intuito de enriquecer o estudo de caso com mais dados, foi elaborado um questionário sobre o trabalho da ATO na Rodovia dos Andes, com a finalidade de obter a opinião dos profissionais que participaram da sua construção.

## 1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Com a finalidade de explicar objetivamente o assunto de assistência técnica de obras rodoviárias, a estrutura da dissertação contém os seguintes capítulos:

- ♦ Capítulo 1 – Refere-se à introdução, onde descreve o tema na sua parte introdutória, a justificativa, o problema, as questões da pesquisa, a hipótese, os objetivos, os materiais e o método e, por fim, a estrutura da dissertação.
- ♦ Capítulo 2 – É dividido em três partes: o contexto histórico, a revisão da literatura e outra fonte de referência. A primeira parte descreve o setor rodoviário, passa pelo acompanhamento de obras e consultoria, aborda a legislação e a qualidade de projetos, e se encerra com a origem da assistência técnica de obras. A segunda parte é relativa à análise da bibliografia, às propostas e aos contratos, incluindo também a lei de assistência técnica. A terceira parte mostra como outra fonte de referência, alguns relatos extraídos das entrevistas com profissionais seniores da área rodoviária.
- ♦ Capítulo 3 – Versa sobre os conceitos e os aspectos da assistência técnica de obras rodoviárias. Este capítulo contém quatro seções. A primeira diferencia o acompanhamento técnico da assistência técnica de obras. A segunda se refere a definição do termo, seu conjunto de atividades, sua estrutura necessária e seu custo de contratação. Na terceira, é feita uma pressuposição das vantagens e desvantagens da ATO. A última seção apresenta um resumo dos comentários sobre ATO obtidos nas entrevistas realizadas.
- ♦ Capítulo 4 – Traz o estudo de caso da construção de uma rodovia na Cordilheira dos Andes, no qual descreve as particularidades da assistência técnica de obra nesse empreendimento, as etapas de desenvolvimento da pesquisa como o protocolo, a coleta de dados, o método utilizado, a comparação de custos das obras, a qualidade dos projetos da ATO e o questionário sobre a experiência.
- ♦ Capítulo 5 – Analisa os trechos escolhidos da rodovia do estudo de caso e em seguida, debate os resultados encontrados, incluindo as respostas dos questionários.
- ♦ Capítulo 6 – Expõe as conclusões da pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros.

Ao final da dissertação são apresentadas as referências, seguidas dos apêndices e dos anexos. Sobre os apêndices e os anexos<sup>1</sup> é importante informar:

a) O Apêndice da dissertação se divide em:

- Apêndice I – Tabelas de Custo;
- Apêndice II – Tabelas de Quantidade;
- Apêndice III<sup>2</sup> – Memórias de Cálculo e
- Apêndice IV – Figuras Ampliadas dos Projetos Executivo e ATO.

b) O Anexo<sup>3</sup> da dissertação se divide em:

- Anexo I<sup>4</sup> – Propostas e Contratos ATO Geral;
- Anexo II<sup>5</sup> – Documentos ATO Rodovia dos Andes;
- Anexo III – Relatórios Técnicos ATO Rodovia dos Andes;
- Anexo IV – Projetos Rodovia dos Andes e
- Anexo V – Respostas do Questionário ATO Rodovia dos Andes.

---

<sup>1</sup> Como a experiência do estudo de caso foi realizada no Peru, todos os seus respectivos documentos estão no idioma espanhol.

<sup>2</sup> Todas as memórias de cálculo estão em português. Os termos em espanhol estão entre parênteses e em itálico.

<sup>3</sup> Os nomes dos profissionais e das empresas privadas constantes de todos os anexos foram suprimidos por não serem determinantes para a pesquisa e por não se ter autorização dos mesmos para publicação.

<sup>4</sup> As propostas e contrato da revisão da literatura não estão apresentados na íntegra, porque possuem diversas páginas com material não relacionado ao tema da pesquisa.

<sup>5</sup> Os documentos, relatórios técnicos e projetos do estudo de caso, por serem volumosos, foram optados por exibir nos anexos apenas as partes mais relevantes para a investigação.



## **2 CONTEXTO HISTÓRICO E REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Ao iniciar o assunto de assistência técnica de obras de rodovias, entende-se que é fundamental antes de abordar a revisão de literatura, apresentar a contextualização histórica de como surgiu esse serviço rodoviário, em seu modelo atual.

Desse modo, o presente capítulo foi separado em três partes: primeiro explica a conjuntura histórica da assistência técnica, com os fatores que contribuíram para a sua origem; na segunda, descreve como foi realizada a revisão bibliográfica, e na última parte, mostra outra fonte de referência, utilizada na pesquisa, que foram as entrevistas realizadas com profissionais do ramo rodoviário.

### **2.2 CONTEXTO HISTÓRICO**

O contexto histórico da pesquisa foi dividido em quatro partes, com a finalidade de convergir da área mais ampla até a mais específica. Nesse sentido, inicia-se com um breve histórico do setor rodoviário, mostrando seu desenvolvimento. Depois, é abordado o progresso do serviço de acompanhamento de obras e a evolução da consultoria nos projetos de rodovia. Em seguida, comenta-se a legislação para a contratação de projetos e a contribuição da qualidade dos mesmos. Por fim, é explicado como surgiu a assistência técnica de obras no seu modelo atual.

#### **2.2.1 Setor Rodoviário**

Em 1937, foi criado o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) com as competências, dentre outras, de “executar ou fiscalizar estudos, projetos, orçamentos, locação, construção, conservação, reconstrução e melhoramentos de estradas de rodagem nacionais” (SERMAN, 2008). Para tais funções, o DNER contava com uma boa infraestrutura, com corpo técnico próprio e vários equipamentos para construção.

O Sistema Nacional de Viação (SNV) – implantado em 1945, juntamente com a criação do Fundo Rodoviário Nacional (FRN) e a reestruturação do DNER, fez com que o setor rodoviário ganhasse força. Surgem nessa época os Departamentos de Estradas de Rodagem (DER) nos estados brasileiros (MACHADO, 2002).

DNER (1995) explica que com a expansão da malha rodoviária, incentivadas pela criação da Petrobrás em 1953 e a construção da Capital Federal Brasília, em 1957, já não era mais possível projetar e construir rodovias somente pelos órgãos públicos. A partir deste cenário, o DNER e os DERs elaboraram normas e planilhas de preços para a contratação de construtoras e consultoras para projeto, execução e fiscalização de obras, engendrando uma grande evolução com as experiências adquiridas durante o crescimento da rede rodoviária por todo o país na “Era do Milagre Econômico”, período 1969-1973.

Com a crise do petróleo em 1973 veio à recessão econômica mundial e afetando também o setor rodoviário brasileiro. As consequências foram a extinção do FRN, a transferência de rodovias para os estados e uma forte redução dos investimentos em obras e no financiamento dos serviços de conservação e manutenção da malha existente. Devido a carência de recursos públicos, as atividades de acompanhamento e controle das obras tiveram queda no nível de qualidade e passaram a ser executados pelo construtor, que mantinha os registros à disposição da fiscalização do órgão público (DNER, 1995).

A década de 80, segundo MACHADO (2002), considerada perdida para as economias latino-americanas, foi marcada por diversas crises econômicas com desaceleração das taxas de crescimento, hiperinflação, estrangulamento fiscal e incapacidade de endividamento externo. Nesse período, devido a falta de recursos para investir e manter o sistema de transporte rodoviário, um dos seus efeitos foi a degradação da infraestrutura e a queda da qualidade nos serviços. Em 1989, a reforma do estado brasileiro tem como ação principal o Programa Nacional de Desestatização (PND).

No ano de 1992, conforme SERMAN (2008), o governo lançou o Programa de Concessões de Rodovias Federais (PROCOFE) a fim de selecionar trechos financeiramente rentáveis da malha rodoviária federal para serem explorados pela iniciativa privada, isto é, conceder rodovias com grande tráfego de veículos. Iniciado o processo de concessão de rodovias federais no ano de 1996, também na esfera estadual, foram delegados a empresas concessionárias os serviços de reparação, manutenção, conservação, ampliação e operação, financiados a partir da cobrança de pedágio dos usuários da rodovia.

No contexto das relações contratuais entre os entes públicos e a iniciativa privada, foram criados órgãos para regular e fiscalizar as concessões rodoviárias. Assim, o acompanhamento das obras nas rodovias concedidas ficou sob responsabilidade das



agências reguladoras estaduais e da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). Nas rodovias não concedidas, a fiscalização e controle ficaram a cargo dos DERs nos Estados e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) no âmbito da União, em substituição ao antigo DNER.

Dentro do programa de concessões e exploração das rodovias, existem dois tratamentos: o Programa de Exploração da Rodovia para as rodovias concedidas e o Gerenciamento da Rodovia, no caso daquelas que permanecem sob administração direta dos entes públicos, como o DNIT e os DERs. O primeiro consiste em grupos de atividades de conservação, recuperação, melhoramentos e manutenção. O segundo tem como finalidade a *monitoração* que é o conhecimento das atividades técnicas e dos componentes físicos de uma via, direcionado para a preservação e melhoria da rodovia como um bem patrimonial.

Agregado a esses modelos, em 2004, foi lançado pelo DNIT o Contrato de Restauração e Manutenção (CREMA), que engloba atividades de manutenção das rodovias federais não concedidas com preço global por contratos de dois a cinco anos e remuneração baseada na avaliação por desempenho, modificando o enfoque de “execução de obras e serviços” para o de “manutenção do pavimento dentro de um nível de desempenho funcional e satisfatório” (DNIT, 2005).

Em 2013, a maioria ou quase totalidade dos serviços rodoviários é delegada à iniciativa privada ou por está incluída nos contratos de privatização, autorização, permissão, concessão ou parceria público-privada.

### **2.2.2 Acompanhamento de Obras**

O acompanhamento de obras rodoviárias, inicialmente, era tarefa realizada por administração direta, ou seja, o próprio órgão público DNER e DERs é quem projetava, construía e fiscalizava. Depois, com o desenvolvimento do país e o crescimento do sistema rodoviário, passou a ser executado pela iniciativa privada, sob supervisão daqueles órgãos públicos.

Com a falta de recursos públicos ao longo das décadas de 80 e 90, o setor rodoviário teve uma deterioração da sua infraestrutura e um decaimento da qualidade dos serviços. Os projetos, as obras, a manutenção e a conservação das rodovias brasileiras ficaram praticamente sem financiamento. Logo, a principal consequência foi a forte degradação da malha viária em todo território nacional.

Nesse cenário, os órgãos públicos responsáveis pelos investimentos, regulação, fiscalização e execução das políticas do transporte rodoviário, tiveram suas receitas sensivelmente reduzidas. Após longo período, a infraestrutura física (escritórios, bibliotecas, laboratórios, equipamentos e veículos) se tornou obsoleta, a informática (rede, computadores, programas e aplicativos) se desatualizou e os recursos humanos (corpo técnico, administrativo e de apoio) tiveram seu quadro reduzido. Em razão desse contexto, a atratividade de novos profissionais para o ramo da engenharia se reduziu, as aposentadorias e a saída de profissionais foram consequência, o que acabou sendo prejudicial para o desenvolvimento do país.

Sem a fiscalização poder ser feita diretamente pelos órgãos rodoviários, a solução encontrada para suprir essa carência foi terceirizar os serviços de supervisão e de gerenciamento às firmas de consultoria. Nas concessões de rodovias, as agências reguladoras possuem as atribuições de regular e fiscalizar os trabalhos das concessionárias, inclusive as atividades de operação e manutenção, porém, também contratam terceiros para auxiliá-los.

A terceirização dos serviços de acompanhamento de obra emprega empresas consultoras. Para melhor compreensão do contexto histórico, a seguir é apresentada uma síntese da trajetória da consultoria na área rodoviária.

### **2.2.3 Consultoria na Engenharia**

A expansão do setor rodoviário entre as décadas de 40 e 50 foi propulsora para a criação de algumas empresas nacionais de engenharia, tanto de consultoria quanto de construção. Até os anos 60, os serviços de projeto, construção, operação e conservação era realizado por órgãos rodoviários federal e estaduais. Com o crescimento da demanda por projetos e construção, foram constituídas empresas privadas para suprir essa carência (MACHADO, 2002).

Segundo a Associação Brasileira de Consultores de Engenharia (ABCE, 2006), as décadas de 70 e 80 foram o apogeu da consultoria brasileira. Devido aos investimentos no setor elétrico, chegaram a existir no país 200 empresas com aproximadamente 60 mil empregados, incluindo engenheiros, técnicos e administradores.

Em 1990, o governo adotou forte política fiscal e iniciou a abertura do mercado nacional a produtos e serviços estrangeiros, permitindo uma competição, inicialmente, desigual para as empresas nacionais. Porém, a entrada de novas tecnologias no país

impulsionou a evolução de alguns setores e a retração de outros. Sem grandes projetos nacionais, a engenharia consultiva passou por um desenvolvimento significativo, com o que foram introduzidos os sistemas de gestão da qualidade, o uso maciço da informática e da internet, além de mudanças na administração e estrutura organizacional das firmas (ABCE, 2006).

A partir do século XXI, o volume de trabalho na área de consultoria foi crescendo por causa da estabilização da economia nacional, de novos investimentos em infraestrutura e da busca e conquista de novos mercados internacionais.

Convergindo com o crescimento da demanda por serviços de consultoria, o DNIT informou que no primeiro semestre de 2010 foram emitidos 21 editais para trabalhos de supervisão, somando R\$ 74 milhões, e 5 editais de gerenciamento, totalizando R\$ 73 milhões, conforme indica o Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva (SINAENCO, 2010).

#### **2.2.4 Legislação para a Contratação de Projetos**

As obras e serviços de infraestrutura, inclusive rodovias, exigem, como qualquer produto ou serviço, a contratação pelo Estado – União, Estados e Municípios – por meio de licitação. Porém, por envolverem recursos financeiros de valor expressivo, recebem tratamento específico na legislação.

A Lei nº 8.666/1993 – Lei das Licitações – que institui as normas para licitações e contratos da Administração Pública, especifica que as obras e serviços só poderão ser licitados quando houver projeto básico e orçamento. Já o projeto executivo pode ser desenvolvido concomitantemente à obra, ou ainda, ser elaborado como encargo do contratado na contratação da obra.

A Lei nº 12.462/2011 – Lei do Regime Diferenciado de Contratações Públicas (RDC) – cria um regime de contratação exclusiva para acelerar as licitações e contratações das obras necessárias para a realização das Olimpíadas e da Copa do Mundo no Brasil, incluindo a reforma dos aeroportos, obras do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e obras do Sistema Único de Saúde (SUS). As questões principais da lei do RDC são: a contratação integrada de obra e projeto numa mesma licitação; a inversão das fases de julgamento, onde a proposta técnica é aberta após a definição da proposta comercial vencedora com o menor preço; e a remuneração variável, em que a contratada pode receber um bônus caso atinja metas e cumpra os prazos acordados com o licitante.

Das duas leis acima pode-se entender que o projeto básico deve ser feito antes da contratação da obra, conforme a lei das Licitações, torna-se desnecessário com a contratação integrada de obra e projeto, segundo o RDC. Essa mudança dificulta a avaliação do projeto, do custo e dos métodos construtivos de um empreendimento por parte dos órgãos fiscalizadores, bem como possibilita o surgimento de problemas que impedem a conclusão das obras, produzindo prejuízos econômicos e sociais aos usuários.

Conforme ABCE (1994), as licitações dos tipos “melhor técnica” e “técnica e preço” são modalidades onde a competitividade entre as propostas não se baseia apenas na concorrência entre preços. Para contratação de projetos e consultoria, a disputa deve ocorrer fundamentalmente com base na competência e qualificação técnica.

“É consensual o entendimento mundial de que, na seleção de uma empresa de consultoria, é mais importante a qualificação técnica da empresa comprovada em sua proposta e seus antecedentes do que o preço dos serviços.” (ABCE, 2006)

Indo ao encontro com a afirmação acima, o Governo do Estado de São Paulo criou em 2008 a Lei nº 13.121, referente às licitações e contratos, cujo item especifica que numa licitação tipo melhor técnica ou técnica e preço, as propostas técnicas serão abertas antes das propostas comerciais. Esta alteração de procedimento recorda o critério exclusivo de melhor técnica, com negociação posterior do preço com a proposta mais qualificada tecnicamente, utilizada pelo Banco Mundial quando financiava empreendimentos no país (AMORIM, 2010c).

Ratificando a questão da qualidade como primordial para a contratação de obras e serviços, anterior a Lei das Licitações, o Decreto-Lei nº 2.300/1986, no seu Artigo 36, estipulava que o julgamento das propostas seguiria a seguinte ordem: qualidade, rendimento, preço, prazo e outros previstos no edital.

As duas leis – Licitações e RDC – definem a mesma terminologia de “Projeto Básico” e “Projeto Executivo”, explicitando os graus de exatidão e suas finalidades. O termo Projeto Básico é definido como "conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação " e o Projeto Executivo é o "conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas técnicas pertinentes". Assim, fica evidente que os dois tipos de projetos são bem diferentes na questão da qualidade e sobretudo nos objetivos, o que acarreta problemas nas fases de licitação e de execução.

De acordo com TAVARES DE JESUS (apud CAMPITELI, 2007), o projeto básico deve descrever com clareza o objeto a ser licitado, porque o licitante pode elaborar melhor a proposta, a Administração Pública tem mais condições de fiscalizar e prevenir as fraudes na licitação e execução do contrato.

Por fim, entende-se que a legislação para a contratação de projetos influencia a qualidade dos projetos rodoviários, principalmente por causa da preferência pelo projeto básico para a licitação e por vincular o projeto executivo com a contratação da obra. Logo, torna-se relevante abordar, também, a questão da qualidade dos projetos de rodovias, de forma a entender como surge nos empreendimentos a pertinência de assistência técnica de obras no modelo atual.

### **2.2.5 Qualidade dos Projetos**

Comentar sobre a qualidade dos projetos rodoviários é um tema complexo, pois envolve diversos atores componentes do processo: a administração pública que contrata o projeto, a iniciativa privada que contrata também, a empresa de consultoria que faz o projeto e a firma terceirizada da consultora (prestador de serviço de sondagem, ensaio, laboratório, controle tecnológico e topografia).

Não faz parte desta pesquisa, debater, listar problemas e nem oferecer soluções sobre a qualidade dos projetos. A intenção é apenas mostrar alguns aspectos do panorama dos projetos de rodovia que acabam por implicar na decisão de dispor do serviço de assistência técnica de obras.

Projetos inadequados e impróprios sempre existiram na engenharia. No entanto, entende-se que houve um aumento das ocorrências com a Lei das Licitações, que permite a contratação das obras com base nos quantitativos e preços do projeto básico.

O coordenador de infraestrutura do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA) informa que prejuízos anteriores foram causados por projetos ruins no setor de transportes e lembra: “As dificuldades na elaboração de projetos vêm desde o início dos anos 90, quando a crise fiscal do governo e o processo de privatizações levaram a um desmantelamento das equipes para elaboração de projetos.” (CAMPOS, 2012)

AMORIM (2010b) comenta que desde 1990 não foi lançado nenhum edital de projeto executivo pelo DNIT, antigo DNER. Nos últimos 15 anos, não houve um programa consistente para elaboração de projetos, onde por falta de investimentos e

reconhecimento da necessidade e relevância dos projetos, “[...] foi adotada de maneira abusiva e deturpada, a contratação de projetos básicos, com escopos simplificados.”.

A existência de projetos básicos de má qualidade incorre na necessidade de ajustes não previstos inicialmente e no uso de aditivos de prazo e acréscimo de valores contratuais (ALTOUNIAN; MENDES, 2001).

PACHECO FILHO (2004) diz que, em 2003, 70% das obras fiscalizadas pelo Tribunal de Contas da União (TCU) apresentavam problemas de projeto, que acarretaram sobrepreço, alteração indevida de projeto e irregularidades no processo licitatório.

Em muitos casos, o projeto básico torna-se inadequado para execução por causa da falta de dados de campo, de topografia e sondagem, por exemplo. O não investimento em levantamentos e registros de campo acaba sendo traduzido num projeto impróprio para o contexto do empreendimento.

O “Relatório Anual de Atividades” do TCU (2013) descreve que após a verificação de projetos de infraestrutura de transportes, ficou constatada a precariedade e a deficiência nos estudos topográficos, geotécnicos e a ausência de ensaios técnicos de pavimentação.

O projeto básico não deveria servir como base para a licitação, pois somente o projeto executivo consegue oferecer a ampla quantidade de informações que a lei exige, além de permitir realizar um orçamento detalhado. Ademais, a realização do projeto executivo durante a etapa de construção do empreendimento influencia também na sua qualidade, porque se exige celeridade do projetista para atender à execução em andamento. Uma alternativa seria incluir no cronograma da obra a etapa de desenvolvimento do projeto executivo para não haver atrasos e atropelos.

Contribuindo para a questão dos projetos, a Lei do RDC permite uma remuneração variável vinculada ao desempenho do contratado, baseado em metas e prazos estabelecidos no contrato. Ou seja, além de ter que elaborar um projeto de qualidade, a empresa projetista tem que fazê-lo rapidamente, para cumprir os prazos de desempenho. Da prática, sabe-se que desenvolver projetos de qualidade com prazos curtos e metas ambiciosas não costuma funcionar em consultoria.

O manual “Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários” (DNIT, 2006) comenta:

Embora se admita o desenvolvimento do projeto executivo concomitantemente à execução das obras e serviços, é altamente desejável que o projeto executivo já esteja disponível a tempo da licitação, assegurando assim uma maior proximidade entre os termos de referência e a realidade da obra.

Reforçando o mesmo argumento, CAMPITELI (2007) exhibe um trecho da cartilha de obras públicas do TCU que propõe:

O ideal é que o projeto executivo seja elaborado pela Administração, porém se isso não for possível, deverá ser contratada empresa para esse fim antes da licitação da obra, de modo a evitar futuras alterações e, conseqüentemente, aditivos ao contrato. Projeto executivo bem elaborado auxilia a Administração no perfeito conhecimento da obra a ser realizada e permite-lhe obter o valor do custo real do empreendimento com grande precisão.

Outro fato relevante para a qualidade dos projetos é a remuneração dos serviços de consultoria, já que quanto mais qualificados forem os profissionais contratados pelo empreendedor, maior será a probabilidade de se obter um projeto de qualidade. De acordo com VIAN (2004), em diversos casos, a alta qualidade da engenharia gera economia nos investimentos previstos muito superior ao seu custo total.

Em síntese, deve-se reconhecer que diante do cenário de dados insuficientes, levantamentos e investigações de campo minimizados, prazos apertados e remuneração baixa, a consequência é projetos de qualidade questionável pelos órgãos de controle e pelos empreendedores.

Entretanto, cabe lembrar que as fases de projeto e obra são complementares. A consultora e construtora devem trabalhar em parceria. É importantíssimo o investimento em projeto, pois a obra será reflexo do mesmo. Porém, não é apenas o recurso financeiro que pode mudar esta realidade, mas o planejamento bem pensado e praticado, que permite as fases de projeto e construção possuir prazos adequados e compatíveis com a qualidade demandada.

#### **2.2.6 Assistência Técnica de Obras**

A assistência técnica de obras sempre fez parte da engenharia consultiva. Sua denominação específica é “Assistência Técnica à Implantação”, que consiste nas atividades de fiscalização, supervisão e assessoria técnica durante as etapas de construção, montagem e instalação do empreendimento, onde inclui o fornecimento de

suprimentos, controle tecnológico, inspeções técnicas, auditorias técnicas e comissionamento (ABCE, 1994).

Entretanto, a “Assistência Técnica de Obras” (ATO) que é objeto desta pesquisa, se refere apenas à etapa de construção, particularmente de empreendimento rodoviário. Seu alvo é exclusivamente a elaboração e desenvolvimento de projetos durante a fase construtiva.

Pode-se dizer que o modelo de assistência técnica da pesquisa surgiu na década de 90, onde buscando negócios sustentáveis, novas modalidades de contratação para execução de empreendimentos de infraestrutura foram surgindo.

Nesses procedimentos, segundo explica VIAN (2010), são formados consórcios, alianças ou parcerias entre empresas públicas e/ou privadas, cujo objeto principal é o “pacote”, que a partir dos projetos conceituais especificados, o empreendedor contrata uma única organização para elaborar o projeto executivo, fornecer os materiais e os equipamentos, executar a obra e treinar o pessoal de operação e manutenção.

Com o modo de contratação de projeto e obra integrados, depois de mais de uma década, ratificados pela Lei do RDC, o “dono” do empreendimento quer obter a garantia de redução dos custos e prazos e aumentar a qualidade. Para tais objetivos, se faz necessário produzir projetos racionais e estudos específicos.

Portanto, para desenvolver esses projetos otimizados<sup>6</sup> e mais adequados ao contexto da implantação, o empreendedor tem procurado contratar os serviços de uma equipe de projetos para assistir tecnicamente à execução do empreendimento de infraestrutura, que inclui o setor de transportes e, por conseguinte, as rodovias.

### 2.3 REVISÃO DA LITERATURA

Ao procurar material bibliográfico sobre assistência técnica de obras rodoviárias, deparou-se com a escassez de literatura, possivelmente porque ainda se trata de assunto restrito ao ambiente específico de empresas consultoras de projetos e de construtoras de obras de rodovias.

---

<sup>6</sup> Projetos otimizados refere-se aos projetos que passaram pelo processo de otimização, cujo significado é a busca da maximização dos benefícios e a minimização dos custos, segundo COLEMAN E FARARO (1992).



Buscando agregar mais elementos para análise, pesquisou-se a existência de assistência técnica de obras em termos de referência de contratos e se encontrou também uma lei federal de assistência técnica para projeto e construção de habitação popular, a Lei nº 11.888.

No âmbito nacional não foi encontrado nenhum estudo ou investigação relativos à matéria. Pesquisando em outros países, foram encontrados alguns documentos na Espanha.

O manual da DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS (1998) possui um capítulo que aborda a relação entre a assistência técnica e a supervisão da obra. Em alguns trechos, é comentada a relação entre a construtora e assistência técnica, mas sempre com conhecimento da supervisão. No entanto, a ênfase do capítulo é sobre o controle de qualidade da obra, no qual são mencionadas as seguintes atividades: plano de controle de qualidade, programação dos trabalhos, segurança, meio ambiente, quantitativos e medições.

Sobre as atividades de ATO, o manual apenas cita os ajustes do projeto à realidade local, que é feito na fase inicial da construção e durante a fase da construção, como tarefa complementar. Não é descrito como é feito o trabalho, a equipe, a estrutura necessária e as atividades referentes.

Na língua inglesa não foi encontrado material específico com o termo de assistência técnica. No entanto, no manual de construção de rodovias do Estado da Califórnia, nos Estados Unidos (CALTRANS, 2009), consta no capítulo de controle da execução, o “Incentivo de Redução de Custos”, por meio do qual o Departamento de Transportes da Califórnia incentiva as contratadas a desenvolver e a implementar inovações para projetos de construção que resultem em economia de custo de construção.

Assim, de acordo com o manual, o departamento e a construtora podem compartilhar dessa economia, que pode gerar uma poupança líquida ou um substancial benefício para o público. A proposta de redução de custo deve incluir um projeto que mantenha ou melhore as funções essenciais ou características de: durabilidade, confiabilidade, economia de operação, facilidade de manutenção, aparência desejada, conformidade com o projeto, segurança e normas aplicáveis.

Incentivar a redução de custos na obra, com ganhos financeiros, tanto para o contratante quanto para a contratada é uma boa idéia, pois se propõe trazer benefícios para todos os envolvidos na construção de uma rodovia: a Administração Pública, o

construtor e a sociedade. Desde, logicamente, que os projetos e as obras atendam realmente na prática aos parâmetros mencionados acima.

Diante da dificuldade de literatura, buscou-se em editais para contratação de serviços de consultoria na área rodoviária o termo assistência técnica. Porém, o material encontrado em órgãos rodoviários se refere à supervisão de obras.

Mas, no termo de referência do edital Nº 300/2009-00 (DNIT, 2009) para supervisão das obras de duplicação da BR-493, no Rio de Janeiro, na listagem das atividades a executar nos trabalhos de supervisão, encontra-se um item relativo à assistência técnica, que descreve que é recomendável a execução de aprimoramentos, atualizações e detalhamentos complementares no projeto executivo, bem como a emissão de parecer técnico sobre as propostas de alteração no projeto original pela construtora, a fim de melhorar sua adaptação às condições reais e atuais da rodovia.

O termo “Acompanhamento Técnico de Obra” (ATO)<sup>7</sup> foi encontrado no edital CC-013/2012 do Desenvolvimento Rodoviário S.A. (DERSA, 2012) sobre o projeto do contorno de Caraguatatuba e São Sebastião, em São Paulo. No termo de referência do edital, é descrito que o ATO deve garantir soluções de projeto adequadas e implantadas corretamente, dirimir dúvidas e, caso seja necessário, desenvolver soluções de ajuste para situações inesperadas.

Com o mesmo termo de acompanhamento técnico de obras foi encontrada uma dissertação que trata da ATO de túneis, cujo objeto de estudo está relacionado aos aspectos técnicos e práticos da monitoração das obras subterrâneas durante sua execução. No resumo dessa dissertação, MURAKAMI (2001), tece comentários sobre o ATO, nos quais diz que é fundamental para a segurança da obra e para a compatibilização do projeto com as condições locais, sendo esse serviço realizado por profissionais capacitados com conhecimentos de concepção e construção de túneis. Segundo o autor, a presença de uma equipe de acompanhamento técnico de obras é:

[...] importantíssima na obra de túnel, avaliando e adaptando o projeto existente para as condições físicas e financeiras reais, buscando o melhor desempenho possível em termos de deformações do maciço e aproveitando ao máximo as capacidades de resistência das estruturas.

---

<sup>7</sup> Apesar de possuírem significados distintos, a sigla ATO pode ser encontrada como abreviação da expressão “Assistência Técnica de Obra” quanto para “Acompanhamento Técnico de Obra”. Na presente pesquisa, a sigla ATO serve para a primeira expressão. A explicação da diferença dos significados encontra-se no capítulo 3.

Ao pesquisar sobre supervisão de obras rodoviárias, foi encontrado um artigo interessante sobre esse tipo de serviço praticado na Bolívia e no Peru, onde são descritas as etapas básicas como a revisão do projeto, a supervisão da obra e a liquidação do contrato. Além disso, informa sobre a organização da supervisão, o seu plano de trabalho, os recursos necessários e o controle de qualidade realizado durante a construção, através de ensaios de laboratório e levantamentos de campo (FERREIRA, 2004).

No ambiente público, o serviço de assistência técnica ainda não é muito contratado, pois o mesmo se propõe a aperfeiçoar os projetos no intuito de adequá-lo às condições da zona da obra e reduzir os custos de implantação. Isso pode gerar alterações nos projetos e conseqüentemente, mudanças nos orçamentos e medições da obra. Para que funcione, é necessário contar com uma supervisão do contrato que faça também, o controle dessas modificações de projeto, comparando as soluções técnicas e seus custos, para, então, aprová-las para execução ou não. Todavia, o DERSA, no edital citado, já começa a utilizar algumas atividades de acompanhamento técnico de obra, cujo propósito é semelhante ao da assistência técnica.

Para MURAKAMI (2001), o serviço de acompanhamento técnico de obra de túneis possui a mesma finalidade que a assistência técnica, porém, não atende apenas à construção de túneis, mas a todas as obras e serviços da engenharia rodoviária. O conceito é o mesmo.

O artigo sobre supervisão de obras na região andina tem semelhanças com algumas partes da presente pesquisa, pois apresenta questões como atividades, organização e recursos. Contudo, são todos referentes ao serviço de supervisão que é diferente da assistência técnica de obra. Ademais, a finalidade dessa supervisão é o controle de qualidade dos materiais e serviços executados e não o desenvolvimento e elaboração de projetos.

Sobre o acompanhamento técnico de obras de túneis, no empreendimento do Porto Maravilha – Revitalização da Área Portuária da Região Metropolitana do Rio de Janeiro – onde estão sendo construídos cinco túneis, encontrou-se a proposta técnica-comercial para os projetos Básico, Executivo, *As Built*<sup>8</sup>, *Data Book*<sup>9</sup> e o

---

<sup>8</sup> O termo *As Built* significa “Como Construído”. É o projeto final, conforme foi efetivamente construído.

<sup>9</sup> O termo *Data Book* significa “Livro de Dados”. Nele estão contidos todos os documentos (especificações e procedimentos) de uma determinada obra ou empreendimento.

Acompanhamento Técnico de Obras (ATO). Na parte de ATO, a proposta elenca as seguintes atividades: acompanhar as diversas etapas da obra, detectar a necessidade de revisão, adequação e/ou otimização e apresentar relatórios periódicos. (Ver Anexo I-A)

Para demonstrar que a assistência técnica faz parte do acompanhamento da obra, a proposta cita no item de adequação e/ou otimização serem considerados os seguintes aspectos: “detalhamentos complementares, minimização dos custos das obras, manutenção ou melhoria da qualidade e modificações necessárias à execução dos serviços.”.

Uma empresa de consultoria nacional realizou a assistência técnica de obras da Rodovia Interoceânica Sul Peru-Brasil, no Peru. Na proposta de contrato é descrito, que devido à localização da via ser em região montanhosa, seria fundamental uma equipe técnica para fazer ajustes e otimizar os projetos diretamente no campo, junto às frentes de construção. (Ver Anexo I-B)

Outra empresa nacional também fez contrato com o consórcio construtor da Interoceânica. Num dos objetos do contrato é citado que o contratado se responsabiliza a prestar serviços de consultoria e de assistência técnica de obra a favor do contratante, durante o processo de otimização dos projetos de três pequenos trechos específicos. (Ver Anexo I-C)

No Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ) uma empresa consultora realizou atividades de apoio técnico à implantação das obras de terraplenagem e drenagem do complexo. O nome é diferente, mas o trabalho realizado, segundo o coordenador do contrato, foi de assistência técnica de obra, porque envolvia a utilização de uma equipe de projeto. O escopo da proposta descreve, dentre outras atividades: acompanhamento da execução das investigações geotécnicas; adequações de projeto em função das características reais dos solos de fundação; acompanhamento e interpretação dos resultados da instrumentação dos aterros. (Ver Anexo I-D)

Nessa obra, realizou-se o estudo comparativo das soluções propostas pela assistência técnica, no qual se explicam os benefícios proporcionados com a intervenção da equipe de projetos, a saber a redução do custo de execução e a promoção de um maior dinamismo dos serviços. (Ver Anexo I-E)

Outro exemplo de proposta para o serviço de assistência técnica de obra foi no Estaleiro Jurong Aracruz, onde a ATO teve a finalidade de garantir que a execução das obras seguisse as premissas técnicas do projeto executivo e atendesse os prazos dos cronogramas de projeto. Porém, essa proposta continha também aspectos de gerenciamento da obra, porque incluiu a análise do planejamento e das medições e controle de qualidade das obras e dos equipamentos elétricos e mecânicos. (Ver Anexo I-F)

Quando o contratante é privado, a assistência técnica passa a ser empregada como forma de garantir economia e qualidade para a obra. Por isso que, nas propostas do Porto Maravilha, Rodovia Interoceânica Sul, COMPERJ e Jurong, foram encontrados serviços similares ao de ATO, com objetivos semelhantes, mas com nomes diferentes e atividades variadas. Outra variedade encontrada nas propostas é o período de atuação e a composição das equipes, pois cada uma é elaborada com um objetivo específico que depende do interesse do empreendedor e do tipo de empreendimento.

Ampliando a investigação sobre o tópico de assistência técnica, encontrou-se que, na área de arquitetura, o serviço é comum e que, com certa periodicidade, acontece um seminário sobre o tema. Além disso, desde 2008, a Lei nº 11.888 “assegura às famílias de baixa renda assistência pública e gratuita para o projeto e construção de habitação de interesse social”.

A lei define que a assistência técnica é a contratação de mão de obra especializada (profissionais das áreas de arquitetura, urbanismo e engenharia), por parte do poder público, para projeto, acompanhamento e execução de obras de melhoria, conclusão ou construção de moradias, em regime de mutirão, autoconstrução ou autogestão.

A “Lei de Assistência Técnica Pública para Habitação de Interesse Social” demonstra como o serviço de assistência técnica é fundamental não só para obras de infraestrutura como também para reforma, ampliação e construção de moradias populares. O interessante é que a lei determina o acompanhamento dos profissionais de arquitetura ou engenharia tanto na fase de projeto, quanto na fase de execução da obra; isto é, a essência do serviço de ATO.

Por fim, na revisão da literatura ficou evidente a carência de estudos, pesquisas e artigos sobre o tema de assistência técnica de obras, no qual foi necessário procurar informações sobre a contratação desse serviço por empreendedores públicos e privados em editais, propostas e contratos. Já os manuais rodoviários, como o

espanhol e o americano, citam algumas atividades comuns à ATO, mas não abordam o assunto especificamente.

## 2.4 OUTRA FONTE DE REFERÊNCIA (ENTREVISTAS)

Nas entrevistas realizadas com profissionais experientes em obras e projetos de rodovia, encontraram-se serviços similares ao da assistência técnica de obra nas Obras de Arte Especial (OAE) e nas construções rodoviárias em outros países, como Portugal e Espanha.

### 2.4.1 ATO em Obra de Arte Especial

No Brasil, nas construções de obra de arte especial existe o Acompanhamento Técnico de Obra (ATO). O serviço é realizado remotamente, do escritório. Quando há alguma ocorrência na obra, a projetista solicita à empreiteira, levantamentos, instrumentações e fotos. Assim, se consegue resolver do próprio escritório. Apenas quando há um problema grande é que a ATO vai à obra.

A ATO de obra de arte especial é corretiva e não preventiva. Sempre existiu ATO em OAE. Qualquer mudança da obra tem que passar pela projetista para verificar os cálculos estruturais, pois o risco de acidente é muito grande.

### 2.4.2 ATO em Portugal

As construtoras em Portugal têm equipes de engenharia para fazer o detalhamento do projeto básico. Existe o profissional denominado “preparador de obra” que detalha os projetos. Para as empreiteiras não é interessante que o detalhamento dos projetos fique a cargo das consultoras, porque ela pode adaptar os projetos aos seus métodos e processos executivos, e, com isso realizar processos em maior velocidade, economizando material e tempo de execução. Além disso, elas utilizam na execução seus próprios recursos, logística, pedreira, jazida, metalurgia e laboratórios.

Em Portugal, o projeto é licitado separado da obra. A fiscalização tem a função do controle de qualidade da obra. Não há supervisão, porque a fiscalização faz o serviço. Já o gerenciamento, envolve geralmente diversos lotes de rodovia e diferentes projetos, tendo a função de articular e gerir todos os envolvidos.

A assistência técnica tem 3 tipos de trabalho: esclarecer as dúvidas e corrigir incoerências de projeto; fornecer parecer do projeto detalhado feito pela construtora; fazer adaptações de projeto no campo por necessidade da obra.

A ATO em Portugal é indiferente ao projeto executivo. Ela não é feita em obra. A equipe não fica cedida na obra. Ela é feita remotamente, do escritório. Quando tem um problema, faz-se uma visita à obra.

#### 2.4.3 ATO na Espanha

Na Espanha, primeiro licita-se o projeto básico, depois o projeto executivo e por último, a construção. Porém, às vezes, passa-se muito tempo entre as licitações do executivo e da obra.

Os cadastros de serviços públicos e os inventários de obras existentes não são bons, pois não se investe muito na base de dados. Quando vai se iniciar a obra, é feito o *Replanteo*, que significa implantar o eixo de projeto no campo. A construtora, com intenção de obter informações mais precisas da zona de obra, pode fazer mais levantamentos topográficos e realizar novas sondagens.

Às vezes em um projeto, novas soluções e alternativas de longos trechos são estudadas pela projetista, que podem gerar um novo projeto, que é denominado *Modificado*.

A Administração Pública sempre propõe reduzir os custos de implantação, porém sem mudar as especificações e a concepção do projeto. Desse modo, é contratada, através de licitação pública, a assistência técnica, que a partir do projeto aprovado, faz as adequações e modificações de pequenos trechos da rodovia, a fim de racionalizar o projeto<sup>10</sup>.

A Direção da Obra é uma empresa de engenharia contratada pelo Estado que é responsável pela fiscalização e supervisão da obra, onde em muitos casos pode estar dentro da ATO.

Normalmente, a maioria dos recursos não técnicos da construtora, como materiais, equipamentos e mão de obra, é sempre terceirizada.

---

<sup>10</sup> Racionalizar o projeto é tornar o projeto mais eficiente, mais prático, mais funcional, mais simples, utilizando métodos e técnicas adequadas, a fim de que a execução da obra seja mais produtiva.

O gerenciamento ocorre quando é uma obra de grande porte, obra privada ou quando o empreendimento corta várias regiões ou países.

Como os recursos na fase de projetos são bem menores que os da fase de obra, não são feito um investimento para gerar uma boa base de dados para auxiliar a elaboração dos projetos. Nas obras, as mudanças são regulamentadas. Existe um controle maior por causa da legislação. Nos projetos, as mudanças são diversas, vai depender dos interesses do contratante.

Na Espanha, é indispensável ter a assistência técnica nas obras. O motivo é a carência de informações para fazer os projetos. Por ter mais informações, a assistência técnica consegue fazer adaptações nos projetos e alcançar soluções mais compatíveis com a realidade da obra.



### **3 CONCEITOS E ASPECTOS DA ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA RODOVIÁRIA**

#### **3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

A fase de materialização do projeto ou execução da obra interfere e influi bastante no resultado final da construção, podendo trazer insucessos devido à ausência de um controle de qualidade nos serviços, bem como o não cumprimento dos prazos de cada etapa de execução pelo construtor.

Evitando esses problemas e, conseqüentemente, o mau emprego do aporte de recursos financeiros públicos ou de investimentos privados para um empreendimento rodoviário, cogita-se o emprego de serviços de acompanhamento técnico de obra.

Para melhor compreensão do assunto na primeira parte do capítulo é exposta a diferença entre os termos “assistência técnica de obra” e “acompanhamento técnico de obra”, mostrando que há diferentes definições e classificações.

A segunda parte apresenta os conceitos e os aspectos da assistência técnica de obras rodoviárias, sua definição, seu conjunto de atividades, sua estrutura e o custo de sua contratação.

Na terceira parte é feita uma pressuposição da prática de ATO em rodovias, descrevendo suas vantagens e desvantagens, e sua relação com os conceitos de construtibilidade e engenharia simultânea.

A última parte deste capítulo mostra uma síntese dos comentários sobre assistência técnica de obra obtida nas entrevistas com os especialistas da área rodoviária.

#### **3.2 ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DE OBRA**

Muitas vezes a sigla de “Assistência Técnica de Obra” (ATO) é confundida com a expressão “Acompanhamento Técnico de Obra”. Com o objetivo de sanar essa dúvida, aqui se apresentam os significados das duas expressões.

De acordo com o “Glossário de Termos Técnicos Rodoviários” do DNER (1997), o acompanhamento ou monitoramento visa a “garantir que a execução da obra esteja de acordo com as condições, especificações e demais pormenores técnicos estabelecidos no projeto”. Porém, o glossário não contém a expressão assistência técnica.

Segundo ABCE (1994), a assistência técnica à implantação envolve basicamente tarefas técnicas como verificação e avaliação dos projetos para a sua execução, acompanhamento técnico da obra, elaboração de desenhos pós-construção, denominado *As Built*, e às vezes, dependendo do caso, pode desenvolver o treinamento de pessoal para operação e manutenção do empreendimento após sua implantação.

Como a ABCE cita que os termos possuem semelhanças e o DNER, atual DNIT, nem menciona o termo, para esclarecer esta ambiguidade, foi necessário procurar outras fontes de referência que elucidassem a questão.

No “Roteiro Para Monitoramento de Obras Rodoviárias” (DNER, 1995), o acompanhamento ou monitoramento de obras rodoviárias é definido como um termo mais genérico que abarca os procedimentos de fiscalização, supervisão e gerenciamento conforme ilustra a Figura 1.

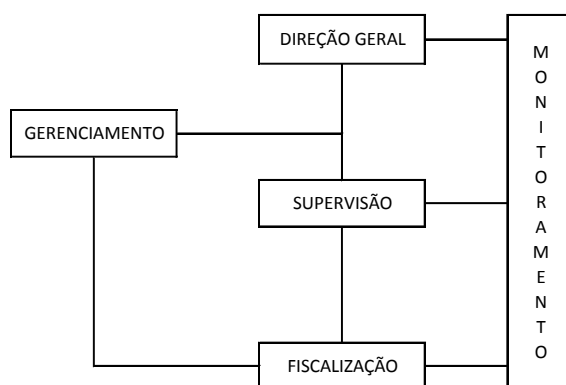


Figura 1: Níveis de Atuação do Dispositivo de Fiscalização do DNER.

Portanto, baseado na figura acima, nos comentários das entrevistas e no entendimento do autor sobre a questão, o acompanhamento técnico incluiria, também, a assistência técnica.

A seguir, as definições dos modelos de serviço do acompanhamento técnico de obra rodoviária.

### 3.2.1 Fiscalização Direta

A fiscalização compreende um controle de qualidade das obras e serviços prestados pela empreiteira, verificando o atendimento dos parâmetros, critérios e especificações do projeto. A fiscalização direta é a modalidade a qual o acompanhamento da obra é feito diretamente no campo pelos próprios técnicos e engenheiros do órgão público –

DNIT ou DERs. Face às dificuldades do setor público, onde a obtenção de recursos materiais e humanos para exercer a fiscalização é um fato, faz-se necessário a contratação, por meio de uma licitação, de uma empresa de consultoria (DNER, 1995).

O glossário do DNER (1997) descreve que a fiscalização está relacionada às ações desenvolvidas no local da obra, onde é feito um exame atento da sua execução, avaliando, analisando e verificando se os métodos e procedimentos prescritos no projeto estão sendo assegurados. Também é denominada de “fiscalização técnica”.

Para as rodovias em regime de concessão, a fiscalização é exercida pelas agências reguladoras: ANTT nas rodovias federais e agências estaduais nas rodovias estaduais.

### **3.2.2 Supervisão**

A supervisão possui caráter de direção, orientação e inspeção. Inclui a fiscalização direta e a fiscalização administrativa, que providência o apoio logístico de pessoal técnico e de equipamentos necessários durante as atividades (DNER, 1997).

O Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (DER/SP, 2005) diz que o objetivo principal da supervisão é alcançar a qualidade na execução das obras, bem como o cumprimento do cronograma físico-financeiro do projeto executivo através dos controles e análises do contrato, projetos, especificações, normas, segurança e operação do tráfego, dentre outras. Suas atividades se dividem em seis itens abaixo descritos:

- gestão da qualidade na supervisão;
- alocação de equipe técnica;
- estrutura logística;
- atribuições da supervisora;
- garantia da qualidade e
- emissão de relatórios.

Existe uma pequena diferença entre fiscalização e supervisão. A primeira atende por um controle de qualidade das obras e serviços prestados pelo construtor, através da verificação do atendimento dos parâmetros, critérios e especificações do projeto (DNER, 1995). O segundo também tem como foco a qualidade na execução das obras e serviços, porém avalia o cumprimento do cronograma físico-financeiro do projeto

executivo, além de analisar e controlar o contrato, os projetos, as especificações e as normas, conforme explica DER/SP (2005).

### 3.2.3 Gerenciamento

O gerenciamento de obras rodoviárias tem como principal aspecto o caráter de coordenação e administração do empreendimento, abordando questões gerenciais, de estratégias, de organização, de planejamento, de controle físico-financeiro, de gestão de projetos, de contratações, e ainda, no que tange ao acompanhamento técnico da construção (ABCE, 1994).

Para facilitar sua compreensão, se pode citar como exemplo de gerenciamento rodoviário o Programa Integrado de Revitalização de Rodovias Federais (PIR) e as suas respectivas atividades desempenhadas (DNIT, 2004):

- avaliação periódica das obras e serviços, com relação à: qualidade executiva; qualidade operacional e de equipamentos, produtividade, cumprimento de prazos e análise financeira;
- análise e verificação de padrões de desempenho das obras;
- verificação e acompanhamento do projeto;
- acompanhamento físico-financeiro dos contratos e integração das informações técnicas e administrativas das obras e
- ações estratégicas de integração dos programas rodoviários a longo prazo.

Para tal é fundamental formar uma estrutura organizacional com coordenação central para controle gerencial do programa; equipes locais para monitoramento local do progresso das obras e serviços; apoio laboratorial de forma a ensaiar os materiais; e de transferência de tecnologia a fim de promover treinamento ao corpo técnico do órgão contratante. Os produtos do gerenciamento são relatórios periódicos envolvendo o âmbito central e local.

### 3.2.4 Assessoria ou Assistência Técnica

A assessoria ou assistência técnica em obras rodoviárias por parte do empreendedor ou de empreiteiras é empregada quando o tamanho e a complexidade do empreendimento o exigirem.

Este método de acompanhamento se baseia na contratação de uma empresa de consultoria para assistir tecnicamente a implantação, a fim de aumentar a eficiência na

execução da obra, buscando melhorar o desempenho técnico e econômico do empreendimento. Suas principais funções envolvem:

- elaborar projetos mais racionais e mais detalhados, auxiliando a produção e gerando soluções para os problemas próprios da etapa de execução;
- acompanhar as etapas de construção e operação com a finalidade de garantir a qualidade dos serviços, dentro das normas e especificações estabelecidas.

As atividades destes serviços de fiscalização, supervisão, gerenciamento e assistência técnica não são definidas em um manual específico ou norma da engenharia. Conforme a Figura 2, a confusão das atividades de um serviço com as do outro acontece por causa das próprias atividades que são comuns aos dois serviços e porque o uso e o emprego das mesmas atividades no escopo do contrato de prestação de serviço dependem dos interesses do contratante.

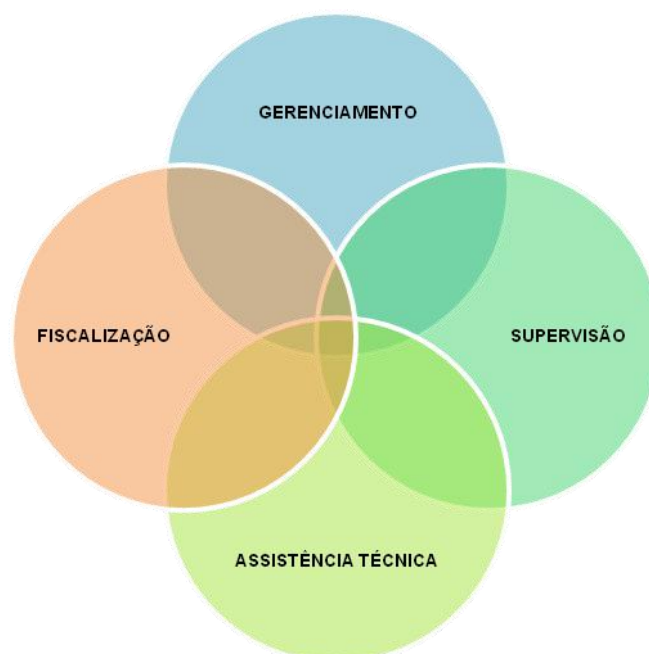


Figura 2: Conjuntos de Atividades dos Serviços de Acompanhamento de Obra

### 3.3 ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA RODOVIÁRIA

De maneira a esclarecer o significado e a concepção da expressão “assistência técnica de obra”, no caso específico de construções rodoviárias, é fundamental fazer as perguntas clássicas para qualquer assunto: o que é; onde e quando; como; por quê e para quê.

Complementando a idéia e a concepção da ATO, torna-se fundamental a explanação das atividades envolvidas no serviço, da estrutura indispensável para o seu desenvolvimento, bem como do custo para contratação da mesma.

### **3.3.1 Definição**

#### **3.3.1.1 O que é**

Equipe técnica de projetos proveniente de uma empresa de consultoria de engenharia que atua na fase de construção de um empreendimento. Pode ser contratada por órgão público ou entidade privada, dependendo da finalidade, mas comumente, é encontrada principalmente no âmbito privado.

#### **3.3.1.2 Onde e quando**

Reside e atua diretamente no local da obra rodoviária<sup>11</sup>, podendo ser empregada em qualquer etapa da construção, desde os trabalhos iniciais como limpeza do terreno até a pavimentação e sinalização.

#### **3.3.1.3 Como**

Opera nas obras solucionando problemas relativos à execução dos projetos, através de levantamento e coleta de dados, análise de conjunturas, preparação de estudos, adequação de projetos e elaboração de propostas e alternativas.

#### **3.3.1.4 Por quê**

Dependendo do porte do empreendimento, de sua complexidade, do local de implantação e das condicionantes de projeto, se faz necessária a assessoria técnica de uma consultora.

#### **3.3.1.5 Para quê**

Tem a finalidade de permitir maior presteza na resolução de dificuldades encontradas pelo empreendedor na fase construtiva, promovendo alterações no projeto, possibilitando maior eficiência, economia e qualidade.

---

<sup>11</sup> O termo “obra rodoviária” é relativo à obra de construção e não, às obras de recuperação ou restauração de rodovia, que possuem outros tipos de serviços e atividades, cujo estudo não faz parte da pesquisa.

### 3.3.2 Conjunto de Atividades

Pode-se chamar de conjunto de atividades a relação de tarefas desempenhadas pela assistência técnica de obras rodoviárias. Os trabalhos realizados podem ter como finalidade apoiar um cliente privado, ou seja, o empreendedor é uma empresa privada ou uma concessionária, ou um cliente público, isto é, o contratante da ATO é um ente ou órgão público, seja ele, fundação, autarquia, agência reguladora ou de administração direta.

Vale ressaltar que a contratação de um serviço de assistência técnica pode incluir todas as atividades acima ou apenas uma. Ou ainda, alguma atividade do cliente público, pode ser exigida em um contrato com um cliente privado. Essa flexibilidade acontece, quando há interesses do contratante.

Além disso, as tarefas das atividades também podem variar, porque as denominações dos serviços e atividades não seguem uma norma específica.

#### 3.3.2.1 Cliente público

Quando o DNER não tinha estrutura suficiente para acompanhar as obras rodoviárias, passou então, a contratar empresas consultoras para realizar os trabalhos de supervisão e fiscalização. Com essa prática foram criados novos serviços para atender às novas demandas de trabalho, como o apoio técnico e o *As Built*.

Não é comum a contratação, por parte do poder público, do serviço específico de assistência técnica, pois os contratos são geralmente de fiscalização, supervisão e acompanhamento de obras. Mas, algumas atividades de ATO também fazem parte desses contratos.

##### a) Apoio técnico à construção

A fim de apoiar tecnicamente à construção, a equipe de assistência técnica realiza atividades de análise e verificação dos projetos para execução, podendo alterar projetos atendendo solicitação do representante do órgão público com a finalidade de melhorar a solução inicial ou adequar o projeto original à situação local.

##### b) Elaboração do *As Built*

Todo projeto sofre adequações e modificações no momento da sua execução, porque é extremamente difícil prever todas as interferências existentes e situações

desfavoráveis encontradas numa obra rodoviária, principalmente devido à variação das condições topográficas e geotécnicas a cada trecho percorrido, por exemplo.

### 3.3.2.2 Cliente privado

Diante a passagem de alguns serviços públicos à iniciativa privada, através de outorga, permissão ou concessão, as empresas operadoras e construtoras foram cada vez mais oferecendo serviços especializados, criando demanda para as empresas de consultoria. O enfoque desses serviços, diferente do cliente público, é referente à busca de maior produtividade, redução de custos e prazos, sem prejuízo da qualidade final.

#### a) Interface projeto-execução

Toda obra deve ter como origem um projeto. A relação entre ambos não é estática, pelo contrário, é muito dinâmica. A ocorrência de variáveis não previstas no projeto pode ser grande e vai depender da quantidade de dados utilizados nos estudos, do grau de complexidade do empreendimento e das condições de sua instalação. Assim, quanto maior a interface projeto-execução, maior a previsão de possíveis problemas e maior a velocidade de respostas às ocorrências durante a obra.

#### b) Melhorias e benfeitorias para a obra

A presença de uma equipe de assistência técnica oferece a oportunidade de surgir propostas de melhorias e benfeitorias para a obra como, por exemplo, redução de impactos sociais e ambientais com mudanças de traçado e/ou alteração do nível da estrada.

#### c) Estudo de alternativas e soluções de problemas

Prevendo possíveis dificuldades na implantação do projeto, a ATO pode estudar alternativas, bem como criar soluções específicas para sanar problemas pontuais ou atípicos decorrentes da execução da obra.

#### d) Ajustes e aperfeiçoamentos de projetos

Pequenos ajustes e aperfeiçoamentos de projetos são bem vindos, caso não afetem a concepção original e não prejudiquem a sua qualidade. Algumas alterações e adequações são capazes de gerar economia significativa para a obra. Outras aumentam os custos de implantação, mas em compensação, oferecem benefícios à solução de engenharia.



### e) Detalhamento para a execução

De modo a facilitar a execução, a assistência técnica tem a possibilidade de detalhar os projetos com desenhos mais específicos e pormenorizados, com a confecção de notas de serviço e de memórias de cálculo concisas e de fácil compreensão.

#### **3.3.3 Estrutura necessária**

Para realização das diversas atividades citadas, a assistência técnica de construções rodoviárias exige uma estrutura compatível com o porte da obra. A ATO é formada por uma equipe técnica adequada ao desenvolvimento das suas tarefas e uma infraestrutura composta de escritório, imóveis, topografia, laboratório, alojamento e transporte.

Deve-se atentar que essa estrutura será maior ou menor, dependendo da localidade, do tamanho, do tipo da obra e, sobretudo, do objetivo do cliente e do contrato da ATO. Por exemplo, uma obra situada numa zona urbana não precisa de alimentação e transporte próprio. Podem estar incluídos ou não no contrato. A flexibilidade é total, desde que respeitada às condições mínimas para realização da assistência técnica.

##### **3.3.3.1 Recursos Humanos**

O dimensionamento da equipe técnica é função do tamanho do empreendimento e dos objetivos do empreendedor público ou privado. Cada cliente forma a equipe que melhor possa lhe atender, de maneira a garantir a qualidade no serviço.

Como exemplo, pode-se utilizar a “Tabela de Preços de Consultoria” do DNIT (2010) que contempla cargos de nível superior, técnico e auxiliar, conforme as listas abaixo. Logicamente, nem todas as funções são utilizadas, pois a flexibilidade para a composição da equipe é uma vantagem da assistência técnica. Depende de cada obra.

#### a) Nível superior

- consultor especial
- coordenador geral
- engenheiro/ profissional sênior
- engenheiro/ profissional pleno
- engenheiro/ profissional júnior
- engenheiro/ profissional auxiliar

#### b) Nível técnico

- auxiliar de engenheiro/ inspetor de campo
- laboratorista chefe/ topógrafo chefe
- laboratorista/ topógrafo
- laboratorista auxiliar/ topógrafo auxiliar
- fiscal de campo
- calculista/desenhista/ operador de computador
- auxiliar de laboratório/ auxiliar de topografia

#### c) Nível auxiliar

- chefe de escritório/ secretária executiva
- secretária
- datilógrafo/ motorista
- serventes/ contínuos
- vigias

#### 3.3.3.2 Escritório

Da mesma forma que os recursos humanos, a dimensão do escritório e a quantidade de material e equipamentos para o desenvolvimento dos trabalhos de assistência técnica vão variar de caso a caso. Portanto, a única regra é o escritório ser compatível com a equipe técnica que atuará em suas dependências. A “Tabela de Preços Unitários para Supervisão e Coordenação” do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Estado do Rio Grande do Sul (DAE/RS, 2009) relaciona os seguintes itens:

- mobiliário completo;
- materiais diversos e para desenho;
- cópia e encadernação;
- plotagem;
- telefone e/ou rádio para comunicação;
- máquina fotográfica digital;
- acesso à internet;
- microcomputador com sistema operacional e aplicativo *Office*;
- impressora laser ou jato de tinta;
- impressora *plotter*;
- suprimento para impressora e *plotter* e

- programas específicos de engenharia para o trabalho (*AutoCAD/ Civil 3D*).

#### 3.3.3.3 Imóveis

Para realização do trabalho de ATO é necessário um imóvel que comporte toda a equipe e o cotidiano de um escritório de projetos. Um segundo imóvel, se a situação exigir, deve ser reservado para o laboratório de ensaios e um lugar para a equipe de topografia guardar seus equipamentos. A moradia dos funcionários pode ser dividida em residência para os engenheiros, outra para os técnicos e outra para os auxiliares. Em grandes empreendimentos, a assistência técnica pode usufruir da própria infraestrutura da obra, como escritório e alojamentos para moradia, não sendo necessária a locação de imóveis.

#### 3.3.3.4 Topografia

A equipe de topografia deve possuir um ou mais topógrafos e alguns auxiliares. Os equipamentos utilizados são: estação total, GPS, prisma, marco de concreto, estacas e piquetes de madeira (DAER/RS, 2009). A topografia pode ser da própria construtora ou ser incluída no escopo das atividades da ATO.

#### 3.3.3.5 Sondagem

Utilizando como exemplo a tabela de supervisão do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Estado do Rio Grande do Sul (DAER/RS, 2009), o serviço de investigação geológica pode conter os equipamentos e os demais utensílios para a realização de sondagem manual, à percussão e rotativa, incluindo a presença do sondador e de seus auxiliares. A assistência técnica de obra pode incluir esses serviços ou não. Como a topografia, vai depender do tipo de contrato.

#### 3.3.3.6 Laboratório

Os ensaios de solo, material betuminoso e concreto são realizados no laboratório, com exceção de alguns especiais. O laboratório deve ser provido dos equipamentos e materiais necessários para o desenvolvimento de suas atividades. Em algumas obras faz parte do escopo da ATO a atividade de investigação geológica.

#### 3.3.3.7 Alojamento

Para a residência e o alojamento do pessoal são necessários além do imóvel, oferecer móveis e utensílios. A alimentação pode ser feita nas residências e alojamentos ou em

restaurantes. Geralmente, os acampamentos e canteiros de obras possuem refeitório próprio.

### 3.3.3.8 Transporte

O transporte para os serviços de assistência técnica pode ser da própria empresa ou terceirizado (locação). Em grandes empreendimentos, o transporte existe tanto para o pessoal da ATO, quanto para as equipes de topografia e laboratório, já que as atividades de acompanhamento devem atender várias frentes concomitantemente. Os tipos de veículos também são opcionais, por exemplo, para a topografia e laboratório, pode ser um automóvel tipo sedan e um utilitário, respectivamente, enquanto que para a ATO um carro popular robusto e resistente satisfaz. Contudo, dependendo das condições da obra, é necessário um veículo com tração nas quatro rodas. O importante é saber se o transporte está ou não incluído no contrato com o empreendedor e da mesma forma, o motorista e o combustível desses veículos.

A Figura 3 resume a estrutura necessária para o serviço de assistência técnica de obra rodoviária.

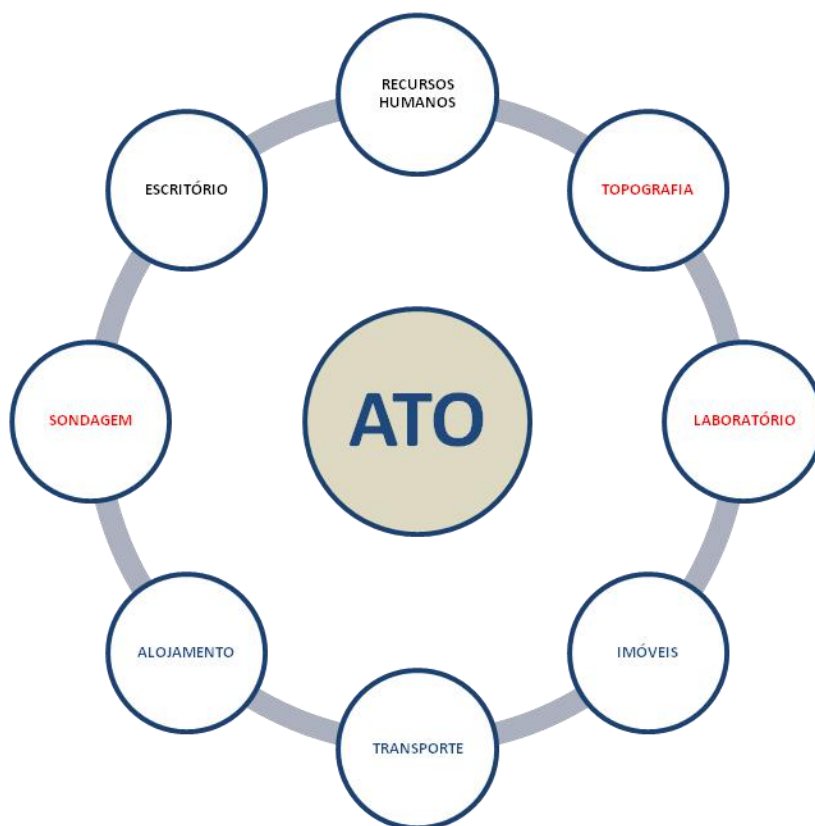


Figura 3: Estrutura Necessária para o Serviço de Assistência Técnica de Obra.

### 3.3.4 Custo de Contratação da Assistência Técnica de Obra

O cálculo do custo de contratação de uma equipe de assistência técnica para uma obra rodoviária é similar ao do custo de contratação de uma equipe para elaborar um projeto, seja executivo ou básico. A diferença está no tamanho da equipe, na qualidade dos profissionais componentes, nas horas necessárias para atender à obra e, logicamente, na infraestrutura necessária para a realização do serviço.

Segundo o “Manual de Orçamentação” da ABCE (1994), qualquer serviço de engenharia consultiva traz consigo a dificuldade de orçar seus serviços, por causa da natureza dos serviços envolvidos e principalmente, por se tratar de um trabalho intelectual, sendo difícil mensurar com exatidão. De forma a reduzir os riscos inerentes a montantes orçados, é recomendável, inicialmente, fazer um orçamento preliminar com mais de um método para obter uma estimativa de preço justo do serviço requerido.

Os métodos para a elaboração do orçamento preliminar são, conforme o “Manual de Orçamentação”:

- percentual sobre o valor da obra;
- listagem de atividades e determinação das quantidades de horas a aplicar;
- contagem de documentos a serem produzidos;
- importância do serviço no empreendimento e
- preço de serviços semelhantes.

Não faz parte da pesquisa explicar esses métodos. No entanto, independente do método de elaboração do orçamento, o custo para contratação do serviço de assistência técnica de obra é variável em função do objeto e das atividades componentes do escopo do contrato, bem como a dimensão da equipe e a sua respectiva estrutura compatíveis com o porte e a complexidade do empreendimento. Porém, seu custo não deve ultrapassar o valor do serviço de contratação para elaboração do projeto executivo.

### 3.4 PRESSUPOSTOS DA PRÁTICA DE ATO

A prática da assistência técnica de obras rodoviárias como qualquer serviço ou trabalho tem suas vantagens e desvantagens. Um projeto, por suas características, pode exigir ou não o emprego de ATO. A consultora, preocupada com a dificuldade

que o empreendedor pode encontrar na execução do projeto, deve alertar e comunicar o responsável. Entretanto, quem define se obra terá ou não uma equipe de projetos para acompanhar a construção é o dono da obra, seja ele público ou privado.

A assistência técnica, como parte da consultoria de engenharia, deve estar comprometida com o melhor emprego dos recursos e pleno êxito do empreendimento (ABCE, 2006). Complementando esse fim, o serviço prestado deve apontar para o atendimento e satisfação do usuário final, isto é, a sociedade, o maior beneficiário.

#### **3.4.1 Vantagens**

A principal vantagem da presença da assistência técnica em um empreendimento é a possibilidade de permitir que a execução seja mais produtiva, mais eficiente e com mais qualidade. Mais produtiva, porque a velocidade de resposta ante qualquer obstáculo ou problema é maior. Mais eficiente, devido à busca por soluções mais econômicas, sem prejudicar a boa técnica. Mais qualidade, por causa da elaboração de projetos mais adequados à realidade local da rodovia. Dentre as vantagens da prática de ATO, pode-se destacar:

- propostas de racionalização dos projetos;
- agilidade nas mudanças de projetos;
- previsão de problemas decorrentes do avanço da obra;
- trabalhos específicos para cada frente de construção;
- contato permanente com o local do empreendimento e
- atendimento às comunidades residentes afetadas.

As vantagens acima são melhor entendidas caso as modificações e adaptações feitas pela ATO sejam sobre o projeto executivo, porque se for sobre o projeto básico, os ganhos são mais evidentes ainda, devido a esse conter menos dados e informações do que este.

#### **3.4.2 Desvantagens**

A desvantagem mais relevante, sem dúvida é o custo de contratação de uma assistência técnica. Qualquer despesa em uma obra rodoviária deve ser avaliada, assim como a redução de custo. No aumento da despesa, deve-se levar em conta o custo-benefício. Na redução, deve-se tomar cuidado para não afetar a qualidade e a técnica de engenharia empregada. Portanto, caso a obra seja pequena e não seja tão complexa, não é necessário uma ATO. Para os demais casos, deve-se avaliar a

colocação da assistência técnica de maneira objetiva, listando seus prós e contras diante às características e etapas do empreendimento. Assim, algumas desvantagens podem ser:

- mobilização custosa;
- manutenção onerosa;
- infraestrutura adicional (escritório, alojamento, alimentação e transporte);
- equipes auxiliares (topografia, sondagem e laboratório);
- alterações de projetos sem os devidos cuidados e critérios;
- interferência da produção da obra no trabalho de projeto;
- perda da qualidade do projeto e
- soluções baratas com engenharia ruim.

O custo de mobilização e manutenção da ATO, bem como de toda infraestrutura adicional e equipes auxiliares, pode ser visto como investimento por parte do contratante, haja visto que a presença da ATO possibilita reduzir custos de implantação e torna o empreendimento mais adequado às condições locais.

Quando se fala nas alterações de projeto sem critério, perda de qualidade e soluções baratas, estas são em função da competência da equipe de assistência técnica, do conhecimento do projeto original e da qualidade dos dados de campo utilizados nas propostas de engenharia elaboradas pela ATO.

### **3.4.3 Construtibilidade**

No setor industrial é comum a prática de desenvolver um projeto através de uma equipe composta por planejadores, projetistas e pessoal de construção com a finalidade de rever o projeto para questões de construtibilidade. Segundo o *Construction Industry Institute – CII* (apud WRIGHT, 1994), seus benefícios são a redução de custos, maior produtividade, melhoria da qualidade e manutenção diminuída, além de proporcionar mudanças "menores" nos projetos solicitadas pelo contratante durante a fase de execução.

Como o serviço de assistência técnica consiste numa equipe de projeto atuando junto à empreiteira, no local da obra, a construtibilidade reúne os responsáveis do projeto e da execução para otimizar o empreendimento. A diferença é que esta acontece na fase de concepção do projeto e planejamento inicial, enquanto que a ATO atua no momento da construção, adequando e alterando o projeto básico ou executivo.

RODRIGUEZ E HEINECK (2003) diz que a construtibilidade está relacionada "ao emprego adequado de conhecimento e da experiência técnica em vários níveis para racionalizar a execução dos empreendimentos, enfatizando a inter-relação entre as etapas de projeto e execução".

Assim, pode-se afirmar que a assistência técnica também contribui para a construtibilidade na obra rodoviária. Porém, quanto maior a integração entre os participantes do projeto e da construção desde os estudos iniciais de viabilidade, maior será a construtibilidade no empreendimento.

#### 3.4.4 Engenharia Simultânea

A Engenharia Simultânea, conforme KAMARA et al. (apud MOURA, 2005), é uma forma de aperfeiçoar os processos de projeto e construção, objetivando a redução de prazos de entrega e custos do empreendimento, proporcionando a satisfação do cliente com o incremento de qualidade no mesmo.

O princípio básico da engenharia simultânea é tornar os processos de projeto e produção concomitantemente, o que permite antecipar os problemas enfrentados durante a execução, evitando o desperdício de tempo e de recursos nas medidas corretivas (MORAES et al., 2012).

As soluções técnicas elaboradas pela equipe de assistência técnica de obra são realizadas durante a construção. Os prazos de conclusão desses projetos são menores e vão logo em seguida para a produção da obra executá-los.

Desse modo é possível dizer que a assistência técnica possui características de engenharia simultânea, pois a forma de atuação e finalidade são semelhantes. Entretanto, não é uma engenharia simultânea completa, porque a ATO trabalha sobre projetos já concebidos e não a partir do projeto conceitual.

### 3.5 SÍNTESE DAS ENTREVISTAS COM OS ESPECIALISTAS EM OBRAS E PROJETOS RODOVIÁRIOS

Com a intenção de complementar a pesquisa sobre a assistência técnica de obras rodoviárias, bem como suprir a escassez de bibliografia sobre o tema, foram realizadas entrevistas com 20 profissionais seniores que trabalham no ramo da



engenharia rodoviária, em empresas de consultoria, órgãos públicos, universidades e companhia construtora.

Pelas entrevistas realizadas serem do tipo livre, não foi combinado com os participantes a divulgação e a autoria dos seus relatos. Desse modo, neste resumo as falas a seguir não são referentes e específicas de cada um dos entrevistados e nem seguem a ordem da lista abaixo. Os profissionais entrevistados e as suas respectivas empresas<sup>12</sup> ou instituições<sup>13</sup> durante os meses de Janeiro e Maio do corrente ano, foram:

- Guilherme Montenegro – DNIT
- Carlos Alexandre – ANTT
- Cláudio Marinho – PCE
- Gilberto Badin – PROENGE
- José Emerson – CONCREMAT
- Gilberto Gonçalves – UFF/ UERJ
- Egberto Gaia – SISCON
- Carlos Serman – CEFET-RJ
- Rodolpho Bonelli – PROJEMAX
- Silvio Rodrigues – ESA
- Gilberto Soares – PCE
- José Carlos Sciammarella – ENGESUR
- Ricardo Rauen – PCE
- Yoshiaki Yamabe – QUEIROZ GALVÃO
- Fábio Caboclo – PLANSERVI
- Ricardo Andrade – PLANSERVI
- Jorge Mendes – COBA
- Andrea Aekemi – DÉDALO
- Luiz Francisco Muniz – MUNIZSPADA
- Mireia Hernandez – PCE

---

<sup>12</sup> As siglas PCE, PROENGE, PROJEMAX, ESA, ENGESUR, PLANSERVI, COBA, DÉDALO e MUNIZSPADA são empresas de consultoria. A sigla QUEIROZ GALVÃO é uma companhia construtora.

<sup>13</sup> As siglas UFF, UERJ e CEFET-RJ são universidades. O DNIT é órgão rodoviário e a ANTT é agência reguladora.

### 3.5.1 Relato das Entrevistas

– Em obras do DNIT é contratada a supervisão. Apenas quando é uma obra de grande porte é que se contrata o gerenciamento. O DNIT não contrata ATO, pois dentro da supervisão, existem atividades de assistência técnica. O consultor presta serviço de consultoria. Quando o projeto é inconsistente e precisa de muitas alterações para compatibilizar com o campo, é fundamental ter uma equipe de assistência técnica.

– Na obra do Arco Metropolitano do Rio de Janeiro, por exemplo, uma empresa consultora realiza os serviços de Gerenciamento, Supervisão e Fiscalização. No entanto, atividades de assistência técnica de obra ocorrem quando são feitas adequações e revisões de projeto.

– Quando o empreendimento possui projeto executivo não há necessidade de assistência técnica. A ATO existe quando se tem apenas o projeto básico. Quando tem o executivo, se contrata a supervisão. Contudo, a ATO pode ser feita também no projeto executivo. Dependendo da complexidade da obra ou da qualidade do executivo, pode acontecer. Porém, é mais difícil, por não haver tanta necessidade. Vai depender de cada caso.

– A ATO é muito importante, porque para elaborar um projeto atualmente, existem três fatores determinantes: prazo apertado, custo reduzido e informações e dados de campo insuficientes ou não ideais.

– A assistência técnica faz a interface entre obra e projeto. A equipe de ATO tem que conhecer o projeto profundamente para poder fazer revisões, fazer a conexão entre as disciplinas e os especialistas.

– O serviço de assistência técnica tem que antecipar os problemas. Sempre ocorrem mudanças no campo. Por isso que a ATO tem que estar na obra, antes que os problemas aconteçam. Sua intervenção é imediatista.

– A ATO atua com horizontes pequenos, sem muito planejamento. Porém, ela pode intermediar o planejamento da obra com a elaboração dos projetos. Isso é o ideal, mas não acontece na prática. O que orienta a obra é a produção.

– A assistência técnica complementa o projeto. A visão de campo te permite mudar/alterar algumas soluções pontuais, otimizando o projeto. Ela permite agilidade/rapidez nas soluções de problemas encontrados durante a execução, pois está no local da obra.

- Na opinião de um dos entrevistados, a ATO é uma anomalia, pois surge devido aos projetos ruins. Se os projetos fossem bem feitos, ou seja, com critérios, dentro das normas, com dados confiáveis e em quantidade, por uma equipe bem capacitada com um prazo razoável para estudos e soluções alternativas, não necessitaria de ATO. Apenas haveria poucas alterações de projeto, que a própria equipe de supervisão resolveria.
- A assistência técnica de obra garante a qualidade, porque vai atender às necessidades que a obra impõe. Já garantir a economia da obra, nem sempre é possível, porque em muitos casos o projeto não contempla obras complementares indispensáveis. A economia da ATO pode não ser percebida imediatamente, mas a médio e longo prazo, com economia na manutenção e vida útil da obra.
- A ATO resolve a engenharia simultaneamente à obra. Assim, a solução pode acabar saindo mais cara, quando, por conta da pressa e da falta de dados suficientes, tiver que adotar uma resposta mais conservadora. Além disso, nem sempre a solução mais barata acompanha a produção mais econômica, pois o projetista não consegue projetar pensando em todos os custos da execução.
- É fundamental o emprego da assistência técnica no controle, acompanhamento da obra. Ela garante a responsabilidade do projetista sobre a obra. Ademais, ela acaba, também, exercendo uma fiscalização da obra indiretamente.
- A assistência técnica de obras está ligada à parte técnica do empreendimento. Se houvesse ATO em grandes obras, possibilitaria uma economia e uma maior qualidade nos projetos e, conseqüentemente, nos produtos das obras.
- Com a presença da assistência técnica, o construtor constrói com mais confiança, mais consciente. Muitos gerentes pensam que a ATO é custo, mas ela auto se paga. Não é custo, é investimento.
- Existe o risco financeiro e o risco técnico. Quando se tem essa situação, a ATO é fundamental, ou seja, quando o empreendimento envolve grande risco, a assistência técnica é crucial.

### 3.5.2 Comentários do Autor

Os órgãos públicos ainda não têm o costume de contratar o serviço de assistência técnica para obras rodoviárias, porque a supervisão pode fazê-lo, desde que as alterações de projeto sejam pequenas e pontuais sem necessidade da presença de uma equipe de projeto.

A ATO pode atuar sobre o projeto básico ou sobre o projeto executivo. Vai depender qual projeto o contratante possui no momento da execução. A ATO não refaz os projetos, ela propõe mudanças e alterações de trechos localizados. Sua função é complementar os projetos e não substituí-los. Comparar o serviço de assistência técnica de obras com o de elaboração do projeto executivo não é possível, porque o primeiro depende do segundo e os mesmos possuem finalidades distintas.

Quando o entrevistado comenta que a assistência técnica de obra é uma anomalia, é possível concordar e discordar da afirmação. É correto pensar que se os projetos fossem bons, não haveria necessidade de ATO, pois a supervisão resolveria os problemas da obra; mesmo assim também é incorreto, porque ainda que os projetos sejam bons, com uma equipe de assistência técnica é possível otimizá-los e racionalizá-los, pois a vantagem da ATO é contar com mais informações e mais dados que o projetista. As adequações e modificações tornam os projetos mais realistas, compatíveis com as demandas e ocorrências da obra.

Não é possível prever, antes de desenvolver as soluções e fazer os quantitativos dos serviços, se a ATO reduz os custos das obras dos projetos. Somente após a conclusão da solução com seu respectivo orçamento é que se faz a comparação dos custos entre o projeto original e o da ATO.

No entanto, a solução da assistência técnica, inicialmente, pode ser considerada mais apropriada para uma determinada situação ou problema por causa da necessidade da obra ou da exigência do construtor. Senão, não seria proposto uma solução distinta do projeto original.

É uma tarefa muito difícil comparar uma obra com o emprego de ATO e a mesma ou até outra obra sem ATO, pois cada obra ou projeto tem suas características, especificidades, facilidades, impedimentos, realidades, circunstâncias... Diversas variáveis diferentes, que não permite prever se a obra seria ou foi melhor, com ou sem assistência técnica.

## 4 ESTUDO DE CASO: RODOVIA DOS ANDES

### 4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A escolha de um estudo de caso para evidenciar a contribuição da ATO para melhores resultados na implantação de projetos rodoviários se deve ao fato do tema ser um questionamento proveniente da atividade prática vivenciada pelo autor. Segundo GODOY (2005), os estudos de caso podem surgir de problemas gerados de situações cotidianas, isto é, problemas que são identificados pelo desejo do pesquisador de explicar determinada situação a partir da prática.

O estudo de caso refere-se à construção da rodovia Interoceânica Sul Peru-Brasil, Tramo 2 – Urcos-Puente Inambari –, no Peru, conforme mostra o mapa da Figura 4 (MTC, 2013) . A rodovia é objeto de contrato de concessão, possui pista simples (classe 3) e está situada na região montanhosa da Cordilheira dos Andes. A fim de facilitar a leitura, sua denominação será “Rodovia dos Andes”.



Figura 4 - Mapa da Rodovia Interoceânica Sul Peru-Brasil - Tramo 2 - Urcos-Puente Inambari.

Trata-se de um estudo de caso único, porque aborda um caso revelador, no qual o pesquisador teve a oportunidade de observar e analisar um fenômeno que é de difícil acesso à pesquisa científica, por acontecer em ambiente limitado de empresas privadas. Além disso, pode ser classificado, também, como um estudo de caso incorporado, pois inclui a análise de subunidades (YIN, 2006).

A construção de parte da rodovia (trecho de aproximadamente 100 km) aconteceu entre os anos de 2006 e 2007, na qual o responsável pelas obras foi um consórcio construtor formado por uma empreiteira brasileira e três peruanas. Durante a

implantação, houve a atuação de uma equipe de assistência técnica de obra (ATO), oriunda de uma empresa de projetos também brasileira, cujo pesquisador desta dissertação participou da coordenação desta equipe.

Uma característica importante foi que a equipe de ATO trabalhou sobre o projeto executivo e não sobre o projeto básico, isto é, a assistência técnica fez adequações e modificações a partir do projeto executivo aprovado pelo órgão rodoviário peruano. Os padrões técnicos e os critérios de projeto atenderam às normas rodoviárias peruanas.

Por conta da atuação do autor no empreendimento apresentado neste estudo de caso, a coleta de dados não foi difícil, sendo decorrentes da observação participante, dos registros de arquivos (relatórios técnicos e projetos de engenharia) e de questionário com os profissionais que compartilharam desta mesma experiência.

#### 4.2 O TRABALHO DA ATO NA RODOVIA DOS ANDES

Para facilitar o entendimento do papel de uma assistência técnica em obras rodoviárias, a seguir são descritas as etapas do desenvolvimento do trabalho da ATO na Rodovia dos Andes.

- Cliente (dono da obra, empreendedor ou empreiteira) solicita uma proposta de assistência técnica de obras à consultora que fez o projeto básico ou executivo.
- Consultoria faz a proposta de trabalho, descrevendo o escopo das atividades, a equipe de trabalho, a infraestrutura necessária, o prazo de atuação, o preço do serviço, responsabilidades de cada parte, dentre outros. (Ver Anexo I-B)
- O dono da obra após analisar a proposta e negociar, contrata a equipe de ATO.
- A equipe de ATO é mobilizada, dando preferência aos profissionais que trabalharam na etapa de projeto, podendo agregar novo pessoal que deve estudar e conhecer bem o projeto.
- A ATO é mobilizada, se desloca até a obra e, inicialmente, faz uma série de visitas à área de interesse do projeto (campo) com cada especialista de cada disciplina rodoviária (geometria, geotecnia, drenagem, obra de arte especial, obra de contenção e sinalização). Essas visitas são realizadas para analisar

mais detalhadamente o projeto em relação aos aspectos locais, para eventualmente, caso se encontrem possibilidades, sejam feitas propostas de melhorias ou adequações.

- Reunião da ATO com o cliente, na qual ambos propõem mudanças nos projetos, com o objetivo de otimizar/ racionalizá-los: adaptá-los à realidade do campo, antecipar possíveis problemas para o avanço da obra, atender solicitações de moradores e, conseqüentemente, reduzir alguns custos de execução. (Ver Anexo II-A)

- Elabora-se um plano de trabalho para a equipe de ATO atender às solicitações e propostas até a próxima reunião com o cliente. (Ver Anexo II-B)

- Equipe de ATO divide os trabalhos, delegando ao responsável de cada disciplina às respostas às solicitações da reunião.

- Cada responsável estuda e analisa seu pedido, indo ao campo, fazendo relatório fotográfico, levantando dados, observando o local, interagindo com os residentes, entrando em contato com os órgãos competentes para a obtenção de dados. Além disso, são solicitados serviços de topografia, cadastro de obras existentes ou de possíveis interferências (canais de irrigação, tubulações de drenagem, muros, cercas, casas, postes e árvores), realização de ensaios de laboratório e execução de sondagens.

- Após receber os dados solicitados, trabalhar com as alternativas e confirmar no campo, com a ajuda da topografia; caso seja necessário, a equipe de ATO apresenta a solução do problema ou da proposta solicitada na reunião, com melhorias técnicas e, possivelmente, mais econômicas.

- O cliente, representado por sua equipe de engenharia, avalia as vantagens e desvantagens da solução da equipe de ATO.

- Confirmada a aplicabilidade da solução da ATO, o cliente, através do seu pessoal da sala técnica, mais especificamente o setor de medições, realiza os quantitativos e gera o custo da solução da ATO.

- De forma a obter certeza da viabilidade econômica, a equipe de medição do cliente refaz os quantitativos do projeto executivo aprovado.

- Após comparar os custos do projeto executivo original com a solução proposta da ATO é verificado se haverá ou não a economia de custos com a implantação dessa nova solução.
- Em seguida, o cliente faz a análise técnica e econômica da solução com os responsáveis pelas áreas de engenharia e produção, no intuito de verificar se a proposta é compatível com a produtividade e avanço da obra. Caso não seja apropriada, a solução é enviada para a equipe de ATO trabalhar mais a solução ou propor uma alternativa.
- No caso de aceitação, o cliente apresenta a proposta de solução à Supervisão da obra, representante do órgão rodoviário para obter o seu parecer. (Ver Anexo II-C)
- Após parecer favorável da Supervisão, a solução proposta pela ATO é liberada para a execução na obra. (Ver Anexo II-D)
- Caso o parecer da supervisão seja desfavorável, podem ocorrer duas situações: o cliente pede para a equipe de ATO trabalhar mais a solução (melhorar algum detalhe ou fazer um estudo alternativo) para tentar aprovar novamente na Supervisão ou, não podendo aguardar mais tempo, implanta-se no campo a solução do projeto executivo originalmente aprovado.

As propostas elaboradas pela ATO para o empreendimento<sup>14</sup>, provinham de sugestões da própria equipe de ATO, do cliente, da Supervisão ou, também, dos moradores adjacentes à rodovia ou usuários da via.

Para ilustrar de maneira simples o desenvolvimento do trabalho da ATO na Rodovia dos Andes, é mostrado na Figura 5 o fluxo das etapas de modo linear, sem demonstrar as retroalimentações, porque as mesmas se encontram apenas no momento da aprovação ou rejeição das soluções técnicas da ATO por parte do Cliente (Consórcio Construtor) ou da Supervisão da Obra.

---

<sup>14</sup> A palavra “empreendimento” neste capítulo e no próximo se refere ao empreendimento da “Rodovia dos Andes”, salvo quando no texto ficar explícito que se trata de qualquer tipo de empreendimento de infraestrutura.



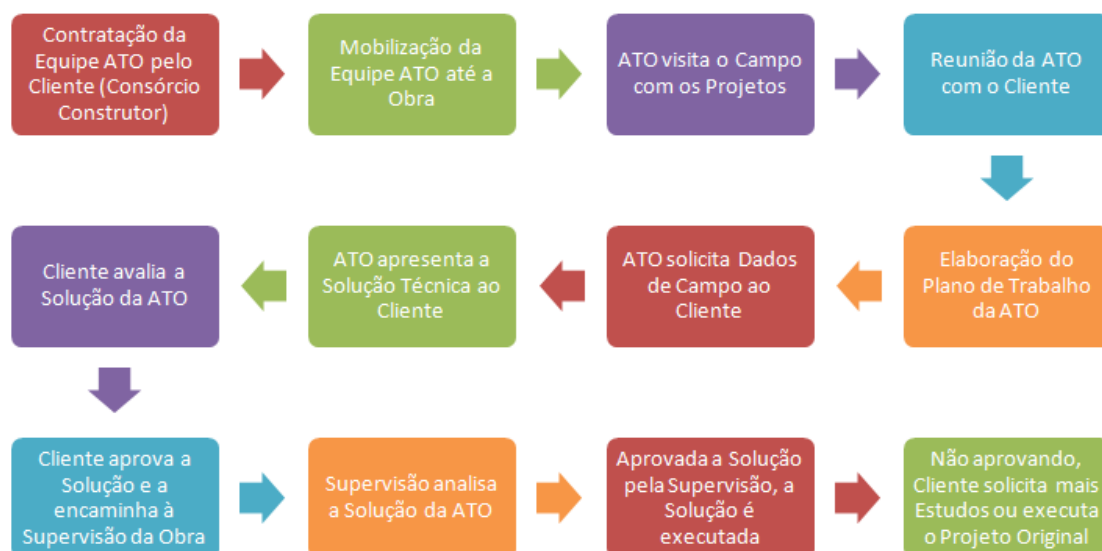


Figura 5 - Fluxo das Etapas do Trabalho da ATO na Rodovia dos Andes.

#### 4.3 DEMAIS PARTICULARIDADES DA ATO DA RODOVIA DOS ANDES

O motivo da contratação do serviço de assistência técnica foi devido ao interesse do consórcio construtor em racionalizar o projeto executivo, o qual mesmo tendo sido bem elaborado e detalhado, necessitou de aprimoramentos, porque a rodovia se encontra numa região montanhosa muito acidentada.

A assistência técnica da Rodovia dos Andes contou com uma equipe formada por sete profissionais experientes, sendo um engenheiro coordenador, um engenheiro auxiliar de coordenação, um engenheiro de geometria, um engenheiro de drenagem, um engenheiro de geologia-geotecnia, um engenheiro júnior e um projetista.

Dois fatores decisivos para o trabalho da assistência técnica foram: a presença de equipes auxiliares terceirizadas de topografia, laboratório para ensaios e sondagens à disposição da ATO para coleta de dados reais de campo e a estrutura completa para o desenvolvimento dos trabalhos de projeto, como mobiliário, informática e veículos.

O trabalho da ATO envolveu a elaboração de relatórios de acompanhamento para demonstrar o avanço das obras, apontar problemas, recomendar intervenções e sugerir melhorias. O Anexo II-E mostra os informes de acompanhamento específico que foram gerados, como o de Obra de Arte Corrente (OAC), Obra de Arte Especial (OAE), estrutura de contenção e bota-fora.

Para ilustrar o resultado do trabalho da ATO nessa rodovia, foram produzidos em um ano, cerca de 320 relatórios técnicos de engenharia, referentes a diversas disciplinas da engenharia rodoviária (Ver Anexo II-F). Foram 14 trabalhos desenvolvidos para a geometria, 101 para geologia-geotecnia, 164 para drenagem, 17 para obra de arte especial (ponte e pontilhão), 7 para muro de contenção, 6 para sinalização e 11 para as demais especialidades, incluindo os aspectos sociais (exclusão de desapropriação, reconstrução de canais de irrigação, captação de fontes de águas e outros).

Os relatórios, incluindo seus projetos – vide Anexos III e IV – foram baseados em dados de topografia, de sondagem e de ensaios laboratoriais, e apresentam tabelas, gráficos, memórias de cálculo, justificativas técnicas, recomendações, desenhos detalhados, bem como análise do contexto local da intervenção. Tudo isso com objetivo de sustentar as propostas de otimização do Projeto Executivo ou as soluções de ocorrências e demandas da obra.

Outro exemplo da atuação da equipe da ATO na obra foi a elaboração de um diagrama linear da rodovia que apresentava de maneira simples os trechos nos quais houve mudança, como alteração de traçado, modificação de talude, presença de muro de contenção, obra reposicionada, obra nova e obra eliminada; sendo o termo “obra”, relativo à OAC – bueiro – ou à OAE – pontilhão ou ponte.

A equipe de ATO realizou o acompanhamento geral das obras, produzindo relatórios nos quais abordava problemas e possíveis ocorrências que pudessem surgir, ou seja, a partir de visitas ao campo também eram observados problemas, desvios e situações de não conformidade com o projeto ou com a boa prática de engenharia rodoviária. (Ver Anexo II-G)

Característica importante foi que nessa obra, a função da ATO não foi de supervisão ou fiscalização, pois para isso já havia equipes próprias do órgão rodoviário. A ATO, caso identificasse "problemas" na construção ou no projeto executivo, informava ao cliente da situação, e diante do exposto, o dono da obra decidia se deveria interceder ou não.

Vale destacar que a assistência técnica fez adequações e modificações em trechos localizados. O propósito do trabalho não foi revisar o projeto executivo aprovado, nem mudar sua concepção ou alterá-lo parcialmente.

Dessa maneira, foi possível estar presente e conhecer *in loco* os problemas e intervir no instante exato da ocorrência. A preparação e conclusão das soluções de engenharia foram rápidas e compatíveis com a necessidade de cada situação.

Embora a equipe de assistência técnica não fosse responsável pelas adequações dos projetos de estruturas como pontes, pontilhões e muros de contenção e de geometria e geotecnia dos bota-foras, bem como nas soluções especiais das zonas críticas de grandes taludes de corte, esses trabalhos eram realizados a partir dos dados de campo encaminhados à matriz da consultora, que os desenvolvia, concluía e reenviava as respostas com os estudos e projetos à ATO. Esta, então, passava ao consórcio construtor para análise e aprovação da supervisão. Se necessário, pequenas mudanças, ajustes e adequações de campo desses projetos peculiares eram realizados pela assistência técnica de obra.

Exemplos da relevância do serviço de ATO nessa obra, são os relatórios elaborados de drenagem urbana (km 89+513 - 89+780), de avaliação geológico-geotécnica do bota-fora B-11 (km 48+860), de identificação de locais para novos bota-foras (km 59+140, km 65+580, km 78+500, km 85+100, 94+500 e km 98+400), de avaliação da fundação de estruturas (pontilhão km 91+740) e reconstrução de canal de irrigação (km 77+670 - 77+780). (Ver Anexo II-H)

#### 4.4 PROTOCOLO DO ESTUDO DE CASO

De acordo com YIN (2006), a apresentação do protocolo aumenta a confiabilidade da investigação. Nesta seção é exposto o protocolo do estudo de caso da Rodovia dos Andes, que segue o roteiro indicado por aquele autor.

##### 4.4.1 Visão Geral do Projeto do Estudo de Caso

♦ Objetivos: Avaliar se o emprego da equipe de assistência técnica de obra (ATO), durante a execução da Rodovia dos Andes, proporcionou melhorias no desempenho econômico e de qualidade em alguns trechos da rodovia.

♦ Patrocínios do projeto: Não há patrocínio para este estudo de caso. É interesse do autor investigar a questão.

♦ Questões do estudo de caso: Verificar se houve redução dos custos das obras nos locais onde a ATO propôs soluções e se as mesmas acrescentaram qualidade na implantação da rodovia.

♦ Leituras importantes sobre o tópico que está sendo investigado: Manuais, propostas, contratos, editais, relatórios, estudos, artigos, dentre outros. Tudo o que envolve o assunto de assistência técnica de obras rodoviárias.

#### 4.4.2 Procedimento de Campo

♦ Apresentação de credenciais: Não foi necessário, porque o autor é um observador participante. Ele participou da equipe de ATO da Rodovia dos Andes.

♦ Acesso aos locais de estudo de caso: O autor teve acesso a todos os trechos da rodovia estudados na pesquisa por ter trabalhado na ATO durante a construção.

♦ Fontes gerais de informações: O autor teve acesso aos documentos e arquivos eletrônicos (projetos, relatórios, atas de reunião e cronogramas) referentes aos trechos da obra por atuar na equipe de ATO. Uma pequena parte dos dados encontrava-se no acervo técnico do autor e a parte principal estava no departamento de arquivos e documentos da empresa de projeto responsável pelo trabalho da ATO.

♦ Advertências de procedimentos: Procurar encontrar os arquivos de projetos e relatórios de segmentos da rodovia, tanto elaborados na fase da ATO quanto na fase do Projeto Executivo, verificando se são os mesmos trechos.

#### 4.4.3 Questões do Estudo de Caso

♦ As questões específicas que o pesquisador do estudo de caso deve manter em mente ao coletar os dados: Buscar colher o maior número de evidências sobre o trabalho da ATO na Rodovia dos Andes, incluindo material administrativo, gerencial e técnico, a fim de demonstrar o trabalho da ATO em toda sua dimensão.

♦ Planilha para disposição específica dos dados: Ver Tabela 1.

Tabela 1: Coleta de Dados - Fontes e Evidências.

| FONTE               | EVIDÊNCIA   |
|---------------------|---|
| Observação Direta   | Relato das observações do autor sobre a experiência do estudo de caso |
| Registro de Arquivo | Dados gerenciais, administrativos e técnicos do estudo de caso        |
| Entrevista          | Respostas e opiniões dos participantes sobre o estudo de caso         |

♦ Fontes de informações ao se responder cada questão: As fontes podem vir de diversas maneiras (arquivo, documento, projeto, relatório, entrevista, questionário, dentre outros).

#### 4.4.4 Guia para Relatório do Estudo de Caso

♦ Esboço: Capítulos principais da pesquisa do estudo de caso: introdução, revisão da literatura, método utilizado, coleta de dados, análise, resultados, discussão e conclusão.

♦ Formato para os dados: Texto, tabelas, gráficos e desenhos de projetos. Arquivos eletrônicos em *AutoCad*, *Word* e *Excel*.

♦ Uso e apresentação de outras documentações: Apagamento de todas as indicações referentes a nomes de empresas e de profissionais dos documentos originais e fazer arquivos digitais de imagens dos mesmos.

♦ Informações bibliográficas: Apresentação de todos os dados como documentos, arquivos, relação dos entrevistados, questionário aplicado nas entrevistas e referências bibliográficas.

#### 4.5 COLETA DE DADOS

Os dados deste estudo de caso foram obtidos de três fontes: observação participante, registro de arquivo e entrevistas com questionário.

##### 4.5.1 Observação Participante

A participação do autor foi especificamente em trabalhos de coordenação (planejamento e administração) e de produção (relatórios e projetos de engenharia). Por possuir uma formação generalista, teve a possibilidade de compreender o papel da equipe de ATO na construção da Rodovia dos Andes.

As principais observações constatadas durante a experiência no estudo de caso foram:

- a importância de se estar próximo à obra, vivendo a realidade local em todos os seus aspectos físico, econômico, social, político e ambiental;

- a relevância de poder adequar o projeto às condições de campo, trazendo benefícios para o usuário da rodovia e para os moradores afetados pela obra;
- a possibilidade de propor melhorias no projeto executivo, racionalizando-o a fim de reduzir os custos de implantação do projeto;
- a diferença da velocidade de resposta das soluções, intervindo logo em seguida aos problemas e ocorrências imprevistos, decorrentes da própria execução da obra e
- a capacidade de antecipar possíveis problemas de projeto e de execução, proporcionando um melhor avanço da obra.

Além da observação participante, o estudo de caso também se beneficiou da passiva, porque houve trabalhos específicos nos quais o autor não foi implicado diretamente, mas teve acesso aos fatos, como um testemunha externa.

Vale ressaltar que, como a construção da rodovia aconteceu há seis anos, o tempo decorrido desde então permitiu uma reflexão mais ampla do que foi a experiência.

#### **4.5.2 Registro de Arquivo**

Foram coletados diversos registros de arquivos (documentos) referentes ao trabalho da ATO, como arquivos eletrônicos guardados em mídias de DVD constantes do acervo particular do pesquisador e do acervo técnico da empresa projetista. Os dados se dividem em três grupos: administrativo, gerencial e técnico. Todos os dados estão expostos no anexo da pesquisa.

Os dados administrativos são aqueles ligados à administração e à coordenação da ATO, como proposta comercial, lista de trabalhos aprovados e entregues à supervisão da obra.

Os dados gerenciais são relacionados à gestão da ATO, como lista de trabalhos entregues ao cliente, ata de reunião entre cliente e ATO e tabela com os trabalhos desenvolvidos pela ATO na semana.

Os dados técnicos são os referentes aos projetos e relatórios, incluindo os seus anexos, produzidos pela ATO e os projetos constante do Projeto Executivo. Não foram apresentados os relatórios do projeto executivo, porque os mesmos englobam os

estudos e as memórias de cálculo de todas as disciplinas de projeto e se referem a toda extensão da rodovia.

Os dados administrativos e gerenciais não são objeto de análise da dissertação. Sua função é de apenas permitir a compreensão do que vem a ser o trabalho de assistência técnica. Para responder à hipótese da pesquisa, a análise dos dados técnicos é que foi objeto do estudo de caso.

#### 4.5.3 Questionário

Acrescentando dados para o estudo de caso, procurou-se entrevistar alguns participantes que atuaram na época da construção da Rodovia dos Andes. Foram entrevistados quatro engenheiros, no qual dois trabalhavam na equipe de ATO e os outros dois, no consórcio construtor. Devido a eles residirem no exterior, foi enviado, através de correio eletrônico, um questionário com cinco perguntas sobre o trabalho da ATO naquele empreendimento. São elas:

- 1) Qual a importância da ATO para a construção da obra? Por quê?
- 2) O emprego da ATO trouxe mais economia para a obra? Por quê?
- 3) O emprego da ATO trouxe mais qualidade para a obra? Por quê?
- 4) As soluções de engenharia da ATO foram melhores que as do Projeto Executivo? Por quê?
- 5) A ATO foi fundamental para o sucesso da obra? Por quê?

#### 4.6 MÉTODO UTILIZADO

O principal propósito da assistência técnica deste estudo de caso foi à elaboração de soluções técnicas de engenharia mais adequadas à realidade da obra, que de certa forma, dependendo da circunstância, foram mais econômicas para o construtor.

De maneira a verificar se a assistência técnica possuiu de fato essa finalidade, foi adotado o método da comparação entre os projetos executivo e os projetos das soluções propostas pela ATO.

Diante da expressiva quantidade de soluções técnicas realizadas, envolvendo várias disciplinas da engenharia rodoviária, sem que todas tivessem sido implementadas, foram escolhidos, de maneira aleatória, para essas comparações, seis pequenos trechos da Rodovia dos Andes, sendo abordada em cada trecho uma determinada

disciplina. Dessa forma, procurou-se demonstrar que a assistência técnica teve uma participação ampla, atendendo a diversas demandas da obra.

Abaixo a relação dos trechos<sup>15</sup> e suas respectivas especialidades estudadas.

♦ Trecho km 77+020 ao km 78+040<sup>16</sup>: Neste trecho da rodovia foi necessário fazer uma mudança de traçado do projeto executivo em cerca de um quilômetro. As disciplinas estudadas foram geometria, terraplenagem e pavimentação.

♦ Trecho km 86+670 ao km 86+920: Trecho da rodovia de 250 metros onde foi necessário mudar o talude de escavação do corte apresentado no projeto executivo. As especialidades abordadas foram geotecnia e terraplenagem.

♦ Trecho km 84+137: Local da rodovia onde houve a redução do vão do pontilhão apresentado no projeto executivo. A disciplina discutida foi obra de arte especial.

♦ Trecho km 92+363: Ponto da Rodovia dos Andes onde houve a substituição de um pontilhão por um bueiro duplo. A drenagem e OAE foram as especialidades analisadas.

♦ Trecho km 54+295 ao km 54+316: Trecho da obra onde foi realizado uma solução alternativa de muro de contenção. As disciplinas estudadas foram estrutura e terraplenagem.

♦ Trecho km 46+000 ao km 59+000: Extensão de 13 quilômetros da rodovia onde foram analisados locais para emprego de defesa metálica. A especialidade abordada foi a de sinalização (segurança viária).

#### 4.7 COMPARAÇÃO ENTRE PROJETO EXECUTIVO E PROJETO ATO

A construção de uma rodovia consiste em uma série de serviços e métodos executivos para sua realização. Assim como a construção, o projeto de uma rodovia abarca inúmeros tipos de estudos, cálculos, análises e projetos específicos.

Os projetos rodoviários não consistem em atender somente aos critérios técnicos, às normas aplicáveis e às especificações do empreendimento. Também compreende

---

<sup>15</sup> Todos os dados como projeto e relatório, concernentes aos trechos citados acima, estão apresentados nos anexos da dissertação.

<sup>16</sup> A nomenclatura de trecho de via utilizada no projeto da Rodovia dos Andes é por quilômetro, isto é, cada estaca equivale a 1.000 metros.



aspectos relativos à localização da via, à produtividade desejada pelo construtor, aos recursos disponíveis na obra (equipamento, mão de obra e insumo), à tecnologia do processo construtivo, dentre outros.

Cada solução de projeto abrange diversos fatores, que envolvem muitas variáveis. A análise depende dos critérios ou parâmetros a serem adotados na comparação, que por sua vez estão sujeitos aos interesses do órgão ou empresa contratante do projeto.

O DNIT (2006) informa: “Por menor que seja, o projeto de um trecho de rodovia envolve problemas novos e específicos, cuja solução particular não pode ser integralmente repetida”. Assim, cada projeto é único e incomum, o que torna a comparação de soluções de engenharia pendente de um critério ou juízo a ser estabelecido.

Método utilizado para ajudar a decidir entre alternativas de projetos rodoviários é o “estudo de benefício-custo”, onde se faz uma comparação entre os benefícios (B) e os respectivos custos (C), indicando a solução mais conveniente, que é a que possui o maior valor da relação B/C (DNER, 1997).

Considerando que os projetos Executivo e ATO atendem igualmente aos critérios técnicos e às normas da área rodoviária, bem como produzem benefícios similares, porque ambos foram aprovados pelo órgão responsável local, a comparação dos projetos deste estudo de caso, se refere somente aos custos de implantação das obras contidas nos projetos.

É preciso esclarecer que os benefícios gerados pelo projeto executivo foram discutidos e apresentados durante o seu processo de aprovação, não cabendo o estudo do mesmo nesta pesquisa. O que é possível e importante para a investigação é a apreciação dos benefícios adicionais resultantes dos projetos da assistência técnica de obras.

Por fim, os benefícios adicionais da ATO podem ser técnicos, econômicos ou sociais. Por técnico, entende-se, mais apropriado para as condições do campo; econômico, pelo menor custo da obra; e social, por impactar menos os moradores adjacentes à via ou trazer maior conforto e segurança para os usuários da rodovia.

#### 4.8 CUSTO DAS OBRAS DOS PROJETOS

A elaboração do orçamento com os custos das obras de cada solução dos seis trechos estudados, tanto do projeto executivo quanto do projeto elaborado pela ATO, foi realizada da seguinte forma descrita abaixo da Figura 6.

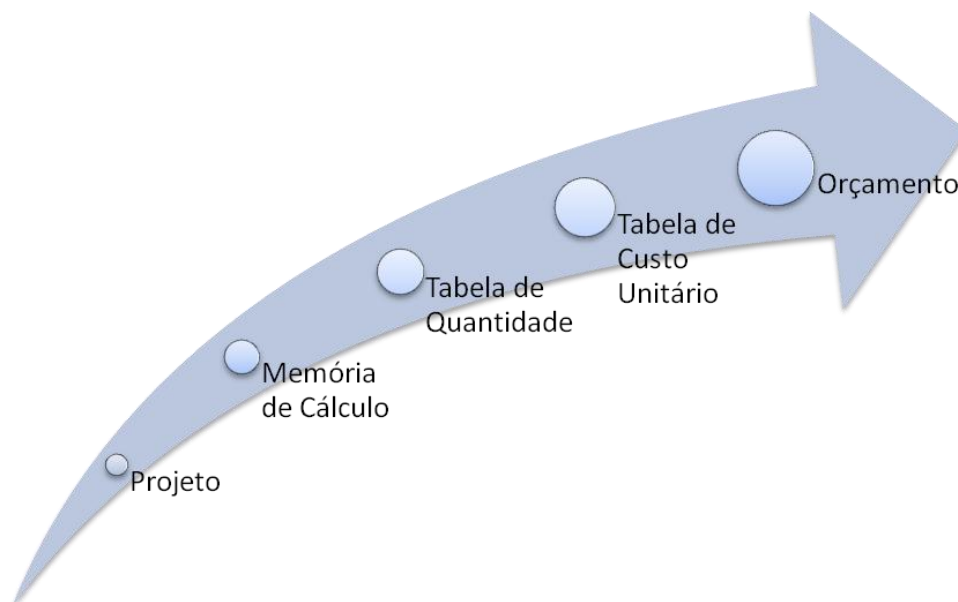


Figura 6 - Elaboração do Orçamento com os Custos das Obras.

- Escolhe-se um dos projetos (executivo ou ATO) para quantificar;
- Recolhe-se todo o material de projeto, como planta, perfil, seção, detalhe típico, relatório, memória de cálculo e memorial descritivo;
- Após análise do material para compreensão do projeto, separa-se o material que fornecerá os elementos para o cálculo das quantidades dos serviços principais para execução;
- De posse desse material, efetuam-se os cálculos das quantidades dos serviços necessários para cada obra indicada no projeto e
- Com as quantidades calculadas de cada serviço, obtém-se o orçamento do trecho de obra estudado, somando-se todos os produtos das quantidades calculadas pelos preços unitários de cada serviço.

Os serviços considerados nos cálculos de quantidade foram os mais relevantes para a composição do custo da obra, tanto em termos de custo monetário, quanto em termos do seu caráter técnico, ou seja, foram selecionados os serviços fundamentais para a execução da obra no determinado trecho em estudo.

Os cálculos das quantidades de cada serviço foram realizados pelo autor de maneira manual e com o auxílio de programas de computador. Como os projetos dos trechos estudados estavam em arquivos do *AutoCad* e *Civil 3D*, foram feitos alguns cálculos de extensões e de áreas em arquivos copiados do original. Para o cálculo de volumes de terraplenagem ou de serviços diversos de drenagem, o uso do *Excel* foi fundamental para alcançar os resultados. Todas as memórias de cálculo estão presentes nos Apêndices.

Os preços unitários de cada serviço foram obtidos, através da tabela de preços do Sistema de Custos Rodoviários (SICRO2) do DNIT. Os preços são referentes ao mês de novembro de 2012, para o Estado do Rio de Janeiro. Essa escolha se deve ao fato do pesquisador possuir mais familiaridade com os tipos de serviços e custos rodoviários utilizados no Brasil.

Os itens do sistema de custos rodoviários, com os serviços escolhidos para atender todas as obras dos seis trechos do estudo de caso, estão na Tabela 2, que mostra cada código do SICRO2 (DNIT, 2012) com sua descrição, unidade e custo unitário.

Tabela 2: Serviços e Códigos do SICRO2.

| SERVIÇO   | UNIDADE | CÓDIGO        | DESCRIÇÃO  | CUSTO UNITÁRIO |
|---|---------|---------------|--|----------------|
| CONCRETO CICLÓPICO  | m³      | 1 A 01 515 10 | Concreto ciclópico fck=15 MPa                      | 185,55         |
| CONCRETO ARMADO   | m³      | 2 S 03 329 02 | Conc.estr.fck=30 MPa-contr.raz.uso ger.conf.e lanç | 277,24         |
| CONCRETO SIMPLES  | m³      | 2 S 03 326 01 | Conc.estr.fck=20 MPa-contr.raz.c/adit.conf. e lanç | 228,94         |
| FORMA P/ OAE  | m²      | 2 S 03 371 01 | Forma de placa compensada resinada                 | 38,31          |
| FORMA P/ DRENAGEM   | m²      | 2 S 03 370 00 | Forma comum de madeira                             | 45,75          |
| ESCORAMENTO   | m²      | 2 S 03 119 01 | Escoramento com madeira de OAE                     | 48,12          |
| MANTA GEOTÊXTIL   | m²      | M903          | Geotêxtil não tecido agulhado RT-09                | 3,85           |
| ARMADURA  | kg      | 2 S 03 580 02 | Fornecimento, preparo e colocação formas aço CA 50 | 7,17           |
| GUARDA-CORPO METÁLICO (substituído por concreto)          | m       | 2 S 03 700 01 | Fabricação guarda-corpo tipo GM, moldado no local  | 239,13         |
| PEDRA ARGAMASSADA   | m³      | 2 S 05 301 00 | Alvenaria de pedra argamassada                     | 171,65         |
| TMC Ø=48" (substituído por Estrut. Tunnel Liner Ø= 1,20m) | m       | M362          | Estrut. (tunnel liner) D=1,2m epoxy                | 1.389,00       |
| ENROCAMENTO   | m³      | 2 S 05 300 02 | Enrocamento de pedra jogada                        | 49,88          |
| DRENO DE AREIA  | m³      | M704          | Areia lavada                                       | 40,00          |
| DRENO DE CASCALHO   | m³      | AM35          | Brita 1  | 58,80          |
| DRENO TUBO Ø= 4"  | m       | M911          | Tubo de PVC D=100 mm                               | 5,92           |
| ESCAVAÇÃO MEC. VALA                                       | m³      | 2 S 04 001 00 | Escavação mecânica de vala em mat.1a cat.          | 4,85           |
| ESCAVAÇÃO MANUAL VALA                                     | m³      | 2 S 04 000 00 | Escavação manual em material de 1a cat             | 48,11          |
| COMPACTAÇÃO MANUAL  | m³      | 2 S 03 940 00 | Compactação manual                                 | 11,65          |
| REATERRO DE VALA  | m³      | 2 S 03 940 01 | Reaterro e compactação                             | 25,21          |
| CONCRETO MAGRO  | m³      | 2 S 03 322 00 | Conc.estr.fck=10 MPa-contr.raz.uso ger.conf.e lanç | 222,44         |
| EMBASAMENTO   | m³      | 2 S 04 999 07 | Lastro de brita                                    | 42,19          |
| ESCAVAÇÃO MECÂNICA  | m³      | 2 S 01 100 26 | Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 800 a 1000m c/e  | 5,57           |
| ATERRO COMPACTADO   | m³      | 2 S 01 510 00 | Compactação de aterros a 95% proctor normal        | 2,12           |
| REFORÇO DE SUBLEITO                                       | m³      | 2 S 02 100 00 | Reforço do subleito                                | 8,99           |
| REGULARIZAÇÃO DE SUBLEITO                                 | m²      | 2 S 02 110 00 | Regularização do subleito                          | 0,66           |
| SUB-BASE  | m³      | 2 S 02 200 00 | Sub-base solo estabilizado granul. s/ mistura      | 8,99           |
| BASE  | m³      | 2 S 02 200 01 | Base solo estabilizado granul. s/ mistura m3       | 8,99           |
| IMPRIMAÇÃO  | m²      | 2 S 02 300 00 | Imprimação   | 0,20           |
| PINTURA DE LIGAÇÃO  | m²      | 2 S 02 400 00 | Pintura de ligação                                 | 0,14           |
| REVESTIMENTO CBUQ - CAPA                                  | t       | 2 S 02 540 01 | Conc. betuminoso usinado a quente - capa rolamento | 47,57          |
| REVESTIMENTO CBUQ - BINDER                                | t       | 2 S 02 540 02 | Concreto betuminoso usinado a quente - "binder"    | 44,19          |
| DEFENSA METÁLICA SIMPLES                                  | m       | 4 S 06 010 01 | Defensa semi-maleável simples (form./ impl.)       | 160,19         |

Optou-se por aplicar os valores apenas dos custos unitários, ao invés dos preços unitários, pois estes englobam o adicional de remuneração do construtor – Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) –, que não é relevante nesta análise.

#### 4.9 CRITÉRIOS E PREMISSAS ADOTADOS

Para obter o valor dos custos das obras a serem implantadas, foi necessário criar critérios e adotar premissas de maneira a facilitar as comparações.

Por cada obra ser formada por diversos serviços, o estudo comparativo se baseou nos serviços mais importantes de cada obra, por exemplo: nas estruturas se consideraram o concreto, a forma, a armadura, a escavação e o reaterro. Os serviços complementares, embora relevantes, que têm menor peso no orçamento, não foram considerados.

Devido aos projetos estarem no idioma espanhol, os nomes dos serviços estão em português e entre parênteses, em itálico, o seu equivalente na língua espanhola.

##### 4.9.1 Critério Geral

Para todos os serviços de “escavação” – manual, mecânica, de vala ou a céu aberto – foi considerado que o material escavado é de 1ª categoria, porque não fez parte da análise, o estudo geológico/ geotécnico de cada trecho.

O serviço de “remanejamento de tubulação de água e esgoto existente” não foi considerado, porque sua determinação dependia se o trecho estudado era em zona urbana ou rural e qual a quantidade de tubulação a ser remanejada. Além disso, seu custo é baixo em comparação com outros.

O item de “escoramento de vala” não foi considerado, porque seu cálculo depende da profundidade da escavação. Seu uso é considerado em zona urbana ou quando, em rodovia, se constrói um bueiro muito abaixo do nível de terraplenagem da pista.

O “preparo manual de terreno” não foi considerado por também ser de pequeno valor. Seu emprego é mais utilizado no assentamento de bueiro ou de estruturas de concreto enterradas.

O serviço de “transporte de material” não foi considerado, porque depende do projeto de terraplenagem, com a compensação entre volumes de cortes e aterros. Embora

muito importante para o orçamento de uma obra, o cálculo desse valor é feito para trechos maiores. Em trechos pontuais, que foram os examinados no estudo de caso, esse volume não altera significativamente a ordem de grandeza dos valores de toda a compensação. Apenas para volumes grandes de terraplenagem e com distâncias maiores é que o peso desse serviço é considerável no orçamento de uma obra. Ademais, o mesmo valor da “Distância Média de Transporte” (DMT) para o cálculo do serviço de transporte de material serve tanto ao projeto executivo como ao projeto da ATO.

A “carga/ descarga de material” é um serviço importante, mas está vinculado ao serviço de “transporte de material” que não foi considerado. O item de “espalhamento de material” também está vinculado ao serviço de transporte, portanto, também não foi considerado. Para seu cálculo é necessário conhecer quanto de material excessivo será espalhado nos botas-foras.

#### 4.9.2 Especialidade Drenagem

O serviço de “escavação manual” foi considerado para os seguintes dispositivos de drenagem: valeta de proteção de corte (*cuneta de coronación*), descida d'água em degrau (*escalera en emboquillado de concreto*)<sup>17</sup> e dissipador de energia (*emboquillado de piedra*). Na descida d'água foi considerado o serviço de “compactação manual”.

Os serviços de “escavação mecânica” e “reaterro de vala” foram considerados para os seguintes dispositivos de drenagem: caixa coletora (*caja receptora*), bueiro metálico duplo (*TMCD Ø 48*)<sup>18</sup> e boca de bueiro (*cabeza*).

Para o “embasamento” do corpo do bueiro duplo foi adotado o serviço de “lastro de brita”, que pode ser executado com brita, pó de pedra ou pedrisco.

Para o cálculo da forma da valeta de proteção de corte (*cuneta de coronación*) foi considerado o serviço de “forma comum” em vez do de guia de madeira, porque o primeiro possui a unidade em m<sup>2</sup> e o segundo em m, sendo a unidade de área mais adequada para medição do serviço, devido à seção da valeta.

---

<sup>17</sup> Para melhor compreensão dos termos no idioma espanhol, foi considerado o seu similar na língua portuguesa da seguinte forma: *Emboquillado de concreto*: Argamassa de cimento; *Emboquillado de piedra*: Pedra argamassada; e *Piedra emboquillada*: Pedra argamassada

<sup>18</sup> TMCD é um dispositivo de drenagem transversal, que significa, em espanhol, *Tubería de Metal Corrugada Doble*. É equivalente ao nosso “bueiro duplo circular de metal corrugado”.

Como não foi encontrado no SICRO2 a chapa metálica do bueiro de metal duplo  $\varnothing=1,20\text{m}$  (*alcantarilla TMCD  $\varnothing= 48$* ), foi considerado para substituir este item, o serviço “estrutura do tunnel liner  $\varnothing=1,2\text{m}$  em epoxy”.

O guarda-corpo metálico apresentado nos projetos de pontilhão não possui item no SICRO2, logo foi substituído pelo serviço de “fabricação de guarda-corpo em concreto, tipo GM, moldado no local”.

#### **4.9.3 Especialidade Sinalização/ Segurança Viária**

Para o cálculo das extensões dos trechos com defesa metálica semimaleável (*guardavías*) foi considerado a diferença entre as estacas e não o desenvolvimento dos trechos em curva, porque o objetivo é a comparação das quantidades do Projeto Executivo com o Projeto da ATO.

O serviço de “defensa metálica semimaleável simples”, de acordo com o SICRO2, é um serviço único, que inclui o fornecimento do material, os equipamentos e a mão de obra para sua implantação, segundo a composição do item de mesmo nome (DNIT, 2012).

#### **4.9.4 Especialidade Muro de Contenção**

O serviço do “dreno de cascalho” (*gravilla*) foi substituído pelo serviço de “Brita 1”, porque no SICRO2 não consta drenos de cascalho.

No muro de contenção do Projeto executivo, o concreto ciclópico sugerido é com  $F_{ck} = 17,5 \text{ MPa}$ , porém no SICRO2 apenas existe o concreto ciclópico com  $F_{ck} = 15 \text{ MPa}$ . Esta alteração atende ao Projeto da ATO que pede o concreto ciclópico  $F_{ck} = 14 \text{ MPa}$  adicionado de 30% de pedra-de-mão.

#### **4.9.5 Especialidade Terraplenagem/ Pavimentação**

Para as análises dos projetos de terraplenagem e pavimentação, não foi considerado seus serviços complementares como: os serviços preliminares (limpeza, desmatamento e destocamento), os dispositivos de drenagem longitudinal (valeta, sarjeta, meio-fio, dreno profundo e descida d'água) e nem a sinalização horizontal e vertical (pintura de faixa, inscrição no pavimento e placa).

No cálculo da pavimentação em CBUQ, foi considerada a mesma espessura do projeto original de pavimentação para os trechos analisados da rodovia, constante do

Anexo II-I, que é de 7,5 cm, com a divisão do serviço em duas camadas de CBUQ: *binder* (4,0cm) e capa de rolamento (3,5cm).

No SICRO2, o serviço de escavação com escavadeira hidráulica inclui o transporte de material. Por não haver o item sem o transporte, foi adotado o item “escavação carga transporte de material de 1ª categoria com DMT de 800 a 1000m com escavadeira hidráulica”.

#### 4.9.6 Característica dos Concretos

Para as obras de drenagem e de OAE (Pontilhão), o projeto pede as seguintes características dos concretos:

- Concreto magro  $F_{ck} = 10\text{MPa}$
- Concreto ciclópico  $F_{ck} = 14\text{ MPa} + 30\%$  pedra-de-mão (Drenagem) e  $F_{ck} = 17\text{ MPa}$  (Pontilhão)
- Concreto simples  $F_{ck} = 17,5\text{ MPa}$
- Concreto armado  $F_{ck} = 21\text{ MPa}$  (Drenagem) e  $F_{ck} = 28\text{ MPa}$  (Pontilhão)

Logo, para atender o que especifica os projetos, foram adotadas as características dos concretos abaixo para a aplicação dos custos do SICRO2:

- Concreto magro  $F_{ck} = 10\text{ MPa}$
- Concreto ciclópico  $F_{ck} = 15\text{ MPa}$
- Concreto simples  $F_{ck} = 20\text{ MPa}$
- Concreto armado  $F_{ck} = 30\text{ MPa}$

No Pontilhão (*Pontón*) do Projeto Executivo é apresentado o concreto ciclópico com  $F_{ck} = 17\text{ MPa}$ , mas o SICRO2 somente possui o serviço de concreto ciclópico com  $F_{ck} = 15\text{ MPa}$ .

Pelo peso do serviço ser baixo no orçamento, não foram consideradas as quantidades de junta de dilatação e junta de construção para as estruturas de concreto (pontilhão, muro de contenção, descida d'água e outros).

#### 4.10 QUALIDADE DOS PROJETOS DA ATO

Os benefícios que podem ser gerados pela assistência técnica de obra na Rodovia dos Andes, são resultantes da qualidade dos projetos elaborados. Porém, o que significa a palavra “qualidade” nesse caso?

O conceito de qualidade de um produto ou serviço é, segundo CAMPOS (1992), “aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente”.

Com esse conceito e baseado nas observações do pesquisador durante a sua participação no empreendimento em análise, os projetos da assistência técnica possuem qualidade, devido as seguintes características:

- ◆ Atende perfeitamente: Todos os projetos elaborados pela ATO foram produzidos em função do atendimento aos critérios e às normas de projeto do país do empreendimento, objetivando o conforto e a segurança do usuário da rodovia.
- ◆ De forma confiável: As soluções desenvolvidas pela assistência técnica foram mais adequadas à realidade do campo, em função da equipe técnica estar próximo à execução e dispor de dados mais precisos e levantamentos mais detalhados.
- ◆ De forma acessível: As modificações do projeto original, em razão do contexto local da obra, em certos casos, geraram menos custos para o empreendedor.
- ◆ De forma segura: Por contar com uma equipe de projetos no local da construção da rodovia, o empreendedor se sentiu mais seguro em relação à solução de ocorrências e imprevistos que aconteciam na execução.
- ◆ No tempo certo às necessidades do cliente: A ATO diminuiu o tempo de resolução dos problemas encontrados durante a execução, por estar próxima da obra com uma equipe técnica especializada disponível. Ademais, a assistência técnica atendeu, sobretudo, às necessidades do construtor, porque era de interesse deste, racionalizar os projetos para alcançar seus objetivos.

As características que conferem qualidade aos projetos da assistência técnica de obra podem ser confirmadas também pelo “Glossário de Termos Técnicos Rodoviários” (DNER, 1997) que diz que qualidade é: “O conjunto de características de um bem ou serviço que determina o grau de sua capacidade de satisfazer às necessidades do



consumidor ou do usuário.” No estudo de caso, entende-se como consumidor, o consórcio construtor, e como usuário, os motoristas e os passageiros dos veículos.

#### 4.11 QUESTIONÁRIO SOBRE ATO DA RODOVIA DOS ANDES

A seguir é apresentada uma síntese das respostas do questionário sobre a assistência técnica de obra – constante do Anexo V –, que foi enviado por correio eletrônico a quatro profissionais que atuaram na construção da Rodovia dos Andes. Foi preservada a autoria de cada questionário em particular, por opção do pesquisador.

Os profissionais participantes do questionário sobre a assistência técnica de obra na Rodovia dos Andes foram:

- Luiz Antônio Simões – ATO
- Martin Lúcio Chanamé – ATO
- Hugo Valdes – CONSÓRCIO CONSTRUTOR
- Alberto Wanderley Soares – CONSÓRCIO CONSTRUTOR

Seu propósito é mostrar o testemunho de outros participantes da experiência como fonte de evidência da relevância da participação da assistência técnica no empreendimento. No entanto, é necessário informar que as respostas abaixo referem-se a atuação da ATO na Rodovia dos Andes de maneira geral e não sobre os trechos analisados pelo estudo de caso.

##### 4.11.1 Importância da ATO

Na primeira pergunta os participantes relatam que a assistência técnica é importante, pois permite intervenções rápidas nas soluções dos problemas, traz mais dinamismo à obra e consegue otimizar os projetos de acordo com a realidade da obra, tanto em informações e dados de campo, quanto em recursos que a construtora dispõe.

##### 4.11.2 Economia da ATO

A segunda pergunta tem como resposta a confirmação de que a assistência técnica trouxe economia para a obra da Rodovia dos Andes, através da redução do tempo de resposta às ocorrências, devido à atuação imediata diante às solicitações da obra; pelas soluções de problemas decorrentes da execução, evitando a paralisação da obra; e por conseguir reduzir os custos com projetos e obras mais racionais.

#### **4.11.3 Qualidade da ATO**

Para a terceira pergunta que é sobre a qualidade que a assistência técnica acrescentou à obra, os participantes responderam afirmativamente, dizendo que a atuação oportuna e efetiva da equipe de ATO, com a obtenção de mais dados da obra, como topografia e geologia, por exemplo, foi possível elaborar projetos mais consistentes e obras mais duráveis.

#### **4.11.4 Soluções da ATO**

Com relação à quarta questão, as respostas coletadas informam que as soluções de engenharia da assistência técnica são mais realistas que as do projeto executivo aprovado, devido a ATO possuir mais informações e conhecimento sobre as necessidades que a obra demandava.

#### **4.11.5 Sucesso da Obra**

De acordo com as respostas do item cinco, sobre a relevância da assistência técnica para o sucesso da obra, com o emprego da equipe da ATO foi possível apoiar tecnicamente à obra de maneira efetiva, onde se conseguiu reduzir os custos de implantação, diminuir o tempo de execução e gerar maior qualidade para a obra no longo prazo.

## 5 ANÁLISE E RESULTADOS

### 5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Após a etapa da coleta dos dados e baseado nas três fontes de evidência – observação participante, registro de arquivo e entrevista com questionários –, adotaram-se apenas os custos das obras apresentadas nos relatórios e projetos como critério de comparação dos projetos executivo e ATO.

A análise comparativa de custos se baseou no levantamento das quantidades de serviços necessários para a implantação de cada projeto de cada um dos seis trechos do estudo de caso. Com as quantidades conhecidas e a incorporação dos preços unitários provenientes do SICRO2, foi elaborado o orçamento de cada obra.

As memórias de cálculo das quantidades dos serviços e as tabelas com os custos dos seis trechos examinados encontram-se nos Apêndices.

A partir dos orçamentos concluídos, foi possível identificar as diferenças entre os custos totais das obras indicadas nos projetos executivo e ATO e, também, quais os serviços principais – com maior peso no orçamento – de cada projeto.

A seguir, são apresentadas, separadamente, as análises das comparações dos custos de implantação de cada segmento da Rodovia dos Andes selecionado para o estudo de caso, com a justificativa, os principais aspectos técnicos e as tabelas com o valor da diferença de custo entre os projetos.

No intuito de permitir uma visão sintética e simultaneamente aberta da análise dos dados, é exibido ao final do capítulo, o resumo dos resultados alcançados, a discussão dos seus efeitos e os comentários sobre o questionário da ATO da Rodovia dos Andes.

### 5.2 GEOMETRIA - VARIANTE KM 77+020 - 78+040

A variante do km 77+020 ao km 78+040, mostrada na Figura 7, constante do Apêndice IV-A, teve como objetivo utilizar a estrada existente que cruza uma pequena zona urbana do povoado local. Sua justificativa foi para atender ao pedido de moradores que teriam suas terras cultiváveis desapropriadas pela nova rodovia, prejudicando sua subsistência e trabalho. Além disso, uma parte de um canal de irrigação existente teria

que ser reconstruído com muros de contenção. Todavia, uma casa teve que ser desapropriada, porque se encontrava muito próximo à via existente.

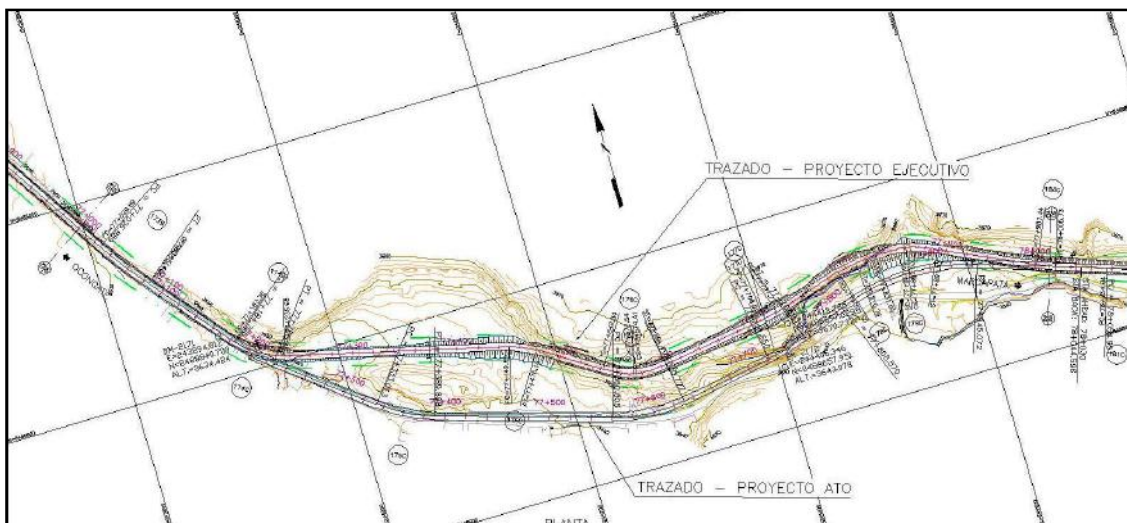


Figura 7: Geometria - Planta com os Traçados do Projeto Executivo e Projeto ATO.

Outro impacto da alteração foi que como o novo traçado passaria próximo às residências, a segurança dos moradores, sobretudo crianças e idosos, ficaria ameaçada pelo trânsito de veículos. No entanto, um dos benefícios da mudança seria o estímulo ao comércio local para atender os usuários da nova rodovia, gerando uma nova fonte de renda para os habitantes.

Segundo a Tabela 3, também contida no Apêndice II-A, os volumes de corte (escavação) e aterro do projeto executivo são bem maiores que o do projeto da ATO. Isto se deve ao fato do traçado atravessar um terreno com relevo variável, onde tentou-se evitar comprometer as casas próximas à via existente. Já o projeto da ATO acabou implantando o eixo de geometria praticamente no meio da estrada existente, onde com maior detalhe da topografia, foi possível desviar das moradias e colocar o greide de projeto no mesmo nível da via local, que é plana.

Tabela 3: Geometria - Diferença de Quantidades Projeto Executivo x Projeto ATO.

| SERVIÇO                    | UNIDADE        | QUANTIDADE    |           |           |
|----------------------------|----------------|---------------|-----------|-----------|
|                            |                | PJ. EXECUTIVO | ATO       | DIFERENÇA |
| ESCAVAÇÃO MECÂNICA         | m <sup>3</sup> | 29.103,73     | 18.301,39 | 10.802,34 |
| ATERRO COMPACTADO          | m <sup>3</sup> | 10.159,22     | 1.561,59  | 8.597,63  |
| REGULARIZAÇÃO DE SUBLEITO  | m <sup>2</sup> | 7.761,26      | 7.838,03  | - 76,77   |
| REFORÇO DE SUBLEITO        | m <sup>3</sup> | 1.164,19      | 1.175,70  | - 11,51   |
| SUB-BASE                   | m <sup>3</sup> | 1.164,19      | 1.175,70  | - 11,51   |
| BASE                       | m <sup>3</sup> | 1.164,19      | 1.175,70  | - 11,51   |
| IMPRIMAÇÃO                 | m <sup>2</sup> | 7.761,26      | 7.838,03  | - 76,77   |
| REVESTIMENTO CBUQ - BINDER | t              | 745,08        | 752,45    | - 7,37    |
| PINTURA DE LIGAÇÃO         | m <sup>2</sup> | 7.761,26      | 7.838,03  | - 76,77   |
| REVESTIMENTO CBUQ - CAPA   | t              | 651,95        | 658,39    | - 6,44    |

Logo, o movimento de terra do Projeto da ATO ficou muito reduzido, tendo seus maiores volumes no trecho entre os km 77+720 e km 77+761,62, conforme a Tabela 4, que resume os volumes entre as seções transversais do projeto do Anexo IV-A.2. Ademais, mantendo o projeto vertical no nível da estrada existente, foi possível evitar o "afogamento" (nível da via acima do nível da entrada das casas, causando nos dias chuvosos, o alagamento das moradias pela entrada das águas pluviais provenientes da pista) das soleiras das entradas das edificações adjacentes à via.

Tabela 4: Geometria - Quantidade de Terraplenagem do Projeto ATO.

| ESTACA      | AREA (m <sup>2</sup> ) |        | DISTÂNCIA (m) | VOLUME (m <sup>3</sup> ) |        |
|-------------|------------------------|--------|---------------|--------------------------|--------|
|             | CORTE                  | ATERRO |               | CORTE                    | ATERRO |
| 77 + 680,00 | 18,14                  | 6,99   | 20,00         | 312,10                   | 96,10  |
| 77 + 700,00 | 37,80                  | 4,07   | 20,00         | 559,40                   | 110,60 |
| 77 + 720,00 | 122,38                 | 0,00   | 20,00         | 1.601,80                 | 40,70  |
| 77 + 721,55 | 125,81                 | 0,00   | 1,55          | 192,35                   | 0,00   |
| 77 + 730,00 | 189,46                 | 0,00   | 8,45          | 1.332,02                 | 0,00   |
| 77 + 740,00 | 221,26                 | 0,00   | 10,00         | 2.053,60                 | 0,00   |
| 77 + 750,00 | 152,25                 | 0,00   | 10,00         | 1.867,55                 | 0,00   |
| 77 + 760,00 | 190,44                 | 0,00   | 10,00         | 1.713,45                 | 0,00   |
| 77 + 761,62 | 237,59                 | 0,00   | 1,62          | 345,63                   | 0,00   |
| 77 + 780,00 | 16,45                  | 0,65   | 18,38         | 2.335,26                 | 5,98   |
| 77 + 800,00 | 3,75                   | 3,59   | 20,00         | 202,00                   | 42,40  |

De acordo com o relatório contido no Anexo III-A, houve melhoria na geometria horizontal da variante por ela conter deflexões menores e raios de curvas maiores, proporcionando mais conforto para os veículos.

Na Tabela 5 de custos<sup>19</sup> deste trecho, constata-se que o percentual de economia entre os projetos executivo e da ATO é de aproximadamente 27%. Praticamente, toda a diferença se concentrou nos serviços de terraplenagem, já que a diferença nos serviços de pavimentação é menor que 1%.

<sup>19</sup> Os orçamentos com os custos das obras dos projetos têm uma pequena diferença no valor total da ordem de 1 centavo de Real. Isso aconteceu devido ao programa Excel calcular o somatório do total com mais de 2 casas decimais. Porém, essa diferença é insignificante para os resultados da pesquisa.

Tabela 5: Geometria - Custo da Diferença Projeto Executivo x Projeto ATO.

| SERVIÇO                    | CUSTO (R\$)       |                   |                  |
|----------------------------|-------------------|-------------------|------------------|
|                            | PJ. EXECUTIVO     | ATO               | DIFERENÇA        |
| ESCAVAÇÃO MECÂNICA         | 162.107,78        | 101.938,75        | 60.169,03        |
| ATERRO COMPACTADO          | 21.537,54         | 3.310,57          | 18.226,97        |
| REGULARIZAÇÃO DE SUBLEITO  | 5.122,43          | 5.173,10          | - 50,67          |
| REFORÇO DE SUBLEITO        | 10.466,07         | 10.569,54         | - 103,47         |
| SUB-BASE                   | 10.466,07         | 10.569,54         | - 103,47         |
| BASE                       | 10.466,07         | 10.569,54         | - 103,47         |
| IMPRIMAÇÃO                 | 1.552,25          | 1.567,61          | - 15,35          |
| REVESTIMENTO CBUQ - BINDER | 32.925,09         | 33.250,77         | - 325,68         |
| PINTURA DE LIGAÇÃO         | 1.086,58          | 1.097,32          | - 10,75          |
| REVESTIMENTO CBUQ - CAPA   | 31.013,26         | 31.319,61         | - 306,35         |
| <b>TOTAL</b>               | <b>286.743,13</b> | <b>209.366,35</b> | <b>77.376,78</b> |

Assim, chegou-se a conclusão de que o estudo da variante do km 77+020 ao km 78+040 trouxe economia na sua implantação e implicou em benefícios sociais, porque atendeu às solicitações de moradores que seriam prejudicados pelo traçado original e ainda acarretou mais conforto para o usuário da rodovia, devido à nova geometria.

### 5.3 GEOTECNIA – VARIAÇÃO DE TALUDE DE CORTE KM 86+670 - 86+920

A variação do talude de corte do trecho da Rodovia dos Andes entre os km 86+670 e 86+920 está relacionada à proposta de solução técnica diante ao deslizamento de terra ocorrido após a execução dos taludes de escavação, segundo indicado nas seções transversais do projeto geométrico, orientado pelo estudo geológico-geotécnico da rodovia.

De acordo com o informe técnico da ATO, mostrado em parte na Figura 8 e apresentado integralmente no Anexo III-B, a causa do movimento de massa do talude foi a altura excessiva do corte, associado à característica do material em estado de saturação. Estas condições encontradas foram em função do projeto executivo não possuir um levantamento e investigação geológico-geotécnico muito detalhado e preciso neste local específico. A solução recomendada no informe, baseada em avaliação de campo e cálculos de estabilidade, tem como principal medida o "retaludamento" do corte, isto é, realizar uma nova escavação com uma nova inclinação do talude.

### Antecedentes

En el informe Estudio Geológico-Geotécnico de la Ingeniería de Detalle, Volumen 3 de 10, en el apartado 2.4. Descripción Geológica-Geotécnica, se presenta un Cuadro de Descripción Geológica-Geotécnica en el cual describe el material y se propone un talud de corte. Para el tramo comprendido en este informe se asigna una inclinación 1H:3V.

Aunque este valor de inclinación se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el Ministerio de Transportes, es necesario indicar que debido a las alturas resultantes del corte y las características del material en condiciones de saturación, es preciso modificar las inclinaciones dadas en el estudio previo, sobre la base de una nueva evaluación de campo y estimaciones con cálculos de estabilidad de taludes, infiriendo propiedades comunes de los suelos encontrados.

Figura 8: Geotecnia - Parte do Informe Técnico da ATO.

Analisando a Tabela 6 de custos deste trecho, ficou claramente exposto que a diferença entre os custos dos projetos executivo e da ATO está no item de escavação, que se justifica pelo novo volume de corte adicional, cuja finalidade é manter a estabilidade do talude, segundo relata o informe de geotecnia.

Tabela 6: Geotecnia - Custo da Diferença Projeto Executivo x Projeto ATO.

| SERVIÇO            | CUSTO (R\$)      |                   |                     |
|--------------------|------------------|-------------------|---------------------|
|                    | PJ. EXECUTIVO    | ATO               | DIFERENÇA           |
| ESCAVAÇÃO MECÂNICA | 55.549,62        | 174.976,75        | - 119.427,13        |
| ATERRO COMPACTADO  | 557,67           | 549,90            | 7,77                |
| <b>TOTAL</b>       | <b>56.107,29</b> | <b>175.526,64</b> | <b>- 119.419,36</b> |

Certamente, existem diversos tipos de obras de contenção de talude que também resolveriam o problema do deslizamento de terra nesse trecho. Porém, comumente, a solução mais utilizada em rodovia, por ser a mais econômica, é o "retaludamento" do corte, com a inclusão de banquetas e a mudança da inclinação do talude para uma situação mais favorável à estabilidade do mesmo. Nesses casos, o que se pede é para "suavizar" o talude, ou seja, diminuir o ângulo de inclinação. A Figura 9, ampliada no Apêndice IV-B, demonstra a diferença dos taludes com banquetas entre as soluções do projeto executivo e ATO.

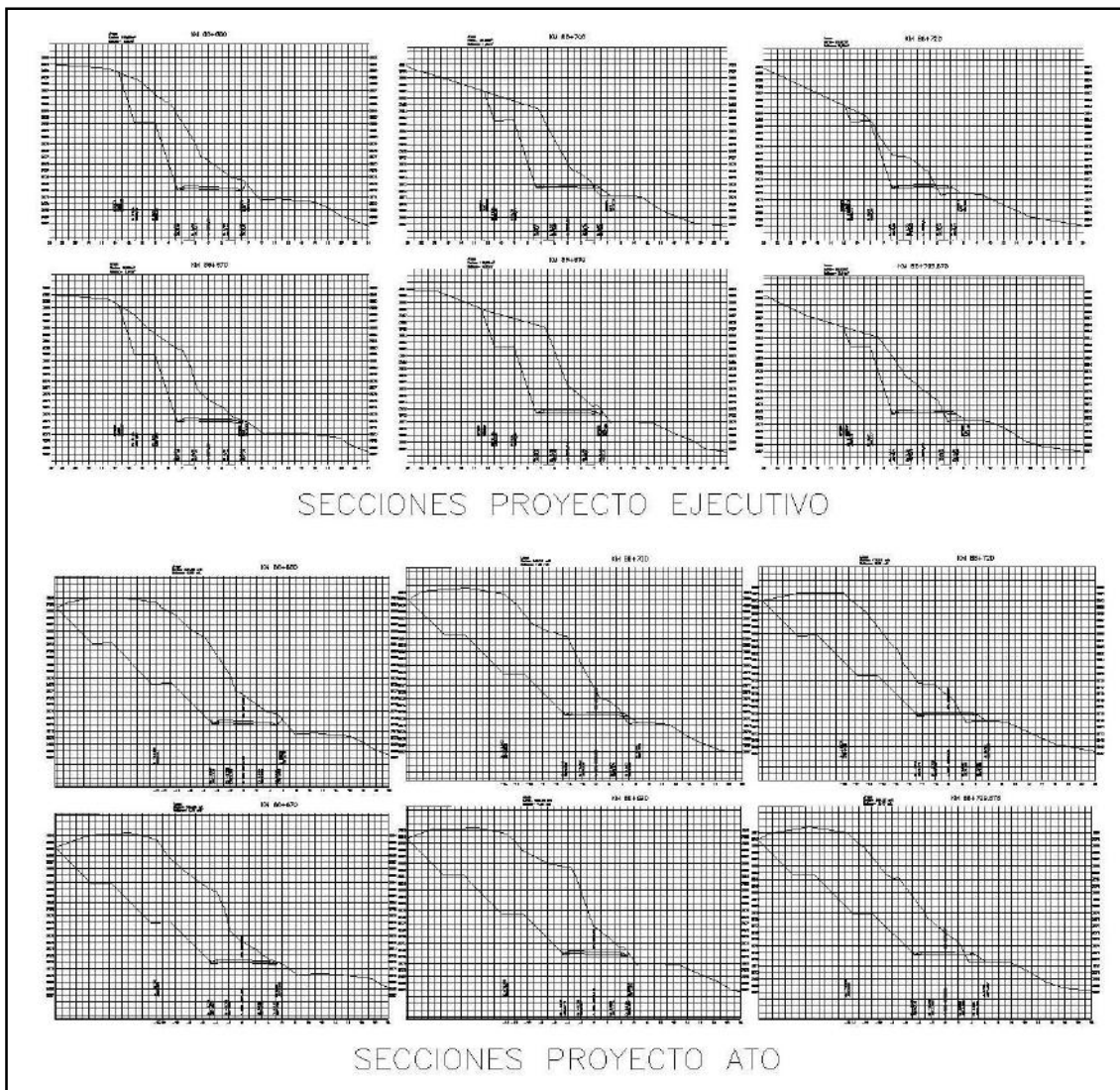


Figura 9 - Geotecnia - Seções Transversais do Projeto Executivo e Projeto ATO.

Assim, chegou-se a conclusão de que o estudo da variação do talude de corte do km 86+670 ao km 86+920 não trouxe economia para sua implantação. Todavia, a solução proporcionou maior estabilidade do corte, oferecendo menor risco de um novo deslizamento de terra, garantindo o tráfego de veículos com mais segurança neste trecho da Rodovia dos Andes.

#### 5.4 MURO DE CONTENÇÃO - KM 54+660 - 54+725 (PROJETO EXECUTIVO) X KM 54+295 - 54+316 (PROJETO ATO)

O muro do km 54 é uma obra de contenção do aterro da plataforma da pista da rodovia. Sua explicação se deve ao fato desse trecho encontrar-se em seção mista



(corte e aterro) de terraplenagem, onde para alcançar a largura da pista de projeto, os taludes de aterro acabam sendo muito extensos.

Como a obra de contenção depende da terraplenagem, e esta da geometria, basicamente a diferença entre os dois muros de contenção é devido ao traçado de cada projeto.

No projeto executivo, o traçado deste trecho se baseou na estrada existente, aproveitando sua plataforma. Com isso, para implantar a plataforma da nova pista, a escavação do lado esquerdo ficou pequena. Porém, do lado direito da seção transversal, o talude de aterro ficou sem "offset"<sup>20</sup>, ou seja, o seu encontro com o terreno natural existente ficou muito longe, quase próximo ao córrego existente. Para resolver esse problema, o projeto executivo precisou de um muro de contenção com extensão de 65 metros. (Ver Anexo IV-C.1)

Já no projeto da ATO, com a intenção de reduzir o trecho de aterro com necessidade de estrutura de contenção, o alinhamento do projeto geométrico ficou mais à esquerda da estrada existente, gerando mais escavação, com cortes consideráveis, e pouco aterro, conforme demonstra a Tabela 7 com as quantidades de terraplenagem, que também está no Apêndice III-C.2. No entanto, como a pista existente é sinuosa e estreita neste trecho, não foi possível evitar o emprego de muro de contenção numa extensão de 21 metros.

Tabela 7: Muro de Contenção - Quantidades de Terraplenagem do Projeto ATO.

| ESTACA       | ÁREA (m <sup>2</sup> ) |        | DISTÂNCIA (m) | VOLUME (m <sup>3</sup> ) |               |
|--------------|------------------------|--------|---------------|--------------------------|---------------|
|              | CORTE                  | ATERRO |               | CORTE                    | ATERRO        |
| 380 + 218,31 | 46,06                  | 0,00   | 0,00          | 0,00                     | 0,00          |
| 380 + 220,00 | 44,59                  | 0,00   | 1,69          | 76,78                    | 0,00          |
| 380 + 240,00 | 77,60                  | 0,00   | 20,00         | 1.221,90                 | 0,00          |
| 380 + 260,00 | 86,46                  | 0,00   | 20,00         | 1.640,60                 | 0,00          |
| 380 + 280,00 | 51,66                  | 0,00   | 20,00         | 1.381,20                 | 0,00          |
| 380 + 300,00 | 4,55                   | 4,70   | 20,00         | 562,10                   | 47,00         |
| 380 + 320,00 | 3,76                   | 1,33   | 20,00         | 83,10                    | 60,30         |
| 380 + 340,00 | 23,03                  | 0,00   | 20,00         | 267,90                   | 13,30         |
| 380 + 346,89 | 35,85                  | 0,00   | 0,00          | 0,00                     | 0,00          |
| <b>TOTAL</b> |                        |        |               | <b>5.233,58</b>          | <b>120,60</b> |

O muro de contenção do projeto executivo, que além de possuir o triplo da extensão do que foi reprojetoado pela ATO, possui uma seção tipo maior, conforme apresenta o esquema da Figura 10, constante do Apêndice IV-C.

<sup>20</sup> O termo "offset" significa o local de encontro do talude de corte ou aterro da plataforma com o terreno natural existente.

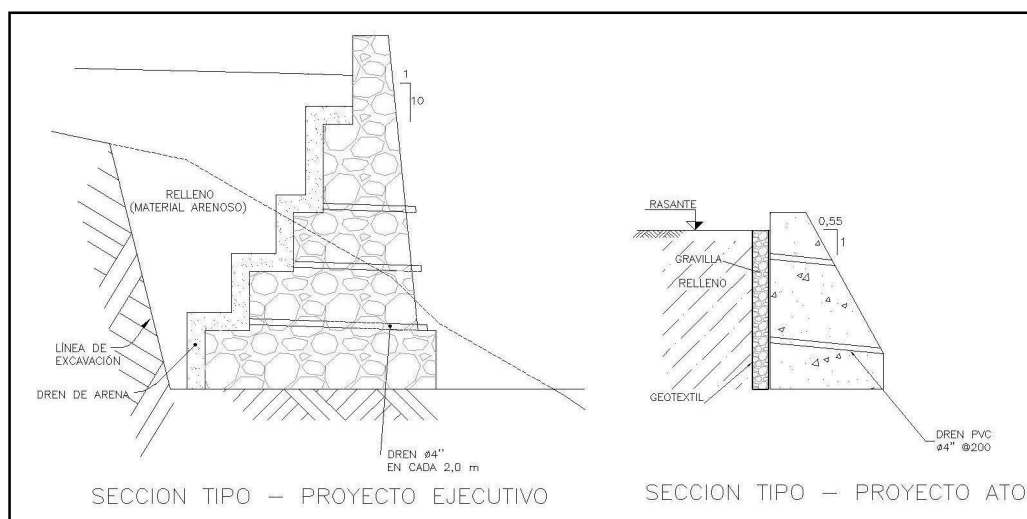


Figura 10: Muro de Contenção - Seção Tipo do Projeto Executivo e Projeto ATO.

A Tabela 8 de custos deste trecho, mostra que, na diferença entre o projeto executivo e o projeto da ATO, 97% do valor é oriundo de apenas dois itens: concreto ciclópico (82%) e forma (15%). Logo, o custo do muro maior (projeto executivo) foi mais de nove vezes que o do menor (projeto da ATO), comparando-se apenas o custo do concreto ciclópico de cada projeto.

Tabela 8: Muro de Contenção - Custo da Diferença Projeto Executivo x Projeto ATO.

| SERVIÇO             | CUSTO (R\$)       |                  |                   |
|---------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|                     | PJ. EXECUTIVO     | ATO              | DIFERENÇA         |
| ESCAVAÇÃO MECÂNICA  | 3.594,88          | 29.151,04        | - 25.556,16       |
| ATERRO COMPACTADO   | 2.051,16          | 255,67           | 1.795,49          |
| CONCRETO CICLÓPICO  | 176.203,85        | 18.907,55        | 157.296,30        |
| DRENO DE AREIA      | 6.032,00          | 0,00             | 6.032,00          |
| DRENO DE CASCALHO   | 0,00              | 2.437,26         | - 2.437,26        |
| DRENO TUBO Ø= 4"    | 1.674,24          | 197,31           | 1.476,92          |
| MANTA GEOTÊXTIL     | 0,00              | 580,50           | - 580,50          |
| FORMA               | 36.371,25         | 7.130,60         | 29.240,66         |
| ESCAVAÇÃO MEC. VALA | 6.152,23          | 963,02           | 5.189,21          |
| REATERRO DE VALA    | 15.526,33         | 1.391,84         | 14.134,49         |
| CONCRETO MAGRO      | 6.003,66          | 972,06           | 5.031,59          |
| <b>TOTAL</b>        | <b>253.609,59</b> | <b>61.986,85</b> | <b>191.622,74</b> |

Apesar do custo de escavação do projeto da ATO ser mais de oito vezes que o do projeto executivo, o seu custo unitário é baixo, não tendo muito peso no valor da diferença entre os dois projetos.

É importante informar que o estaqueamento do projeto geométrico do Executivo é diferente do estaqueamento do projeto geométrico da ATO, devido a cada projeto possuir um traçado próprio. Porém, o trecho da rodovia analisado foi o mesmo.

Assim, chegou-se à conclusão de que o estudo do muro de contenção do km 54 trouxe bastante economia na sua implantação, porque a extensão da estrutura foi

reduzida a um terço do original. Além disso, foi observado em campo, que o aterro antes do muro do projeto executivo seria de difícil execução por estar próxima ao córrego, sendo a solução da ATO, embora com mais corte, a mais indicada.

#### 5.5 OBRA DE ARTE ESPECIAL - PONTILHÃO KM 84+137

O pontilhão do km 84+137 foi projetado no Executivo com um vão de 10,00m e com altura dos pilares de 5,00m. Após visitas a campo e estudos hidráulicos desenvolvidos pela equipe de ATO, com o intuito de avaliar a capacidade hidráulica do pontilhão, verificou-se que o mesmo poderia ter seu vão reduzido para 7,50m, altura dos pilares de 5,50m e sua posição em relação ao eixo de geometria não seria mais normal (perpendicular ao eixo) e sim esconso  $30^{\circ}$  (referente ao alinhamento do talvegue). Com a redução do vão e novo alinhamento da OAE, foi necessário incluir obras complementares, como a canalização e a proteção do talvegue, a fim de garantir a capacidade hidráulica do projeto, evitando o transbordamento das águas e reduzindo a erosão natural do próprio talvegue nas partes de montante e jusante. A Figura 11, ampliada no Apêndice IV-D mostra a planta dos projetos executivo e ATO, com as suas diferentes soluções.

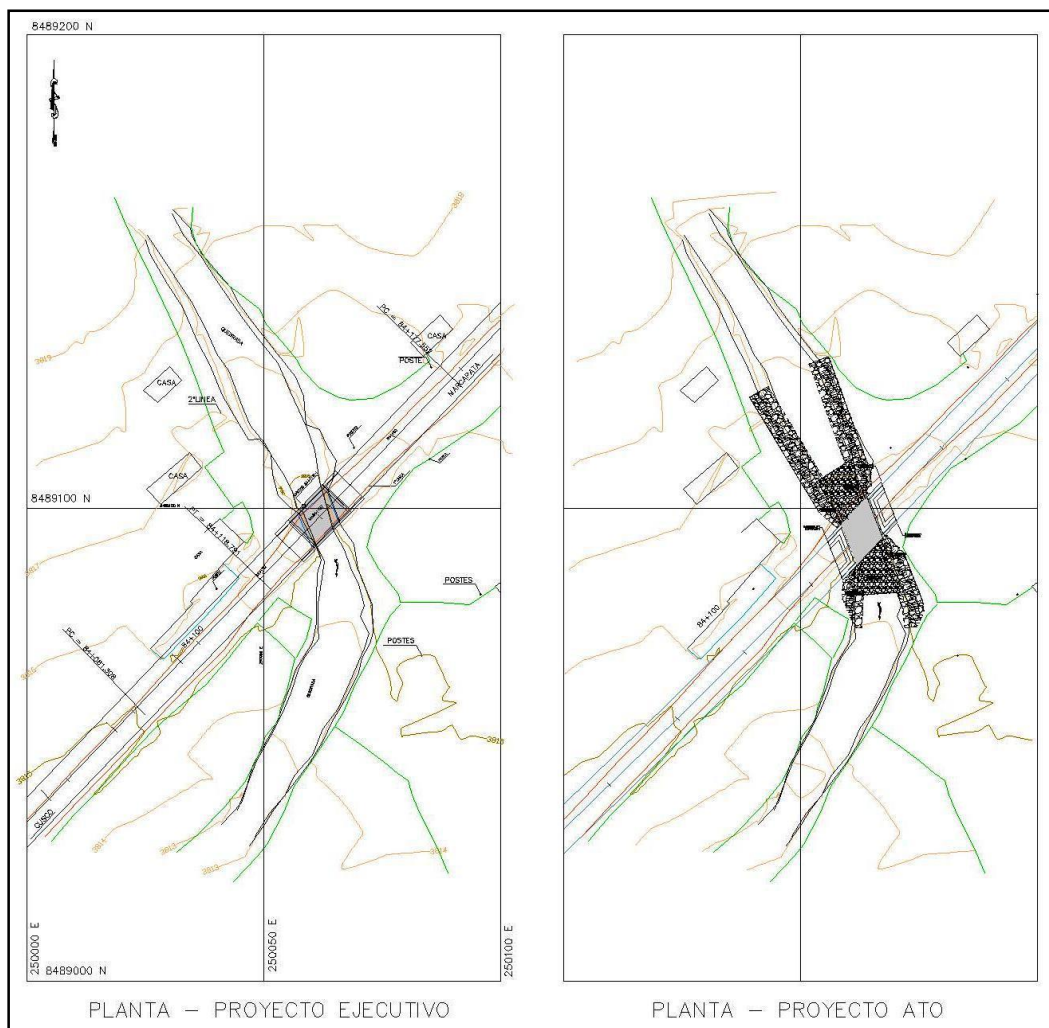


Figura 11: Obra de Arte Especial - Planta do Projeto Executivo e Projeto ATO.

Na Tabela 9 de custos deste trecho, percebe-se que o concreto armado e armadura diminuíram, mas o concreto ciclópico e a escavação mecânica de vala aumentaram. Com a redução do vão do pontilhão, apenas a laje principal influenciou na quantidade de concreto armado. Porém, a altura dos pilares, de concreto ciclópico, aumentou. Assim, as quantidades relacionadas à altura também aumentaram, já que em planta, os pilares dos projetos executivo e da ATO possuem as mesmas dimensões. Como consequência dessa altura maior, a escavação também aumentou.

Ainda na tabela 9, os custos dos serviços das obras complementares (pedra argamassada, enrocamento e manta geotêxtil) estão zerados, porque a OAE do projeto executivo não previa intervenções nas margens devido ao vão ser maior e ter o alinhamento normal ao talvegue.

Tabela 9: Obra de Arte Especial - Custo da Diferença Projeto Executivo x Projeto ATO.

| SERVIÇO  | CUSTO (R\$)       |                   |                    |
|--|-------------------|-------------------|--------------------|
|  | PJ. EXECUTIVO     | ATO               | DIFERENÇA          |
| CONCRETO CICLÓPICO                               | 33.465,80         | 37.143,40         | - 3.677,60         |
| CONCRETO ARMADO                                  | 27.288,73         | 21.170,05         | 6.118,69           |
| FORMA P/ OAE                                     | 17.403,08         | 17.236,05         | 167,03             |
| ESCORAMENTO P/ OAE                               | 4.203,76          | 3.193,24          | 1.010,52           |
| ARMADURA   | 66.637,98         | 52.319,49         | 14.318,49          |
| GUARDA-CORPO METÁLICO (substituído por concreto) | 8.799,98          | 7.604,33          | 1.195,65           |
| ESCAVAÇÃO MEC. VALA                              | 4.953,16          | 13.627,53         | - 8.674,37         |
| REATERRO DE VALA                                 | 18.049,86         | 17.796,75         | 253,11             |
| CONCRETO MAGRO                                   | 1.414,72          | 1.414,72          | 0,00               |
| PEDRA ARGAMASSADA                                | 0,00              | 12.688,37         | - 12.688,37        |
| ENROCAMENTO                                      | 0,00              | 62.163,95         | - 62.163,95        |
| MANTA GEOTÊXTIL                                  | 0,00              | 6.217,10          | - 6.217,10         |
| <b>TOTAL</b>                                     | <b>182.217,08</b> | <b>252.574,97</b> | <b>- 70.357,90</b> |

No entanto, a grande diferença entre os dois projetos aconteceu nos serviços de proteção do talvegue que o projeto da ATO recomenda: pedra argamassada, enrocamento e manta geotêxtil.

Assim, chegou-se a conclusão de que o estudo da redução do vão do pontilhão do km 84+137, não trouxe economia para sua implantação. Entretanto, sua condição hidráulica foi melhorada, a partir da inclusão de obras complementares de proteção dos taludes do talvegue, segundo descreve o relatório da ATO para esta obra.

## 5.6 DRENAGEM - SUBSTITUIÇÃO DE PONTILHÃO KM 92+363 POR BUEIRO DUPLO

A proposta de substituir o pontilhão do km 92+363, com vão de 5,00m, por bueiro duplo, com 1,20m de diâmetro, ocorreu a partir da necessidade de elevar o greide de projeto neste trecho. Com a nova geometria, foram realizados estudos e visitas a campo para verificar as condições hidráulicas e locais do talvegue, a fim de confirmar a possibilidade de substituição.

Em resumo, pode-se afirmar que a explicação da modificação da obra de arte especial (OAE) por uma obra de arte corrente (OAC), incluindo obras complementares, que consiste em seis dispositivos de drenagem – valeta de proteção, descida d'água, caixa coletora, bueiro duplo, boca de bueiro e dissipador de energia –, ocorreu porque o local de implantação teve o nível da pista elevado, favorecendo mais a segunda solução do que a primeira. A justificativa técnica com todos os argumentos estão descritos no relatório apresentado no Anexo III-E.

A Figura 12, constante do Apêndice IV-E, apresenta as plantas do projeto executivo e da ATO, no qual mostra a diferença de detalhamento e das obras complementares. Os dispositivos de drenagem longitudinal (valeta de proteção de banquetas, sarjeta e dreno profundo) não foram considerados nos custos, porque os mesmos constariam tanto no projeto executivo quanto no da ATO. A avaliação se resumiu as obras de drenagem da travessia do km 92+363 e não incluíram as travessias do km 92+299 e km 92+472.

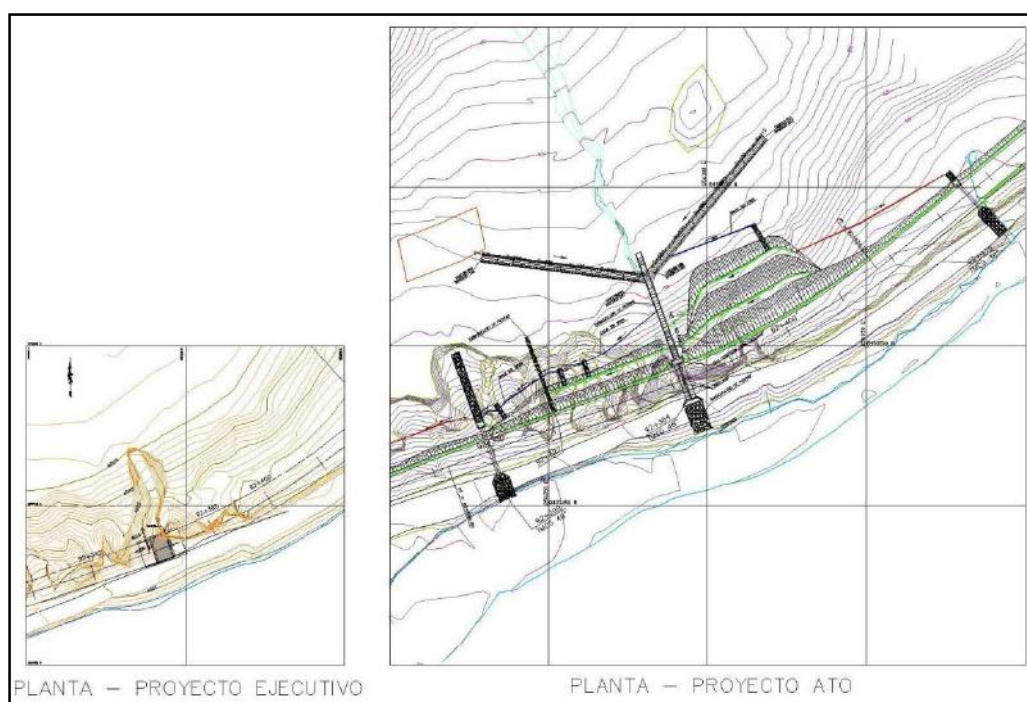


Figura 12: Drenagem - Planta Projeto Executivo e Projeto ATO.

Tabela 10: Drenagem - Custo da Diferença Projeto Executivo x Projeto ATO.

| SERVIÇO   | CUSTO (R\$)       |                   |                   |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|
|   | PJ. EXECUTIVO     | ATO               | DIFERENÇA         |
| CONCRETO CICLÓPICO  | 33.465,80         | 22.069,32         | 11.396,48         |
| CONCRETO ARMADO   | 15.528,21         | 0,00              | 15.528,21         |
| CONCRETO SIMPLES  | 0,00              | 4.606,27          | - 4.606,27        |
| FORMA P/ DRENAGEM   | 0,00              | 19.995,95         | - 19.995,95       |
| FORMA P/ OAE  | 15.497,93         | 0,00              | 15.497,93         |
| ESCORAMENTO P/ OAE  | 2.307,35          | 0,00              | 2.307,35          |
| MANTA GEOTÊXTIL   | 0,00              | 3.149,07          | - 3.149,07        |
| ARMADURA  | 47.716,35         | 0,00              | 47.716,35         |
| GUARDA-CORPO METÁLICO (substituído por concreto)          | 6.408,68          | 0,00              | 6.408,68          |
| PEDRA ARGAMASSADA   | 0,00              | 8.821,09          | - 8.821,09        |
| TMC Ø=48" (substituído por Estrut. Tunel Linner Ø= 1,20m) | 0,00              | 33.752,70         | - 33.752,70       |
| ENROCAMENTO   | 0,00              | 640,96            | - 640,96          |
| ESCAVAÇÃO MEC. VALA                                       | 5.315,79          | 1.126,70          | 4.189,09          |
| ESCAVAÇÃO MANUAL  | 0,00              | 52.081,96         | - 52.081,96       |
| COMPACTAÇÃO MANUAL  | 0,00              | 2.413,18          | - 2.413,18        |
| REATERRO DE VALA  | 20.389,09         | 3.923,43          | 16.465,66         |
| CONCRETO MAGRO  | 1.450,31          | 496,04            | 954,27            |
| EMBASAMENTO   | 0,00              | 533,28            | - 533,28          |
| <b>TOTAL</b>  | <b>148.079,52</b> | <b>153.609,96</b> | <b>- 5.530,44</b> |

Na Tabela 10 de custos deste trecho, constata-se que o valor da diferença entre os projetos executivo e ATO é pequeno se comparado ao custo total. Contudo, comparando os itens mais relevantes (mais caros) dos orçamentos, foi possível fazer algumas considerações:

- No projeto executivo, como a obra é um pontilhão, os serviços mais custosos são: armadura, concreto ciclópico, reaterro de vala, concreto armado e forma.
- No projeto da ATO, a obra é composta por seis dispositivos de drenagem, sendo que a escavação manual da descida d'água e a chapa metálica do bueiro duplo são os itens mais caros, seguidos do concreto ciclópico e da forma.
- Na coluna da diferença de custo, estes mesmos itens são os mais importantes, porém, o maior de todos é a escavação manual da descida d'água; seguido da armadura da superestrutura do pontilhão, da chapa metálica do bueiro duplo e da forma para drenagem.

O projeto da ATO ficou mais caro devido ao serviço de escavação manual da descida d'água. Caso o talude não fosse tão alto (20,00m), poder-se-ia escavar uma parte dessa estrutura com a retroescavadeira, reduzindo o seu custo, pois a diferença do custo unitário entre a escavação manual e a escavação mecânica de vala é de mais de nove vezes. Porém, nas condições apresentadas na seção transversal do projeto é inviável.

Assim, chegou-se a conclusão de que o estudo da substituição do pontilhão do km 92+363 por bueiro duplo, não trouxe economia na sua implantação, porque a diferença dos custos das soluções dos projetos é menor que 4%, ou seja, os custos são equivalentes. Porém, como exemplo de benefício adicional, a solução do bueiro duplo atende melhor as condições locais do campo, segundo informa o relatório técnico elaborado pela equipe da ATO, constante do Anexo III-E, resumido na Figura 13.

|  |
|--|
| <p><b>3. CONCLUSIONES:</b></p> <p>Del análisis hidrológico realizado con el Método Racional se obtuvo un caudal de 4.15 m<sup>3</sup>/s para 25 años de tiempo de retorno. Así mismo, del análisis hidráulico y de la evaluación de campo se definió una estructura TMCD 48" que reemplaza a la estructura proyectada en el Estudio de Ingeniería de Detalle. Esta substitución se debe a la mejora de las condiciones geométricas que permitirán el uso de la alcantarilla y el cual se verifica hidráulicamente.</p> <p><b>4. RECOMENDACIONES:</b></p> <p>Realizar la limpieza del cauce de la quebrada antes y después del período húmedo. De este modo se evitará la formación de barreras en el cauce que puedan producir un gran arrastre de material que pueda obstruir la sección hidráulica de la alcantarilla.</p> |
|--|

Figura 13: Drenagem - Parte do Informe Técnico da ATO.

### 5.7 SINALIZAÇÃO/ SEGURANÇA VIÁRIA - DEFENSA METÁLICA - KM 46+000 - 59+000

A defesa metálica é um item de segurança de uma rodovia. Sua principal função é, segundo DAER/RS (2006), oferecer proteção aos ocupantes dos veículos em função das características das margens da estrada, pela contenção de veículos desgovernados que possam criar riscos de acidentes.

O emprego da defesa metálica, segundo o manual de "Defensas Rodoviárias" do DNER (1979) se faz necessário nas seguintes condições:

- Aterros altos e com taludes inclinados;
- Nos acessos às obras de arte especiais;
- Curvas horizontais fechadas;
- Condições do traçado e do greide; dentre outros.

Segundo a Tabela 11 de custos deste trecho, a diferença de custos entre o projeto executivo e o projeto da ATO é cerca de 7%. Contudo, os trechos de rodovia indicados pelos dois projetos são diferentes.

Tabela 11: Sinalização - Custo da Diferença Projeto Executivo x Projeto ATO.

| SERVIÇO                  | CUSTO (R\$)       |                   |                  |
|--------------------------|-------------------|-------------------|------------------|
|                          | PJ. EXECUTIVO     | ATO               | DIFERENÇA        |
| DEFENSA METÁLICA SIMPLES | 330.428,72        | 308.479,48        | 21.949,23        |
| <b>TOTAL</b>             | <b>330.428,72</b> | <b>308.479,48</b> | <b>21.949,23</b> |



No projeto executivo, mirando-se as plantas do Anexo IV-F.1, foi visto que os locais com presença de defesa metálica foram projetados para trechos de aterros altos, acessos às OAEs e curvas com raios menores.

De forma a compatibilizar o projeto executivo com a rodovia já implantada, a equipe de ATO elaborou um projeto no qual os locais de emprego de defesa metálica foram, principalmente, as curvas perigosas e as entradas e saídas dos pontilhões. Pelo trecho examinado estar inserido numa região montanhosa, com desníveis de grande altitude, a segurança viária com a utilização de defesa metálica foi imprescindível.

A Figura 14, ampliada no Apêndice IV-F, apresenta as plantas do projeto executivo e da ATO, referente a um trecho de 1,5 km da Rodovia dos Andes, no qual mostra os locais de defesa metálica na cor azul.

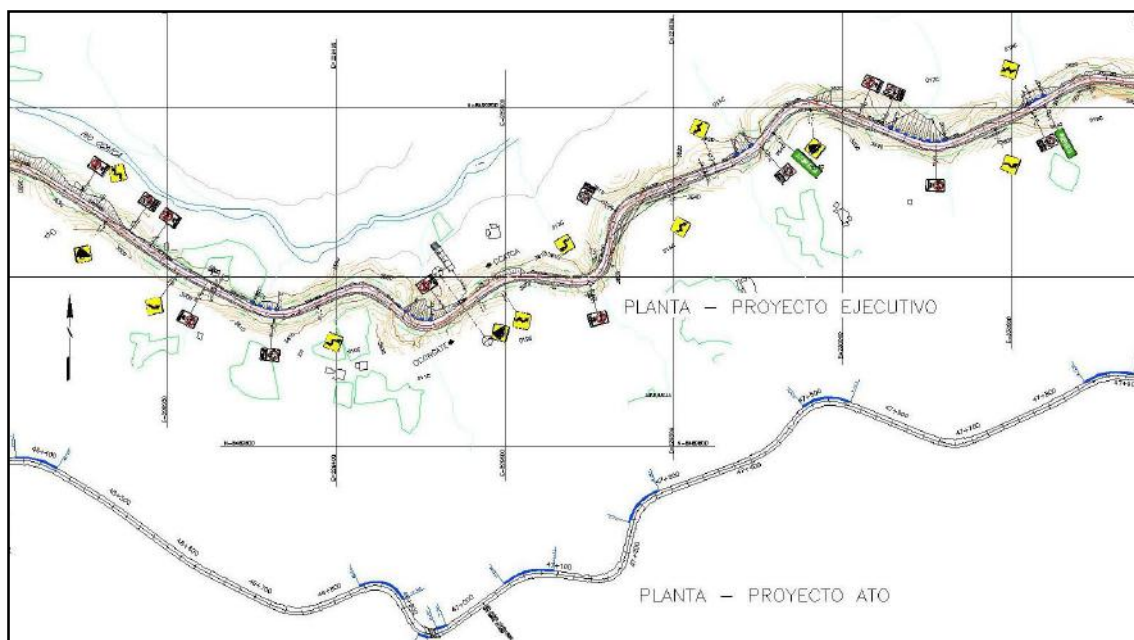


Figura 14: Sinalização - Planta do km 46+400 ao km 47+900 do Projeto Executivo e Projeto ATO.

Agregando valor ao relatório, além da definição dos locais da defesa metálica ter sido estudado no escritório, com critérios de projeto, foi realizada inspeção no trecho da obra, com intenção de simular a condução de um veículo na velocidade permitida da rodovia, com seus campos de visão e tempos de reação. Converging com o processo adotado pela ATO para o emprego das defensas metálicas, DNER (1979) informa:

(...) a verificação final e o ajuste nas instalações de defensas através da inspeção de campo e da prática operacional devem fazer parte do procedimento total. Esta etapa deverá ser coordenada através do escritório de projeto para garantir a obediência aos critérios e normas de projeto.

Assim, chegou-se à conclusão de que a localização das defensas metálicas do trecho entre os km 46 e km 59 trouxe pouca economia para sua implantação, mas a principal contribuição do projeto da ATO é que o mesmo ficou mais próximo das condições de operação da Rodovia dos Andes, aumentando a segurança dos veículos que nela trafegarão.

## 5.8 RESUMO DOS RESULTADOS

Após a análise da comparação entre o custo dos projetos executivo e ATO, foi possível fazer o resumo dos seis trechos estudados, conforme mostra a Tabela 12.

Tabela 12: Resumo - Custo da Diferença Projeto Executivo x Projeto ATO.

| TRECHO                        | CUSTO TOTAL (R\$)   |                     |                  |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|------------------|
|                               | PJ. EXECUTIVO       | ATO                 | DIFERENÇA        |
| GEOMETRIA - KM 77 AO 78       | 286.743,13          | 209.366,35          | 77.376,78        |
| GEOTECNIA - KM 86             | 56.107,29           | 175.526,64          | - 119.419,36     |
| MURO DE CONTENÇÃO - KM 54     | 253.609,59          | 61.986,85           | 191.622,74       |
| OBRA DE ARTE ESPECIAL - KM 84 | 182.217,08          | 252.574,97          | - 70.357,90      |
| DRENAGEM - KM 92              | 148.079,52          | 153.609,96          | - 5.530,44       |
| SINALIZAÇÃO - KM 46 AO 59     | 330.428,72          | 308.479,48          | 21.949,23        |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>1.257.185,32</b> | <b>1.161.544,27</b> | <b>95.641,06</b> |

De acordo com o resumo, em três trechos houve economia nos custos de implantação devido à atuação da ATO: geometria km 77 ao 78, muro de contenção km 54 e sinalização km 46 ao 59. Nos demais trechos – geotecnia km 86, obra de arte especial km 84 e drenagem km 92 – não houve economia.

O trecho mais econômico foi o de muro de contenção. O de sinalização foi o que teve menos. Já o trecho de geotecnia, foi o que teve a maior diferença a favor do projeto executivo. O trecho de drenagem teve uma diferença pequena, menor que 4%, também a favor do projeto executivo.

A geometria teve economia considerável com a atuação da ATO, cerca de 27%, enquanto que no trecho da obra de arte especial, o projeto da assistência técnica teve aproximadamente 39% mais custo que o do projeto executivo.

No resumo dos custos dos trechos analisados na pesquisa, o custo total das soluções da ATO foi menor que o custo total das soluções do projeto executivo, sendo a diferença entre eles, de quase 8%.

Como cada trecho estudado possui distinção quanto à disciplina abordada e seus respectivos serviços de execução, infere-se que algumas discrepâncias de valores de economia e não economia são compreensíveis. No trecho de geotecnia do km 86, a diferença de custo em favor do projeto executivo, provém do aumento do volume de escavação, devido à solução adotada pela ATO ser a de retaludamento do corte. Para o segmento de muro de contenção do km 54, a economia em favor da ATO advém da diminuição da extensão do muro, por causa da mudança de traçado do projeto proposto pela equipe de assistência técnica.

Para o entendimento das intervenções e de seus impactos, é preciso atentar para as justificativas técnicas das soluções propostas pela equipe de ATO, descritas nos relatórios do Anexo III, pois sem elas não teria sido possível evitar prováveis prejuízos e nem oferecer benefícios adicionais ao construtor, usuários e moradores adjacentes à rodovia.

Abaixo é descrito, sinteticamente, os benefícios gerados por cada solução em cada trecho estudado da Rodovia dos Andes.

♦ Geometria - km 77 ao 78: Atendeu aos anseios dos moradores, preservando suas propriedades de terras, bem como melhorou a geometria da rodovia, oferecendo mais conforto para os motoristas.

♦ Geotecnia - km 86: Garantiu maior estabilidade do talude de corte, evitando novos deslizamentos de terra sobre a rodovia.

♦ Muro de contenção - km 54: Obra mais indicada para a realidade do campo, proporcionando maior facilidade na sua execução.

♦ Obra de arte especial - km 84: Condição hidráulica foi melhorada, devido à obra complementar de proteção do talude do talvegue.

♦ Drenagem - km 92: Obra mais adequada à nova realidade, após alteração no projeto geométrico.

♦ Sinalização - km 46 ao 59: Obra mais adequada à realidade do campo, proporcionando menos riscos ao usuário da rodovia.

Portanto, pode-se concluir que a assistência técnica de obra deste estudo de caso da Rodovia dos Andes, trouxe benefícios técnicos, econômicos e sociais para o empreendimento e seus envolvidos – construtor, usuário e habitante local.

Essa conclusão demonstra o porquê da importância da presença de uma equipe de projetos durante a construção de uma rodovia, no qual a elaboração de projetos mais adequados à realidade local, permite gerar economia e acrescentar qualidade aos serviços e produtos da obra.

## 5.9 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A economia de uma obra rodoviária depende de vários fatores como: boa produtividade, recursos disponíveis em quantidade e qualidade (mão de obra, equipamentos e insumos), bom planejamento, impactos sociais e ambientais mitigados, dentre outros. Reduzir os custos de execução apenas com a racionalização do projeto, durante a etapa construtiva, é difícil, mas pode trazer ganhos financeiros para o empreendimento.

A Figura 15, segundo CII (apud MELHADO E AGOPYAN, 1995), mostra como a capacidade de influência dos custos é baixa na etapa de execução/ construção, devido ao menor tempo para o estudo de alternativas e mudanças na concepção dos projetos.

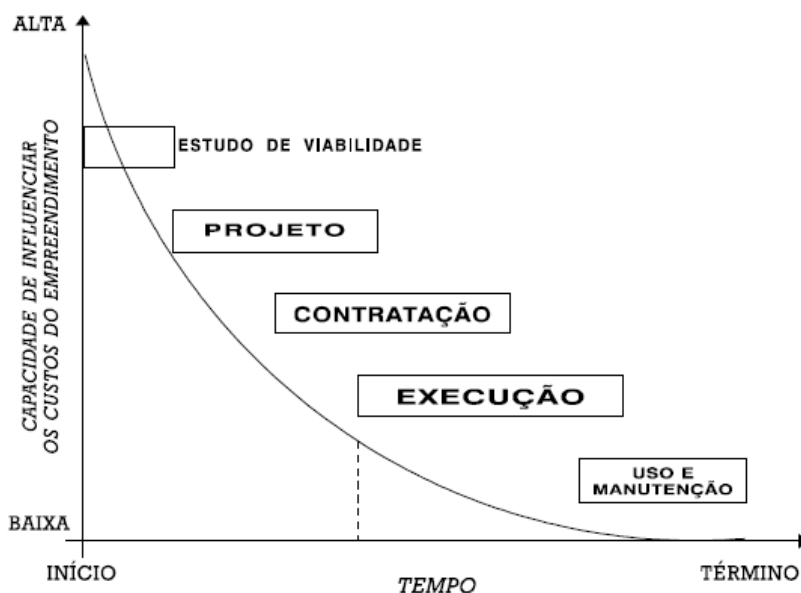


Figura 15: Capacidade de Influenciar os Custos do Empreendimento ao Longo do Tempo.

Para acrescentar, o preço do serviço de projeto, com complexidade normal, para a construção de um empreendimento de infraestrutura é cerca de 3 a 6% do valor da obra, segundo o “Manual de Orçamentação” da ABCE (1994). A tabela dos “Custos

Médios Gerenciais” do DNIT (2011) cita que o percentual da atividade de supervisão é 5% do valor da obra. Assim sendo, se imaginarmos que a assistência técnica consegue reduzir em até 8% do custo de implantação em toda extensão da obra, o serviço de projeto e a própria ATO se pagariam.

Como mostram os resultados, nem sempre a solução da ATO trouxe economia imediata, ou seja, o seu custo de implantação foi maior que o do projeto executivo. Contudo, o acréscimo de benefícios gerados pelas soluções proporcionaram maior produtividade para o construtor e mais segurança e conforto para usuários da rodovia. Por isto que cada solução local deve ser avaliada integralmente, relacionando seus pontos positivos e negativos, bem como as suas respectivas influências num panorama mais global.

É preciso atentar que os dados técnicos (relatórios e projetos) foram produzidos através de estudos específicos de pequenos trechos da rodovia, a fim de obter soluções técnicas mais realistas. Os estudos eram amparados nas observações dos especialistas e nos levantamentos de campo realizados, onde o nível de detalhamento era maior que o do projeto executivo. Assim, pode-se dizer que os projetos elaborados pela ATO são mais adequados ao campo.

Na prática, em certos casos, existe a dificuldade de prever, inicialmente, se haverá otimização do projeto original ou não. Quando a ATO faz uma proposta de alteração do projeto executivo, nem sempre essa proposta é a mais econômica, porque somente após o estudo da nova solução, aliada às condições locais, é que se conclui o projeto. Depois, calculam-se as quantidades dos serviços de execução e, por fim, determina-se o seu custo de implantação. Os resultados de alguns trechos do estudo de caso demonstra essa incerteza dos custos iniciais. A Figura 16, de ADAMS (2003), representa essa situação de maneira divertida.



Figura 16: Incerteza do Custo Inicial de um Projeto.

## 5.10 CONSIDERAÇÕES DO AUTOR SOBRE O QUESTIONÁRIO DA ATO RODOVIA DOS ANDES

Perante as respostas contidas no questionário, se pode concluir que a assistência técnica de obra na Rodovia dos Andes foi importante porque tinha uma atuação imediata e efetiva durante a execução da obra, solucionando tecnicamente os problemas e as ocorrências da obra.

O emprego da ATO trouxe benefícios como economia e qualidade para o empreendimento, porque, como possuía mais dados e informações de campo, bem como conhecimento dos recursos disponíveis na obra, foi possível otimizar os projetos, evitar possíveis atrasos no andamento da execução e propor obras mais realistas compatíveis com a zona da obra.

Por fazer parte da engrenagem da obra, a participação da assistência técnica foi fundamental para o seu sucesso, com alguma redução de custos, diminuição de prazos de execução e implementação de obras mais seguras.

As respostas do questionário apontam os principais tópicos da pesquisa do estudo de caso que são: a redução dos custos de implantação das obras e a produção de projetos e obras mais adequados com a realidade local. Portanto, o emprego da equipe de assistência técnica na obra da Rodovia dos Andes, segundo os participantes, atingiu seus objetivos de melhorar o desempenho técnico e econômico do empreendimento. Como exemplo, apresenta-se na Figura 17 o questionário respondido por um dos entrevistados. No Anexo V, encontram-se as respostas dos outros profissionais.

**1) Qual a importância da ATO para a construção da obra? Por quê?**

*O ATO é muito importante para a construção de uma obra. Acontece que por melhor que seja o projeto Executivo o detalhamento terá que ser feito na obra para permitir que o pessoal de produção tenha condições de trabalhar. Serviços tais como detalhes de ferro, detalhes de formas, detalhes de peças de uma montagem, soldas etc, tem que ser preparados na obra. Este trabalho poderá ser feito pelo próprio empreiteiro. No entanto existem alguns trabalhos que dependem da atuação do projetista, que são adaptações do projeto as condições reais encontradas, tais com fundação de estruturas, detalhes de drenagem, solução para instalações preexistentes que terão que ser relocadas, quando estas interferem com a obra a ser executada, problemas de estabilidades de taludes, etc. Neste caso a atuação de Projetista através de uma equipe de ATO é fundamental.*

**2) O emprego da ATO trouxe mais economia para a obra? Por quê?**

*Indiscutivelmente o emprego de ATO trás economia a obra, pois além dos problemas acima referidos serem resolvidos com qualidade, são também resolvidos em tempo hábil para evitar que haja atrasos na execução da obra, já que a equipe de ATO estando, presente na obra estes, tem melhor informação dos reais problemas e podem assim melhor soluçiona-los.*

**3) O emprego da ATO trouxe mais qualidade para a obra? Por quê?**

*A semelhança do item anterior, pelo fato da equipe de ATO estar presente na obra, eles podem conhecer melhor os problemas encontrados e por isso a solução dos mesmos ocorre da melhor maneira possível, contribuindo logicamente para a qualidade da obra.*

**4) As soluções de engenharia da ATO foram melhores que as do Projeto Executivo? Por quê?**

*Em geral são melhores, pois são as mais indicadas para a situação local encontrada. Não significa que o projeto executivo não tenha sido bem feito, acontece que no projeto executivo não é possível identificar e prever todas as diferentes situações que ocorrerão durante a execução da obra. Por isso as soluções de engenharia adotadas no ATO, não quer dizer que sejam melhores e sim que são as mais indicadas para o real problema encontrado.*

**5) A ATO foi fundamental para o sucesso da obra? Por quê?**

*Baseado em tudo que foi dito acima a adoção de uma equipe de ATO foi fundamental para o sucesso da obra, pois evitou atrasos, melhorou a qualidade, optou-se por soluções mais indicadas para a situação real encontrada, evitou problemas futuros durante a operação da obra, pois os problemas eram detectados e imediatamente resolvidos em obra, tudo isso que se traduz em redução de custos e que logicamente contribui para o sucesso da obra.*

Figura 17: Questionário Respondido por Entrevistado.

De forma a consolidar algumas informações contidas no questionário é apresentada nas Tabelas 13 e 14 um resumo das respostas das questões 2 e 3, no qual pode-se concluir que as opiniões dos profissionais entrevistados que participaram da construção da Rodovia dos Andes são convergentes sobre a economia e a qualidade geradas pelas soluções da assistência técnica de obra.

Tabela 13 - Resumo das Respostas da Questão 2 do Questionário da Rodovia dos Andes.

| Questão 2) O emprego da ATO trouxe mais economia para a obra? |          |   |
|---|----------|---|
| ENTREVISTADO  | RESPOSTA | JUSTIFICATIVA                                     |
| Profissional 1  | Sim      | Poupa tempo.                                      |
| Profissional 2  | Sim      | Evita atrasos.                                    |
| Profissional 3  | Sim      | Otimiza obras tanto em magnitude quanto em custo. |
| Profissional 4  | Sim      | Problemas resolvidos em tempo hábil.              |

Tabela 14 - Resumo das Respostas da Questão 3 do Questionário da Rodovia dos Andes.

| Questão 3) O emprego da ATO trouxe mais qualidade para a obra? |          |  |
|--|----------|--|
| ENTREVISTADO   | RESPOSTA | JUSTIFICATIVA  |
| Profissional 1   | Sim      | Problemas resolvidos a luz da engenharia e de forma ágil.  |
| Profissional 2   | Sim      | Interpretação de problemas baseado no conhecimento real e na experiência direta da intervenção.                      |
| Profissional 3   | Sim      | Com o conhecimento detalhado da topografia e das condições técnicas de um problema, pode implementar obras duráveis. |
| Profissional 4   | Sim      | Por estar presente na obra, pode conhecer melhor os problemas encontrados.   |

Analisando as tabelas acima, pode-se concluir que as respostas sobre a economia se justificam pela questão do tempo, no qual a presença da ATO possibilita responder com presteza às demandas da obra, evitando atrasos. Já para a resposta sobre a qualidade, a mesma se explica pelo fator conhecimento, porque com mais dados da zona de obra é possível aprimorar o projeto original.



## 6 CONCLUSÃO

### 6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo da dissertação foi levantar a questão da assistência técnica de obras (ATO) e avaliar a sua participação na melhoria dos resultados técnicos e econômicos na construção de rodovias.

A assistência técnica sempre existiu na consultoria de engenharia, pois é um tipo de serviço de acompanhamento técnico de obra. Sua principal diferença é que a ATO está relacionada essencialmente com a otimização dos projetos.

Como existem atividades comuns nos serviços de gerenciamento, supervisão, fiscalização e assistência técnica e por não haver uma padronização definitiva dos escopos e nomenclaturas, é possível encontrar, num mesmo contrato, atividades dos quatro serviços juntas. O importante é que o acompanhamento da obra seja efetivo e adequado.

O tratamento entre as rodovias concedidas à iniciativa privada e as que são de responsabilidade da Administração Pública é diferente, pois a fiscalização das obras e serviços nas concessionárias é realizada pela própria concessionária e nas rodovias públicas é feita pelos órgãos rodoviários, com apoio de empresas consultoras terceirizadas.

As concessionárias de rodovia além de realizar alguns serviços semelhantes ao das construtoras, também são responsáveis pela operação da rodovia, monitoramento do tráfego, atendimento mecânico de veículos, resgate de acidentados e assistência médica a motoristas, passageiros e pedestres. No entanto, a utilização de ATO em concessionárias fica mais restrita ao período da construção da rodovia, porque a posterior operação e exploração são atribuições da própria companhia de concessão.

Quanto à qualidade dos projetos, o contratante público ou privado deveria verificar, antes de contratar as obras, a qualidade do projeto básico, que deveria ser muito próxima da do executivo, diferenciando-se apenas na indicação dos processos construtivos. Além disso, O DNIT ou TCU, poderia estabelecer uma norma ou regulamentação, que definisse objetivamente o nível de detalhamento a ser exigido no projeto básico para as licitações.

O modelo português de ATO, com o detalhamento dos projetos realizado pelas construtoras, é interessante, porque quem executa conhece melhor as necessidades e

as exigências para se construir. Para tanto, é fundamental que as equipes de engenharia da construtora sejam bem capacitadas e conheçam profundamente os critérios e normas de projeto para realizar o projeto executivo. A assistência técnica atua fora da obra, sendo mais um apoio técnico, onde pode ratificar e retificar o detalhamento dos projetos feitos pela engenharia da empreiteira.

Já no modelo espanhol de ATO, a etapa de *Replanteo*, de se implantar no campo o eixo de projeto, é igual ao que se faz em nosso país. Refazer a topografia e as sondagens com maior detalhamento para obter mais segurança por parte do construtor também é praticado no país, porém, comumente em obras privadas. A geração de um projeto *Modificado* também acontece em alguns casos de empreendimentos privados. A complementação da base de dados reais de campo permite otimizar o projeto. O problema é que esse custo é do empreendedor, mas que, com a economia dos projetos mais racionais, acaba pagando esse investimento.

## 6.2 ESTUDO DE CASO

A partir da experiência da participação do pesquisador na equipe de assistência técnica na construção da Rodovia dos Andes, foram coletados e analisados diversos dados contidos em arquivos, a fim de explicar se a ATO trouxe ganho técnico e econômico aos projetos e obras da rodovia.

Para evidenciar o potencial de possíveis benefícios produzidos, optou-se pelo estudo e análise da comparação entre o projeto Executivo aprovado e as novas soluções técnicas elaboradas pela ATO. A fim de justificar a economia, foi feita a comparação dos custos das obras contidas nos dois projetos. Diante a dificuldade de comparar a técnica e a qualidade dos projetos, foi considerado apenas como critério, as justificativas técnicas e os melhoramentos contidos nos relatórios das soluções propostas pela equipe de assistência técnica.

Dos seis trechos da rodovia e das disciplinas de engenharia neles analisadas, houve economia em metade deles e na outra metade, os custos das soluções da ATO foram maiores. Analisando os trechos de forma global, ocorreu economia de quase 8%, ou seja, o custo total das obras das soluções técnicas da ATO foi menor que o custo total das obras, dos mesmos trechos, do projeto executivo.

Na pesquisa, os dados apresentados foram os relatórios técnicos com seus projetos e anexos. Deles, se extraíram as quantidades e foram calculados os custos dos serviços necessários para a execução dos projetos. Posteriormente, foi feita a análise comparativa entre os custos das obras dos projetos. A análise com uso de ferramentas de estatística não fez parte do estudo de caso.

Segundo os relatórios de engenharia da assistência técnica, em todos os segmentos houve benefícios de ordem técnica, devido ao maior detalhamento das soluções e a possível adequação dos projetos ao contexto local. A maior qualidade dos projetos da ATO está nestas características, já que os critérios de projeto, normas aplicáveis e padrões reconhecidos foram atendidos, porque passaram pela aprovação do consórcio construtor e da supervisão do órgão rodoviário local.

A busca da compatibilidade entre a engenharia e o ambiente local só foi possível, por causa da presença da equipe de ATO na obra e com a obtenção de dados reais de campo, através da realização de serviços de topografia, sondagem e ensaios de laboratório por equipes auxiliares. Como produtos dessas informações, os relatórios possuem sustento técnico, onde apresentam tabelas, gráficos, análises, estudos e projetos específicos.

O estudo de caso indicou que a ATO contribuiu para o êxito do empreendimento com intervenções oportunas, gerando soluções técnicas ajustadas às necessidades que a obra exigia, produzindo benefícios técnicos, econômicos e até de ordem social.

A presença da assistência técnica de obra permitiu solucionar alguns problemas de difícil detecção na fase de projeto, como a solicitação dos moradores de não cruzar suas propriedades no trecho entre os km 77 e 78, a ocorrência de deslizamento de terra no km 86 e a alteração do projeto geométrico no km 92.

As respostas do questionário foram importantes para a pesquisa, porque convergem com os resultados alcançados, expondo a participação do serviço de assistência técnica no sucesso da Rodovia dos Andes.

### 6.3 LIMITES DA PESQUISA

Os dados contidos na investigação são dados únicos e peculiares referentes apenas ao estudo de caso. As tendências e generalizações que possam vir a surgir em seguida dependem de novas pesquisas de outros estudos de caso a serem realizados

sobre ATO de rodovias. Ademais, como se trata de um estudo de caso único sua generalização é analítica e não estatística.

Caso fossem recolhidos e analisados os dados de mais trechos da rodovia, possivelmente, do ponto de vista estatístico, os resultados seriam mais representativos. No entanto, para essa pesquisa mais ampla, seria indispensável obter os elementos dos projetos, tanto da fase do projeto executivo quanto da fase da ATO, referentes a segmentos comuns da rodovia.

A pesquisa esclarece que a análise de projetos rodoviários de maneira integral é de difícil solução, a não ser que se separem as disciplinas. Porém, a avaliação é mais recomendada para os especialistas, porque cada disciplina é um projeto específico. Ademais, por não existir um método único e definitivo de julgamento, a escolha de critérios para comparação vai depender do objetivo que se queira atingir.

Faz-se necessário ressaltar que os dados coletados e resultados obtidos são referentes apenas a este estudo de caso, em que seis trechos específicos da Rodovia dos Andes e suas respectivas disciplinas foram observados e analisados. Não se pode afirmar com certeza absoluta que nos demais trechos da rodovia, houve economia de custos e geração de benefícios. Seria preciso realizar a repetição do método utilizado para esses trechos e avaliar as causas e os efeitos dos resultados encontrados.

#### 6.4 ÊXITO DA PESQUISA

Dentro das limitações de escopo e de abordagem, o estudo de caso explanado alcançou os resultados esperados, no qual pode-se concluir que a assistência técnica é pertinente e contribui com uma parcela significativa para a melhoria do desempenho das obras rodoviárias.

A virtude da pesquisa apresentada está em apontar a relevância do emprego de uma equipe de projetos durante a construção de uma rodovia, o que permite adequar os projetos à conjuntura do empreendimento e possibilita reduzir os seus custos de implantação.

O resultado da investigação é apenas um fragmento de evidência do potencial da assistência técnica para a economia, qualidade e produtividade das obras rodoviárias. Portanto, sem nenhuma pretensão de encerrar o assunto, espera-se que este estudo contribua não apenas para novas pesquisas sobre o tema, como também, se possível,

sirva de auxílio para a melhor eficiência e qualidade dos projetos e das obras nas rodovias brasileiras.

A assistência técnica de obra acorda com o dito popular "toda boa obra começa com um bom projeto". Ou ainda, conforme dito por um dos entrevistados "A engenharia começa no campo e termina no campo".

## 6.5 SOBRE ATO DE RODOVIAS

Algumas conclusões são interessantes destacar sobre a assistência técnica de obras rodoviárias.

A duração da equipe técnica na obra também é variável, podendo acontecer durante toda a obra ou somente por um período. O tempo de permanência está sujeito aos interesses do empreendedor e, às vezes, às exigências das condições de contorno da obra (complexidade, tamanho e local).

O tamanho da equipe e a respectiva estrutura da assistência técnica também são em função do porte e das dificuldades do empreendimento. Porém, quem define esse investimento é o contratante da ATO, desde que seja compatível com as necessidades e demandas da obra.

Para um melhor aproveitamento da ATO na obra, é primordial que a equipe seja composta por profissionais competentes e experientes, isto é, possuam conhecimentos técnicos de projetos e vivências em obras rodoviárias. Assim, a probabilidade da assistência técnica desenvolver soluções de projeto inadequadas e com qualidade inferior é mínima.

É de boa prática que os técnicos que vão compor a equipe técnica da ATO, se for possível, sejam os mesmos que desenvolveram o projeto antes da obra. Ou, então, que seja a mesma empresa de consultoria autora do projeto, pois a mesma conhece o projeto melhor do que ninguém, com todos os dados, concepções e peculiaridades.

Deve ser esclarecido que a assistência técnica necessita de dados de campo para desenvolver seu trabalho, onde é crucial a ATO ser assistida por equipes auxiliares de qualidade para a realização de serviços topográficos, de sondagem e de ensaios laboratoriais, porque as soluções otimizadas são baseadas nesses estudos e levantamentos.

As soluções da ATO devem sempre atender às normas de projeto, às especificações do empreendimento e, também, à produção da obra, mesmo que a solução seja menos econômica que o projeto original, pois a produtividade acarreta em economia de tempo e de custo de execução.

Conforme AMORIM (2010a), qualquer empreendimento público tem o objetivo de otimizar os investimentos na sua realização, através da minimização de custos e prazos e maximização da qualidade dos serviços e benefícios oferecidos aos usuários. Neste sentido é que o serviço de assistência técnica surge para contribuir para esses mecanismos, orientados pelo mesmo objetivo. Logo, é possível afirmar que a ATO agrega valor ao empreendimento.

Em certos casos, a redução de custos para a execução do empreendimento proporcionada pela presença da assistência técnica pode chegar a ser superior ao custo total do serviço contratado (ABCE, 2006).

No entanto, VIAN (2013) diz: “É difícil quantificar a possível economia que uma consultora competente consegue proporcionar na implantação de um empreendimento, sobretudo porque é subjetiva a escolha da referência de comparação.” Todavia, mesmo sem essa economia, a ATO se justifica pela agilidade em resolver os problemas que surgem durante a execução da obra.

A ATO de rodovias possui o mesmo propósito descrito na Lei da Assistência Técnica para Habitação Social (Lei nº 11.888/2008), que informa o Inciso I, do Parágrafo 2º, do Artigo 2º, que a assistência técnica objetiva: “otimizar e qualificar o uso e o aproveitamento racional do espaço edificado e de seu entorno, bem como dos recursos humanos, técnicos e econômicos empregados no projeto e na construção da habitação;”. Se mudar a última palavra “habitação” por “rodovia”, a definição de ATO fica exata.

## 6.6 ATO NO BRASIL

O serviço de assistência técnica de obras não é comum em contratos públicos no Brasil. O cliente principal, mesmo que em pequeno número, é a iniciativa privada. Isto ocorre, porque os contratos de supervisão de obras públicas contém atividades ligadas ao trabalho de ATO, mas como uma tarefa agregada e não como atividade principal.

Assim, por não se ter muitos exemplos de ATO em nosso país, a pesquisa se baseou num caso estrangeiro.

O que vai demandar o serviço de assistência técnica é se o cliente, público ou privado, possui interesse em melhorar o projeto do seu empreendimento. Não importa se o projeto é básico ou executivo e se a sua qualidade é boa ou ruim. Sempre é possível aprimorar o projeto. Além disso, em qualquer obra, sobretudo nas de infraestrutura, sempre ocorrem alterações de projeto. Logo, se existir uma ATO durante a construção, a possibilidade de aperfeiçoar o projeto é grande.

Os ganhos técnicos e econômicos oriundos do trabalho da equipe de assistência técnica podem ser aproveitados pelo contratante e/ ou pelo contratado. Todas as alterações de projeto resultam em acréscimo ou redução de custos de execução e em obras com mais ou menos durabilidade e alta ou baixa manutenção. Quem vai se beneficiar desses frutos, inicialmente, é quem contratou a ATO. Porém, pode ser acordado entre os envolvidos no empreendimento – projetista, construtora, empreendedor e financiador público ou privado – que os lucros serão compartilhados.

No Peru, especificamente no estudo de caso, a ATO foi contratada pelo consórcio construtor. No entanto, semelhante ao Brasil, existia a equipe de supervisão, que realizava a fiscalização técnica e administrativa da obra, bem como aprovava ou não as propostas da ATO para modificação do projeto. Sobre os benefícios alcançados na obra, pode-se dizer que havia a divisão dos mesmos entre as partes interessadas: sociedade e empresas.

A contratação de assistência técnica de obras por órgãos públicos no país ainda é exceção. Porém, isso pode mudar, já que na Espanha, a ATO é contratada por órgãos públicos. Uma sugestão seria iniciar a prática de contratação a partir de um projeto-piloto a ser realizado por um órgão rodoviário em uma construção de rodovia, no qual seria feita a avaliação dos custos e dos benefícios advindos do serviço de ATO, com o estudo dos seus impactos e reflexos no empreendimento. Caso a experiência fosse bem sucedida, com o tempo, poder-se-ia pensar numa norma ou lei para regulamentar o serviço de assistência técnica de obra.

## 6.7 RECOMENDAÇÕES

Para trabalhos futuros recomenda-se ampliar a pesquisa através de novos estudos de caso de construção de rodovias ou de outros empreendimentos de infraestrutura nacionais, com objetivo de obter os resultados alcançados com a presença de assistência técnica e conhecer o seu grau de influência nessas obras.

Uma alternativa é buscar avaliar o serviço de assistência técnica de obra sobre os conceitos da Engenharia de Valor, ou seja, até que ponto vale a pena ter uma ATO e qual o custo da sua contratação comparado aos benefícios gerados durante e posterior à construção.

Idéia interessante é analisar trechos de rodovia em construção, comparando o prazo de execução e os impactos ambientais gerados pelas obras do projeto executivo com as do projeto da ATO, examinando as diferenças da produtividade, dos processos construtivos empregados e das soluções ambientais adotadas.

Outra proposta é pesquisar em órgãos e entidades internacionais ou entrevistar profissionais estrangeiros do ramo rodoviário, com a finalidade de verificar o tipo de serviço ou trabalho similar praticado nesses países semelhante à assistência técnica.

Como sugestão, os demais serviços de acompanhamento técnico de obra – gerenciamento, supervisão e fiscalização – também devem ser objetos de futuras investigações, a fim de estudar suas virtudes, falhas e consequências para as obras de infraestrutura.



## REFERÊNCIAS

- ADAMS, S., 2003, *Sem Título*. Ilustrações de Dilbert – 06/08/2003. United Feature Syndicate Inc., EUA. Disponível em: <<http://relatoriodasituacao.com.br/relatorio/tag/fargon-jinn/>>. Acesso em: 27 jun. 2013.
- ALTOUNIAN, C. S., MENDES, A. L., 2002, “Novos Procedimentos Adotados no Âmbito do Controle Externo Previsto nos Arts. 70 e 71 da CF, Notadamente na Área de Obras Públicas”. In: *Anais do VII Simpósio Nacional de Auditoria de Obras Públicas*, pp. 27-50, Brasília, Nov.
- AMORIM, H., 2010a, *Gerenciamento da Execução de Projetos e Obras Públicas*. Publicações ABCE. Disponível em: <<http://www.abceconsultoria.org.br/doc/doc92.htm>>. Acesso em: 19 set. 2010.
- AMORIM, H., 2010b, *Projeto e Supervisão, Produtos Descartáveis*. Publicações ABCE. Disponível em: <<http://www.abceconsultoria.org.br/doc/doc66.htm>>. Acesso em: 19 set. 2010.
- AMORIM, H., 2010c, *Recomendação da ABCE para Contratantes de Engenharia*. Publicações ABCE. Disponível em: <<http://www.abceconsultoria.org.br/doc/doc95.htm>>. Acesso em: 19 set. 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSULTORES DE ENGENHARIA – ABCE, 1994, *Manual de Orçamento: Serviços Profissionais de Engenharia Consultiva*. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSULTORES DE ENGENHARIA – ABCE, 2006, *A Consultoria de Engenharia*. Rio de Janeiro.
- BRASIL. Decreto-lei nº 2.300, de 21 de Novembro de 1986. *Dispõe sobre Licitações e Contratos da Administração Federal e Dá Outras Providências*. Brasília.
- BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de Junho de 1993. *Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, Institui Normas para Licitações e Contratos da Administração Pública e dá outras providências*. Brasília.
- BRASIL. Lei nº 11.888, de 24 de Dezembro de 2008. *Assegura às Famílias de Baixa Renda Assistência Técnica Pública e Gratuita para o Projeto e a Construção de Habitação de Interesse Social e Altera a Lei no 11.124, de 16 de junho de 2005*. Brasília.
- BRASIL. Lei nº 12.462, de 4 de Agosto de 2011. *Institui o Regime Diferenciado de Contratações Públicas – RDC; Altera a Lei nº 10.683, de 28 de Maio de 2003 (...)*. Brasília.
- CALIFORNIA DEPARTMENT TRANSPORTATION – CALTRANS, 2009, *Construction Manual*. State of California, EUA.
- CAMPITELI, M. V., 2007, *Medidas Para Evitar o Superfaturamento Decorrente dos Jogos de Planilha em Obras Públicas*. 2º Concurso de Monografias da Controladoria-Geral da União. Brasília.

CAMPOS, C., 2012., [Opinião sobre os Projetos Ruins no Setor de Transportes]. Reportagem “Falta de Projetos Atrasa Obras de Infraestrutura”, de Ruy Barata Neto, do Diário Econômico. Disponível em: <<http://brasileconomico.ig.com.br/noticias/nprint/119785.html>>. Acesso em: 16 mai. 2013.

CAMPOS, V. F., 1992, *Controle da Qualidade Total (No Estilo Japonês)*. Rio de Janeiro, Bloch Ed.

COLEMAN, J. S., FARARO, T. J., 1992, *Rational Choice Theory: Advocacy and Critique*. Londres, Sage.

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL – DAER/RS, 2006, *Instruções para Sinalização Rodoviária*. Porto Alegre.

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL – DAER/RS, 2009, *Tabela de Preços Unitários para Supervisão e Coordenação – Data-Base: Março/09 – Versão 2*. Secretaria de Infraestrutura e Logística, Porto Alegre.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO – DER/SP, 2005, *Instrução para Realização de Supervisão de Obra*. Secretaria de Logística e Transportes, São Paulo.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DNER, 1979, *Defensas Rodoviárias*. IPR, Rio de Janeiro.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DNER, 1995, *Roteiro para Monitoramento de Obras Rodoviárias*. IPR, Rio de Janeiro.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DNER, 1997, *Glossário de Termos Técnicos Rodoviários*. IPR, Rio de Janeiro.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT, 2004, *Edital Nº 001/2005-00: Concorrência Pública para Seleção de Empresas Especializadas para Execução de Serviços Técnicos de Gerenciamento do Programa Integrado de Revitalização*. Brasília.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT, 2005, *Manual de Conservação Rodoviária*. IPR, Rio de Janeiro.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT, 2006, *Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários: Escopos Básicos/ Instruções de Serviço*. IPR, Rio de Janeiro.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT, 2009, *Edital Nº 300/2009-00: Concorrência Pública para Seleção de Empresas Especializadas para Execução dos Serviços Técnicos de Supervisão das Obras de Duplicação com Restauração da Pista Existente na Rodovia BR-493/RJ*. Coordenação-Geral de Cadastro e Licitações, Brasília.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT, 2010, *Tabela de Preços de Consultoria – Última Atualização: 27/10/2010*. Brasília.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT, 2011, *Custos Médios Gerenciais*. Departamento de Planejamento e Pesquisa, Brasília.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT, 2012, *Sistema de Custos Rodoviários - SICRO2 - RCTR0320*, Rio de Janeiro, Nov. Brasília.

DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. – DERSA, 2012, *Edital CC - 013/2012 (53.228/2012): Prestação de Serviços Técnicos de Consolidação do Projeto Básico com Atendimento às Eventuais Condicionantes Ambientais, Detalhamento Executivo do Projeto Consolidado, Assessoria de Apoio e Acompanhamento Técnico às Obras (ATO) para os Projetos de Implantação da SP 053 - Trecho da Nova Ligação Caraguatatuba - São Sebastião ou Contornos de Caraguatatuba e de São Sebastião*. Comissão Especial de Licitação, São Paulo.

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS, 1998, *Curso sobre Dirección de Obras de Carretera*. Consejería de Obras Públicas y Transportes, Junta de Andalucía, Espanha.

FERREIRA, C. M., 2004, “Supervisão de Obras Rodoviárias na Região Andina”, *Revista Teoria e Prática na Engenharia Civil*, n. 4, p. 43-58, Abr.

FLICK, U., 2009, *Desenho da Pesquisa Qualitativa*. Porto Alegre, Bookman.

GODOY, A. S., 2005, Estudo de Caso Qualitativo. In: GODOI, C. K., MELLO, R. B., SILVA, A. B. (eds.) *Pesquisa Qualitativa em Estudos Organizacionais: Paradigmas, Estratégias e Métodos*. São Paulo, Saraiva.

MACHADO, K., 2002, *Concessões de Rodovias: Mito e Realidade*. São Paulo, Prêmio.

MELHADO, S. B., AGOPYAN, V., 1995, *O Conceito de Projeto na Construção de Edifícios: Diretrizes para sua Elaboração e Controle*. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP - Universidade de São Paulo, São Paulo.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - MTC, 2013, *08 Cusco Vial - Sistema Nacional de Carreteras del Perú - D.S 036-2011-MTC*, Oficina General de Planeamiento y Presupuesto, Oficina de Estadística, Lima, Peru.

MORAES, A. B. G. M., TORRES JUNIOR, R. G., FURTADO, A. S., 2012, "Fatores Críticos da Gestão do Processo de Projetos na Engenharia Simultânea: Um Estudo de Caso em Obra de Infraestrutura Urbana". In: *VIII Congresso Nacional de Excelência em Gestão*, Rio de Janeiro, Jun.

MOURA, P. M., 2005, *Um Estudo Sobre a Coordenação do Processo de Projeto em Empreendimentos Complexos*. Dissertação de Mestrado Profissionalizante, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

MURAKAMI, C. A., 2001, *Noções Básicas para o Acompanhamento Técnico de Obras de Túneis*. Dissertação de Mestrado, USP, São Paulo, SP, Brasil.

PACHECO FILHO, A. B., 2004, “O Projeto Básico como Elemento de Responsabilidade na Gestão Pública”, *Revista do TCU*, n. 99, p. 73-76, Jan./Mar.

RODRIGUEZ, M. A. A., HEINECK, L. F. M., 2003, "A Construtibilidade no Processo de Projeto de Edificações". In: *Anais do III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção*, São Carlos.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 13.121, de 7 de Julho de 2008. *Altera a Lei nº 6.544, de 22 de Novembro de 1989, que Dispõe sobre o Estatuto Jurídico das Licitações e Contratos Pertinentes a Obras, Serviços, Compras, Alienações, Concessões e Locações no Âmbito da Administração Centralizada e Autárquica*. São Paulo.

SERMAN, C., 2008, *Análise dos Aspectos Críticos em Processos de Concessão de Rodovia*. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

SINDICATO NACIONAL DAS EMPRESAS DE ARQUITETURA E ENGENHARIA CONSULTIVA – SINAENCO, 2010, *DNIT mantém Crescimento das Licitações de Engenharia Consultiva*. Disponível em: <[http://www.sinaenco.com.br/noticias\\_detalle.asp?id=733](http://www.sinaenco.com.br/noticias_detalle.asp?id=733)>. Acesso em: 19 set. 2010.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU, 2013, *Relatório Anual de Atividades 2012*. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Brasília.

VIAN, A., 2004, *Engenharia & Desenvolvimento*. Publicações ABCE. Exposição do autor no Seminário "Engenharia & Desenvolvimento", promovido pelo BNDES. Disponível em: <<http://www.abceconsultoria.org.br/doc/doc58.htm>>. Acesso em: 19 set. 2010.

VIAN, A., 2010, *As Novas Modalidades de Contratação e Execução de Empreendimentos – EPC/ Turn-Key*. Publicações ABCE. Disponível em: <<http://www.abceconsultoria.org.br/doc/doc32.htm>>. Acesso em: 19 set. 2010.

VIAN, A., 2013, *A Melhor Solução é a que Conduz ao Menor Custo*. Publicações ABCE. Disponível em: <<http://www.abceconsultoria.org.br/doc/doc35.htm>>. Acesso em: 28 mai. 2013.

WRIGHT, P. E. E. D., 1994, *Constructability Guide*. Arizona Department of Transportation, OBrien-Kreitzberg Assoc. Inc. Arizona, EUA.

YIN, R. K., 2006, *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. 3 ed. São Paulo, Bookman.

## **APÊNDICES**



## **APÊNDICE I – TABELAS DE CUSTO**





**APÊNDICE I - A.1 – TABELA DE CUSTO**

GEOMETRIA – VARIANTE KM 77+020 - 78+040

(Projeto Executivo)

**RODOVIA DOS ANDES**  
**GEOMETRIA - VARIANTE KM 77+020 - 78+040**  
**CUSTO - TERRAPLENAGEM E PAVIMENTAÇÃO - PROJETO EXECUTIVO**

| SERVIÇO                    | UNIDADE | QUANTIDADE | CÓDIGO SICRO2 - DNIT | DESCRIÇÃO  | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | CUSTO TOTAL (R\$) | (%)           |
|----------------------------|---------|------------|----------------------|--|----------------------|-------------------|---------------|
| ESCAVAÇÃO MECÂNICA         | m³      | 29.103,73  | 2 S 01 100 26        | Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 800 a 1000m c/e  | 5,57                 | 162.107,78        | 56,53         |
| ATERRO COMPACTADO          | m³      | 10.159,22  | 2 S 01 510 00        | Compactação de aterros a 95% proctor normal        | 2,12                 | 21.537,54         | 7,51          |
| REGULARIZAÇÃO DE SUBLEITO  | m²      | 7.761,26   | 2 S 02 110 00        | Regularização do subleito                          | 0,66                 | 5.122,43          | 1,79          |
| REFORÇO DE SUBLEITO        | m³      | 1.164,19   | 2 S 02 100 00        | Reforço do subleito                                | 8,99                 | 10.466,07         | 3,65          |
| SUB-BASE                   | m³      | 1.164,19   | 2 S 02 200 00        | Sub-base solo estabilizado granul. s/ mistura      | 8,99                 | 10.466,07         | 3,65          |
| BASE                       | m³      | 1.164,19   | 2 S 02 200 01        | Base solo estabilizado granul. s/ mistura m3       | 8,99                 | 10.466,07         | 3,65          |
| IMPRIMAÇÃO                 | m²      | 7.761,26   | 2 S 02 300 00        | Imprimação   | 0,20                 | 1.552,25          | 0,54          |
| REVESTIMENTO CBUQ - BINDER | t       | 745,08     | 2 S 02 540 02        | Concreto betuminoso usinado a quente - "binder"    | 44,19                | 32.925,09         | 11,48         |
| PINTURA DE LIGAÇÃO         | m²      | 7.761,26   | 2 S 02 400 00        | Pintura de ligação                                 | 0,14                 | 1.086,58          | 0,38          |
| REVESTIMENTO CBUQ - CAPA   | t       | 651,95     | 2 S 02 540 01        | Conc. betuminoso usinado a quente - capa rolamento | 47,57                | 31.013,26         | 10,82         |
| <b>TOTAL</b>               |         |            |                      |  |                      | <b>286.743,13</b> | <b>100,00</b> |

**Nota:** Custos unitários obtidos do Sistema de Custos Rodoviários (SICRO2) do DNIT, no mês de referência de novembro de 2012.

**APÊNDICE I - A.2 – TABELA DE CUSTO**

GEOMETRIA – VARIANTE KM 77+020 - 78+040

(Assistência Técnica de Obra)

**RODOVIA DOS ANDES**  
**GEOMETRIA - VARIANTE KM 77+020 - 78+040**  
**CUSTO - TERRAPLENAGEM E PAVIMENTAÇÃO - ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA (ATO)**

| SERVIÇO                    | UNIDADE | QUANTIDADE | CÓDIGO SICRO2 - DNIT | DESCRIÇÃO  | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | CUSTO TOTAL (R\$) | (%)           |
|----------------------------|---------|------------|----------------------|--|----------------------|-------------------|---------------|
| ESCAVAÇÃO MECÂNICA         | m³      | 18.301,39  | 2 S 01 100 26        | Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 800 a 1000m c/e  | 5,57                 | 101.938,75        | 48,69         |
| ATERRO COMPACTADO          | m³      | 1.561,59   | 2 S 01 510 00        | Compactação de aterros a 95% proctor normal        | 2,12                 | 3.310,57          | 1,58          |
| REGULARIZAÇÃO DE SUBLEITO  | m²      | 7.838,03   | 2 S 02 110 00        | Regularização do subleito                          | 0,66                 | 5.173,10          | 2,47          |
| REFORÇO DE SUBLEITO        | m³      | 1.175,70   | 2 S 02 100 00        | Reforço do subleito                                | 8,99                 | 10.569,54         | 5,05          |
| SUB-BASE                   | m³      | 1.175,70   | 2 S 02 200 00        | Sub-base solo estabilizado granul. s/ mistura      | 8,99                 | 10.569,54         | 5,05          |
| BASE                       | m³      | 1.175,70   | 2 S 02 200 01        | Base solo estabilizado granul. s/ mistura m3       | 8,99                 | 10.569,54         | 5,05          |
| IMPRIMAÇÃO                 | m²      | 7.838,03   | 2 S 02 300 00        | Imprimação   | 0,20                 | 1.567,61          | 0,75          |
| REVESTIMENTO CBUQ - BINDER | t       | 752,45     | 2 S 02 540 02        | Concreto betuminoso usinado a quente - "binder"    | 44,19                | 33.250,77         | 15,88         |
| PINTURA DE LIGAÇÃO         | m²      | 7.838,03   | 2 S 02 400 00        | Pintura de ligação                                 | 0,14                 | 1.097,32          | 0,52          |
| REVESTIMENTO CBUQ - CAPA   | t       | 658,39     | 2 S 02 540 01        | Conc. betuminoso usinado a quente - capa rolamento | 47,57                | 31.319,61         | 14,96         |
| <b>TOTAL</b>               |         |            |                      |  |                      | <b>209.366,35</b> | <b>100,00</b> |

**Nota:** Custos unitários obtidos do Sistema de Custos Rodoviários (SICRO2) do DNIT, no mês de referência de novembro de 2012.

**APÊNDICE I - B.1 – TABELA DE CUSTO**

GEOTECNIA – VARIAÇÃO DE TALUDE DE CORTE KM 86+670 – 86+920

(Projeto Executivo)

**RODOVIA DOS ANDES  
 GEOTECNIA - VARIAÇÃO DE TALUDE DE CORTE - KM 86+670 - 86+920  
 CUSTO - TERRAPLENAGEM - PROJETO EXECUTIVO**

| SERVIÇO            | UNIDADE | QUANTIDADE | CÓDIGO<br>SICRO2 - DNIT | DESCRIÇÃO  | CUSTO<br>UNITÁRIO (R\$) | CUSTO TOTAL<br>(R\$) | (%)           |
|--------------------|---------|------------|-------------------------|--|-------------------------|----------------------|---------------|
| ESCAVAÇÃO MECÂNICA | m³      | 9,973,00   | 2 S 01 100 26           | Esc. carga transp. mat 1ª cat<br>DMT 800 a 1000m c/e | 5,57                    | 55.549,62            | 99,01         |
| ATERRO COMPACTADO  | m³      | 263,05     | 2 S 01 510 00           | Compactação de aterros a 95%<br>proctor normal       | 2,12                    | 557,67               | 0,99          |
| <b>TOTAL</b>       |         |            |                         |  |                         | <b>56.107,29</b>     | <b>100,00</b> |

**Nota:** Custos unitários obtidos do Sistema de Custos Rodoviários (SICRO2) do DNIT, no mês de referência de novembro de 2012.

**APÊNDICE I - B.2 – TABELA DE CUSTO**

GEOTECNIA – VARIAÇÃO DE TALUDE DE CORTE KM 86+670 - 86+920

(Assistência Técnica de Obra)

**RODOVIA DOS ANDES**  
**GEOTECNIA - VARIAÇÃO DE TALUDE DE CORTE - KM 86+670 - 86+920**  
**CUSTO - TERRAPLENAGEM - ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA (ATO)**

| SERVIÇO            | UNIDADE | QUANTIDADE | CÓDIGO SICRO2 - DNIT | DESCRIÇÃO  | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | CUSTO TOTAL (R\$) | (%)           |
|--------------------|---------|------------|----------------------|--|----------------------|-------------------|---------------|
| ESCAVAÇÃO MECÂNICA | m³      | 31.414,14  | 2 S 01 100 26        | Esc. carga transp. mat 1ª cat<br>DMT 800 a 1000m c/e | 5,57                 | 174.976,75        | 99,69         |
| ATERRO COMPACTADO  | m³      | 259,38     | 2 S 01 510 00        | Compactação de aterros a 95%<br>proctor normal       | 2,12                 | 549,90            | 0,31          |
| <b>TOTAL</b>       |         |            |                      |  |                      | <b>175.526,64</b> | <b>100,00</b> |

**Nota:** Custos unitários obtidos do Sistema de Custos Rodoviários (SICRO2) do DNIT, no mês de referência de novembro de 2012.



**APÊNDICE I - C.1 – TABELA DE CUSTO**

MURO DE CONTENÇÃO – KM 54+660 - 54+725 (Projeto Executivo) x  
KM 54+295 - 54+316 (Projeto ATO)  
(Projeto Executivo)

**RODOVIA DOS ANDES**  
**MURO DE CONTENÇÃO - KM 54+660 - 54+725 (Pj. Executivo)**  
**CUSTO - PROJETO EXECUTIVO**

| SERVIÇO             | UNIDADE | QUANTIDADE | CÓDIGO SICRO2 - DNIT | DESCRIÇÃO  | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | CUSTO TOTAL (R\$) | (%)           |
|---------------------|---------|------------|----------------------|--|----------------------|-------------------|---------------|
| ESCAVAÇÃO MECÂNICA  | m³      | 645,40     | 2 S 01 100 26        | Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 800 a 1000m c/e      | 5,57                 | 3.594,88          | 1,42          |
| ATERRO COMPACTADO   | m³      | 967,53     | 2 S 01 510 00        | Compactação de aterros a 95% proctor normal            | 2,12                 | 2.051,16          | 0,81          |
| CONCRETO CICLÓPICO  | m³      | 949,63     | 1 A 01 515 10        | Concreto ciclópico fck=15 MPa                          | 185,55               | 176.203,85        | 69,48         |
| DRENO DE AREIA      | m³      | 150,80     | M704                 | Areia lavada   | 40,00                | 6.032,00          | 2,38          |
| DRENO DE CASCALHO   | m³      | 0,00       | AM35                 | Brita 1  | 58,80                | 0,00              | 0,00          |
| DRENO TUBO Ø= 4"    | m       | 282,81     | M911                 | Tubo de PVC D=100 mm                                   | 5,92                 | 1.674,24          | 0,66          |
| MANTA GEOTÊXTIL     | m²      | 0,00       | M903                 | Geotêxtil não tecido agulhado RT-09                    | 3,85                 | 0,00              | 0,00          |
| FORMA               | m²      | 795,00     | 2 S 03 370 00        | Forma comum de madeira                                 | 45,75                | 36.371,25         | 14,34         |
| ESCAVAÇÃO MEC. VALA | m³      | 1.268,50   | 2 S 04 001 00        | Escavação mecânica de vala em mat. 1ª cat.             | 4,85                 | 6.152,23          | 2,43          |
| REATERRO DE VALA    | m³      | 615,88     | 2 S 03 940 01        | Reaterro e compactação                                 | 25,21                | 15.526,33         | 6,12          |
| CONCRETO MAGRO      | m³      | 26,99      | 2 S 03 322 00        | Conc. estr. fck=10 MPa-contr. raz. uso ger.conf e lanç | 222,44               | 6.003,66          | 2,37          |
| <b>TOTAL</b>        |         |            |                      |  |                      | <b>253.609,59</b> | <b>100,00</b> |

**Nota:** Custos unitários obtidos do Sistema de Custos Rodoviários (SICRO2) do DNIT, no mês de referência de novembro de 2012.

**APÊNDICE I - C.2 – TABELA DE CUSTO**

MURO DE CONTENÇÃO – KM 54+660 - 54+725 (Projeto Executivo) x  
KM 54+295 - 54+316 (Projeto ATO)

(Assistência Técnica de Obra)

**RODOVIA DOS ANDES**  
**MURO DE CONTENÇÃO - KM 54+295 -54+316 (Ato)**  
**CUSTO - ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA (ATO)**

| SERVIÇO             | UNIDADE | QUANTIDADE | CÓDIGO SICRO2 - DNIT | DESCRIÇÃO  | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | CUSTO TOTAL (R\$) | (%)           |
|---------------------|---------|------------|----------------------|--|----------------------|-------------------|---------------|
| ESCAVAÇÃO MECÂNICA  | m³      | 5.233,58   | 2 S 01 100 26        | Esc. carga transp. mat 1ª cat DMT 800 a 1000m c/e  | 5,57                 | 29.151,04         | 47,03         |
| ATERRO COMPACTADO   | m³      | 120,60     | 2 S 01 510 00        | Compactação de aterros a 95% proctor normal        | 2,12                 | 255,67            | 0,41          |
| CONCRETO CICLÓPICO  | m³      | 101,90     | 1 A 01 515 10        | Concreto ciclópico fck=15 MPa                      | 185,55               | 18.907,55         | 30,50         |
| DRENO DE AREIA      | m³      | 0,00       | M704                 | Areia lavada                                       | 40,00                | 0,00              | 0,00          |
| DRENO DE CASCALHO   | m³      | 41,45      | AM35                 | Brita 1  | 58,80                | 2.437,26          | 3,93          |
| DRENO TUBO Ø= 4"    | m       | 33,33      | M911                 | Tubo de PVC D=100 mm                               | 5,92                 | 197,31            | 0,32          |
| MANTA GEOTÊXTIL     | m²      | 150,78     | M903                 | Geotêxtil não tecido agulhado RT-09                | 3,85                 | 580,50            | 0,94          |
| FORMA               | m²      | 155,86     | 2 S 03 370 00        | Forma comum de madeira                             | 45,75                | 7.130,60          | 11,50         |
| ESCAVAÇÃO MEC. VALA | m³      | 198,56     | 2 S 04 001 00        | Escavação mecânica de vala em mat.1a cat.          | 4,85                 | 963,02            | 1,55          |
| REATERRO DE VALA    | m³      | 55,21      | 2 S 03 940 01        | Reaterro e compactação                             | 25,21                | 1.391,84          | 2,25          |
| CONCRETO MAGRO      | m³      | 4,37       | 2 S 03 322 00        | Conc.estr.fck=10 MPa-contr.raz.uso ger.conf e lanç | 222,44               | 972,06            | 1,57          |
| <b>TOTAL</b>        |         |            |                      |  |                      | <b>61.986,85</b>  | <b>100,00</b> |

**Nota:** Custos unitários obtidos do Sistema de Custos Rodoviários (SICRO2) do DNIT, no mês de referência de novembro de 2012.

**APÊNDICE I - D.1 – TABELA DE CUSTO**

OBRA DE ARTE ESPECIAL – PONTILHÃO KM 84+137

(Projeto Executivo)

**RODOVIA DOS ANDES  
OBRA DE ARTE ESPECIAL - PONTILHÃO KM 84+137  
CUSTO - PROJETO EXECUTIVO**

| SERVIÇO  | UNIDADE | QUANTIDADE | CÓDIGO SICRO2 - DNIT | DESCRIÇÃO  | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | CUSTO TOTAL (R\$) | (%)           |
|--|---------|------------|----------------------|--|----------------------|-------------------|---------------|
| CONCRETO CICLÓPICO                               | m³      | 180,36     | 1 A 01 515 10        | Concreto ciclópico fck=15 MPa                      | 185,55               | 33.465,80         | 18,37         |
| CONCRETO ARMADO                                  | m³      | 98,43      | 2 S 03 329 02        | Conc.estr.fck=30 MPa-contr.raz.uso ger.conf.e lanç | 277,24               | 27.288,73         | 14,98         |
| FORMA P/OAE                                      | m²      | 454,27     | 2 S 03 371 01        | Forma de placa compensada resinada                 | 38,31                | 17.403,08         | 9,55          |
| ESCORAMENTO P/OAE                                | m²      | 87,36      | 2 S 03 119 01        | Escoramento com madeira de OAE                     | 48,12                | 4.203,76          | 2,31          |
| ARMADURA   | kg      | 9.294,00   | 2 S 03 580 02        | Fornecimento, preparo e colocação formas aço CA 50 | 7,17                 | 66.637,98         | 36,57         |
| GUARDA-CORPO METÁLICO (substituído por concreto) | m       | 36,80      | 2 S 03 700 01        | Fabricação guarda-corpo tipo GM, moldado no local  | 239,13               | 8.799,98          | 4,83          |
| ESCAVAÇÃO MEC. VALA                              | m³      | 1.021,27   | 2 S 04 001 00        | Escavação mecânica de vala em mat.1a cat.          | 4,85                 | 4.953,16          | 2,72          |
| REATERRO DE VALA                                 | m³      | 715,98     | 2 S 03 940 01        | Reaterro e compactação                             | 25,21                | 18.049,86         | 9,91          |
| CONCRETO MAGRO                                   | m³      | 6,36       | 2 S 03 322 00        | Conc.estr.fck=10 MPa-contr.raz.uso ger.conf.e lanç | 222,44               | 1.414,72          | 0,78          |
| <b>TOTAL</b>                                     |         |            |                      |  |                      | <b>182.217,08</b> | <b>100,00</b> |

**Nota:** Custos unitários obtidos do Sistema de Custos Rodoviários (SICRO2) do DNIT, no mês de referência de novembro de 2012.

**APÊNDICE I - D.2 – TABELA DE CUSTO**

OBRA DE ARTE ESPECIAL – PONTILHÃO KM 84+137

(Assistência Técnica de Obra)

**RODOVIA DOS ANDES**  
**OBRA DE ARTE ESPECIAL - PONTILHÃO KM 84+137**  
 CUSTO - ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA (ATO)

| SERVIÇO  | UNIDADE | QUANTIDADE | CÓDIGO SICRO2 - DNIT | DESCRIÇÃO  | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | CUSTO TOTAL (R\$) | (%)           |
|--|---------|------------|----------------------|--|----------------------|-------------------|---------------|
| CONCRETO CICLÓPICO                               | m³      | 200,18     | 1 A 01 515 10        | Concreto ciclópico fck=15 MPa                      | 185,55               | 37.143,40         | 14,71         |
| CONCRETO ARMADO                                  | m³      | 76,36      | 2 S 03 329 02        | Conc.estr.fck=30 MPa-contr.raz.uso ger.conf.e lanç | 277,24               | 21.170,05         | 8,38          |
| FORMA P/OAE                                      | m²      | 449,91     | 2 S 03 371 01        | Forma de placa compensada resinada                 | 38,31                | 17.236,05         | 6,82          |
| ESCORAMENTO P/OAE                                | m²      | 66,36      | 2 S 03 119 01        | Escoramento com madeira de OAE                     | 48,12                | 3.193,24          | 1,26          |
| ARMADURA   | kg      | 7.297,00   | 2 S 03 580 02        | Fornecimento, preparo e colocação formas aço CA 50 | 7,17                 | 52.319,49         | 20,71         |
| GUARDA-CORPO METÁLICO (substituído por concreto) | m       | 31,80      | 2 S 03 700 01        | Fabricação guarda-corpo tipo GM, moldado no local  | 239,13               | 7.604,33          | 3,01          |
| ESCAVAÇÃO MEC. VALA                              | m³      | 2.809,80   | 2 S 04 001 00        | Escavação mecânica de vala em mat.1a cat.          | 4,85                 | 13.627,53         | 5,40          |
| REATERRO DE VALA                                 | m³      | 705,94     | 2 S 03 940 01        | Reaterro e compactação                             | 25,21                | 17.796,75         | 7,05          |
| CONCRETO MAGRO                                   | m³      | 6,36       | 2 S 03 322 00        | Conc.estr.fck=10 MPa-contr.raz.uso ger.conf.e lanç | 222,44               | 1.414,72          | 0,56          |
| PEDRA ARGAMASSADA                                | m³      | 73,92      | 2 S 05 301 00        | Alvenaria de pedra argamassada                     | 171,65               | 12.688,37         | 5,02          |
| ENROCAMENTO                                      | m³      | 1.246,27   | 2 S 05 300 02        | Enrocamento de pedra jogada                        | 49,88                | 62.163,95         | 24,61         |
| MANTA GEOTÊXTIL                                  | m²      | 1.614,83   | M903                 | Geotêxtil não tecido agulhado RT-09                | 3,85                 | 6.217,10          | 2,46          |
| <b>TOTAL</b>                                     |         |            |                      |  |                      | <b>252.574,97</b> | <b>100,00</b> |

**Nota:** Custos unitários obtidos do Sistema de Custos Rodoviários (SICRO2) do DNIT, no mês de referência de novembro de 2012.



**APÊNDICE I - E.1 – TABELA DE CUSTO**

DRENAGEM – SUBSTITUIÇÃO DE PONTILHÃO KM 92+363 POR BUEIRO DUPLO

(Projeto Executivo)

**RODOVIA DOS ANDES  
DRENAGEM - SUBSTITUIÇÃO DE PONTILHÃO KM 92+363 POR BUEIRO DUPLO  
CUSTO - PROJETO EXECUTIVO**

| SERVIÇO  | UNIDADE | QUANTIDADE | CÓDIGO SICRO2 - DNIT | DESCRIÇÃO  | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | CUSTO TOTAL (R\$) | (%)           |
|--|---------|------------|----------------------|--|----------------------|-------------------|---------------|
| CONCRETO CICLÓPICO                               | m³      | 180,36     | 1 A 01 515 10        | Concreto ciclópico fck=15 MPa                      | 185,55               | 33.465,80         | 22,60         |
| CONCRETO ARMADO                                  | m³      | 56,01      | 2 S 03 329 02        | Conc.estr.fck=30 MPa-contr.raz.uso ger.conf.e lanç | 277,24               | 15.528,21         | 10,49         |
| FORMA P/OAE                                      | m²      | 404,54     | 2 S 03 371 01        | Forma de placa compensada resinada                 | 38,31                | 15.497,93         | 10,47         |
| ESCORAMENTO P/OAE                                | m²      | 47,95      | 2 S 03 119 01        | Escoramento com madeira de OAE                     | 48,12                | 2.307,35          | 1,56          |
| ARMADURA   | kg      | 6.655,00   | 2 S 03 580 02        | Fornecimento, preparo e colocação formas aço CA 50 | 7,17                 | 47.716,35         | 32,22         |
| GUARDA-CORPO METÁLICO (substituído por concreto) | m       | 26,80      | 2 S 03 700 01        | Fabricação guarda-corpo tipo GM, moldado no local  | 239,13               | 6.408,68          | 4,33          |
| ESCAVAÇÃO MEC. VALA                              | m³      | 1.096,04   | 2 S 04 001 00        | Escavação mecânica de vala em mat.1a cat.          | 4,85                 | 5.315,79          | 3,59          |
| REATERRO DE VALA                                 | m³      | 808,77     | 2 S 03 940 01        | Reaterro e compactação                             | 25,21                | 20.389,09         | 13,77         |
| CONCRETO MAGRO                                   | m³      | 6,52       | 2 S 03 322 00        | Conc.estr.fck=10 MPa-contr.raz.uso ger.conf.e lanç | 222,44               | 1.450,31          | 0,98          |
| <b>TOTAL</b>                                     |         |            |                      |  |                      | <b>148.079,52</b> | <b>100,00</b> |

**Nota:** Custos unitários obtidos do Sistema de Custos Rodoviários (SICRO2) do DNIT, no mês de referência de novembro de 2012.

**APÊNDICE I - E.2 – TABELA DE CUSTO**

DRENAGEM – SUBSTITUIÇÃO DE PONTILHÃO KM 92+363 POR BUEIRO DUPLO

(Assistência Técnica de Obra)

**RODOVIA DOS ANDES**  
**DRENAGEM - SUBSTITUIÇÃO DE PONTILHÃO KM 92+363 POR BUEIRO DUPLO**  
 CUSTO - ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA (ATO)

| SERVIÇO  | UNIDADE | QUANTIDADE | CÓDIGO SICRO2 - DNIT | DESCRIÇÃO  | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | CUSTO TOTAL (R\$) | (%)           |
|--|---------|------------|----------------------|--|----------------------|-------------------|---------------|
| CONCRETO CICLÓPICO   | m³      | 118,94     | 1 A 01 515 10        | Concreto ciclópico fck=15 MPa                      | 185,55               | 22.069,32         | 14,37         |
| CONCRETO SIMPLES   | m³      | 20,12      | 2 S 03 326 01        | Conc.estr.fck=20 MPa-contr.raz.c/adit.conf. e lanç | 228,94               | 4.606,27          | 3,00          |
| FORMA P/DRENAGEM   | m²      | 437,07     | 2 S 03 370 00        | Forma comum de madeira                             | 45,75                | 19.995,95         | 13,02         |
| MANTA GEOTÊXTIL  | m²      | 817,94     | M903                 | Geotêxtil não tecido agulhado RT-09                | 3,85                 | 3.149,07          | 2,05          |
| PEDRA ARGAMASSADA  | m³      | 51,39      | 2 S 05 301 00        | Alvenaria de pedra argamassada                     | 171,65               | 8.821,09          | 5,74          |
| TMC Ø=48" (substituído por Estrut. Tunnel Linner Ø= 1,20m) | m       | 24,30      | M362                 | Estrut. (tunnel liner) D=1,2m epoxy                | 1.389,00             | 33.752,70         | 21,97         |
| ENROCAMENTO  | m³      | 12,85      | 2 S 05 300 02        | Enrocamento de pedra jogada                        | 49,88                | 640,96            | 0,42          |
| ESCAVAÇÃO MEC. VALA  | m³      | 232,31     | 2 S 04 001 00        | Escavação mecânica de vala em mat.1a cat.          | 4,85                 | 1.126,70          | 0,73          |
| ESCAVAÇÃO MANUAL   | m³      | 1.082,56   | 2 S 04 000 00        | Escavação manual em material de 1a cat             | 48,11                | 52.081,96         | 33,91         |
| COMPACTAÇÃO MANUAL   | m³      | 207,14     | 2 S 03 940 00        | Compactação manual                                 | 11,65                | 2.413,18          | 1,57          |
| REATERRO DE VALA   | m³      | 155,63     | 2 S 03 940 01        | Reaterro e compactação                             | 25,21                | 3.923,43          | 2,55          |
| CONCRETO MAGRO   | m³      | 2,23       | 2 S 03 322 00        | Conc.estr.fck=10 MPa-contr.raz.uso ger.conf.e lanç | 222,44               | 496,04            | 0,32          |
| EMBASAMENTO  | m³      | 12,64      | 2 S 04 999 07        | Lastro de brita                                    | 42,19                | 533,28            | 0,35          |
| <b>TOTAL</b>   |         |            |                      |  |                      | <b>153.609,96</b> | <b>100,00</b> |

**Nota:** Custos unitários obtidos do Sistema de Custos Rodoviários (SICRO2) do DNIT, no mês de referência de novembro de 2012.

**APÊNDICE I - F.1 – TABELA DE CUSTO**

SINALIZAÇÃO/ SEGURANÇA VIÁRIA – DEFENSA METÁLICA –  
KM 46+000 - 59+000

(Projeto Executivo)

**RODOVIA DOS ANDES**  
**SINALIZAÇÃO - DEFENSA METÁLICA - KM 46+000 - 59+000**  
**CUSTO - PROJETO EXECUTIVO**

| SERVIÇO                  | UNIDADE | QUANTIDADE | CÓDIGO SICRO2 - DNIT | DESCRIÇÃO                                   | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | CUSTO TOTAL (R\$) | (%)           |
|--------------------------|---------|------------|----------------------|---|----------------------|-------------------|---------------|
| DEFENSA METÁLICA SIMPLES | m       | 2.062,73   | 4 S 06 010 01        | Defensa semi-maleável simples (form./impl.) | 160,19               | 330.428,72        | 100,00        |
| <b>TOTAL</b>             |         |            |                      |   |                      | <b>330.428,72</b> | <b>100,00</b> |

**Nota:** Custos unitários obtidos do Sistema de Custos Rodoviários (SICRO2) do DNIT, no mês de referência de novembro de 2012.

**APÊNDICE I - F.2 – TABELA DE CUSTO**

SINALIZAÇÃO/ SEGURANÇA VIÁRIA – DEFENSA METÁLICA –  
KM 46+000 - 59+000

(Assistência Técnica de Obra)

**RODOVIA DOS ANDES**  
**SINALIZAÇÃO - DEFENSA METÁLICA - KM 46+000 - 59+000**  
**CUSTO - ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA (ATO)**

| SERVIÇO                  | UNIDADE | QUANTIDADE | CÓDIGO SICRO2 - DNIT | DESCRIÇÃO                                    | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | CUSTO TOTAL (R\$) | (%)           |
|--------------------------|---------|------------|----------------------|--|----------------------|-------------------|---------------|
| DEFENSA METÁLICA SIMPLES | m       | 1.925,71   | 4 S 06 010 01        | Defensa semi-maleável simples (form./ impl.) | 160,19               | 308.479,48        | 100,00        |
| <b>TOTAL</b>             |         |            |                      |  |                      | <b>308.479,48</b> | <b>100,00</b> |

**Nota:** Custos unitários obtidos do Sistema de Custos Rodoviários (SICRO2) do DNIT, no mês de referência de novembro de 2012.



## **APÊNDICE II – TABELAS DE QUANTIDADE**



**APÊNDICE II - A – TABELA DE QUANTIDADE**

GEOMETRIA – VARIANTE KM 77+020 - 78+040

(Diferença entre Projeto Executivo e Assistência Técnica de Obra)

**RODOVIA DOS ANDES**  
**GEOMETRIA - VARIANTE KM 77+020 - 78+040**  
**QUANTIDADE - TERRAPLENAGEM E PAVIMENTAÇÃO - DIFERENÇA PROJETO EXECUTIVO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA (ATO)**

| SERVIÇO                    | UNIDADE | P.J. EXECUTIVO | QUANTIDADE |   | DIFERENÇA |
|----------------------------|---------|----------------|------------|---|-----------|
|                            |         |                | ATO        |   |           |
| ESCAVAÇÃO MECÂNICA         | m³      | 29.103,73      | 18.301,39  |   | 10.802,34 |
| ATERRO COMPACTADO          | m³      | 10.159,22      | 1.561,59   |   | 8.597,63  |
| REGULARIZAÇÃO DE SUBLEITO  | m²      | 7.761,26       | 7.838,03   | - | 76,77     |
| REFORÇO DE SUBLEITO        | m³      | 1.164,19       | 1.175,70   | - | 11,51     |
| SUB-BASE                   | m³      | 1.164,19       | 1.175,70   | - | 11,51     |
| BASE                       | m³      | 1.164,19       | 1.175,70   | - | 11,51     |
| IMPRIMAÇÃO                 | m²      | 7.761,26       | 7.838,03   | - | 76,77     |
| REVESTIMENTO CBUQ - BINDER | t       | 745,08         | 752,45     | - | 7,37      |
| PINTURA DE LIGAÇÃO         | m²      | 7.761,26       | 7.838,03   | - | 76,77     |
| REVESTIMENTO CBUQ - CAPA   | t       | 651,95         | 658,39     | - | 6,44      |

**APÊNDICE II - B – TABELA DE QUANTIDADE**

GEOTECNIA – VARIAÇÃO DE TALUDE DE CORTE KM 86+670 - 86+920

(Diferença entre Projeto Executivo e Assistência Técnica de Obra)

**RODOVIA DOS ANDES**

**GEOTECNIA - VARIAÇÃO DE TALUDE DE CORTE - KM 86+670 - 86+920**

**QUANTIDADE - TERRAPLENAGEM - DIFERENÇA PROJETO EXECUTIVO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA (ATO)**

| SERVIÇO            | UNIDADE | QUANTIDADE    |           | DIFERENÇA   |
|--------------------|---------|---------------|-----------|-------------|
|                    |         | PJ. EXECUTIVO | ATO       |             |
| ESCAVAÇÃO MECÂNICA | m³      | 9.973,00      | 31.414,14 | - 21.441,14 |
| ATERRO COMPACTADO  | m³      | 263,05        | 259,38    | 3,67        |

**APÊNDICE II - C – TABELA DE QUANTIDADE**

MURO DE CONTENÇÃO – KM 54+660 - 54+725 (Projeto Executivo) x  
KM 54+295 - 54+316 (Projeto ATO)

(Diferença entre Projeto Executivo e Assistência Técnica de Obra)

**RODOVIA DOS ANDES****MURO DE CONTENÇÃO - KM 54+660 - 54+725 (Pj. Executivo) x KM 54+295 AL 54+316 (Ato)**

QUANTIDADE - DIFERENÇA PROJETO EXECUTIVO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA (ATO)

| SERVIÇO             | UNIDADE | QUANTIDADE    |          |            |
|---------------------|---------|---------------|----------|------------|
|                     |         | PJ. EXECUTIVO | ATO      | DIFERENÇA  |
| ESCAVAÇÃO MECÂNICA  | m³      | 645,40        | 5.233,58 | - 4.588,18 |
| ATERRO COMPACTADO   | m³      | 967,53        | 120,60   | 846,93     |
| CONCRETO CICLÓPICO  | m³      | 949,63        | 101,90   | 847,73     |
| DRENO DE AREIA      | m³      | 150,80        | -        | 150,80     |
| DRENO DE CASCALHO   | m³      | -             | 41,45    | - 41,45    |
| DRENO TUBO Ø= 4"    | m       | 282,81        | 33,33    | 249,48     |
| MANTA GEOTÊXTIL     | m²      | -             | 150,78   | - 150,78   |
| FORMA               | m²      | 795,00        | 155,86   | 639,14     |
| ESCAVAÇÃO MEC. VALA | m³      | 1.268,50      | 198,56   | 1.069,94   |
| REATERRO DE VALA    | m³      | 615,88        | 55,21    | 560,67     |
| CONCRETO MAGRO      | m³      | 26,99         | 4,37     | 22,62      |



**APÊNDICE II - D – TABELA DE QUANTIDADE**

OBRA DE ARTE ESPECIAL – PONTILHÃO KM 84+137

(Diferença entre Projeto Executivo e Assistência Técnica de Obra)

**RODOVIA DOS ANDES**  
**OBRA DE ARTE ESPECIAL - PONTILHÃO KM 84+137**  
 QUANTIDADE - DIFERENÇA PROJETO EXECUTIVO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA (ATO)

| SERVIÇO  | UNIDADE | QUANTIDADE    |          |           |
|--|---------|---------------|----------|-----------|
|  |         | PJ. EXECUTIVO | ATO      | DIFERENÇA |
| CONCRETO CICLÓPICO                               | m³      | 180,36        | 200,18   | -         |
| CONCRETO ARMADO                                  | m³      | 98,43         | 76,36    | 22,07     |
| FORMA P/ OAE                                     | m²      | 454,27        | 449,91   | 4,36      |
| ESCORAMENTO P/OAE                                | m²      | 87,36         | 66,36    | 21,00     |
| ARMADURA   | kg      | 9.294,00      | 7.297,00 | 1.997,00  |
| GUARDA-CORPO METÁLICO (substituído por concreto) | m       | 36,80         | 31,80    | 5,00      |
| ESCAVAÇÃO MEC. VALA                              | m³      | 1.021,27      | 2.809,80 | -         |
| REATERRO DE VALA                                 | m³      | 715,98        | 705,94   | 10,04     |
| CONCRETO MAGRO                                   | m³      | 6,36          | 6,36     | -         |
| PEDRA ARGAMASSADA                                | m³      | -             | 73,92    | -         |
| ENROCAMENTO                                      | m³      | -             | 1.246,27 | -         |
| MANTA GEOTÉXTIL                                  | m²      | -             | 1.614,83 | -         |

**APÊNDICE II - E – TABELA DE QUANTIDADE**

DRENAGEM – SUBSTITUIÇÃO DE PONTILHÃO KM 92+363 POR BUEIRO DUPLO

(Diferença entre Projeto Executivo e Assistência Técnica de Obra)

**RODOVIA DOS ANDES  
DRENAGEM - SUBSTITUIÇÃO DE PONTILHÃO KM 92+363 POR BUEIRO DUPLO  
QUANTIDADE - DIFERENÇA ENTRE PROJETO EXECUTIVO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA (ATO)**

| SERVIÇO  | UNIDADE | P.J. EXECUTIVO | QUANTIDADE |  | DIFERENÇA |
|--|---------|----------------|------------|--|-----------|
|  |         |                | ATO        |  |           |
| CONCRETO CICLÓPICO   | m³      | 180,36         | 118,94     |  | 61,42     |
| CONCRETO ARMADO  | m³      | 56,01          | -          |  | 56,01     |
| CONCRETO SIMPLES   | m³      | -              | 20,12      |  | 20,12     |
| FORMA P/ DRENAGEM  | m²      | -              | 437,07     |  | 437,07    |
| FORMA P/ OAE   | m²      | 404,54         | -          |  | 404,54    |
| ESCORAMENTO P/ OAE   | m²      | 47,95          | -          |  | 47,95     |
| MANTA GEOTÊXTIL  | m²      | -              | 817,94     |  | 817,94    |
| ARMADURA   | kg      | 6.655,00       | -          |  | 6.655,00  |
| GUARDA-CORPO METÁLICO (substituído por concreto)           | m       | 26,80          | -          |  | 26,80     |
| PEDRA ARGAMASSADA  | m³      | -              | 51,39      |  | 51,39     |
| TMC Ø=48" (substituído por Estrut. Tunnel Linner Ø= 1,20m) | m       | -              | 24,30      |  | 24,30     |
| ENROCAMENTO  | m³      | -              | 12,85      |  | 12,85     |
| ESCAVAÇÃO MEC. VALA  | m³      | 1.096,04       | 232,31     |  | 863,73    |
| ESCAVAÇÃO MANUAL   | m³      | -              | 1.082,56   |  | 1.082,56  |
| COMPACTAÇÃO MANUAL   | m³      | -              | 207,14     |  | 207,14    |
| REATERRO DE VALA   | m³      | 808,77         | 155,63     |  | 653,14    |
| CONCRETO MAGRO   | m³      | 6,52           | 2,23       |  | 4,29      |
| EMBASAMENTO  | m³      | -              | 12,64      |  | 12,64     |

**APÊNDICE II - F – TABELA DE QUANTIDADE**

SINALIZAÇÃO/ SEGURANÇA VIÁRIA – DEFENSA METÁLICA –  
KM 46+000 - 59+000

(Diferença entre Projeto Executivo e Assistência Técnica de Obra)

**RODOVIA DOS ANDES**  
**SINALIZAÇÃO - DEFENSA METÁLICA - KM 46+000 - 59+000**  
 QUANTIDADE - DIFERENÇA PROJETO EXECUTIVO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA (ATO)

| SERVIÇO                  | UNIDADE | QUANTIDADE    |          | DIFERENÇA |
|--------------------------|---------|---------------|----------|-----------|
|                          |         | PJ. EXECUTIVO | ATO      |           |
| DEFENSA METÁLICA SIMPLES | m       | 2.062,73      | 1.925,71 | 137,02    |

### **APÊNDICE III – MEMÓRIAS DE CÁLCULO<sup>21</sup>**

---

<sup>21</sup> As estacas de projeto apresentadas nas memórias de cálculo estão em quilômetros, porque é a nomenclatura utilizada no Peru; diferente do Brasil que a medida de 1 estaca equivale a 20,00m.





**APÊNDICE III - A.1 – MEMÓRIA DE CÁLCULO**  
**GEOMETRIA – VARIANTE KM 77+020 - 78+040**  
(Projeto Executivo)

**RODOVIA DOS ANDES**

**GEOMETRIA - VARIANTE KM 77+020 - 78+040**

QUANTIDADE - TERRAPLENAGEM - PROJETO EXECUTIVO

| ESTACA       | ÁREA (m²) |        | DISTÂNCIA (m) | VOLUME (m³)      |                  |
|--------------|-----------|--------|---------------|------------------|------------------|
|              | CORTE     | ATERRO |               | CORTE            | ATERRO           |
| 77 + 20,00   | 3,87      | 0,00   | 0,00          | 0,00             | 0,00             |
| 77 + 26,89   | 3,96      | 0,00   | 6,89          | 26,97            | 0,00             |
| 77 + 30,00   | 4,23      | 0,00   | 3,11          | 12,74            | 0,00             |
| 77 + 40,00   | 4,60      | 0,00   | 10,00         | 44,15            | 0,00             |
| 77 + 50,00   | 5,60      | 0,00   | 10,00         | 51,00            | 0,00             |
| 77 + 60,00   | 7,07      | 0,00   | 10,00         | 63,35            | 0,00             |
| 77 + 70,00   | 6,11      | 0,00   | 10,00         | 65,90            | 0,00             |
| 77 + 80,00   | 5,43      | 0,00   | 10,00         | 57,70            | 0,00             |
| 77 + 85,40   | 5,06      | 0,05   | 5,40          | 28,33            | 0,14             |
| 77 + 100,00  | 3,97      | 0,10   | 14,60         | 65,91            | 1,09             |
| 77 + 120,00  | 2,18      | 0,11   | 20,00         | 61,50            | 2,10             |
| 77 + 140,00  | 2,43      | 0,04   | 20,00         | 46,10            | 1,50             |
| 77 + 160,00  | 1,30      | 0,19   | 20,00         | 37,30            | 2,30             |
| 77 + 180,00  | 1,40      | 0,47   | 20,00         | 27,00            | 6,60             |
| 77 + 183,36  | 2,19      | 0,60   | 3,35          | 6,02             | 1,79             |
| 77 + 190,00  | 3,59      | 0,62   | 6,65          | 19,20            | 4,05             |
| 77 + 200,00  | 8,86      | 0,62   | 10,00         | 62,25            | 6,20             |
| 77 + 210,00  | 20,56     | 0,81   | 10,00         | 147,10           | 7,15             |
| 77 + 220,00  | 39,62     | 1,20   | 10,00         | 300,90           | 10,05            |
| 77 + 230,00  | 35,01     | 0,84   | 10,00         | 373,15           | 10,20            |
| 77 + 235,65  | 20,88     | 0,56   | 5,65          | 157,78           | 3,95             |
| 77 + 240,00  | 10,01     | 0,92   | 4,35          | 67,25            | 3,22             |
| 77 + 260,00  | 0,01      | 3,21   | 20,00         | 100,20           | 41,30            |
| 77 + 280,00  | 0,00      | 7,98   | 20,00         | 0,10             | 111,90           |
| 77 + 300,00  | 0,00      | 9,85   | 20,00         | 0,00             | 178,30           |
| 77 + 320,00  | 0,02      | 3,14   | 20,00         | 0,20             | 129,90           |
| 77 + 340,00  | 0,10      | 3,85   | 20,00         | 1,20             | 69,90            |
| 77 + 360,00  | 0,69      | 4,14   | 20,00         | 7,90             | 79,90            |
| 77 + 380,00  | 0,00      | 22,90  | 20,00         | 6,90             | 270,40           |
| 77 + 400,00  | 0,00      | 37,05  | 20,00         | 0,00             | 599,50           |
| 77 + 420,00  | 0,00      | 51,16  | 20,00         | 0,00             | 882,10           |
| 77 + 440,00  | 0,00      | 59,48  | 20,00         | 0,00             | 1.106,40         |
| 77 + 449,65  | 0,00      | 63,03  | 9,65          | 0,00             | 590,99           |
| 77 + 450,00  | 0,00      | 63,38  | 0,35          | 0,00             | 22,25            |
| 77 + 460,00  | 0,00      | 62,38  | 10,00         | 0,00             | 628,80           |
| 77 + 470,00  | 3,03      | 40,51  | 10,00         | 15,15            | 514,45           |
| 77 + 476,16  | 15,42     | 19,92  | 6,16          | 56,82            | 186,09           |
| 77 + 480,00  | 30,37     | 7,60   | 3,84          | 87,94            | 52,85            |
| 77 + 500,00  | 93,89     | 0,00   | 20,00         | 1.242,60         | 76,00            |
| 77 + 520,00  | 115,31    | 0,00   | 20,00         | 2.092,00         | 0,00             |
| 77 + 540,00  | 61,14     | 0,00   | 20,00         | 1.764,50         | 0,00             |
| 77 + 542,54  | 41,83     | 0,00   | 2,54          | 130,57           | 0,00             |
| 77 + 550,00  | 47,90     | 0,00   | 7,46          | 334,87           | 0,00             |
| 77 + 560,00  | 38,40     | 0,00   | 10,00         | 431,50           | 0,00             |
| 77 + 570,00  | 41,81     | 0,00   | 10,00         | 401,05           | 0,00             |
| 77 + 572,54  | 30,27     | 0,00   | 2,54          | 91,40            | 0,00             |
| 77 + 574,41  | 32,50     | 0,00   | 1,87          | 58,82            | 0,00             |
| 77 + 580,00  | 31,00     | 0,00   | 5,59          | 177,48           | 0,00             |
| 77 + 590,00  | 40,49     | 0,00   | 10,00         | 357,45           | 0,00             |
| 77 + 600,00  | 36,69     | 0,00   | 10,00         | 385,90           | 0,00             |
| 77 + 604,10  | 36,17     | 0,00   | 4,10          | 149,36           | 0,00             |
| 77 + 620,00  | 39,49     | 0,00   | 15,90         | 601,50           | 0,00             |
| 77 + 640,00  | 43,38     | 0,00   | 20,00         | 828,70           | 0,00             |
| 77 + 660,00  | 48,64     | 0,00   | 20,00         | 920,20           | 0,00             |
| 77 + 680,00  | 82,95     | 0,00   | 20,00         | 1.315,90         | 0,00             |
| 77 + 700,00  | 123,89    | 0,00   | 20,00         | 2.068,40         | 0,00             |
| 77 + 708,82  | 141,71    | 0,00   | 8,82          | 1.170,90         | 0,00             |
| 77 + 710,00  | 143,40    | 0,00   | 1,18          | 168,64           | 0,00             |
| 77 + 720,00  | 147,73    | 0,00   | 10,00         | 1.455,65         | 0,00             |
| 77 + 721,77  | 143,74    | 0,00   | 1,77          | 258,24           | 0,00             |
| 77 + 740,00  | 36,93     | 0,00   | 18,23         | 1.646,63         | 0,00             |
| 77 + 760,00  | 10,52     | 40,29  | 20,00         | 474,50           | 402,90           |
| 77 + 780,00  | 63,55     | 0,00   | 20,00         | 740,70           | 402,90           |
| 77 + 791,65  | 63,48     | 23,15  | 11,65         | 739,89           | 134,84           |
| 77 + 800,00  | 79,94     | 0,00   | 8,35          | 598,85           | 96,66            |
| 77 + 810,00  | 60,56     | 0,00   | 10,00         | 702,50           | 0,00             |
| 77 + 810,76  | 60,63     | 0,00   | 0,76          | 45,87            | 0,00             |
| 77 + 820,00  | 58,54     | 0,24   | 9,24          | 550,74           | 1,11             |
| 77 + 831,09  | 19,93     | 32,61  | 11,09         | 435,27           | 182,22           |
| 77 + 840,00  | 14,47     | 41,66  | 8,91          | 153,18           | 330,72           |
| 77 + 850,00  | 0,70      | 46,55  | 10,00         | 75,85            | 441,05           |
| 77 + 860,00  | 0,00      | 84,09  | 10,00         | 3,50             | 653,20           |
| 77 + 861,09  | 0,00      | 86,35  | 1,09          | 0,00             | 93,23            |
| 77 + 861,53  | 0,00      | 84,94  | 0,44          | 0,00             | 37,51            |
| 77 + 870,00  | 0,00      | 36,65  | 8,47          | 0,00             | 514,81           |
| 77 + 880,00  | 0,00      | 32,55  | 10,00         | 0,00             | 346,00           |
| 77 + 890,00  | 0,00      | 31,99  | 10,00         | 0,00             | 322,70           |
| 77 + 891,53  | 0,00      | 31,12  | 1,53          | 0,00             | 48,34            |
| 77 + 900,00  | 0,38      | 24,06  | 8,47          | 1,61             | 233,63           |
| 77 + 920,00  | 10,04     | 3,67   | 20,00         | 104,20           | 277,30           |
| 77 + 940,00  | 16,22     | 0,10   | 20,00         | 262,60           | 37,70            |
| 77 + 960,00  | 31,17     | 0,00   | 20,00         | 473,90           | 1,00             |
| 77 + 980,00  | 39,04     | 0,00   | 20,00         | 702,10           | 0,00             |
| 77 + 987,44  | 46,05     | 0,00   | 7,44          | 316,66           | 0,00             |
| 77 + 990,00  | 46,04     | 0,00   | 2,56          | 117,74           | 0,00             |
| 78 + 0,00    | 49,41     | 0,00   | 10,00         | 477,25           | 0,00             |
| 78 + 5,73    | 48,97     | 0,00   | 5,73          | 282,01           | 0,00             |
| 78 + 20,00   | 54,59     | 0,00   | 14,27         | 738,75           | 0,00             |
| 78 + 40,00   | 50,99     | 0,00   | 20,00         | 1.055,80         | 0,00             |
| <b>TOTAL</b> |           |        |               | <b>29.103,73</b> | <b>10.159,22</b> |

## GEOMETRIA

### PAVIMENTAÇÃO - VARIANTE KM 77+020 - 78+040 - PROJETO EXECUTIVO

Área = 7.761,26m<sup>2</sup> (calculada no *AutoCad* - ver anexo)

**i. Regularização de Subleito**

**Área = 7.761,26m<sup>2</sup>** (considerada área igual da pavimentação)

**ii. Reforço de Sub-base**

Área = 7.761,26m<sup>2</sup>

Espessura = 0,15m (conforme especifica o Anexo II-I)

**Volume = Área x Espessura = 1.164,19m<sup>3</sup>**

**iii. Sub-base**

Área = 7.761,26m<sup>2</sup>

Espessura = 0,15m (conforme especifica o Anexo II-I)

**Volume = Área x Espessura = 1.164,19m<sup>3</sup>**

**iv. Base**

Área = 7.761,26m<sup>2</sup>

Espessura = 0,15m (conforme especifica o Anexo II-I)

**Volume = Área x Espessura = 1.164,19m<sup>3</sup>**

**v. Imprimação**

**Área = 7.761,26m<sup>2</sup>**

**vi. Revestimento CBUQ - Binder**

Área = 7.761,26m<sup>2</sup>                      Peso Específico do CBUQ = 2,40t/m<sup>3</sup> (adotado)

Espessura = 0,040m (considerado 4cm para binder, de um total de 7,5cm, conforme Anexo II-I)

**Volume = Área x Espessura x Peso Espec. = 745,08t**

**vii. Pintura de Ligação**

**Área = 7.761,26m<sup>2</sup>**

**viii. Revestimento CBUQ - Capa**

Área = 7.761,26m<sup>2</sup>                      Peso Específico do CBUQ = 2,40t/m<sup>3</sup> (adotado)

Espessura = 0,035m (3,5cm para capa de rolamento, de um total de 7,5cm, conf. Anexo II-I)

**Volume = Área x Espessura x Peso Espec. = 651,95t**



**APÊNDICE III - A.2 – MEMÓRIA DE CÁLCULO**

**GEOMETRIA – VARIANTE KM 77+020 - 78+040**

(Assistência Técnica de Obra)

**RODOVIA DOS ANDES**

GEOMETRIA - VARIANTE KM 77+020 - 78+040

QUANTIDADE - TERRAPLENAGEM - ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA (ATO)

| ESTACA       | ÁREA (m²) |        | DISTÂNCIA (m) | VOLUME (m³)      |                 |
|--------------|-----------|--------|---------------|------------------|-----------------|
|              | CORTE     | ATERRO |               | CORTE            | ATERRO          |
| 77 + 20,00   | 0,33      | 0,33   | 0,00          | 0,00             | 0,00            |
| 77 + 26,89   | 0,44      | 0,36   | 6,89          | 2,65             | 2,38            |
| 77 + 30,00   | 0,66      | 0,38   | 3,11          | 1,71             | 1,15            |
| 77 + 40,00   | 0,73      | 0,29   | 10,00         | 6,95             | 3,35            |
| 77 + 50,00   | 1,42      | 0,18   | 10,00         | 10,75            | 2,35            |
| 77 + 60,00   | 2,67      | 0,00   | 10,00         | 20,45            | 0,90            |
| 77 + 70,00   | 2,08      | 0,44   | 10,00         | 23,75            | 2,20            |
| 77 + 80,00   | 1,80      | 0,60   | 10,00         | 19,40            | 5,20            |
| 77 + 85,40   | 1,68      | 0,94   | 0,00          | 0,00             | 0,00            |
| 77 + 100,00  | 0,79      | 1,10   | 14,60         | 18,03            | 14,89           |
| 77 + 120,00  | 0,07      | 1,67   | 20,00         | 8,60             | 27,70           |
| 77 + 140,00  | 0,40      | 0,74   | 20,00         | 4,70             | 24,10           |
| 77 + 160,00  | 0,31      | 0,98   | 20,00         | 7,10             | 17,20           |
| 77 + 180,00  | 0,44      | 1,66   | 20,00         | 7,50             | 26,40           |
| 77 + 184,71  | 0,57      | 2,00   | 4,71          | 2,38             | 8,61            |
| 77 + 200,00  | 6,19      | 0,23   | 15,29         | 51,69            | 17,05           |
| 77 + 210,00  | 4,39      | 0,65   | 10,00         | 52,90            | 4,40            |
| 77 + 220,00  | 1,28      | 0,41   | 10,00         | 28,35            | 5,30            |
| 77 + 226,46  | 0,84      | 0,93   | 6,46          | 6,85             | 4,33            |
| 77 + 240,00  | 0,15      | 1,44   | 13,54         | 6,70             | 16,04           |
| 77 + 260,00  | 0,80      | 0,07   | 20,00         | 9,50             | 15,10           |
| 77 + 280,00  | 1,07      | 4,38   | 20,00         | 18,70            | 44,50           |
| 77 + 300,00  | 1,14      | 0,00   | 20,00         | 22,10            | 43,80           |
| 77 + 320,00  | 1,68      | 0,00   | 20,00         | 28,20            | 0,00            |
| 77 + 333,01  | 1,06      | 0,09   | 13,01         | 17,83            | 0,59            |
| 77 + 340,00  | 1,34      | 0,05   | 6,99          | 8,38             | 0,49            |
| 77 + 350,00  | 2,86      | 0,02   | 10,00         | 21,00            | 0,35            |
| 77 + 360,00  | 2,93      | 0,00   | 10,00         | 28,95            | 0,10            |
| 77 + 370,00  | 2,95      | 0,00   | 10,00         | 29,40            | 0,00            |
| 77 + 380,00  | 4,57      | 0,00   | 10,00         | 37,60            | 0,00            |
| 77 + 389,90  | 5,57      | 0,05   | 9,90          | 50,18            | 0,25            |
| 77 + 400,00  | 2,79      | 0,27   | 10,10         | 42,23            | 1,62            |
| 77 + 420,00  | 0,38      | 0,30   | 20,00         | 31,70            | 5,70            |
| 77 + 440,00  | 1,27      | 0,24   | 20,00         | 16,50            | 5,40            |
| 77 + 460,00  | 0,63      | 0,50   | 20,00         | 19,00            | 7,40            |
| 77 + 480,00  | 0,96      | 0,11   | 20,00         | 15,90            | 6,10            |
| 77 + 500,00  | 1,05      | 0,01   | 20,00         | 20,10            | 1,20            |
| 77 + 520,00  | 1,61      | 0,00   | 20,00         | 26,60            | 0,10            |
| 77 + 540,00  | 2,71      | 0,04   | 20,00         | 43,20            | 0,40            |
| 77 + 560,00  | 2,54      | 2,10   | 20,00         | 52,50            | 21,40           |
| 77 + 560,81  | 2,54      | 2,15   | 0,80          | 2,04             | 1,71            |
| 77 + 570,00  | 2,82      | 2,13   | 9,20          | 24,64            | 19,68           |
| 77 + 580,00  | 3,20      | 1,93   | 10,00         | 30,10            | 20,30           |
| 77 + 590,00  | 1,75      | 3,11   | 10,00         | 24,75            | 25,20           |
| 77 + 600,00  | 1,84      | 2,50   | 10,00         | 17,95            | 28,05           |
| 77 + 610,00  | 7,33      | 2,50   | 10,00         | 45,85            | 25,00           |
| 77 + 620,00  | 6,50      | 3,35   | 10,00         | 69,15            | 29,25           |
| 77 + 630,00  | 21,74     | 1,48   | 10,00         | 141,20           | 24,15           |
| 77 + 630,78  | 22,00     | 1,34   | 0,78          | 16,99            | 1,10            |
| 77 + 640,00  | 31,23     | 0,00   | 9,22          | 245,47           | 6,18            |
| 77 + 660,00  | 13,07     | 2,62   | 20,00         | 443,00           | 26,20           |
| 77 + 680,00  | 18,14     | 6,99   | 20,00         | 312,10           | 96,10           |
| 77 + 700,00  | 37,80     | 4,07   | 20,00         | 559,40           | 110,60          |
| 77 + 720,00  | 122,38    | 0,00   | 20,00         | 1.601,80         | 40,70           |
| 77 + 721,55  | 125,81    | 0,00   | 1,55          | 192,35           | 0,00            |
| 77 + 730,00  | 189,46    | 0,00   | 8,45          | 1.332,02         | 0,00            |
| 77 + 740,00  | 221,26    | 0,00   | 10,00         | 2.053,60         | 0,00            |
| 77 + 750,00  | 152,25    | 0,00   | 10,00         | 1.867,55         | 0,00            |
| 77 + 760,00  | 190,44    | 0,00   | 10,00         | 1.713,45         | 0,00            |
| 77 + 761,62  | 237,59    | 0,00   | 1,62          | 345,63           | 0,00            |
| 77 + 780,00  | 16,45     | 0,65   | 18,38         | 2.335,26         | 5,98            |
| 77 + 800,00  | 3,75      | 3,59   | 20,00         | 202,00           | 42,40           |
| 77 + 806,57  | 2,45      | 3,79   | 6,57          | 20,37            | 24,24           |
| 77 + 810,00  | 2,08      | 4,04   | 3,43          | 7,77             | 13,43           |
| 77 + 820,00  | 3,39      | 4,64   | 10,00         | 27,35            | 43,40           |
| 77 + 830,00  | 0,21      | 11,61  | 10,00         | 18,00            | 81,25           |
| 77 + 840,00  | 0,25      | 7,63   | 10,00         | 2,30             | 96,20           |
| 77 + 850,00  | 1,76      | 3,55   | 10,00         | 10,05            | 55,90           |
| 77 + 860,00  | 3,30      | 0,81   | 10,00         | 25,30            | 21,80           |
| 77 + 870,00  | 4,10      | 0,79   | 10,00         | 37,00            | 8,00            |
| 77 + 880,00  | 0,00      | 7,37   | 10,00         | 20,50            | 40,80           |
| 77 + 890,00  | 24,63     | 0,00   | 10,00         | 123,15           | 36,85           |
| 77 + 900,00  | 19,29     | 0,00   | 10,00         | 219,60           | 0,00            |
| 77 + 910,00  | 10,97     | 0,00   | 10,00         | 151,30           | 0,00            |
| 77 + 920,00  | 3,10      | 0,37   | 10,00         | 70,35            | 1,85            |
| 77 + 930,00  | 1,53      | 3,01   | 10,00         | 23,15            | 16,90           |
| 77 + 940,00  | 1,10      | 7,66   | 10,00         | 13,15            | 53,35           |
| 77 + 945,07  | 8,32      | 11,50  | 5,07          | 23,89            | 48,59           |
| 77 + 960,00  | 25,82     | 5,30   | 14,93         | 254,82           | 125,40          |
| 77 + 980,00  | 24,89     | 0,00   | 20,00         | 507,10           | 53,00           |
| 78 + 0,00    | 36,92     | 0,00   | 20,00         | 618,10           | 0,00            |
| 78 + 20,00   | 40,74     | 0,00   | 20,00         | 776,60           | 0,00            |
| 78 + 40,00   | 54,78     | 0,00   | 20,00         | 955,20           | 0,00            |
| <b>TOTAL</b> |           |        |               | <b>18.301,39</b> | <b>1.561,59</b> |

## GEOMETRIA

### PAVIMENTAÇÃO - VARIANTE KM 77+020 - 78+040 - ATO

Área = 7.838,03m<sup>2</sup> (calculada no *AutoCad* - ver anexo)

**i. Regularização de Subleito**

**Área = 7.838,03m<sup>2</sup>** (considerada área igual da pavimentação)

**ii. Reforço de Subleito**

Área = 7.838,03m<sup>2</sup>

Espessura = 0,15m (conforme especifica o Anexo II-I)

**Volume = Área x Espessura = 1.175,70m<sup>3</sup>**

**iii. Sub-base**

Área = 7.838,03m<sup>2</sup>

Espessura = 0,15m (conforme especifica o Anexo II-I)

**Volume = Área x Espessura = 1.175,70m<sup>3</sup>**

**iv. Base**

Área = 7.838,03m<sup>2</sup>

Espessura = 0,15m (conforme especifica o Anexo II-I)

**Volume = Área x Espessura = 1.175,70m<sup>3</sup>**

**v. Imprimação**

**Área = 7.838,03m<sup>2</sup>**

**vi. Revestimento CBUQ - Binder**

Área = 7.838,03m<sup>2</sup>      Peso Específico do CBUQ = 2,40t/m<sup>3</sup> (adotado)

Espessura = 0,040m (considerado 4cm para binder, de um total de 7,5cm, conforme Anexo II-I)

**Volume = Área x Espessura x Peso Espec. = 752,45t**

**vii. Pintura de Ligação**

**Área = 7.838,03m<sup>2</sup>**

**viii. Revestimento CBUQ - Capa**

Área = 7.838,03m<sup>2</sup>      Peso Específico do CBUQ = 2,40t/m<sup>3</sup> (adotado)

Espessura = 0,035m (3,5cm para capa de rolamento, de um total de 7,5cm, conf. Anexo II-I)

**Volume = Área x Espessura x Peso Espec. = 658,39t**

ÁREA PAVIMENTAÇÃO – ATO  
Área = 7.838,03m<sup>2</sup>





**APÊNDICE III - B.1 – MEMÓRIA DE CÁLCULO**

GEOTECNIA – VARIAÇÃO DE TALUDE DE CORTE KM 86+670 – 86+920

(Projeto Executivo)

**RODOVIA DOS ANDES****GEOTECNIA - VARIAÇÃO DE TALUDE DE CORTE - KM 86+670 - 86+920****QUANTIDADE - TERRAPLENAGEM - PROJETO EXECUTIVO**

| ESTACA       | ÁREA (m <sup>2</sup> ) |        | DISTÂNCIA (m) | VOLUME (m <sup>3</sup> ) |               |
|--------------|------------------------|--------|---------------|--------------------------|---------------|
|              | CORTE                  | ATERRO |               | CORTE                    | ATERRO        |
| 86 + 670,00  | 86,62                  | 0,00   | 10,00         | 705,90                   | 4,45          |
| 86 + 680,00  | 100,92                 | 0,00   | 10,00         | 937,70                   | 0,00          |
| 86 + 690,00  | 105,01                 | 0,00   | 10,00         | 1.029,65                 | 0,00          |
| 86 + 700,00  | 82,88                  | 1,44   | 10,00         | 939,45                   | 7,20          |
| 86 + 709,88  | 58,93                  | 2,34   | 9,88          | 700,26                   | 18,67         |
| 86 + 720,00  | 35,30                  | 2,55   | 10,12         | 476,99                   | 24,75         |
| 86 + 740,00  | 25,37                  | 3,53   | 20,00         | 606,70                   | 60,80         |
| 86 + 752,39  | 25,42                  | 2,50   | 12,39         | 314,75                   | 37,37         |
| 86 + 760,00  | 29,36                  | 2,41   | 7,61          | 208,33                   | 18,67         |
| 86 + 770,00  | 40,38                  | 1,75   | 10,00         | 348,70                   | 20,80         |
| 86 + 780,00  | 37,45                  | 1,55   | 10,00         | 389,15                   | 16,50         |
| 86 + 786,26  | 35,05                  | 1,41   | 6,26          | 227,00                   | 9,27          |
| 86 + 800,00  | 28,15                  | 0,87   | 13,74         | 434,12                   | 15,66         |
| 86 + 820,00  | 28,58                  | 0,39   | 20,00         | 567,30                   | 12,60         |
| 86 + 840,00  | 39,25                  | 0,02   | 20,00         | 678,30                   | 4,10          |
| 86 + 860,00  | 26,79                  | 0,00   | 20,00         | 660,40                   | 0,20          |
| 86 + 880,00  | 11,71                  | 0,46   | 20,00         | 385,00                   | 4,60          |
| 86 + 900,00  | 8,79                   | 0,00   | 20,00         | 205,00                   | 4,60          |
| 86 + 907,26  | 7,75                   | 0,04   | 7,26          | 60,04                    | 0,15          |
| 86 + 910,00  | 7,41                   | 0,41   | 2,74          | 20,77                    | 0,62          |
| 86 + 920,00  | 8,09                   | 0,00   | 10,00         | 77,50                    | 2,05          |
| <b>TOTAL</b> |                        |        |               | <b>9.973,00</b>          | <b>263,05</b> |

**APÊNDICE III - B.2 – MEMÓRIA DE CÁLCULO**

GEOTECNIA – VARIAÇÃO DE TALUDE DE CORTE KM 86+670 - 86+920

(Assistência Técnica de Obra)

**RODOVIA DOS ANDES****GEOTECNIA - VARIAÇÃO DE TALUDE DE CORTE - KM 86+670 - 86+920**

QUANTIDADE - TERRAPLENAGEM - ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA (ATO)

| ESTACA       | ÁREA (m <sup>2</sup> ) |        | DISTÂNCIA (m) | VOLUME (m <sup>3</sup> ) |               |
|--------------|------------------------|--------|---------------|--------------------------|---------------|
|              | CORTE                  | ATERRO |               | CORTE                    | ATERRO        |
| 86 + 670,00  | 239,38                 | 0,00   | 10,00         | 1.196,90                 | 0,00          |
| 86 + 680,00  | 247,53                 | 0,00   | 10,00         | 2.434,55                 | 0,00          |
| 86 + 690,00  | 255,40                 | 0,00   | 10,00         | 2.514,65                 | 0,00          |
| 86 + 700,00  | 235,31                 | 1,36   | 10,00         | 2.453,55                 | 6,80          |
| 86 + 709,88  | 211,37                 | 2,17   | 9,88          | 2.205,71                 | 17,43         |
| 86 + 720,00  | 179,51                 | 2,60   | 10,12         | 1.978,63                 | 24,15         |
| 86 + 740,00  | 164,93                 | 3,57   | 20,00         | 3.444,40                 | 61,70         |
| 86 + 752,39  | 151,65                 | 2,68   | 12,39         | 1.961,85                 | 38,73         |
| 86 + 760,00  | 147,18                 | 2,43   | 7,61          | 1.136,45                 | 19,43         |
| 86 + 770,00  | 150,91                 | 1,74   | 10,00         | 1.490,45                 | 20,85         |
| 86 + 780,00  | 141,84                 | 1,51   | 10,00         | 1.463,75                 | 16,25         |
| 86 + 786,26  | 131,95                 | 1,39   | 6,26          | 857,24                   | 9,08          |
| 86 + 800,00  | 119,45                 | 0,88   | 13,74         | 1.726,87                 | 15,59         |
| 86 + 820,00  | 84,85                  | 0,40   | 20,00         | 2.043,00                 | 12,80         |
| 86 + 840,00  | 108,29                 | 0,02   | 20,00         | 1.931,40                 | 4,20          |
| 86 + 860,00  | 45,49                  | 0,00   | 20,00         | 1.537,80                 | 0,20          |
| 86 + 880,00  | 13,98                  | 0,46   | 20,00         | 594,70                   | 4,60          |
| 86 + 900,00  | 10,90                  | 0,00   | 20,00         | 248,80                   | 4,60          |
| 86 + 907,26  | 9,53                   | 0,11   | 7,26          | 74,16                    | 0,40          |
| 86 + 910,00  | 9,11                   | 0,38   | 2,74          | 25,54                    | 0,67          |
| 86 + 920,00  | 9,64                   | 0,00   | 10,00         | 93,75                    | 1,90          |
| <b>TOTAL</b> |                        |        |               | <b>31.414,14</b>         | <b>259,38</b> |

**APÊNDICE III - C.1 – MEMÓRIA DE CÁLCULO**

MURO DE CONTENÇÃO – KM 54+660 - 54+725 (Projeto Executivo) x

KM 54+295 - 54+316 (Projeto ATO)

**(Projeto Executivo)**

## MURO DE CONTENÇÃO - KM 54+660 - 54+725 - PROJETO EXECUTIVO

- **Escavação**

$$\Delta_1 = 4,78\text{m}^2$$

$$\Delta_2 = 7,46\text{m}^2$$

$$\Delta_3 = 5,69\text{m}^2$$

$$\Delta_4 = 15,43\text{m}^2$$

$$\Delta_5 = 23,25\text{m}^2$$

$$\Delta_6 = 36,30\text{m}^2$$

$$\Delta_7 = 56,13\text{m}^2$$

$$\Delta_8 = 33,67\text{m}^2$$

$$\Delta_9 = 28,60\text{m}^2$$

$$\Delta_{10} = 21,22\text{m}^2$$

$$\Delta_{11} = 14,15\text{m}^2$$

$$\Delta_{12} = 3,32\text{m}^2$$

$$\Delta_{13} = 3,69\text{m}^2$$

$$\Delta_{14} = 4,80\text{m}^2$$

Distância = 65,00m  
(seções a cada 5,00m)

$$\text{Volume} = \sum_{i=1}^{i=14} \left( \frac{\Delta_n + \Delta_{n+1}}{2} \right) \times 5,00 =$$

**Volume = 1.268,50m**

(cálculo pelo *Excel* - ver planilha em anexo)

OBS: Áreas calculadas no *AutoCad* - ver anexo.

- **Dreno de areia**

$$\Delta_1 = 0,92\text{m}^2$$

$$\Delta_2 = 1,14\text{m}^2$$

$$\Delta_3 = 1,14\text{m}^2$$

$$\Delta_4 = 2,19\text{m}^2$$

$$\Delta_5 = 2,79\text{m}^2$$

$$\Delta_6 = 3,76\text{m}^2$$

$$\Delta_7 = 4,37\text{m}^2$$

$$\Delta_8 = 3,76\text{m}^2$$

$$\Delta_9 = 3,24\text{m}^2$$

$$\Delta_{10} = 2,79\text{m}^2$$

$$\Delta_{11} = 2,19\text{m}^2$$

$$\Delta_{12} = 1,14\text{m}^2$$

$$\Delta_{13} = 0,92\text{m}^2$$

$$\Delta_{14} = 0,54\text{m}^2$$

Distância = 65,00m  
(seções a cada 5,00m)

$$\text{Volume} = \sum_{i=1}^{i=14} \left( \frac{\Delta_n + \Delta_{n+1}}{2} \right) \times 5,00 =$$

**Volume = 150,80m<sup>3</sup>**

(cálculo pelo *Excel* - ver planilha em anexo)

OBS: Áreas calculadas no *AutoCad* - ver anexo.

- **Concreto ciclópico**

$$\Delta_1 = 3,50\text{m}^2$$

$$\Delta_2 = 5,20\text{m}^2$$

$$\Delta_3 = 5,20\text{m}^2$$

$$\Delta_4 = 11,65\text{m}^2$$

$$\Delta_5 = 17,15\text{m}^2$$

$$\Delta_6 = 27,70\text{m}^2$$

$$\Delta_7 = 33,50\text{m}^2$$

$$\Delta_8 = 27,70\text{m}^2$$

$$\Delta_9 = 21,50\text{m}^2$$

$$\Delta_{10} = 17,15\text{m}^2$$

$$\Delta_{11} = 11,65\text{m}^2$$

$$\Delta_{12} = 5,20\text{m}^2$$

$$\Delta_{13} = 3,50\text{m}^2$$

$$\Delta_{14} = 2,15\text{m}^2$$

Distância = 65,00m  
(seções a cada 5,00m)

$$\text{Volume} = \sum_{i=1}^{i=14} \left( \frac{\Delta_n + \Delta_{n+1}}{2} \right) \times 5,00 =$$

$$\text{Volume} = 949,63\text{m}^3$$

(cálculo pelo *Excel* - ver planilha em anexo)

OBS: Áreas calculadas no *AutoCad* - ver anexo.

- **Reaterro**

$$\Delta_1 = 2,09\text{m}^2$$

$$\Delta_2 = 3,53\text{m}^2$$

$$\Delta_3 = 2,49\text{m}^2$$

$$\Delta_4 = 6,89\text{m}^2$$

$$\Delta_5 = 10,66\text{m}^2$$

$$\Delta_6 = 16,27\text{m}^2$$

$$\Delta_7 = 31,44\text{m}^2$$

$$\Delta_8 = 16,19\text{m}^2$$

$$\Delta_9 = 14,42\text{m}^2$$

$$\Delta_{10} = 10,09\text{m}^2$$

$$\Delta_{11} = 6,32\text{m}^2$$

$$\Delta_{12} = 1,17\text{m}^2$$

$$\Delta_{13} = 1,38\text{m}^2$$

$$\Delta_{14} = 2,56\text{m}^2$$

Distância = 65,00m  
(seções a cada 5,00m)

$$\text{Volume} = \sum_{i=1}^{i=14} \left( \frac{\Delta_n + \Delta_{n+1}}{2} \right) \times 5,00 =$$

$$\text{Volume} = 615,88\text{m}^3$$

(cálculo pelo *Excel* - ver planilha em anexo)

OBS: Áreas calculadas no *AutoCad* - ver anexo.

- **Concreto magro (adotado espessura de 0,10m)**

$$\Delta_1 = 1,85 \times 0,10 = 0,19\text{m}^2$$

$$\Delta_2 = 2,20 \times 0,10 = 0,22\text{m}^2$$

$$\Delta_3 = 2,20 \times 0,10 = 0,22\text{m}^2$$

$$\Delta_4 = 3,90 \times 0,10 = 0,39\text{m}^2$$

$$\Delta_5 = 5,00 \times 0,10 = 0,50\text{m}^2$$

$$\Delta_6 = 6,45 \times 0,10 = 0,65\text{m}^2$$

$$\Delta_7 = 7,55 \times 0,10 = 0,76\text{m}^2$$

$$\Delta_8 = 6,45 \times 0,10 = 0,65\text{m}^2$$

$$\Delta_9 = 5,60 \times 0,10 = 0,56\text{m}^2$$

$$\Delta_{10} = 5,00 \times 0,10 = 0,50\text{m}^2$$

$$\Delta_{11} = 3,90 \times 0,10 = 0,39\text{m}^2$$

$$\Delta_{12} = 2,20 \times 0,10 = 0,22\text{m}^2$$

$$\Delta_{13} = 1,85 \times 0,10 = 0,19\text{m}^2$$

$$\Delta_{14} = 1,50 \times 0,10 = 0,15\text{m}^2$$

Distância = 65,00m  
(seções a cada 5,00m)

$$\text{Volume} = \sum_{i=1}^{14} \left( \frac{\Delta_n + \Delta_{n+1}}{2} \right) \times 5,00 =$$

**Volume = 26,99m<sup>3</sup>**

(cálculo pelo *Excel* - ver planilha em anexo)

OBS: Áreas calculadas no *AutoCad* - ver anexo.

- **Forma**

$$E_1 = 3,00 \times 2 \text{ lados} = 6,00\text{m}$$

$$E_2 = 4,00 \times 2 \text{ lados} = 8,00\text{m}$$

$$E_3 = 4,00 \times 2 \text{ lados} = 8,00\text{m}$$

$$E_4 = 6,00 \times 2 \text{ lados} = 12,00\text{m}$$

$$E_5 = 7,00 \times 2 \text{ lados} = 14,00\text{m}$$

$$E_6 = 9,00 \times 2 \text{ lados} = 18,00\text{m}$$

$$E_7 = 10,00 \times 2 \text{ lados} = 20,00\text{m}$$

$$E_8 = 9,00 \times 2 \text{ lados} = 18,00\text{m}$$

$$E_9 = 8,00 \times 2 \text{ lados} = 16,00\text{m}$$

$$E_{10} = 7,00 \times 2 \text{ lados} = 14,00\text{m}$$

$$E_{11} = 6,00 \times 2 \text{ lados} = 12,00\text{m}$$

$$E_{12} = 4,00 \times 2 \text{ lados} = 8,00\text{m}$$

$$E_{13} = 3,00 \times 2 \text{ lados} = 6,00\text{m}$$

$$E_{14} = 2,00 \times 2 \text{ lados} = 4,00\text{m}$$

Distância = 65,00m  
(seções a cada 5,00m)

$$\text{Área} = \sum_{i=1}^{14} \left( \frac{E_n + E_{n+1}}{2} \right) \times 5,00 =$$

**Área = 795m<sup>2</sup>**

(cálculo pelo *Excel* - ver planilha em anexo)

OBS: Extensões de base calculadas no *AutoCad* - ver anexo.



- **Dreno tubo Ø = 4"**

$$E_1 = 0,85 + 1,20 = 2,05\text{m}$$

$$E_2 = 0,87 + 1,53 = 2,40\text{m}$$

$$E_3 = 0,87 + 1,53 = 2,40\text{m}$$

$$E_4 = 1,56 + 2,16 + 3,01 = 6,73\text{m}$$

$$E_5 = 1,52 + 2,37 + 3,22 + 4,08 = 11,19\text{m}$$

$$E_6 = 2,97 + 3,82 + 4,67 + 5,52 = 16,98\text{m}$$

$$E_7 = 3,32 + 4,17 + 5,27 + 6,38 = 19,14\text{m}$$

$$E_8 = 2,97 + 3,82 + 4,67 + 5,52 = 16,98\text{m}$$

$$E_9 = 2,10 + 2,95 + 3,81 + 4,66 = 13,52\text{m}$$

$$E_{10} = 1,52 + 2,37 + 3,22 + 4,08 = 11,19\text{m}$$

$$E_{11} = 1,56 + 2,16 + 3,01 = 6,73\text{m}$$

$$E_{12} = 0,87 + 1,53 = 2,40\text{m}$$

$$E_{13} = 0,85 + 1,20 = 2,05\text{m}$$

$$E_{14} = 0,78\text{m}$$

Distância = 65,00m (seções a cada 5,00m)

$$\text{Extensão} = \sum_{i=1}^{i=14} \left( \frac{E_n + E_{n+1}}{2} \right) \times 2,50^* = \quad (* \text{ drenos a cada } 2,00\text{m})$$

**Extensão = 282,81m** (cálculo pelo *Excel* - ver planilha em anexo)

OBS: Extensões dos drenos calculadas no *AutoCad* - ver anexo.

**RODOVIA DOS ANDES**

MURO DE CONTENÇÃO KM 54+660 - 54+725 (Pj. Executivo)

QUANTIDADE - PROJETO EXECUTIVO

| ESTACA         | ÁREA (m²) |                |                    | DISTÂNCIA (m) | VOLUME (m³)     |                |                    |
|----------------|-----------|----------------|--------------------|---------------|-----------------|----------------|--------------------|
|                | ESCAVAÇÃO | DRENO DE AREIA | CONCRETO CICLÓPICO |               | ESCAVAÇÃO       | DRENO DE AREIA | CONCRETO CICLÓPICO |
| 54,00 + 660,00 | 4,78      | 0,92           | 3,50               | 0,00          | 0,00            | 0,00           | 0,00               |
| 54,00 + 665,00 | 7,46      | 1,14           | 5,20               | 5,00          | 30,60           | 5,15           | 21,75              |
| 54,00 + 670,00 | 5,69      | 1,14           | 5,20               | 5,00          | 32,88           | 5,70           | 26,00              |
| 54,00 + 675,00 | 15,43     | 2,19           | 11,65              | 5,00          | 52,80           | 8,33           | 42,13              |
| 54,00 + 680,00 | 23,25     | 2,79           | 17,15              | 5,00          | 96,70           | 12,45          | 72,00              |
| 54,00 + 685,00 | 36,30     | 3,76           | 27,70              | 5,00          | 148,88          | 16,38          | 112,13             |
| 54,00 + 690,00 | 56,13     | 4,37           | 33,50              | 5,00          | 231,08          | 20,33          | 153,00             |
| 54,00 + 695,00 | 33,67     | 3,76           | 27,70              | 5,00          | 224,50          | 20,33          | 153,00             |
| 54,00 + 700,00 | 28,60     | 3,24           | 21,50              | 5,00          | 155,68          | 17,50          | 123,00             |
| 54,00 + 705,00 | 21,22     | 2,79           | 17,15              | 5,00          | 124,55          | 15,08          | 96,63              |
| 54,00 + 710,00 | 14,15     | 2,19           | 11,65              | 5,00          | 88,43           | 12,45          | 72,00              |
| 54,00 + 715,00 | 3,32      | 1,14           | 5,20               | 5,00          | 43,68           | 8,33           | 42,13              |
| 54,00 + 720,00 | 3,69      | 0,92           | 3,50               | 5,00          | 17,53           | 5,15           | 21,75              |
| 54,00 + 725,00 | 4,80      | 0,54           | 2,15               | 5,00          | 21,23           | 3,65           | 14,13              |
| <b>TOTAL</b>   |           |                |                    |               | <b>1.268,50</b> | <b>150,80</b>  | <b>949,63</b>      |

| ESTACA       | ÁREA (m²) |                | DISTÂNCIA (m) | VOLUME (m³)   |                |
|--------------|-----------|----------------|---------------|---------------|----------------|
|              | REATERRO  | CONCRETO MAGRO |               | REATERRO      | CONCRETO MAGRO |
| 54 + 660,00  | 2,09      | 0,19           | 0,00          | 0,00          | 0,00           |
| 54 + 665,00  | 3,53      | 0,22           | 5,00          | 14,05         | 1,01           |
| 54 + 670,00  | 2,49      | 0,22           | 5,00          | 15,05         | 1,10           |
| 54 + 675,00  | 6,89      | 0,39           | 5,00          | 23,45         | 1,53           |
| 54 + 680,00  | 10,66     | 0,50           | 5,00          | 43,88         | 2,23           |
| 54 + 685,00  | 16,27     | 0,65           | 5,00          | 67,33         | 2,86           |
| 54 + 690,00  | 31,44     | 0,76           | 5,00          | 119,28        | 3,50           |
| 54 + 695,00  | 16,19     | 0,65           | 5,00          | 119,08        | 3,50           |
| 54 + 700,00  | 14,42     | 0,56           | 5,00          | 76,53         | 3,01           |
| 54 + 705,00  | 10,09     | 0,50           | 5,00          | 61,28         | 2,65           |
| 54 + 710,00  | 6,32      | 0,39           | 5,00          | 41,03         | 2,23           |
| 54 + 715,00  | 1,17      | 0,22           | 5,00          | 18,73         | 1,53           |
| 54 + 720,00  | 1,38      | 0,19           | 5,00          | 6,38          | 1,01           |
| 54 + 725,00  | 2,56      | 0,15           | 5,00          | 9,85          | 0,84           |
| <b>TOTAL</b> |           |                |               | <b>615,88</b> | <b>26,99</b>   |

| ESTACA       | EXTENSÃO (m) |             | DISTÂNCIA (m) | ÁREA FORMA (m²) | EXTENSÃO DRENO Ø= 4" (m) |
|--------------|--------------|-------------|---------------|-----------------|--------------------------|
|              | FORMA        | DRENO Ø= 4" |               |                 |                          |
| 54 + 660,00  | 6,00         | 2,05        | 0,00          | 0,00            | 0,00                     |
| 54 + 665,00  | 8,00         | 2,40        | 5,00          | 35,00           | 5,56                     |
| 54 + 670,00  | 8,00         | 2,40        | 5,00          | 40,00           | 6,00                     |
| 54 + 675,00  | 12,00        | 6,73        | 5,00          | 50,00           | 11,41                    |
| 54 + 680,00  | 14,00        | 11,19       | 5,00          | 65,00           | 22,40                    |
| 54 + 685,00  | 18,00        | 16,98       | 5,00          | 80,00           | 35,21                    |
| 54 + 690,00  | 20,00        | 19,14       | 5,00          | 95,00           | 45,15                    |
| 54 + 695,00  | 18,00        | 16,98       | 5,00          | 95,00           | 45,15                    |
| 54 + 700,00  | 16,00        | 13,52       | 5,00          | 85,00           | 38,13                    |
| 54 + 705,00  | 14,00        | 11,19       | 5,00          | 75,00           | 30,89                    |
| 54 + 710,00  | 12,00        | 6,73        | 5,00          | 65,00           | 22,40                    |
| 54 + 715,00  | 8,00         | 2,40        | 5,00          | 50,00           | 11,41                    |
| 54 + 720,00  | 6,00         | 2,05        | 5,00          | 35,00           | 5,56                     |
| 54 + 725,00  | 4,00         | 0,78        | 5,00          | 25,00           | 3,54                     |
| <b>TOTAL</b> |              |             |               | <b>795,00</b>   | <b>282,81</b>            |

**RODOVIA DOS ANDES****MURO DE CONTENÇÃO KM 54+660 - 54+725**

QUANTIDADE - TERRAPLENAGEM - PROJETO EXECUTIVO

| ESTACA       | ÁREA (m <sup>2</sup> ) |        | DISTÂNCIA (m) | VOLUME (m <sup>3</sup> ) |               |
|--------------|------------------------|--------|---------------|--------------------------|---------------|
|              | CORTE                  | ATERRO |               | CORTE                    | ATERRO        |
| 54 + 610,62  | 2,17                   | 20,13  | 0,00          | 0,00                     | 0,00          |
| 54 + 620,00  | 2,85                   | 2,64   | 9,38          | 23,54                    | 106,78        |
| 54 + 640,00  | 14,01                  | 0,00   | 20,00         | 168,60                   | 26,40         |
| 54 + 660,00  | 10,40                  | 1,11   | 20,00         | 244,10                   | 11,10         |
| 54 + 680,00  | 0,10                   | 16,58  | 20,00         | 105,00                   | 176,90        |
| 54 + 700,00  | 0,25                   | 22,76  | 20,00         | 3,50                     | 393,40        |
| 54 + 720,00  | 3,58                   | 1,54   | 20,00         | 38,30                    | 243,00        |
| 54 + 732,93  | 6,07                   | 0,00   | 12,93         | 62,36                    | 9,95          |
| <b>TOTAL</b> |                        |        |               | <b>645,40</b>            | <b>967,53</b> |

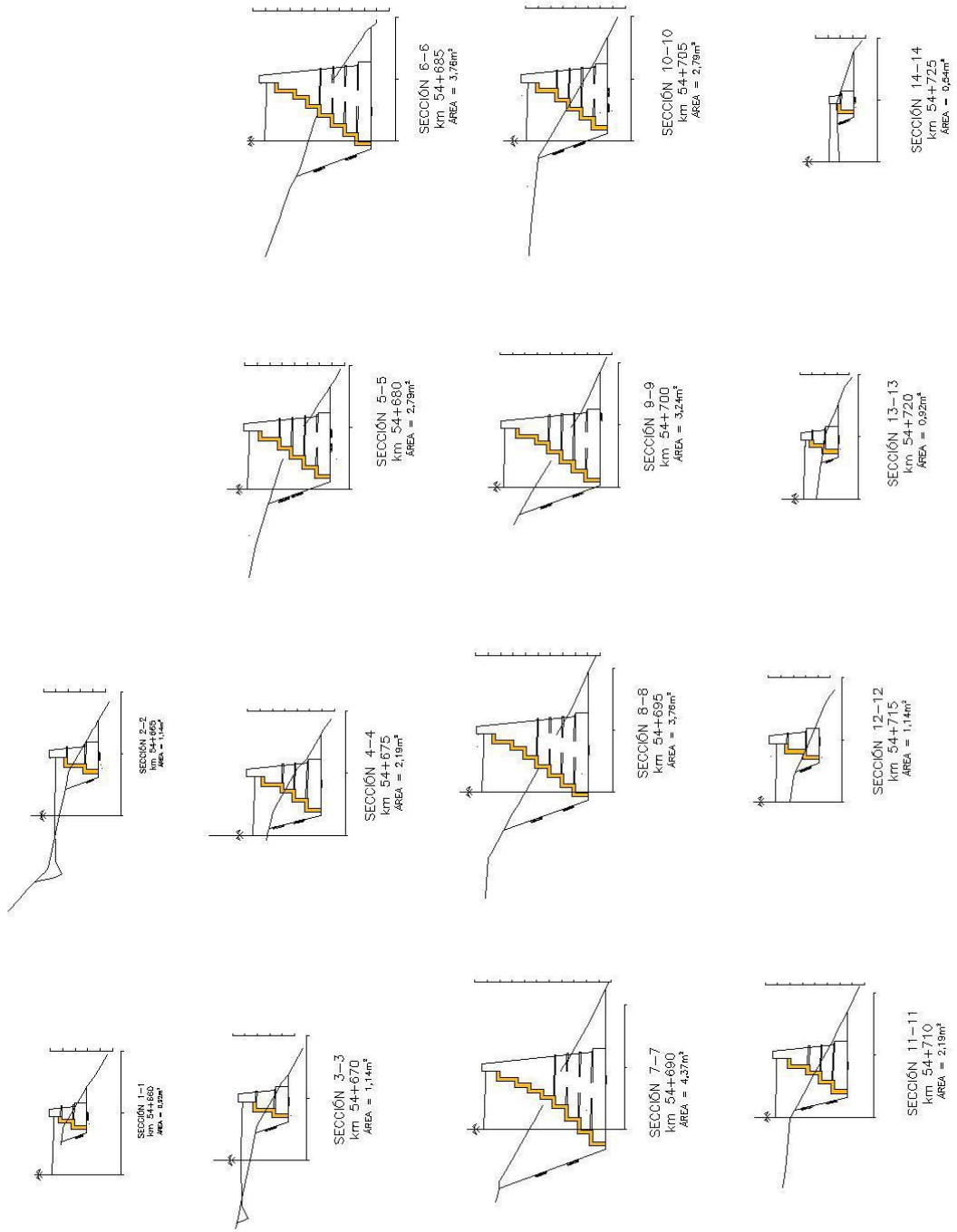
# MURO DE CONTENÇÃO – PROJETO EXECUTIVO

## SEÇÕES ESCAVAÇÃO



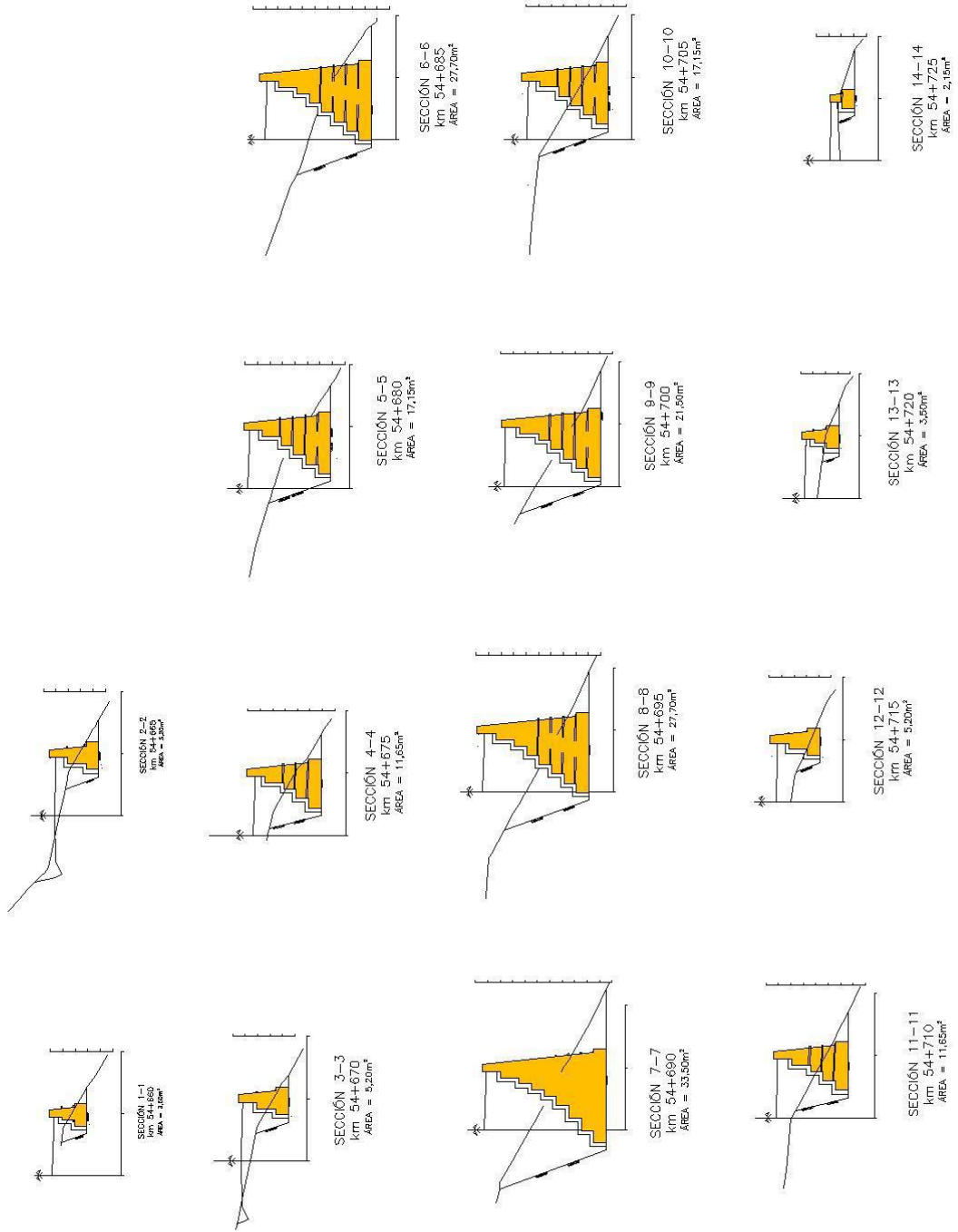
# MURO DE CONTENÇÃO – PROJETO EXECUTIVO

## SEÇÕES DRENO DE AREIA



# MURO DE CONTENÇÃO – PROJETO EXECUTIVO

## SEÇÕES CONCRETO CICLÓPICO



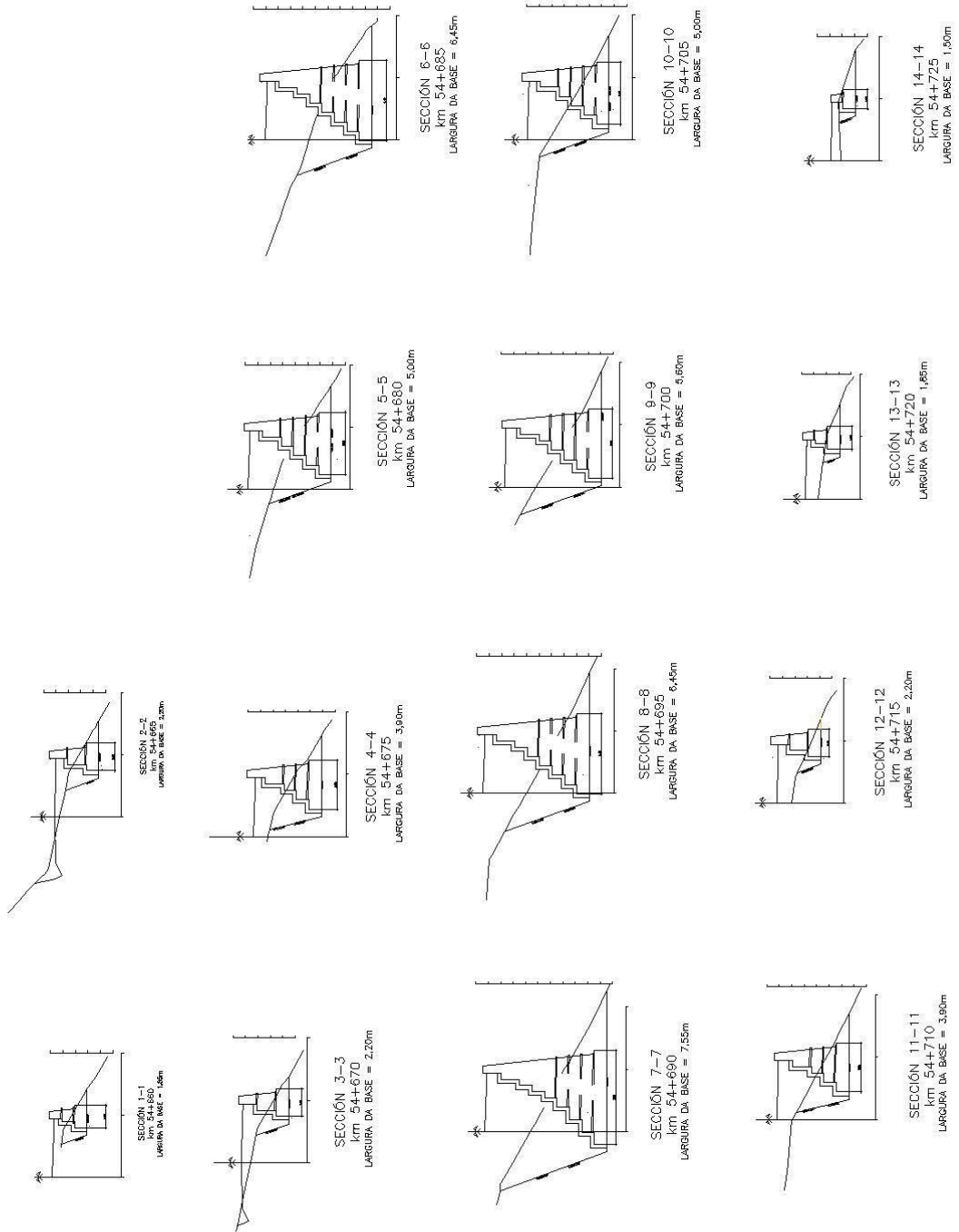
# MURO DE CONTENÇÃO – PROJETO EXECUTIVO

## SEÇÕES REATERRO



# MURO DE CONTENÇÃO – PROJETO EXECUTIVO

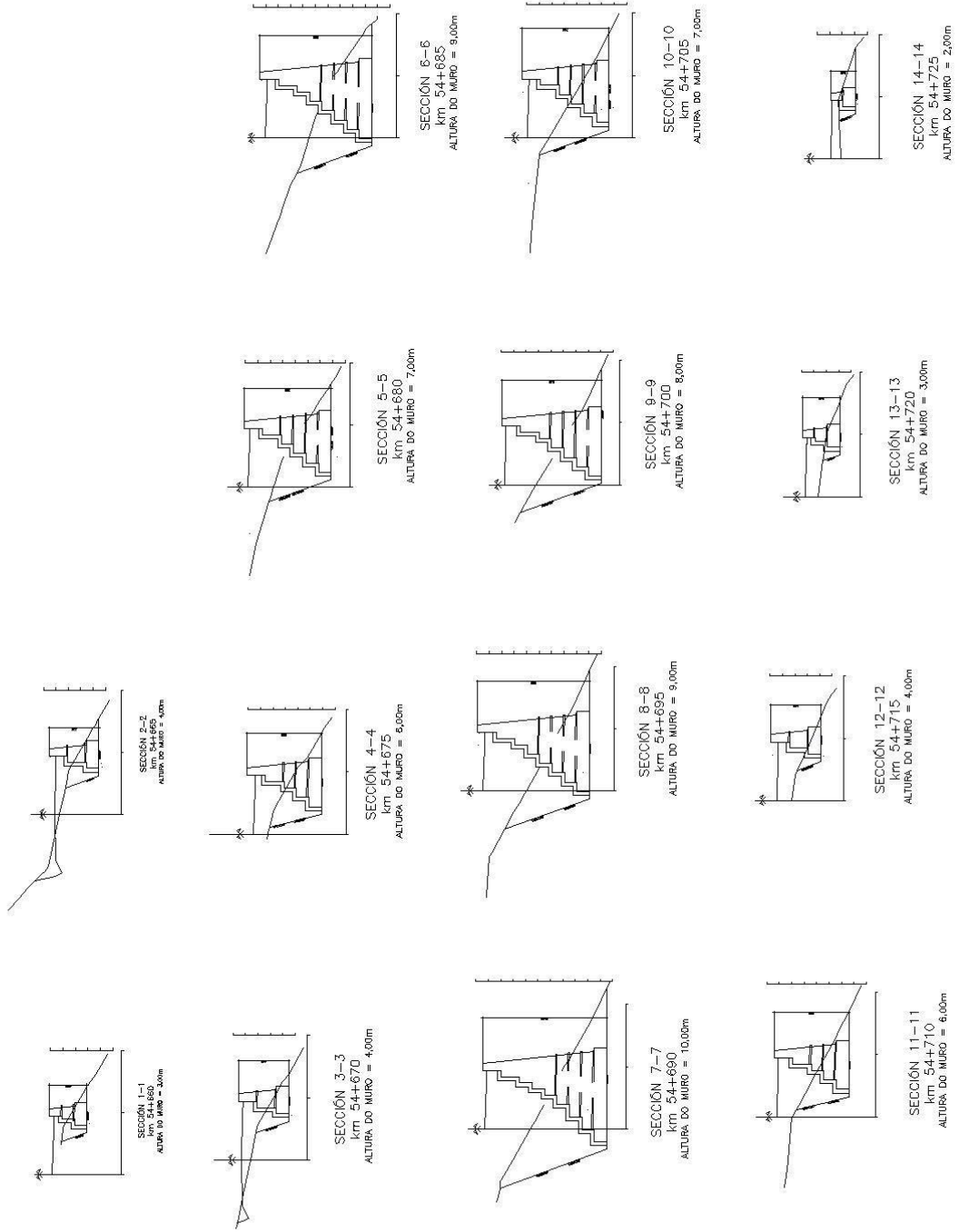
## SEÇÕES CONCRETO MAGRO





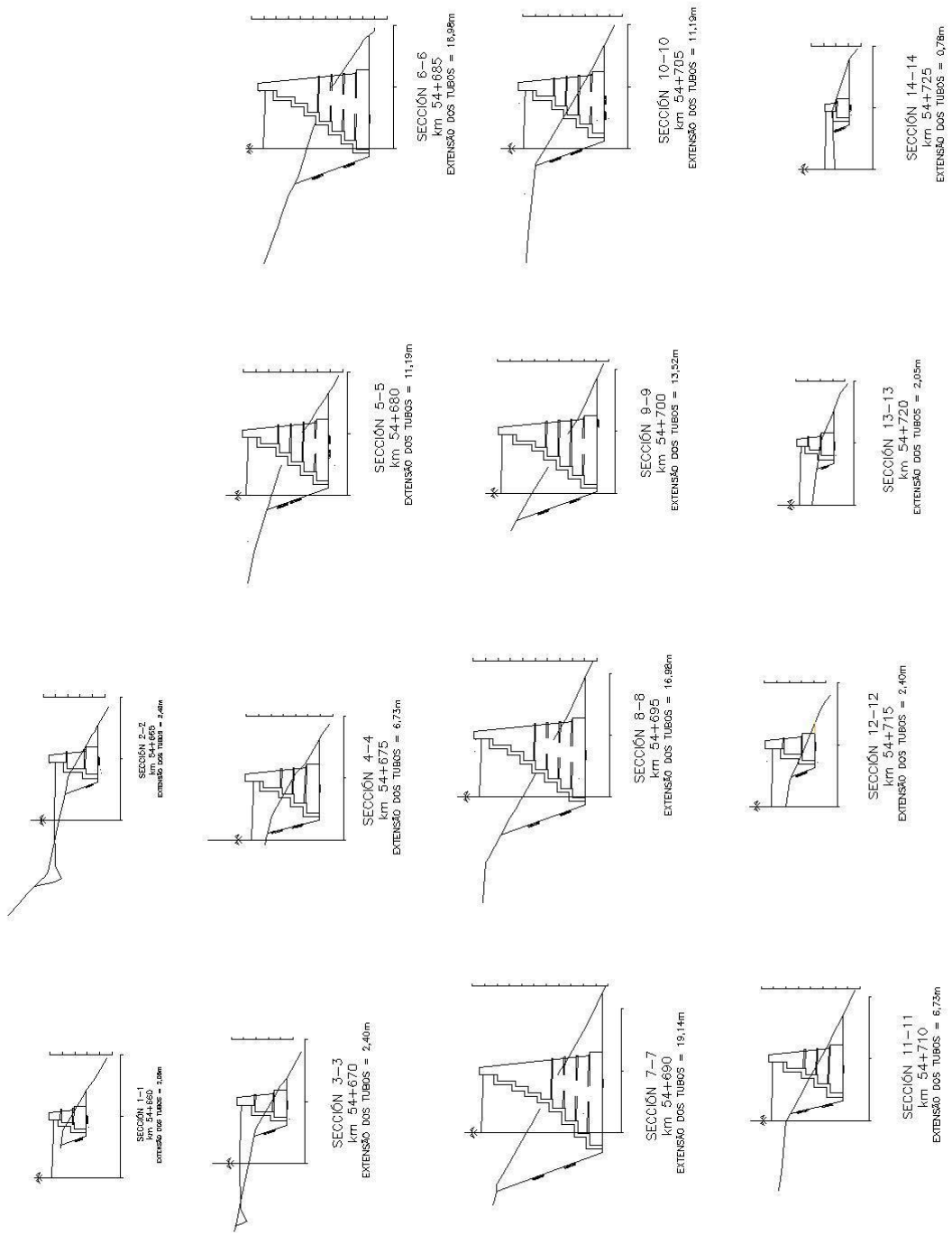
# MURO DE CONTENÇÃO – PROJETO EXECUTIVO

## SEÇÕES FORMA



# MURO DE CONTENÇÃO – PROJETO EXECUTIVO

## SEÇÕES DRENO TUBO 4”



### **APÊNDICE III - C.2 – MEMÓRIA DE CÁLCULO**

MURO DE CONTENÇÃO – KM 54+660 - 54+725 (Projeto Executivo) x  
KM 54+295 - 54+316 (Projeto ATO)

(Assistência Técnica de Obra)

## MURO DE CONTENÇÃO - KM 54+295 - 54+316 - ATO

- **Concreto ciclópico**

$$h_m = (3+3,19+3,38+3,19+3,38+3,19+3,38+3,57) / 8$$

$$h_m = 3,29\text{m}$$

$$l_m = 0,55 \times h_m = 0,55 \times (3,29 - 0,60) = 1,48\text{m}$$

$$\text{Área} = (0,60 \times 3,29) + (0,60 \times 1,48) + \{ [(3,29-0,60) \times 1,48] / 2 \} = 4,85\text{m}^2$$

$$\text{Extensão} = 3,00 \times 7 \text{ Módulos} = 21,00\text{m}$$

$$\text{Volume} = \text{Área} \times \text{Extensão} = 101,90\text{m}^3$$

- **Forma**

$$\text{Área}_1 = \text{Área do concreto ciclópico} \times 2 \text{ lados} = 4,85 \times 2 = 9,70\text{m}^2$$

$$\text{Área}_2 = 3,29 \times 21,00 = 69,09\text{m}^2$$

$$\text{Área}_3 = (0,60 + 3,07) \times 21,00 = 77,07\text{m}^2$$

$$\text{Área total} = \text{A}_1 + \text{A}_2 + \text{A}_3 = 155,86\text{m}^2$$

- **Concreto magro**

$$\text{Área} = (0,60 + 1,48) \times 21,00 = 43,68\text{m}^2$$

$$\text{Espessura} = 0,10\text{m (adotado)}$$

$$\text{Volume} = \text{Área} \times \text{Espessura} = 4,37\text{m}^3$$

- **Dreno de Cascalho (*Gravilla*)**

$$\text{Área} = 0,60 \times h_m = 0,60 \times 3,29 = 1,97\text{m}^2$$

$$\text{Extensão} = 21,00\text{m}$$

$$\text{Volume} = \text{Área} \times \text{Extensão} = 41,45\text{m}^3$$

- **Dreno Tubo  $\varnothing = 4"$**

$$\text{Extensão} = 1,93 + 1,10 = 3,03\text{m}$$

$$\text{Quantidade} = 21,00 / 2,00 \approx 11 \text{ unidades}$$

$$\text{Extensão total} = \text{Extensão} \times \text{Quantidade} = 33,33\text{m}$$

- **Manta Geotêxtil**

$$\text{Perímetro} = (0,60 \times 2) + [(3,29 - 0,30) \times 2] = 7,18\text{m}$$

$$\text{Extensão} = 21,00\text{m}$$

$$\text{Área} = \text{Perímetro} \times \text{Extensão} = 150,78\text{m}^2$$

- **Escavação**

- Seção Km 54+295 - Área<sub>1</sub> = 12,84m<sup>2</sup> (calculada no *AutoCad* - ver anexo)

- Seção Km 54+300 - Área<sub>2</sub> = 10,48m<sup>2</sup> (calculada no *AutoCad* - ver anexo)

- Seção Km 54+305 - Área<sub>3</sub> = 9,92m<sup>2</sup> (calculada no *AutoCad* - ver anexo)

- Seção Km 54+310 - Área<sub>4</sub> = 9,14m<sup>2</sup> (calculada no *AutoCad* - ver anexo)

- Seção Km 54+315 - Área<sub>5</sub> = 4,73m<sup>2</sup> (calculada no *AutoCad* - ver anexo)

- V<sub>1</sub> = [(A<sub>1</sub> + A<sub>2</sub>) / 2] x 5,00m = [(12,84 + 10,48) / 2] x 5,00 = 58,30 m<sup>3</sup>

- V<sub>2</sub> = [(A<sub>2</sub> + A<sub>3</sub>) / 2] x 5,00m = [(10,48 + 9,92) / 2] x 5,00 = 51,00 m<sup>3</sup>

- V<sub>3</sub> = [(A<sub>3</sub> + A<sub>4</sub>) / 2] x 5,00m = [(9,92 + 9,14) / 2] x 5,00 = 47,65 m<sup>3</sup>

- V<sub>4</sub> = [(A<sub>4</sub> + A<sub>5</sub>) / 2] x 6,00m = [(9,14 + 4,73) / 2] x 6,00 = 41,61 m<sup>3</sup>

**Volume Total = V<sub>1</sub> + V<sub>2</sub> + V<sub>3</sub> + V<sub>4</sub> = 198,56m<sup>3</sup>**

- **Reaterro**

Volume = Vol.Escavação - Vol.Concreto ciclópico - Vol.Cascalho =

**Volume = 198,56 - 101,90 - 41,45 = 55,21m<sup>3</sup>**

**RODOVIA DOS ANDES****MURO DE CONTENÇÃO KM 54+295 - 54+316**

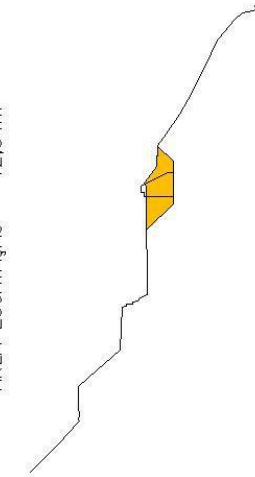
QUANTIDADE - TERRAPLENAGEM - ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA (ATO)

| ESTACA       | ÁREA (m <sup>2</sup> ) |        | DISTÂNCIA (m) | VOLUME (m <sup>3</sup> ) |               |
|--------------|------------------------|--------|---------------|--------------------------|---------------|
|              | CORTE                  | ATERRO |               | CORTE                    | ATERRO        |
| 380 + 218,31 | 46,06                  | 0,00   | 0,00          | 0,00                     | 0,00          |
| 380 + 220,00 | 44,59                  | 0,00   | 1,69          | 76,78                    | 0,00          |
| 380 + 240,00 | 77,60                  | 0,00   | 20,00         | 1.221,90                 | 0,00          |
| 380 + 260,00 | 86,46                  | 0,00   | 20,00         | 1.640,60                 | 0,00          |
| 380 + 280,00 | 51,66                  | 0,00   | 20,00         | 1.381,20                 | 0,00          |
| 380 + 300,00 | 4,55                   | 4,70   | 20,00         | 562,10                   | 47,00         |
| 380 + 320,00 | 3,76                   | 1,33   | 20,00         | 83,10                    | 60,30         |
| 380 + 340,00 | 23,03                  | 0,00   | 20,00         | 267,90                   | 13,30         |
| 380 + 346,89 | 35,85                  | 0,00   | 0,00          | 0,00                     | 0,00          |
| <b>TOTAL</b> |                        |        |               | <b>5.233,58</b>          | <b>120,60</b> |

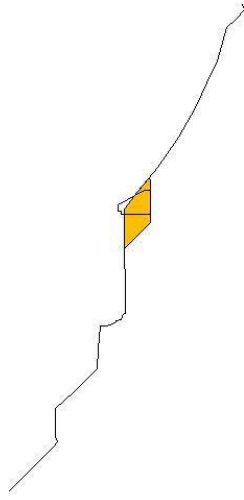
**NOTA:** No projeto geométrico da ATO existe a igualdade das estacas 380+300 = 54+300

# MURO DE CONTENÇÃO -- ATO

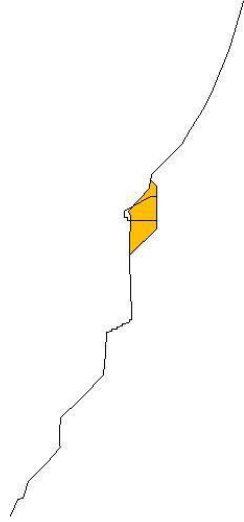
SEÇÃO KM 54+295  
ÁREA ESCAVAÇÃO = 12,84m<sup>2</sup>



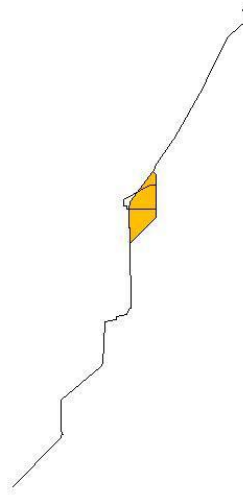
SEÇÃO KM 54+305  
ÁREA ESCAVAÇÃO = 9,92m<sup>2</sup>



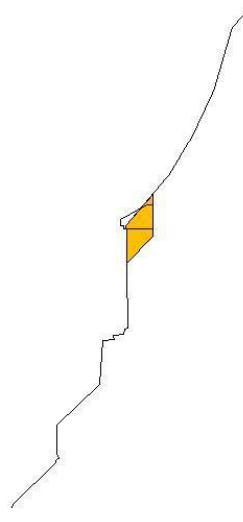
SEÇÃO KM 54+315  
ÁREA ESCAVAÇÃO = 4,73m<sup>2</sup>



SEÇÃO KM 54+300  
ÁREA ESCAVAÇÃO = 10,48m<sup>2</sup>



SEÇÃO KM 54+310  
ÁREA ESCAVAÇÃO = 9,14m<sup>2</sup>







**APÊNDICE III - D.1 – MEMÓRIA DE CÁLCULO**

OBRA DE ARTE ESPECIAL – PONTILHÃO KM 84+137

(Projeto Executivo)

## OBRA DE ARTE ESPECIAL

### PONTILHÃO (PONTÓN) KM 84+137 - PROJETO EXECUTIVO

(L=10,00M) - H=5,00M

- **Concreto ciclópico (concreto ciclopeo)**

- *Pilar (Estribo)*

$$\text{Área}_1 = 8,40 \times 4,43 = 37,21\text{m}^2$$

$$h_1 = 1,10\text{m}$$

$$V_1 = \text{Área}_1 \times h_1 = 40,93\text{m}^3$$

$$\text{Área}_2 = (8,40 \times 4,43) - (4,40 \times 2,30) = 27,09\text{m}^2$$

$$h_2 = 1,05\text{m}$$

$$V_2 = \text{Área}_2 \times h_2 = 28,45\text{m}^3$$

$$\text{Área}_3 = (8,40 \times 4,43) - (5,80 \times 3,00) = 19,81\text{m}^2$$

$$h_3 = 1,05\text{m}$$

$$V_3 = \text{Área}_3 \times h_3 = 20,80\text{m}^3$$

$$\text{Volume Total} = (V_1 + V_2 + V_3) \times 2\text{un} = 180,36\text{m}^3$$

- **Concreto armado**

- *Pilar (Estribo)*

$$\text{Área}_1 = 1,80 \times 0,60 = 1,08\text{m}^2$$

$$l_1 = 4,00\text{m}$$

$$V_1 = [(\text{Área}_1 \times l_1) \times 2] \times 2\text{un} = 17,28\text{m}^3$$

$$\text{Área}_2 = (1,00 \times 0,30) + (0,75 \times 0,43) = 0,62\text{m}^2$$

$$l_2 = 8,40\text{m}$$

$$V_2 = (\text{Área}_2 \times l_2) \times 2\text{un} = 10,46\text{m}^3$$

- *Laje principal (Losa principal)*

$$\text{Área}_3 = (7,20 \times 0,60) + (0,60 \times 0,80 \times 2) = 5,28\text{m}^2$$

$$l_3 = 10,40\text{m}$$

$$V_3 = \text{Área}_3 \times l_3 = 54,91\text{m}^3$$

- *Laje de transição (Losa de aproximación)*

$$\text{Área}_4 = (4,00 \times 0,25) + (0,30 \times 0,35) = 1,11\text{m}^2$$

$$l_4 = 3,57 + 3,57 = 7,14\text{m}$$

$$V_4 = (\text{Área}_4 \times l_4) \times 2\text{un} = 15,78\text{m}^3$$

$$\text{Volume Total} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = 98,43\text{m}^3$$

OBS.: L=Vão do pontilhão e H=Altura dos pilares do pontilhão.

- **Forma**

- *Pilar (Estribo) - concreto ciclópico*

$$\text{Área}_1 = \{[(4,43 \times 1,10) + (2,13 \times 1,05) + (1,43 \times 1,05)] \times 2\} \times 2\text{un} = 34,44\text{m}^2$$

$$\text{Área}_2 = (8,40 \times 3,20) \times 2\text{un} = 53,76\text{m}^2$$

$$\text{Área}_3 = [(2,30 + 4,40 + 2,30) \times 1,05] \times 2\text{un} = 18,90\text{m}^2$$

$$\text{Área}_4 = [(3,00 + 5,80 + 3,00) \times 1,05] \times 2\text{un} = 24,78\text{m}^2$$

$$\text{Área}_5 = [(8,40 \times 3,20) - (4,40 \times 1,05) - (5,80 \times 1,05)] \times 2\text{un} = 32,34\text{m}^2$$

- *Pilar (Estribo) - concreto armado*

$$\text{Área}_6 = \{[(4,00 + 0,60 + 4,00) \times 1,80] \times 2\} \times 2\text{un} = 61,92\text{m}^2$$

$$\text{Área}_7 = [(8,40 \times 0,75) + (8,40 \times 1,00) + (8,40 \times 0,25)] \times 2\text{un} = 33,60\text{m}^2$$

$$\text{Área}_8 = [(0,75 \times 0,43) \times 2] \times 2\text{un} = 1,29\text{m}^2$$

- *Laje principal (Losa principal)*

$$\text{Área}_9 = [(7,20 \times 0,60) + (0,60 \times 0,80 \times 2)] \times 2 = 10,56\text{m}^2$$

$$\text{Área}_{10} = (10,40 \times 0,60) \times 2 = 12,48\text{m}^2$$

$$\text{Área}_{11} = (10,40 \times 0,20) \times 2 = 4,16\text{m}^2$$

$$\text{Área}_{12} = 8,40 \times 10,40 = 87,36\text{m}^2$$

- *Laje de transição (Losa de aproximación)*

$$\text{Área}_{13} = \{[(4,00 \times 0,25) + (0,30 \times 0,35)] \times 2\} \times 2\text{un} = 4,42\text{m}^2$$

$$\text{Área}_{14} = [(7,14 \times 0,25) + (7,14 \times 0,60) + (7,14 \times 0,35)] \times 2\text{un} = 17,14\text{m}^2$$

$$\text{Área}_{15} = (7,14 \times 4,00) \times 2 = 57,12\text{m}^2$$

$$\text{Área Total} = \sum_{i=1}^{15} \text{Área } i = 454,27\text{m}^2$$

- **Escoramento**

$$\text{Área de Escoramento} = \text{Área da Laje principal} = 8,40 \times 10,40\text{m} = 87,36\text{m}^2$$

- **Armadura**

De acordo com o desenho típico de armadura da laje principal e da laje de transição, temos um peso de 7.292Kg.

Também, conforme o desenho típico de armadura do estribo, temos um peso de  $2 \times (1.001) = 2.002\text{Kg}$ .

**Logo, o peso total de armadura é 9.294Kg.**

- **Guarda-corpo metálico**

Segundo apresenta o desenho típico de guarda-corpo (*barandas metálicas*), temos o peso de 1.227Kg para uma extensão =  $(4,00 + 10,40 + 4,00) \times 2 \text{unid.} = 36,80\text{m}$ .

- **Escavação**

- *Pilar 1 (Estribo 1)*

Área<sub>1</sub> = 33,24m<sup>2</sup> (calculada no *AutoCad* - ver anexo)

l<sub>1</sub> = (8,40 + 1,00 + 1,00) + h<sub>m1</sub> = 10,40 + 3,91 = 14,31m

Volume<sub>1</sub> = Área<sub>1</sub> x l<sub>1</sub> = 475,66m<sup>3</sup>

- *Pilar 2 (Estribo 2)*

Área<sub>2</sub> = 36,03m<sup>2</sup> (calculada no *AutoCad* - ver anexo)

l<sub>2</sub> = (8,40 + 1,00 + 1,00) + h<sub>m2</sub> = 10,40 + 4,02 = 14,42m

Volume<sub>2</sub> = Área<sub>2</sub> x l<sub>2</sub> = 519,55m<sup>3</sup>

- *Limpeza do canal*

Área<sub>3</sub> = 1,81m<sup>2</sup> (calculada no *AutoCad* - ver anexo)

l<sub>3</sub> = 8,40 + (3,00 + 3,00)\* = 14,40m (\* 3,00m para montante e 3,00m para jusante)

Volume<sub>3</sub> = Área<sub>3</sub> x l<sub>3</sub> = 26,06m<sup>3</sup>

**Volume Total = V<sub>1</sub> + V<sub>2</sub> + V<sub>3</sub> = 1.021,27m<sup>3</sup>**

- **Reaterro**

- *Pilar 1 (Estribo 1)*

Volume<sub>1</sub> = Vol.escavação<sub>1</sub> - Vol.concreto ciclópico<sub>1</sub> - Vol.concreto armado<sub>1</sub> - Vol.a ser descontado<sub>1</sub>

Vol.a ser descontado<sub>1</sub> = 2,46m<sup>2</sup> \* x 14,31m = 35,20m<sup>3</sup> (\* calculada no *AutoCad* - ver anexo)

Volume<sub>1</sub> = 475,66 - ( $\frac{180,36}{2}$ ) - ( $\frac{10,46}{2}$ ) - 35,20 = 345,05m<sup>3</sup>

- *Pilar 2 (Estribo 2)*

Volume<sub>2</sub> = Vol.escavação<sub>2</sub> - Vol.concreto ciclópico<sub>2</sub> - Vol.concreto armado<sub>2</sub> - Vol.a ser descontado<sub>2</sub>

Vol.a ser descontado<sub>2</sub> = 3,69m<sup>2</sup> \* x 14,42m = 53,21m<sup>3</sup> (\* calculada no *AutoCad* - ver anexo)

Volume<sub>2</sub> = 519,55 - ( $\frac{180,36}{2}$ ) - ( $\frac{10,46}{2}$ ) - 53,21 = 370,93m<sup>3</sup>

**Volume Total = V<sub>1</sub> + V<sub>2</sub> = 715,98m<sup>3</sup>**

- **Concreto magro**

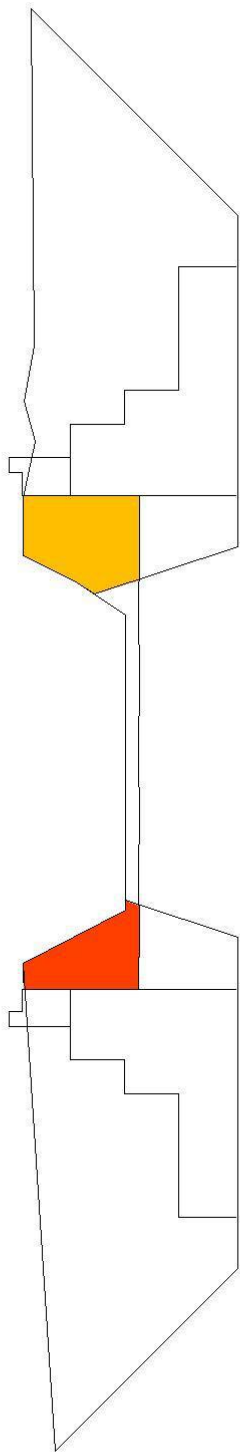
Área<sub>1</sub> = 8,40 x 4,43 = 37,21m<sup>2</sup> (*Estribo*)

Área<sub>2</sub> = 3,70 x 7,14 = 26,42m<sup>2</sup> (*Losa de aproximación*)

Espessura = 0,05m

**Volume = [(Área<sub>1</sub>+Área<sub>2</sub>) x Espessura] x 2un = 6,36m<sup>3</sup>**

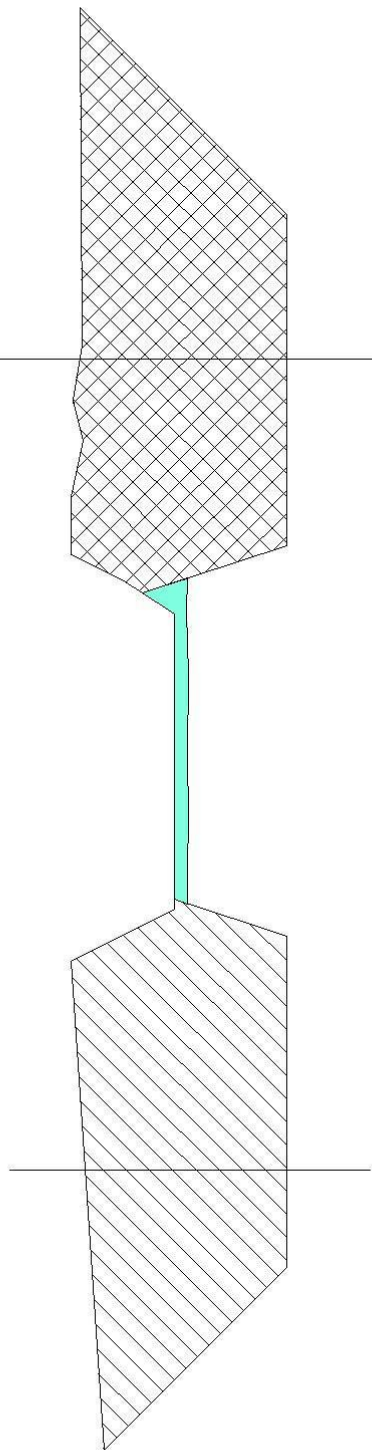
PONTILHÃO KM 84+137 – PROJETO EXECUTIVO



ÁREA A SER DESCONTADA (ESTRIBO 1) = 2,46m<sup>2</sup>

ÁREA A SER DESCONTADA (ESTRIBO 2) = 3,69m<sup>2</sup>

ÁREA ESCAVAÇÃO (LIMPEZA DO CANAL) = 1,81m<sup>2</sup>



ÁREA ESCAVAÇÃO (ESTRIBO 1) = 33,24m<sup>2</sup>

ÁREA ESCAVAÇÃO (ESTRIBO 2) = 36,03m<sup>2</sup>



**APÊNDICE III - D.2 – MEMÓRIA DE CÁLCULO**

OBRA DE ARTE ESPECIAL – PONTILHÃO KM 84+137

(Assistência Técnica de Obra)

## OBRA DE ARTE ESPECIAL

### PONTILHÃO (PONTÓN) KM 84+137 - ATO

(L=7,50M) - H=5,50M

- **Concreto ciclópico (concreto ciclopeo)**

- *Pilar (Estribo)*

$$\text{Área}_1 = 8,40 \times 4,43 = 37,21\text{m}^2$$

$$h_1 = 1,10\text{m}$$

$$V_1 = \text{Área}_1 \times h_1 = 40,93\text{m}^3$$

$$\text{Área}_2 = (8,40 \times 4,43) - (4,40 \times 2,30) = 27,09\text{m}^2$$

$$h_2 = 1,05\text{m}$$

$$V_2 = \text{Área}_2 \times h_2 = 28,45\text{m}^3$$

$$\text{Área}_3 = (8,40 \times 4,43) - (5,80 \times 3,00) = 19,81\text{m}^2$$

$$h_3 = 1,05 + 0,50 = 1,55\text{m}$$

$$V_3 = \text{Área}_3 \times h_3 = 30,71\text{m}^3$$

$$\text{Volume Total} = (V_1 + V_2 + V_3) \times 2 \text{ un} = 200,18\text{m}^3$$

- **Concreto armado**

- *Pilar (Estribo)*

$$\text{Área}_1 = 1,80 \times 0,60 = 1,08\text{m}^2$$

$$l_1 = 4,00\text{m}$$

$$V_1 = [(\text{Área}_1 \times l_1) \times 2] \text{ un} = 17,28\text{m}^3$$

$$\text{Área}_2 = (1,00 \times 0,30) + (0,90 \times 0,43) = 0,69\text{m}^2$$

$$l_2 = 8,40\text{m}$$

$$V_2 = (\text{Área}_2 \times l_2) \times 2 \text{ un} = 11,54\text{m}^3$$

- *Laje principal (Losa principal)*

$$\text{Área}_3 = (7,20 \times 0,45) + (0,60 \times 0,65 \times 2) = 4,02\text{m}^2$$

$$l_3 = 7,90\text{m}$$

$$V_3 = \text{Área}_3 \times l_3 = 31,76\text{m}^3$$

- *Laje de transição (Losa de aproximación)*

$$\text{Área}_4 = (4,00 \times 0,25) + (0,30 \times 0,35) = 1,11\text{m}^2$$

$$l_4 = 7,14\text{m}$$

$$V_4 = (\text{Área}_4 \times l_4) \times 2 \text{ un} = 15,78\text{m}^3$$

$$\text{Volume Total} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = 76,36\text{m}^3$$

OBS.: L=Vão do pontilhão e H=Altura dos pilares do pontilhão.

NOTA: Para H=5,50m foi utilizado o projeto de H=5,00m, aumentando apenas a altura do último patamar do pilar.



- **Forma**

- *Pilar (Estribo) - concreto ciclópico*

$$\text{Área}_1 = \{[(4,43 \times 1,10) + (2,13 \times 1,05) + (1,43 \times 1,55)] \times 2\} \times 2 \text{ un} = 37,30\text{m}^2$$

$$\text{Área}_2 = (8,40 \times 3,70) \times 2 \text{ un} = 62,16\text{m}^2$$

$$\text{Área}_3 = [(2,30 + 4,40 + 2,30) \times 1,05] \times 2 \text{ un} = 18,90\text{m}^2$$

$$\text{Área}_4 = [(3,00 + 5,80 + 3,00) \times 1,55] \times 2 \text{ un} = 36,58\text{m}^2$$

$$\text{Área}_5 = [(8,40 \times 3,70) - (4,40 \times 1,05) - (5,80 \times 1,55)] \times 2 \text{ un} = 34,94\text{m}^2$$

- *Pilar (Estribo) - concreto armado*

$$\text{Área}_6 = \{[(4,00 + 0,60 + 4,00) \times 1,80] \times 2\} \times 2 \text{ un} = 61,92\text{m}^2$$

$$\text{Área}_7 = [(8,40 \times 0,90) + (8,40 \times 1,00) + (8,40 \times 0,10)] \times 2 \text{ un} = 33,60\text{m}^2$$

$$\text{Área}_8 = [(0,90 \times 0,43) \times 2] \times 2 \text{ un} = 1,55\text{m}^2$$

- *Laje principal (Losa principal)*

$$\text{Área}_9 = [(7,20 \times 0,45) + (0,45 \times 0,65 \times 2)] \times 2 = 7,65\text{m}^2$$

$$\text{Área}_{10} = (7,90 \times 0,45) \times 2 = 7,11\text{m}^2$$

$$\text{Área}_{11} = (7,90 \times 0,20) \times 2 = 3,16\text{m}^2$$

$$\text{Área}_{12} = 8,40 \times 7,90 = 66,36\text{m}^2$$

- *Laje de transição (Losa de aproximación)*

$$\text{Área}_{13} = \{[(4,00 \times 0,25) + (0,30 \times 0,35)] \times 2\} \times 2 \text{ un} = 4,42\text{m}^2$$

$$\text{Área}_{14} = [(7,14 \times 0,25) + (7,14 \times 0,60) + (7,14 \times 0,35)] \times 2 \text{ un} = 17,14\text{m}^2$$

$$\text{Área}_{15} = (7,14 \times 4,00) \times 2 = 57,12\text{m}^2$$

$$\text{Área Total} = \sum_{i=1}^{15} \text{Área } i = 449,91\text{m}^2$$

- **Escoramento**

$$\text{Área de Escoramento} = \text{Área da Laje principal} = 8,40 \times 7,90\text{m} = 66,36\text{m}^2$$

- **Armadura**

De acordo com o desenho típico de armadura da laje principal e da laje de transição, temos um peso de 5.065Kg.

Também, conforme o desenho típico de armadura do estribo (H=6,00m), temos um peso de 2 x (1.116) = 2.232Kg.

**Logo, o peso total de armadura é 7.297Kg.**

- **Guarda-corpo metálico**

Segundo apresenta o desenho típico de guarda-corpo (*barandas metálicas*), temos o peso de 1.109Kg para uma extensão = (4,00 + 7,90 + 4,00) x 2 unid. = 31,80m.

- **Escavação**

- *Pilar 1 (Estribo 1)*

Área<sub>1</sub> = 32,26m<sup>2</sup> (calculada no *AutoCad* - ver anexo)

l<sub>1</sub> = (8,40 + 1,00 + 1,00) + h<sub>m1</sub> = 10,40 + 4,00 = 14,40m

Volume<sub>1</sub> = Área<sub>1</sub> x l<sub>1</sub> = 464,54m<sup>3</sup>

- *Pilar 2 (Estribo 2)*

Área<sub>2</sub> = 36,91m<sup>2</sup> (calculada no *AutoCad* - ver anexo)

l<sub>2</sub> = (8,40 + 1,00 + 1,00) + h<sub>m2</sub> = 10,40 + 4,10 = 14,50m

Volume<sub>2</sub> = Área<sub>2</sub> x l<sub>2</sub> = 535,20m<sup>3</sup>

- *Limpeza do canal*

Área<sub>3</sub> = 3,69m<sup>2</sup> (calculada no *AutoCad* - ver anexo)

l<sub>3</sub> = (8,40 + 1,00 + 1,00) + h<sub>m3</sub> = 10,40 + 1,00 = 11,40m

Volume<sub>3</sub> = Área<sub>3</sub> x l<sub>3</sub> = 42,07m<sup>3</sup>

**Volume Total = V<sub>1</sub> + V<sub>2</sub> + V<sub>3</sub> = 1.041,81m<sup>3</sup>**

- **Reaterro**

- *Pilar 1 (Estribo 1)*

Volume<sub>1</sub> = Vol.escavação<sub>1</sub> - Vol.concreto ciclópico<sub>1</sub> - Vol.concreto armado<sub>1</sub> - Vol.a ser descontado<sub>1</sub>

Vol.a ser descontado<sub>1</sub> = 1,65m<sup>2</sup> \* x 14,40m = 23,76m<sup>3</sup> (\* calculada no *AutoCad* - ver anexo)

Volume<sub>1</sub> = 464,54 -  $\left(\frac{200,18}{2}\right) - \left(\frac{11,54}{8^*}\right) - 23,76 = 339,25\text{m}^3$  (\* de acordo com a seção de escavação)

- *Pilar 2 (Estribo 2)*

Volume<sub>2</sub> = Vol.escavação<sub>2</sub> - Vol.concreto ciclópico<sub>2</sub> - Vol.concreto armado<sub>2</sub> - Vol.a ser descontado<sub>2</sub>

Vol.a ser descontado<sub>2</sub> = 4,52m<sup>2</sup> \* x 14,50m = 65,54m<sup>3</sup> (\* calculada no *AutoCad* - ver anexo)

Volume<sub>2</sub> = 535,20 -  $\left(\frac{200,18}{2}\right) - \left(\frac{11,54}{4^*}\right) - 65,54 = 366,69\text{m}^3$  (\* de acordo com a seção de escavação)

**Volume Total = V<sub>1</sub> + V<sub>2</sub> = 705,94m<sup>3</sup>**

- **Concreto magro**

$$\text{Área}_1 = 8,40 \times 4,43 = 37,21\text{m}^2 \text{ (Estribo)}$$

$$\text{Área}_2 = 3,70 \times 7,14 = 26,42\text{m}^2 \text{ (Losa de aproximación)}$$

$$\text{Espessura} = 0,05\text{m}$$

$$\text{Volume} = [(\text{Área}_1 + \text{Área}_2) \times \text{Espessura}] \times 2\text{un} = 6,36\text{m}^3$$

- **Pedra Argamassada (Emboquillado de concreto)**

- i. **Pedra Argamassada**

$$\text{Área montante} = 72,54\text{m}^2 \text{ (calculada no AutoCad - ver anexo)}$$

$$\text{Área jusante} = 75,30\text{m}^2 \text{ (calculada no AutoCad - ver anexo)}$$

$$\text{Área total} = 147,84\text{m}^2$$

$$\text{Espessura} = 0,50\text{m}$$

$$\text{Volume Total} = \text{Área total} \times \text{Espessura} = 73,92\text{m}^3$$

- ii. **Escavação**

Considerando a seção típica do desenho, podemos adotar que o volume de escavação é o dobro do volume de pedra argamassada.

$$\text{Logo, temos: } 73,92 \times 2 = 147,84\text{m}^3.$$

- **Enrocamento para Canalização (Enrocado de encauzamiento)**

- i. **Enrocamento de pedra jogada (Enrocado)**

$$\text{Área seção típica} = 6,56 + 6,56 = 13,12\text{m}^2 \text{ (calculada no AutoCad - ver anexo)}$$

$$\text{Extensão montante} = 32,98 + 30,34 = 63,32\text{m}$$

$$\text{Extensão jusante} = 11,36 + 20,31 = 31,67\text{m}$$

$$\text{Extensão total} = 94,99\text{m}$$

$$\text{Volume Total} = \text{Área seção típica} \times \text{Extensão total} = 1.246,27\text{m}^3$$

- ii. **Escavação**

Considerando a seção típica do desenho, podemos adotar que o volume de escavação é 30% maior que o volume de enrocamento.

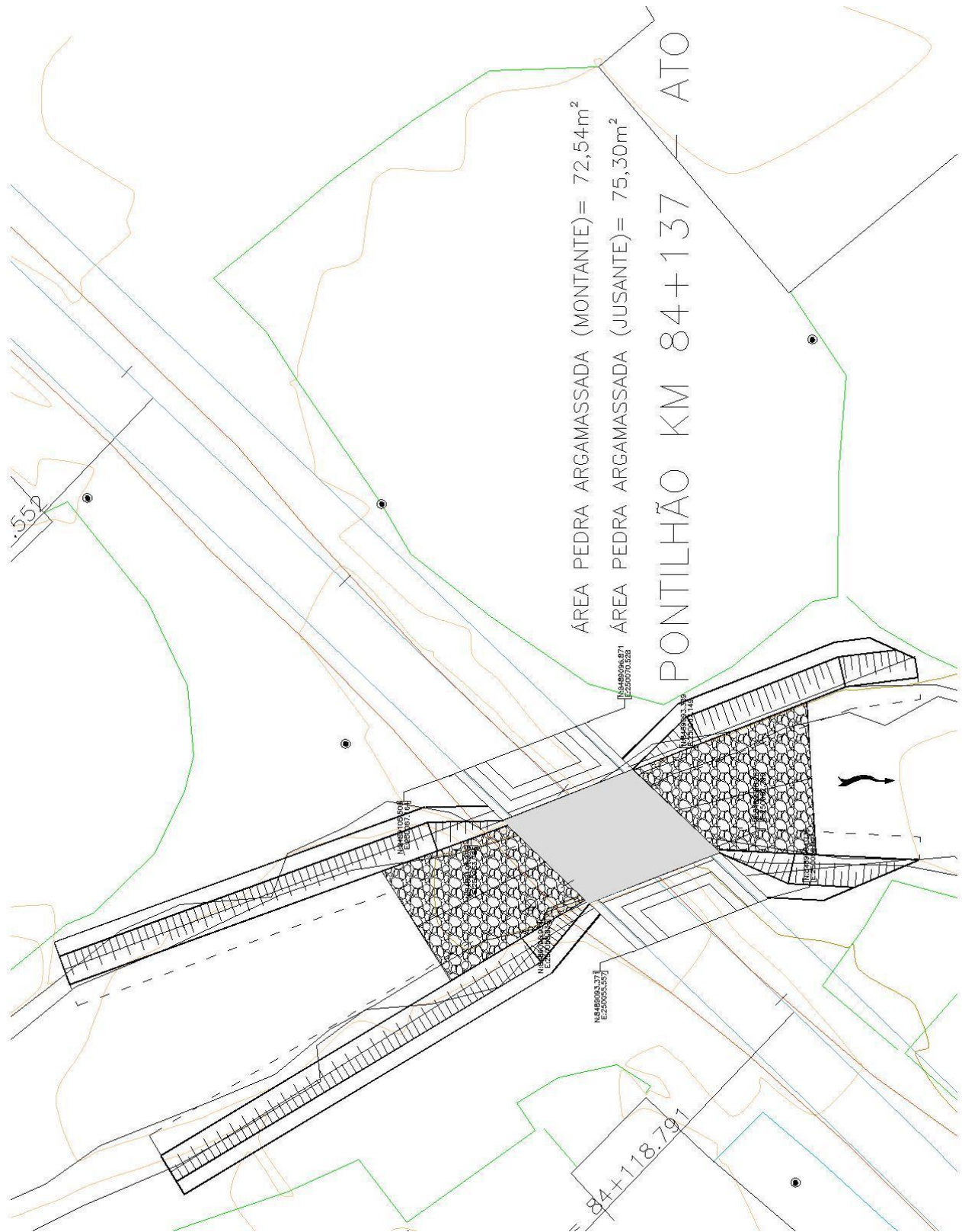
$$\text{Logo, temos: } 1.246,27 \times 1,30 = 1.620,15\text{m}^3.$$

**iii. Manta Geotêxtil**

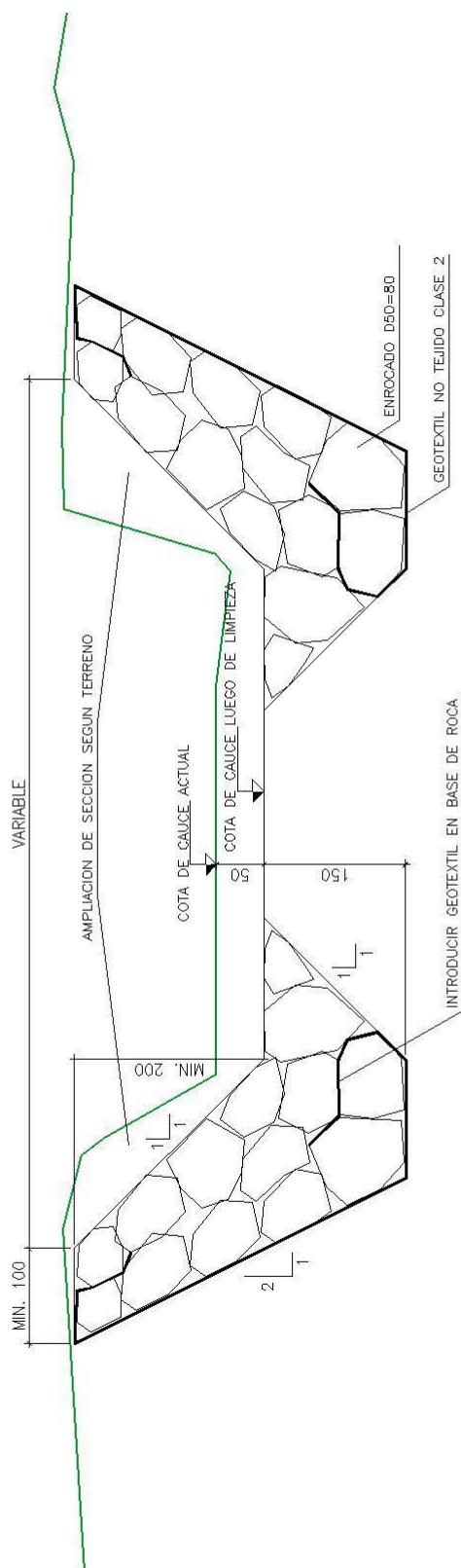
Comprimento da seção típica =  $8,50 + 8,50 = 17,00\text{m}$  (calculada no *AutoCad* - ver anexo)

Extensão total =  $94,99\text{m}$

**Área total = Comprimento seção típica x Extensão total =  $1.614,83\text{m}^2$**



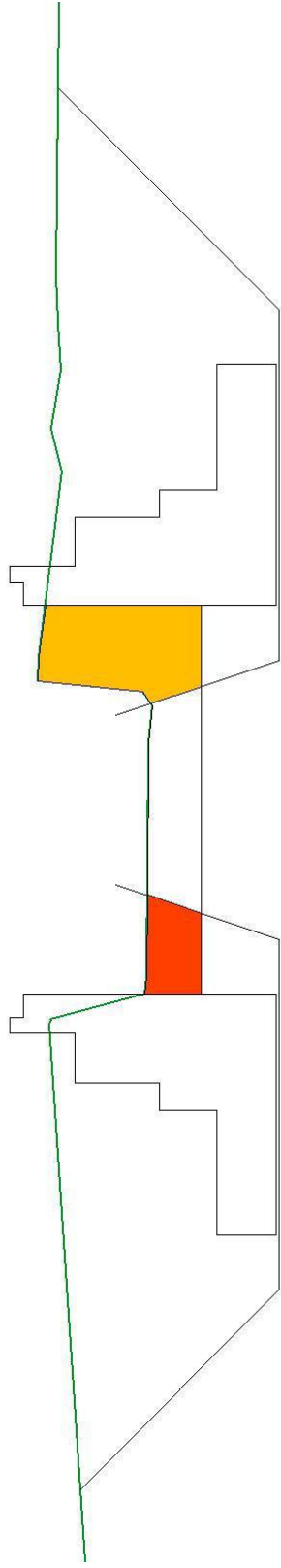
# PONTILHÃO KM 84+137 - ATO



$$\text{ÁREA DE ENROCAMENTO} = 6,56 + 6,56 = 13,12\text{m}^2$$

$$\text{COMPRIMENTO MANTA GEOTÉXTEL} = 8,50 + 8,50 = 17,00\text{m}$$

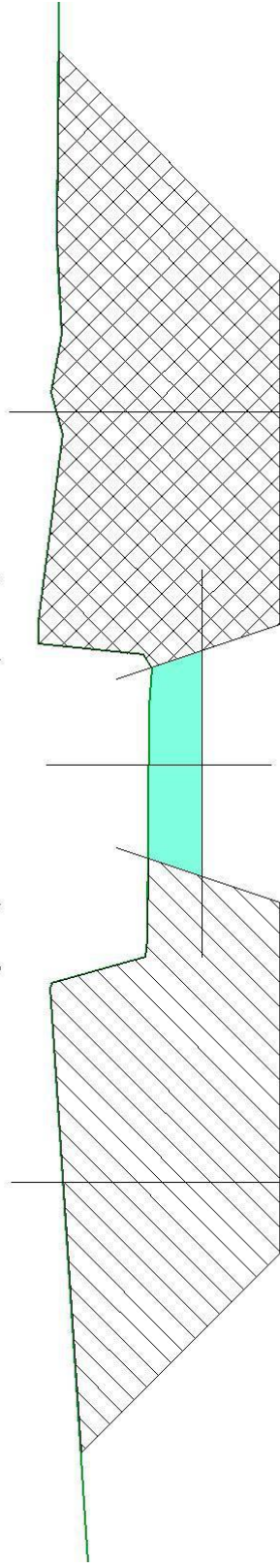
# PONTILHÃO KM 84+137 - ATO



ÁREA A SER DESCONTADA (ESTRIBO 1) = 1,65m<sup>2</sup>

ÁREA A SER DESCONTADA (ESTRIBO 2) = 4,52m<sup>2</sup>

ÁREA ESCAVAÇÃO (LIMPEZA DO CANAL) = 3,69m<sup>2</sup>



ÁREA ESCAVAÇÃO (ESTRIBO 1) = 32,26m<sup>2</sup>

ÁREA ESCAVAÇÃO (ESTRIBO 2) = 36,91m<sup>2</sup>





**APÊNDICE III - E.1 – MEMÓRIA DE CÁLCULO**

DRENAGEM – SUBSTITUIÇÃO DE PONTILHÃO KM 92+363 POR BUEIRO DUPLO

(Projeto Executivo)

## DRENAGEM

### PONTILHÃO (PONTÓN) KM 92+363 - PROJETO EXECUTIVO

(L=5,00M) - H=5,00M

- **Concreto ciclópico (concreto ciclopeo)**

- *Pilar (Estribo)*

$$\text{Área}_1 = 8,40 \times 4,43 = 37,21\text{m}^2$$

$$h_1 = 1,10\text{m}$$

$$V_1 = \text{Área}_1 \times h_1 = 40,93\text{m}^3$$

$$\text{Área}_2 = (8,40 \times 4,43) - (4,40 \times 2,30) = 27,09\text{m}^2$$

$$h_2 = 1,05\text{m}$$

$$V_2 = \text{Área}_2 \times h_2 = 28,45\text{m}^3$$

$$\text{Área}_3 = (8,40 \times 4,43) - (5,80 \times 3,00) = 19,81\text{m}^2$$

$$h_3 = 1,05\text{m}$$

$$V_3 = \text{Área}_3 \times h_3 = 20,80\text{m}^3$$

$$\text{Volume Total} = (V_1 + V_2 + V_3) \times 2 \text{ un} = 180,36\text{m}^3$$

- **Concreto armado**

- *Pilar (Estribo)*

$$\text{Área}_1 = 1,80 \times 0,60 = 1,08\text{m}^2$$

$$l_1 = 4,00\text{m}$$

$$V_1 = [(\text{Área}_1 \times l_1) \times 2] \times 2 \text{ un} = 17,28\text{m}^3$$

$$\text{Área}_2 = (1,00 \times 0,30) + (1,00 \times 0,43) = 0,73\text{m}^2$$

$$l_2 = 8,40\text{m}$$

$$V_2 = (\text{Área}_2 \times l_2) \times 2 \text{ un} = 12,26\text{m}^3$$

- *Laje principal (Losa principal)*

$$\text{Área}_3 = [(4,079 + 3,60) \times 0,35] + (0,60 \times 0,55 \times 2) = 3,35\text{m}^2$$

$$l_3 = 5,40\text{m}$$

$$V_3 = \text{Área}_3 \times l_3 = 18,08\text{m}^3$$

- *Laje de transição (Losa de aproximación)*

$$\text{Área}_4 = (4,00 \times 0,25) + (0,30 \times 0,35) = 1,11\text{m}^2$$

$$l_4 = \frac{(7,623+7,493)}{2} = 7,56\text{m}$$

$$V_4 = \text{Área}_4 \times l_4 = 8,39\text{m}^3$$

$$\text{Volume Total} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = 56,01\text{m}^3$$

OBS.: L=Vão do pontilhão e H=Altura dos pilares do pontilhão.

- **Forma**

- *Pilar (Estribo) - concreto ciclópico*

$$\text{Área}_1 = \{[(4,43 \times 1,10) + (2,13 \times 1,05) + (1,43 \times 1,05)] \times 2\} \times 2 \text{ un} = 34,44\text{m}^2$$

$$\text{Área}_2 = (8,40 \times 3,20) \times 2 \text{ un} = 53,76\text{m}^2$$

$$\text{Área}_3 = [(2,30 + 4,40 + 2,30) \times 1,05] \times 2 \text{ un} = 18,90\text{m}^2$$

$$\text{Área}_4 = [(3,00 + 5,80 + 3,00) \times 1,05] \times 2 \text{ un} = 24,78\text{m}^2$$

$$\text{Área}_5 = [(8,40 \times 3,20) - (4,40 \times 1,05) - (5,80 \times 1,05)] \times 2 \text{ un} = 32,34\text{m}^2$$

- *Pilar (Estribo) - concreto armado*

$$\text{Área}_6 = \{[(4,00 + 0,60 + 4,00) \times 1,80] \times 2\} \times 2 \text{ un} = 61,92\text{m}^2$$

$$\text{Área}_7 = [(8,40 \times 1,00 + (8,40 \times 1,00))] \times 2 \text{ un} = 33,60\text{m}^2$$

$$\text{Área}_8 = [(1,00 \times 0,43) \times 2] \times 2 \text{ un} = 1,72\text{m}^2$$

- *Laje principal (Losa principal)*

$$\text{Área}_9 = [(7,68 \times 0,35) + (0,35 \times 0,55 \times 2)] \times 2 = 6,15\text{m}^2$$

$$\text{Área}_{10} = (5,40 \times 0,35) \times 2 = 3,78\text{m}^2$$

$$\text{Área}_{11} = (5,40 \times 0,20) \times 2 = 2,16\text{m}^2$$

$$\text{Área}_{12} = 8,88 \times 5,40 = 47,95\text{m}^2$$

- *Laje de transição (Losa de aproximación)*

$$\text{Área}_{13} = \{[(4,00 \times 0,25) + (0,30 \times 0,35)] \times 2\} \times 2 \text{ un} = 4,42\text{m}^2$$

$$\text{Área}_{14} = [(7,56 \times 0,25) + (7,56 \times 0,60) + (7,56 \times 0,35)] \times 2 \text{ un} = 18,14\text{m}^2$$

$$\text{Área}_{15} = (7,56 \times 4,00) \times 2 = 60,48\text{m}^2$$

$$\text{Área Total} = \sum_{i=1}^{15} \text{Área } i = 404,54\text{m}^2$$

- **Escoramento**

$$\text{Área de Escoramento} = \text{Área da Laje principal} = (4,079+3,60+0,60+0,60) \times 5,40 = 8,88 \times 5,40 = 47,95\text{m}^2$$

- **Armadura**

De acordo com o desenho típico de armadura da laje principal e da laje de transição, temos um peso de 4.729Kg.

Também, conforme o desenho típico de armadura do estribo, temos um peso de  $2 \times 963 = 1.926\text{Kg}$ .

**Logo, o peso total de armadura é 6.655Kg.**

- **Guarda-corpo metálico**

Segundo apresenta o desenho típico de guarda-corpo (*barandas metálicas*), temos o peso de 975Kg para uma extensão =  $(4,00 + 5,40 + 4,00) \times 2 \text{ un.} = 26,80\text{m}$

- **Escavação**

- *Pilar 1 (Estribo 1)*

Área<sub>1</sub> = 39,25m<sup>2</sup> (calculada no *AutoCad* - ver anexo)

l<sub>1</sub> = (8,40 + 1,00 + 1,00) + h<sub>m1</sub> = 10,40 + 4,47 = 14,87m

Volume<sub>1</sub> = Área<sub>1</sub> x l<sub>1</sub> = 583,65m<sup>3</sup>

- *Pilar 2 (Estribo 2)*

Área<sub>2</sub> = 34,57m<sup>2</sup> (calculada no *AutoCad* - ver anexo)

l<sub>2</sub> = (8,40 + 1,00 + 1,00) + h<sub>m2</sub> = 10,40 + 4,12 = 14,52m

Volume<sub>2</sub> = Área<sub>2</sub> x l<sub>2</sub> = 501,96m<sup>3</sup>

- *Limpeza do canal*

Área<sub>3</sub> = 0,90m<sup>2</sup> (calculada no *AutoCad* - ver anexo)

l<sub>3</sub> = (8,40 + 1,00 + 1,00) + h<sub>m3</sub> = 10,40 + 1,19 = 11,59m

Volume<sub>3</sub> = Área<sub>3</sub> x l<sub>3</sub> = 10,43m<sup>3</sup>

**Volume Total = V<sub>1</sub> + V<sub>2</sub> + V<sub>3</sub> = 1.096,04m<sup>3</sup>**

- **Reaterro**

- *Pilar 1 (Estribo 1)*

Volume<sub>1</sub> = Vol.escavação<sub>1</sub> - Vol.concreto ciclópico<sub>1</sub> - Vol.concreto armado<sub>1</sub> - Vol.a ser descontado<sub>1</sub>

Vol.a ser descontado<sub>1</sub> = 3,81m<sup>2</sup> \* x 14,87m = 56,65m<sup>3</sup> (\* calculada no *AutoCad* - ver anexo)

Volume<sub>1</sub> = 583,65 - ( $\frac{180,36}{2}$ ) - ( $\frac{12,26}{2}$ ) - 56,65 = 430,69m<sup>3</sup>

- *Pilar 2 (Estribo 2)*

Volume<sub>2</sub> = Vol.escavação<sub>2</sub> - Vol.concreto ciclópico<sub>2</sub> - Vol.concreto armado<sub>2</sub> - Vol.a ser descontado<sub>2</sub>

Vol.a ser descontado<sub>2</sub> = 2,26m<sup>2</sup> \* x 14,52m = 32,82m<sup>3</sup> (\* calculada no *AutoCad* - ver anexo)

Volume<sub>2</sub> = 501,96 - ( $\frac{180,36}{2}$ ) - ( $\frac{12,26}{7}$ ) - 32,82 = 378,08m<sup>3</sup> (\* de acordo com a seção do anexo)

**Volume Total = V<sub>1</sub> + V<sub>2</sub> = 808,77m<sup>3</sup>**

- **Concreto magro**

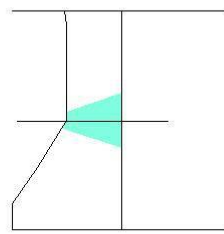
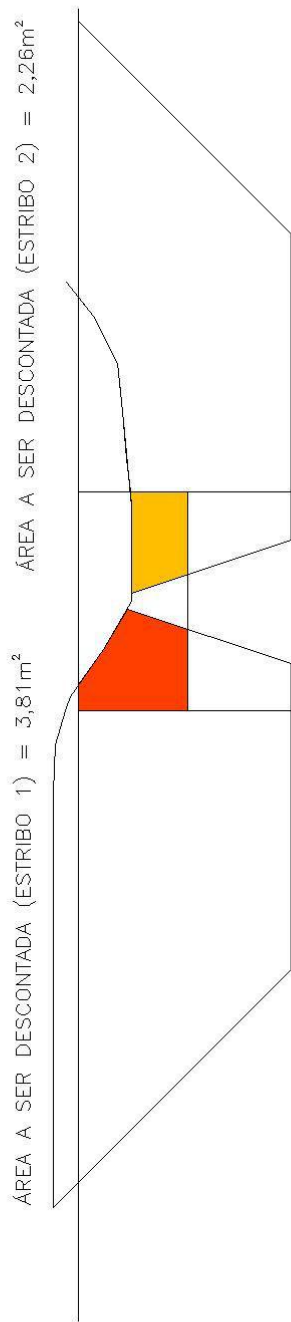
Área<sub>1</sub> = 8,40 x 4,43 = 37,21m<sup>2</sup> (*Estribo*)

Área<sub>2</sub> = 3,70 x 7,56 = 27,97m<sup>2</sup> (*Losa de aproximación*)

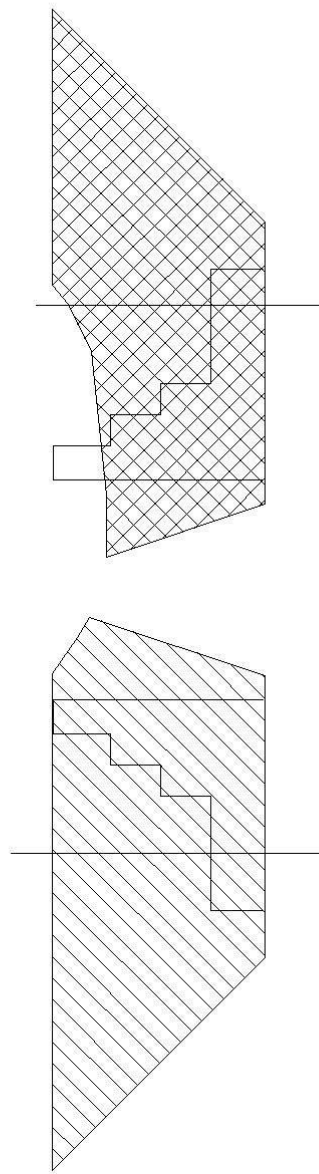
Espessura = 0,05m

**Volume = [(Área<sub>1</sub>+Área<sub>2</sub>) x Espessura] x 2un = 6,52m<sup>3</sup>**

# DRENAGEM – PONTILHÃO KM 92+363 – PROJETO EXECUTIVO



ÁREA ESCAVAÇÃO (LIMPEZA DO CANAL) = 0,90m<sup>2</sup>



ÁREA ESCAVAÇÃO (ESTRIBO 1) = 39,25m<sup>2</sup>

ÁREA ESCAVAÇÃO (ESTRIBO 2) = 34,57m<sup>2</sup>



**APÊNDICE III - E.2 – MEMÓRIA DE CÁLCULO**

DRENAGEM – SUBSTITUIÇÃO DE PONTILHÃO KM 92+363 POR BUEIRO DUPLO

(Assistência Técnica de Obra)

## DRENAGEM

### PONTILHÃO (PONTÓN) KM 92+363 - ATO

- **Valeta de Proteção de Corte (Cuneta de Coronación - Canal Superior)**

- i. **Escavação de Vala (Manual)**

$$\text{Área} = \frac{(2,95+1,70)}{2} \times 1,25 = 2,91\text{m}^2$$

$$l = 110\text{m}$$

$$\text{Volume} = \text{Área} \times l = 319,69\text{m}^3$$

- ii. **Manta Geotêxtil**

$$\text{Perímetro} = 1,40 + 1,70 + 1,40 = 4,50\text{m}$$

$$l = 110\text{m}$$

$$\text{Volume} = \text{Perímetro} \times l = 495\text{m}^2$$

- iii. **Concreto Ciclópico**

$$\text{Área} = \left[ \left( \frac{2,95+1,70}{2} \right) \times 1,25 \right] - \left[ \left( \frac{2,45+1,20}{2} \right) \times 1,00 \right] = 1,08125\text{m}^2$$

$$l = 110\text{m}$$

$$\text{Volume} = \text{Área} \times l = 118,94\text{m}^2$$

- iv. **Forma (Guia)**

$$\text{Área} = \text{Área Concreto Ciclópico} = 1,08125\text{m}^2$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Guias} = 110\text{m} / 1,50\text{m} \approx 74 \text{ unid. (a cada 1,50m)}$$

$$\text{Área Total} = \text{Área} \times \text{N}^\circ \text{ de Guias} = 80,01\text{m}^2$$



- **Descida d'Água em Degrau em Pedra Argamassada (Escalera en Emboquillado de Concreto)**

- i. **Escavação de Vala (Manual)**

Área = 131,27m<sup>2</sup> (calculada no *AutoCad* - ver anexo)

$$l_m = 2,90 + H = 2,90 + \left(\frac{131,27}{48,21}\right) = 2,90 + 2,72 = 5,62\text{m}$$

$$\text{Volume} = \text{Área} \times l_m = 738,12\text{m}^3$$

- ii. **Reaterro (Compactação Manual)**

Área<sub>1</sub> = 64,73m<sup>2</sup> (calculada no *AutoCad* - ver anexo)

$$l_1 = 2,90 + H = 2,90 + (2,00 + 0,20) = 2,90 + 2,20 = 5,10\text{m}$$

$$\text{Volume}_1 = \text{Área}_1 \times l_1 = 330,12\text{m}^3$$

Área<sub>2</sub> = 64,73m<sup>2</sup>

$$l_2 = 1,50 + 0,20 + 0,20 = 1,90\text{m}$$

$$\text{Volume}_2 = \text{Área}_2 \times l_2 = 122,99\text{m}^3$$

$$\text{Volume Total} = V_1 - V_2 = 207,14\text{m}^3$$

- iii. **Manta Geotêxtil**

$$\text{Perímetro} = 0,20 + 2,20 + 1,90 + 2,20 + 0,20 = 6,70\text{m}$$

$$\text{Extensão} = 48,20\text{m}$$

$$\text{Área} = \text{Perímetro} \times \text{Extensão} = 322,94\text{m}^2$$

- iv. **Pedra Argamassada (Emboquillado de Concreto)**

$$\text{Área}_{\text{paredes}} = 64,73\text{m}^2 \times 2 \text{ lados} = 129,46\text{m}^2$$

$$\text{Espessura}_{\text{parede}} = 0,20\text{m}$$

$$\text{Volume}_{\text{paredes}} = \text{Área} \times \text{espessura} = 25,89\text{m}^3$$

$$\text{Área}_{\text{piso}} = 11,52\text{m}^2 \text{ (calculada no } \textit{AutoCad} \text{ - ver anexo)}$$

$$\text{Largura} = 1,50\text{m}$$

$$\text{Volume}_{\text{piso}} = \text{Área} \times \text{Largura} = 17,28\text{m}^3$$

$$\text{Volume Total} = \text{Volume}_{\text{paredes}} + \text{Volume}_{\text{piso}} = 43,17\text{m}^3$$

- v. **Forma**

$$\text{Área}_{\text{paredes}} = (64,73\text{m}^2 \times 2 \text{ lados}) + [(64,73 - 11,52) \times 2 \text{ lados}] = 235,88\text{m}^2$$

$$\text{Área}_{\text{piso}} = 24,16 \times 1,50 = 36,24\text{m}^2$$

$$\text{Área Total} = \text{Área}_{\text{paredes}} + \text{Área}_{\text{piso}} = 272,12\text{m}^2$$

• **Caixa Coletora de Talvegue (Caja Receptora para TCMD  $\varnothing = 48''$ )**

**i. Escavação de Vala (Mecânica)**

$$\text{Área}_1 = (0,50 + 0,50 + 3,53 + 0,50 + 0,50) \times (0,50 + 2,53) = 16,76\text{m}^2$$

$$h_1 = 0,10 + 0,30 + 0,15 + 1,20 + 0,60 + 0,30 = 2,65\text{m}$$

$$\text{Volume}_1 = \text{Área}_1 \times h_1 = 44,40\text{m}^3$$

**ii. Reaterro**

$$\text{Área}_2 = (0,50 + 3,53 + 0,50) \times 2,53 = 11,46\text{m}^2$$

$$h_2 = 2,65\text{m}$$

$$\text{Volume}_2 = \text{Área}_2 \times h_2 = 30,37\text{m}^3$$

$$\text{Volume Total} = V_1 - V_2 = 44,40 - 30,37 = 14,03\text{m}^3$$

**iii. Concreto Magro**

$$\text{Área} = (0,50 + 3,53 + 0,50) \times 2,53 = 11,46\text{m}^2$$

$$\text{Espessura} = 0,10\text{m}$$

$$\text{Volume} = \text{Área} \times \text{Espessura} = 1,15\text{m}^3$$

**iv. Concreto Simples**

$$\text{Área}_{\text{paredes}} = (4,33 \times 2,33) - (3,53 \times 1,53) = 4,69\text{m}^2$$

$$h_{\text{paredes}} = \left(\frac{2,25 + 2,575}{2}\right) = 2,41\text{m}$$

$$\text{Volume}_{\text{paredes}} = \text{Área}_{\text{paredes}} \times h_{\text{paredes}} = 11,31\text{m}^3$$

$$\text{Área}_{\text{laje fundo}} = 4,33 \times 2,33 = 10,09\text{m}^2$$

$$\text{Espessura}_{\text{laje fundo}} = 0,30\text{m}$$

$$\text{Volume}_{\text{laje fundo}} = \text{Área}_{\text{laje fundo}} \times \text{Espessura}_{\text{laje fundo}} = 3,03\text{m}^3$$

$$\text{Volume Total} = \text{Volume}_{\text{paredes}} + \text{Volume}_{\text{laje fundo}} = 14,34\text{m}^3$$

**v. Forma**

$$\text{Perímetro}_{\text{paredes}} = [(4,33 + 2,33) \times 2] + [(3,53 + 1,53) \times 2] = 23,44\text{m}$$

$$h_{\text{paredes}} = 2,41\text{m}$$

$$\text{Área}_{\text{paredes}} = \text{Perímetro}_{\text{paredes}} \times h_{\text{paredes}} = 56,49\text{m}^2$$

$$\text{Perímetro}_{\text{laje fundo}} = (4,33 + 2,33) \times 2 = 13,32\text{m}$$

$$h_{\text{laje fundo}} = 0,30 + 0,10 = 0,40\text{m}$$

$$\text{Área}_{\text{laje fundo}} = \text{Perímetro}_{\text{laje fundo}} \times h_{\text{laje fundo}} = 5,33\text{m}^2$$

$$\text{Área Total} = \text{Área}_{\text{paredes}} + \text{Área}_{\text{laje fundo}} = 61,82\text{m}^2$$

- **Boca de Bueiro Duplo Ø= 1,20m (Cabezal para Alcantarilla TCMD Ø = 48")**

**i. Escavação de Vala (Mecânica)**

Área<sub>1</sub> = 3,08m<sup>2</sup> (calculada no AutoCad - ver anexo)

$$l_m = (0,50 + 0,50 + 5,95 + 0,50 + 0,50) + h_m = 7,95 + \left(\frac{2,00+0,50}{2}\right) = 9,20m$$

$$\text{Volume}_1 = \text{Área}_1 \times l_m = 28,34m^3$$

OBS.: Essa escavação será executada após a construção do aterro da plataforma da pista.

**ii. Reaterro**

Área<sub>2</sub> = 10,84m<sup>2</sup> (calculada no AutoCad - ver anexo)

$$h_2 = \left(\frac{1,81+0,82}{2}\right) = 1,32m$$

$$\text{Volume}_2 = \text{Área}_2 \times h_2 = 14,25m^3$$

$$\text{Área}_3 = 5,95 \times 0,25 = 1,49m^2$$

$$h_3 = 0,10m$$

$$\text{Volume}_3 = \text{Área}_3 \times h_3 = 0,15m^3$$

$$\text{Volume Total} = V_1 - (V_2 + V_3) = 13,94m^3$$

**iii. Concreto magro**

Área = 10,84m<sup>2</sup>

Espessura = 0,10m

$$\text{Volume} = \text{Área} \times \text{Espessura} = 1,08m^3$$

**iv. Concreto Simples**

- Calçada

Área<sub>1</sub> = 10,84m<sup>2</sup>

h<sub>1</sub> = 0,30m

$$V_1 = \text{Área}_1 \times h_1 = 3,25m^3$$

- Alas

$$\text{Área}_2 = \left(\frac{1,50+0,70}{2}\right) \times \left(\frac{1,80+2,02}{2}\right) = 2,10m^2$$

$$\text{Espessura}_1 = \left(\frac{0,20+0,30}{2}\right) = 0,25m$$

$$V_2 = (\text{Área}_2 \times \text{Espessura}_1) \times 2 \text{ un.} = 1,05m^3$$

- Testa

$$\text{Área}_3 = (3,81 \times 1,50) - \left[\left(\frac{\pi \times (1,20)^2}{4}\right) \times 2\right] = 3,45m^2$$

$$\text{Espessura}_2 = \left(\frac{0,35+0,50}{2}\right) = 0,43m$$

$$V_3 = \text{Área}_3 \times \text{Espessura}_2 = 1,48m^3$$

$$\text{Volume Total} = V_1 + V_2 + V_3 = 5,78m^3$$

**v. Forma**

- *Calçada*

Perímetro<sub>1</sub> = 15,14m (calculada no *AutoCad* - ver anexo)

h<sub>1</sub> = 0,30m

Área<sub>1</sub> = Perímetro<sub>1</sub> x h<sub>1</sub> = 4,54m<sup>2</sup>

Área<sub>2</sub> = 5,95 x 0,10 = 0,60m<sup>2</sup>

- *Alas*

Área<sub>3</sub> =  $\left\{ \left[ \left( \frac{1,50+0,70}{2} \right) \times \left( \frac{1,80+2,02}{2} \right) \right] \times 2 \right\} \times 2 \text{ un} = 8,40\text{m}^2$

Área<sub>4</sub> =  $\left[ (2,07 * + 0,70) \times \left( \frac{0,20+0,30}{2} \right) \right] \times 2 = 1,39\text{m}^2$  (\* hipotenusa dos catetos 1,91 e 0,80)

- *Testa*

Área<sub>5</sub> =  $\left\{ (3,81 \times 1,50) - \left[ \left( \frac{\pi \times (1,20)^2}{4} \right) \times 2 \right] \right\} \times 2 = 6,91\text{m}^2$

Área<sub>6</sub> =  $\left[ \left( \frac{0,35+0,50}{2} \right) \times 1,50 \right] \times 2 = 1,28\text{m}^2$

**Área Total =  $\sum_{i=1}^6 \text{Área } i = 23,12\text{m}^2$**

• **Bueiro Duplo  $\varnothing = 1,20\text{m}$  (Alcantarilla TMCD  $\varnothing = 48''$ )**

**i. TMC  $\varnothing = 48''$  - Tubo de Metal Corrugado**

**Extensão =  $12,15 \times 2 \text{ unid.} = 24,30\text{m}$**

**ii. Escavação de Vala (Mecânica)**

$$l = 0,50 + 1,20 + 0,60 + 1,20 + 0,50 = 4,00\text{m}$$

$$h_m = 29,85 / 11,15 = 2,68\text{m}$$

$$L = \left( \frac{l+l+h_m+h_m}{2} \right) = l + h_m = 4,00 + 2,68 = 6,68\text{m}$$

$$\text{Área}_1 = \left( \frac{l+L}{2} \right) \times h_m = \left( \frac{4,00+6,68}{2} \right) \times 2,68 = 14,31\text{m}^2$$

$$\text{Extensão}_1 = 12,15 - 0,50 - 0,50 = 11,15\text{m}$$

$$\text{Volume}_1 = \text{Área}_1 \times \text{Extensão}_1 = 159,57\text{m}^3$$

*OBS.: Essa escavação será executada após a construção do aterro da plataforma da pista.*

**iii. Embasamento (Material Granular Compactado)**

$$\text{Área}_2 = 4,00 \times 0,15 = 0,60\text{m}^2$$

$$\text{Extensão}_2 = 11,15\text{m}$$

$$\text{Volume}_2 = \text{Área}_2 \times \text{Extensão}_2 = 6,69\text{m}^3$$

**iv. Reaterro**

$$\text{Área}_3 = \left( \frac{\pi \times (1,20)^2}{4} \right) \times 2 \text{ un} = 2,26\text{m}^2$$

$$\text{Extensão}_3 = 11,15\text{m}$$

$$\text{Volume}_3 = \text{Área}_3 \times \text{Extensão}_3 = 25,22\text{m}^3$$

$$\text{Volume Total} = V_1 - (V_2 + V_3) =$$

$$\mathbf{V_T = 159,57 - (6,69 + 25,22) = 127,66\text{m}^3}$$

*OBS.: TMCD = Tubería de Metal Corrugada Doble*

- **Dissipador de Energia (Emboquillado de Piedras)**

- i. **Pedra Argamassada (Piedra Emboquillada)**

$$\text{Área}_1 = (5,95 \times 0,20) + \left\{ \left[ \left( \frac{0,20+0,40}{2} \right) \times 0,40 \right] \times 2 \right\} = 1,43\text{m}^2$$

$$\text{Extensão}_1 = 5,00\text{m}$$

$$\text{Volume}_1 = \text{Área}_1 \times \text{Extensão}_1 = 7,15\text{m}^3$$

$$\text{Área}_2 = 0,60 \times 0,30 = 0,18\text{m}^2$$

$$\text{Largura} = 5,95\text{m}$$

$$\text{Volume}_2 = \text{Área}_2 \times \text{Largura} = 1,07\text{m}^3$$

$$\text{Volume Total} = V_1 + V_2 = 8,22\text{m}^3$$

- ii. **Embasamento (Material Granular Compactado)**

$$\text{Área} = 5,95 \times 5,00 = 29,75\text{m}^2$$

$$\text{Espessura} = 0,20\text{m}$$

$$\text{Volume} = \text{Área} \times \text{Espessura} = 5,95\text{m}^3$$

- iii. **Enrocamento de Pedra Arrumada (Enrocado)**

$$\text{Área} = 5,40 \times 5,95 = 32,13\text{m}^2$$

$$\text{Espessura} = 0,40\text{m} (\varnothing = 0,40\text{m das pedras})$$

$$\text{Volume} = \text{Área} \times \text{Espessura} = 12,85\text{m}^3$$

- iv. **Escavação de Vala (Manual)**

$$\text{Área}_1 = 5,95 \times 5,00 = 29,75\text{m}^2$$

$$\text{Espessura}_1 = 0,20 + 0,20 = 0,40\text{m}$$

$$\text{Volume}_1 = \text{Área}_1 \times \text{Espessura}_1 = 11,90\text{m}^3$$

$$\text{Área}_2 = 5,40 \times 5,95 = 32,13\text{m}^2$$

$$\text{Espessura}_2 = 0,40\text{m}$$

$$\text{Volume}_2 = \text{Área}_2 \times \text{Espessura}_2 = 12,85\text{m}^3$$

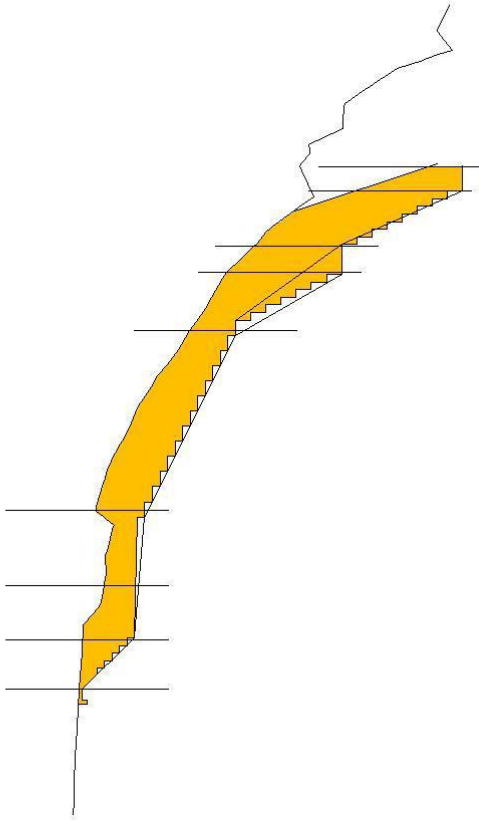
$$\text{Volume Total} = V_1 + V_2 = 24,75\text{m}^3$$

OBS.: O Enrocamento de Pedra Arrumada está no desenho de detalhe típico.

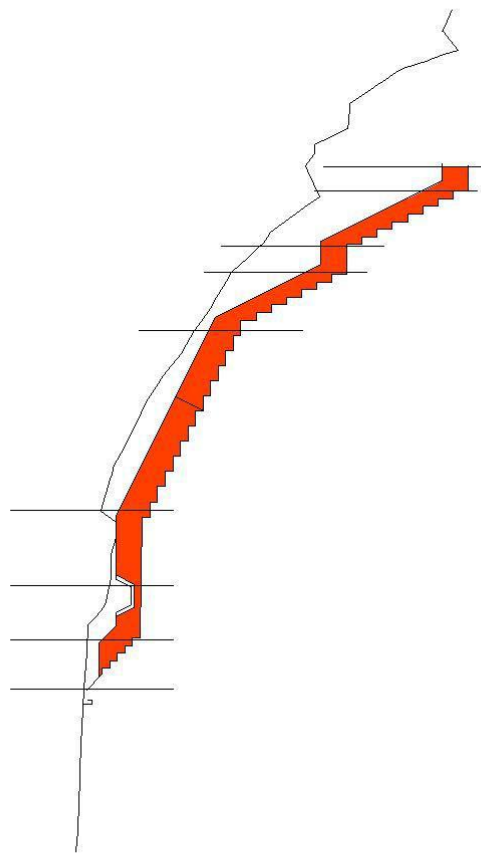
**RODOVIA DOS ANDES**  
**DRENAGEM - SUBSTITUIÇÃO DE PONTILHÃO KM 92+363 POR BUEIRO DUPLO**  
 QUANTIDADE - ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA (ATO)

| SERVIÇO  | UNIDADE | QUANTIDADE            |                |                |                |                     |                       |        | TOTAL    |
|--|---------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------|--------|----------|
|  |         | VALETA DE P. DE CORTE | DESCIDA D'ÁGUA | CAIXA COLETORA | BOCA DE BUEIRO | BUEIRO DUPLO Ø= 48" | DISSIPADOR DE ENERGIA |        |          |
| CONCRETO CICLÓPICO   | m³      | 118,94                | -              | -              | -              | -                   | -                     | -      | 118,94   |
| CONCRETO SIMPLES   | m³      | -                     | -              | 14,34          | 5,78           | -                   | -                     | -      | 20,12    |
| FORMA P/ DRENAGEM  | m²      | 80,01                 | 272,12         | 61,82          | 23,12          | -                   | -                     | -      | 437,07   |
| MANTA GEOTÊXTIL  | m²      | 495,00                | 322,94         | -              | -              | -                   | -                     | -      | 817,94   |
| PEDRA ARGAMASSADA  | m³      | -                     | 43,17          | -              | -              | -                   | -                     | 8,22   | 51,39    |
| TMC Ø=48" (substituído por Estrut. Tunnel Linner Ø= 1,20m) | m       | -                     | -              | -              | -              | -                   | -                     | 24,30  | 24,30    |
| ENROCAMENTO  | m³      | -                     | -              | -              | -              | -                   | -                     | 12,85  | 12,85    |
| ESCAVAÇÃO MEC. VALA  | m³      | -                     | -              | 44,40          | 28,34          | -                   | -                     | 159,57 | 232,31   |
| ESCAVAÇÃO MANUAL   | m³      | 319,69                | 738,12         | -              | -              | -                   | -                     | 24,75  | 1.082,56 |
| COMPACTAÇÃO MANUAL   | m³      | -                     | 207,14         | -              | -              | -                   | -                     | -      | 207,14   |
| REATERRO DE VALA   | m³      | -                     | -              | 14,03          | 13,94          | -                   | -                     | 127,66 | 155,63   |
| CONCRETO MAGRO   | m³      | -                     | -              | 1,15           | 1,08           | -                   | -                     | -      | 2,23     |
| EMBASAMENTO  | m³      | -                     | -              | -              | -              | -                   | -                     | 6,69   | 12,64    |

DRENAGEM – PONTILHÃO KM 92+363 – ATO



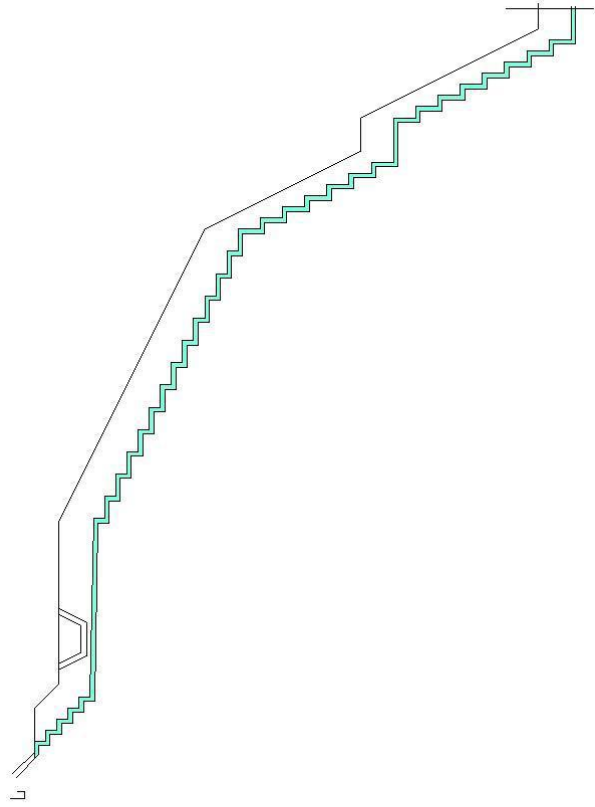
ÁREA ESCAVAÇÃO (DESCIDA D'ÁGUA EM DEGRAU) = 131,27m<sup>2</sup>



ÁREA REATERRO (DESCIDA D'ÁGUA EM DEGRAU) = 64,73m<sup>2</sup>

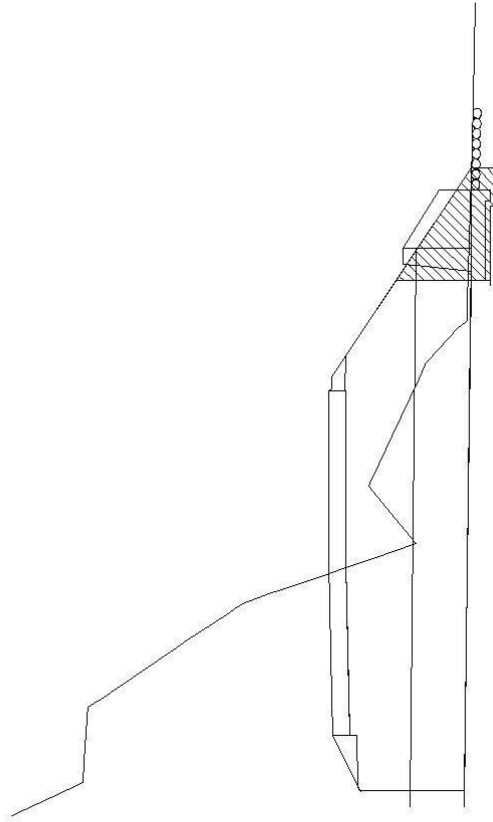


# DRENAGEM — PONTILHÃO KM 92+363 — ATO

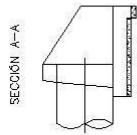
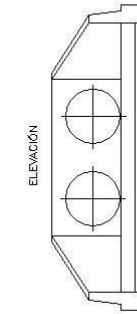


ÁREA PEDRA ARGAMASSADA (DESCIDA D'ÁGUA EM DEGRAU) = 11,52m<sup>2</sup>

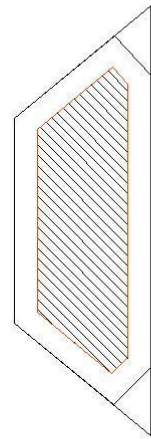
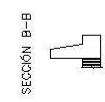
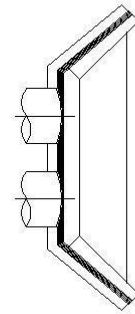
DRENAGEM – PONTILHÃO KM 92+363 – ATO



ÁREA ESCAVAÇÃO (BOCA DE BUEIRO) = 3,08m<sup>2</sup>



PLANTA



ÁREA REATERRO (BOCA DE BUEIRO) = 10,84m<sup>2</sup>

PERÍMETRO FORMA (BOCA DE BUEIRO) = 15,14m

**APÊNDICE III - F.1 – MEMÓRIA DE CÁLCULO**

SINALIZAÇÃO/ SEGURANÇA VIÁRIA – DEFENSA METÁLICA –  
KM 46+000 - 59+000

(Projeto Executivo)

**RODOVIA DOS ANDES**  
**SINALIZAÇÃO - DEFENSA METÁLICA - KM 46+000 - 59+000**  
 QUANTIDADE - PROJETO EXECUTIVO

| ESTACA       |         | LADO      | EXTENSÃO<br>PRELIMINAR (m) | Nº DE MÓDULOS<br>(3,81m) | EXTENSÃO FINAL<br>(m) |
|--------------|---------|-----------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|
| INÍCIO       | FINAL   |           |                            |                          |                       |
| 372+090      | 372+110 | lzquierdo | 20,00                      | 5                        | 20,05                 |
| 372+155      | 372+200 | lzquierdo | 45,00                      | 12                       | 46,72                 |
| 372+170      | 372+200 | Derecho   | 30,00                      | 8                        | 31,48                 |
| 372+340      | 372+520 | lzquierdo | 180,00                     | 47                       | 180,07                |
| 372+245      | 372+280 | Derecho   | 35,00                      | 9                        | 35,29                 |
| 372+720      | 372+750 | lzquierdo | 30,00                      | 8                        | 31,48                 |
| 372+920      | 372+955 | lzquierdo | 35,00                      | 9                        | 35,29                 |
| 373+410      | 373+430 | lzquierdo | 20,00                      | 5                        | 20,05                 |
| 373+620      | 373+685 | lzquierdo | 65,00                      | 17                       | 65,77                 |
| 373+800      | 373+820 | lzquierdo | 20,00                      | 5                        | 20,05                 |
| 373+990      | 374+010 | lzquierdo | 20,00                      | 5                        | 20,05                 |
| 375+160      | 375+260 | lzquierdo | 100,00                     | 26                       | 100,06                |
| 375+420      | 375+460 | lzquierdo | 40,00                      | 10                       | 39,1                  |
| 375+905      | 375+920 | lzquierdo | 15,00                      | 4                        | 16,24                 |
| 376+200      | 376+230 | lzquierdo | 30,00                      | 8                        | 31,48                 |
| 376+340      | 376+360 | lzquierdo | 20,00                      | 5                        | 20,05                 |
| 376+345      | 376+360 | Derecho   | 15,00                      | 4                        | 16,24                 |
| 376+740      | 376+980 | lzquierdo | 240,00                     | 63                       | 241,03                |
| 377+840      | 377+880 | lzquierdo | 40,00                      | 10                       | 39,1                  |
| 378+470      | 378+500 | lzquierdo | 30,00                      | 8                        | 31,48                 |
| 379+170      | 379+200 | lzquierdo | 30,00                      | 8                        | 31,48                 |
| 379+180      | 379+200 | Derecho   | 20,00                      | 5                        | 20,05                 |
| 379+415      | 379+445 | Derecho   | 30,00                      | 8                        | 31,48                 |
| 379+510      | 379+590 | Derecho   | 80,00                      | 21                       | 81,01                 |
| 379+560      | 379+585 | lzquierdo | 25,00                      | 7                        | 27,67                 |
| 54+290       | 54+375  | Derecho   | 85,00                      | 22                       | 84,82                 |
| 54+580       | 54+610  | Derecho   | 30,00                      | 8                        | 31,48                 |
| 56+240       | 56+280  | lzquierdo | 40,00                      | 10                       | 39,1                  |
| 56+560       | 57+080  | lzquierdo | 520,00                     | 136                      | 519,16                |
| 58+545       | 58+600  | Derecho   | 55,00                      | 14                       | 54,34                 |
| 58+680       | 58+750  | lzquierdo | 70,00                      | 18                       | 69,58                 |
| 58+880       | 58+910  | Derecho   | 30,00                      | 8                        | 31,48                 |
| <b>TOTAL</b> |         |           | <b>2.045,00</b>            | <b>533,00</b>            | <b>2.062,73</b>       |

**NOTAS:** Na extensão final estão incluídos os terminais das defensas metálicas.

A extensão dos trechos foi calculado pela diferença entre estacas e não pelo desenvolvimento das curvas.

**OBS.:** Nesse trecho da rodovia estudado, o eixo de geometria contém duas igualdades de estaca: o km 46+0,40 = 372+0,40 e o km 379+849,24 = 54+228,94.

**APÊNDICE III - F.2 – MEMÓRIA DE CÁLCULO**

SINALIZAÇÃO/ SEGURANÇA VIÁRIA – DEFENSA METÁLICA –  
KM 46+000 - 59+000

(Assistência Técnica de Obra)

**RODOVIA DOS ANDES****SINALIZAÇÃO - DEFENSA METÁLICA - KM 46+000 - 59+000**

QUANTIDADE - ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE OBRA (ATO)

| ESTACA       |        | LADO      | EXTENSÃO<br>PRELIMINAR (m) | Nº DE MÓDULOS<br>(3,81m) | EXTENSÃO FINAL<br>(m) |
|--------------|--------|-----------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|
| INÍCIO       | FINAL  |           |                            |                          |                       |
| 46+050       | 46+125 | Izquierdo | 75,00                      | 20                       | 77,2                  |
| 46+155       | 46+220 | Derecho   | 65,00                      | 17                       | 65,77                 |
| 46+190       | 46+220 | Izquierdo | 30,00                      | 8                        | 31,48                 |
| 46+240       | 46+254 | Derecho   | 14,00                      | 4                        | 16,24                 |
| 46+240       | 46+254 | Izquierdo | 14,00                      | 4                        | 16,24                 |
| 46+270       | 46+290 | Derecho   | 20,00                      | 5                        | 20,05                 |
| 46+270       | 46+284 | Izquierdo | 14,00                      | 4                        | 16,24                 |
| 46+370       | 46+420 | Izquierdo | 50,00                      | 13                       | 50,53                 |
| 46+835       | 46+890 | Izquierdo | 55,00                      | 14                       | 54,34                 |
| 46+933       | 46+945 | Derecho   | 12,00                      | 3                        | 12,43                 |
| 46+954       | 46+968 | Izquierdo | 14,00                      | 4                        | 16,24                 |
| 47+035       | 47+095 | Izquierdo | 60,00                      | 16                       | 61,96                 |
| 47+235       | 47+285 | Izquierdo | 50,00                      | 13                       | 50,53                 |
| 47+490       | 47+545 | Izquierdo | 55,00                      | 14                       | 54,34                 |
| 47+850       | 47+910 | Izquierdo | 60,00                      | 16                       | 61,96                 |
| 48+025       | 48+065 | Izquierdo | 40,00                      | 10                       | 39,1                  |
| 48+081       | 48+092 | Derecho   | 11,00                      | 3                        | 12,43                 |
| 48+105       | 48+119 | Izquierdo | 14,00                      | 4                        | 16,24                 |
| 48+358       | 48+370 | Derecho   | 12,00                      | 3                        | 12,43                 |
| 48+386       | 48+399 | Izquierdo | 13,00                      | 3                        | 12,43                 |
| 48+500       | 48+560 | Izquierdo | 60,00                      | 16                       | 61,96                 |
| 49+280       | 49+360 | Izquierdo | 80,00                      | 21                       | 81,01                 |
| 49+850       | 49+910 | Izquierdo | 60,00                      | 16                       | 61,96                 |
| 50+310       | 50+347 | Derecho   | 37,00                      | 10                       | 39,1                  |
| 50+361       | 50+380 | Derecho   | 19,00                      | 5                        | 20,05                 |
| 50+363       | 50+376 | Izquierdo | 13,00                      | 3                        | 12,43                 |
| 50+755       | 50+800 | Izquierdo | 45,00                      | 12                       | 46,72                 |
| 51+290       | 51+380 | Izquierdo | 90,00                      | 24                       | 92,44                 |
| 51+860       | 51+925 | Izquierdo | 65,00                      | 17                       | 65,77                 |
| 52+090       | 52+145 | Izquierdo | 55,00                      | 14                       | 54,34                 |
| 52+466       | 52+477 | Derecho   | 11,00                      | 3                        | 12,43                 |
| 52+493       | 52+505 | Izquierdo | 12,00                      | 3                        | 12,43                 |
| 52+913       | 52+926 | Derecho   | 13,00                      | 3                        | 12,43                 |
| 52+939       | 52+952 | Izquierdo | 13,00                      | 3                        | 12,43                 |
| 53+160       | 53+187 | Derecho   | 27,00                      | 7                        | 27,67                 |
| 53+165       | 53+187 | Izquierdo | 22,00                      | 6                        | 23,86                 |
| 53+205       | 53+230 | Derecho   | 25,00                      | 7                        | 27,67                 |
| 53+205       | 53+240 | Izquierdo | 35,00                      | 9                        | 35,29                 |
| 53+465       | 53+500 | Derecho   | 35,00                      | 9                        | 35,29                 |
| 53+900       | 53+940 | Derecho   | 40,00                      | 10                       | 39,1                  |
| 54+445       | 54+490 | Derecho   | 45,00                      | 12                       | 46,72                 |
| 54+893       | 54+905 | Derecho   | 12,00                      | 3                        | 12,43                 |
| 55+283       | 55+296 | Izquierdo | 13,00                      | 3                        | 12,43                 |
| 55+679       | 55+691 | Derecho   | 12,00                      | 3                        | 12,43                 |
| 55+708       | 55+719 | Izquierdo | 11,00                      | 3                        | 12,43                 |
| 55+800       | 55+855 | Derecho   | 55,00                      | 14                       | 54,34                 |
| 56+030       | 56+043 | Derecho   | 13,00                      | 3                        | 12,43                 |
| 56+054       | 56+070 | Derecho   | 16,00                      | 4                        | 16,24                 |
| 56+056       | 56+069 | Izquierdo | 13,00                      | 3                        | 12,43                 |
| 56+345       | 56+430 | Izquierdo | 85,00                      | 22                       | 84,82                 |
| 56+860       | 56+900 | Izquierdo | 40,00                      | 10                       | 39,1                  |
| 57+070       | 57+081 | Derecho   | 11,00                      | 3                        | 12,43                 |
| 57+094       | 57+107 | Izquierdo | 13,00                      | 3                        | 12,43                 |
| 57+400       | 57+450 | Izquierdo | 50,00                      | 13                       | 50,53                 |
| 58+560       | 58+620 | Derecho   | 60,00                      | 16                       | 61,96                 |
| <b>TOTAL</b> |        |           | <b>1.884,00</b>            | <b>491,00</b>            | <b>1.925,71</b>       |

**NOTAS:** Na extensão final estão incluídos os terminais das defensas metálicas.

A extensão dos trechos foi calculado pela diferença entre estacas e não pelo desenvolvimento das curvas.

**APÊNDICE IV – FIGURAS AMPLIADAS DOS PROJETOS EXECUTIVO E ATO**





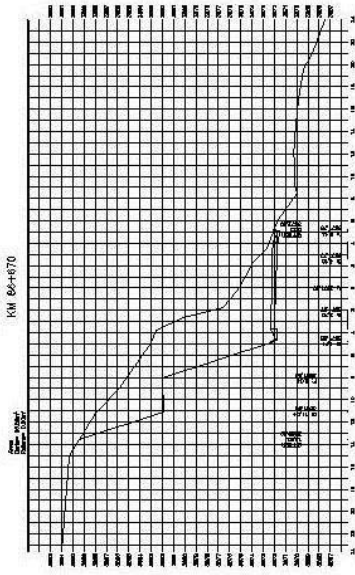
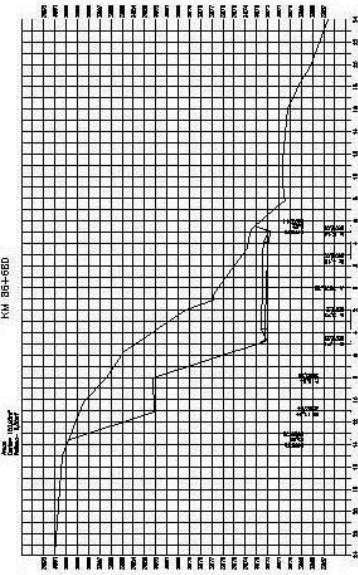
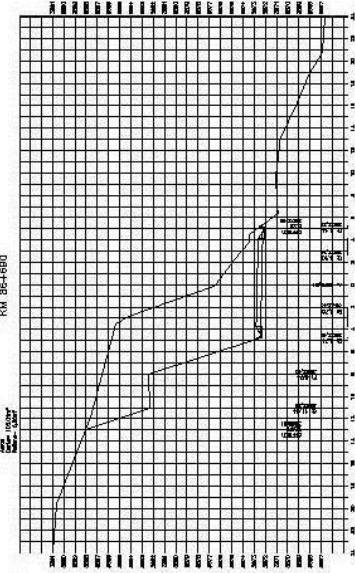
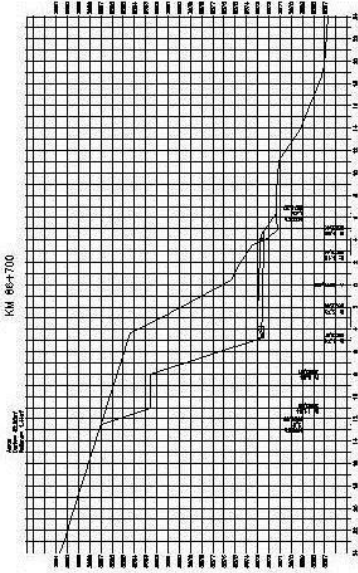
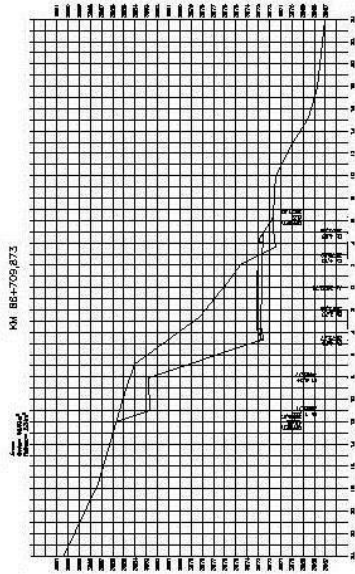
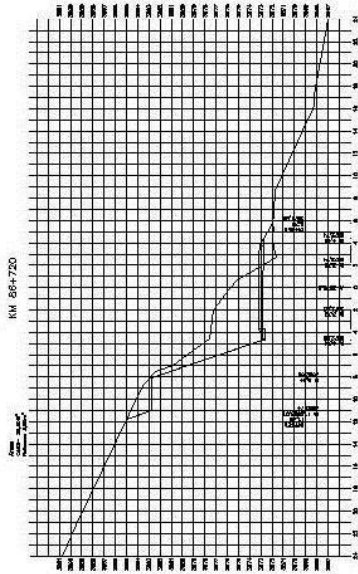
**APÊNDICE IV - A – FIGURAS AMPLIADAS DOS PROJETOS EXECUTIVO E ATO**

GEOMETRIA – VARIANTE KM 77+020 - 78+040

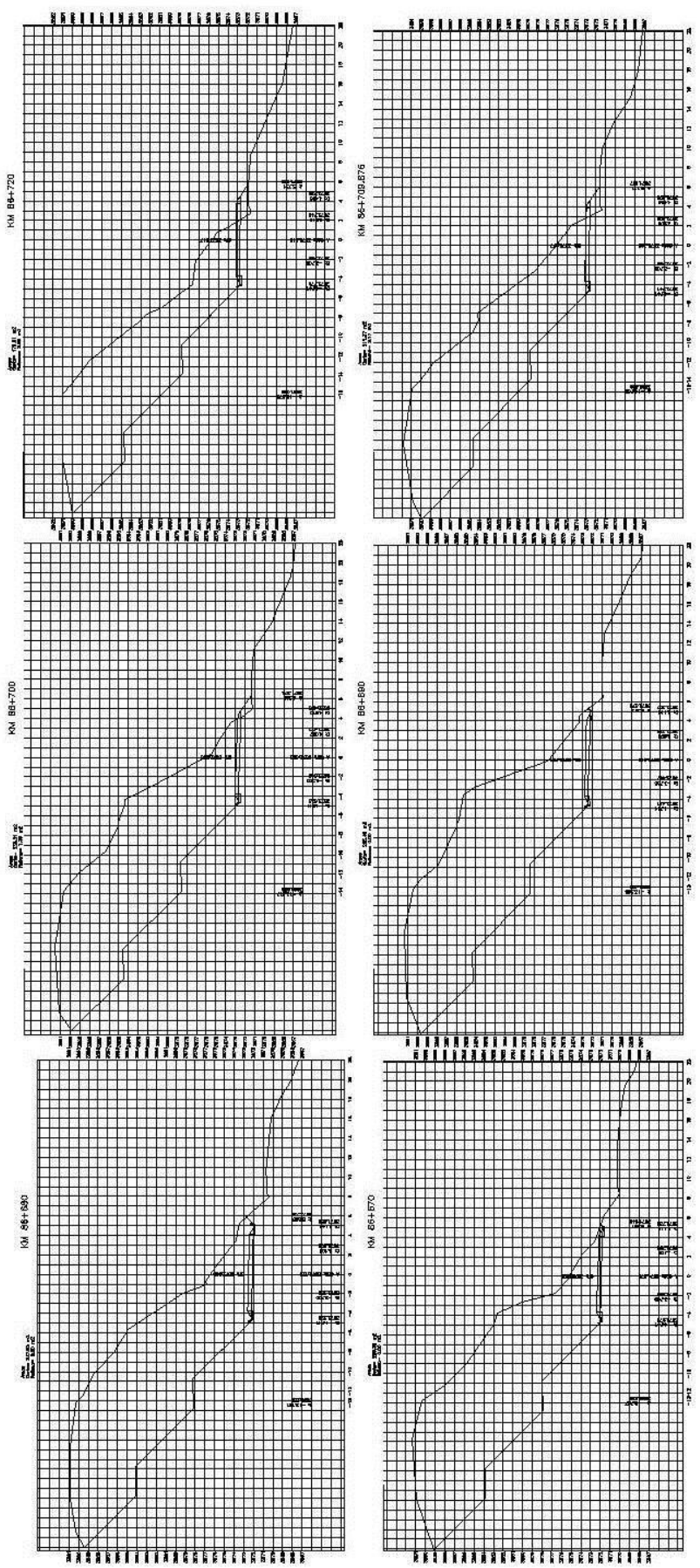


**APÊNDICE IV - B – FIGURAS AMPLIADAS DOS PROJETOS EXECUTIVO E ATO**

GEOTECNIA – VARIAÇÃO DE TALUDE DE CORTE KM 86+670 – 86+920



# SECCIONES PROYECTO EJECUTIVO

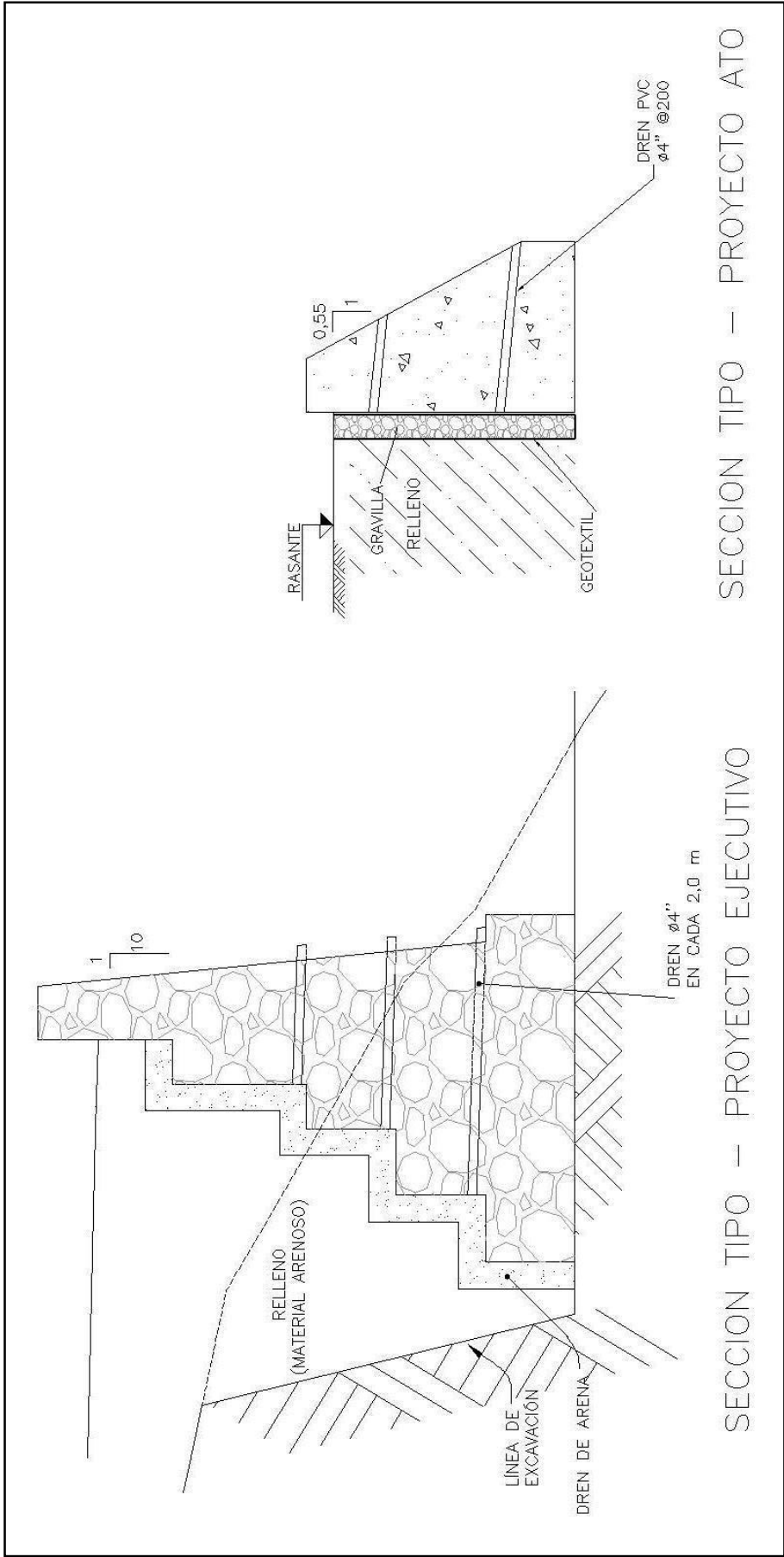


# SECCIONES PROYECTO ATO



**APÊNDICE IV - C – FIGURAS AMPLIADAS DOS PROJETOS EXECUTIVO E ATO**

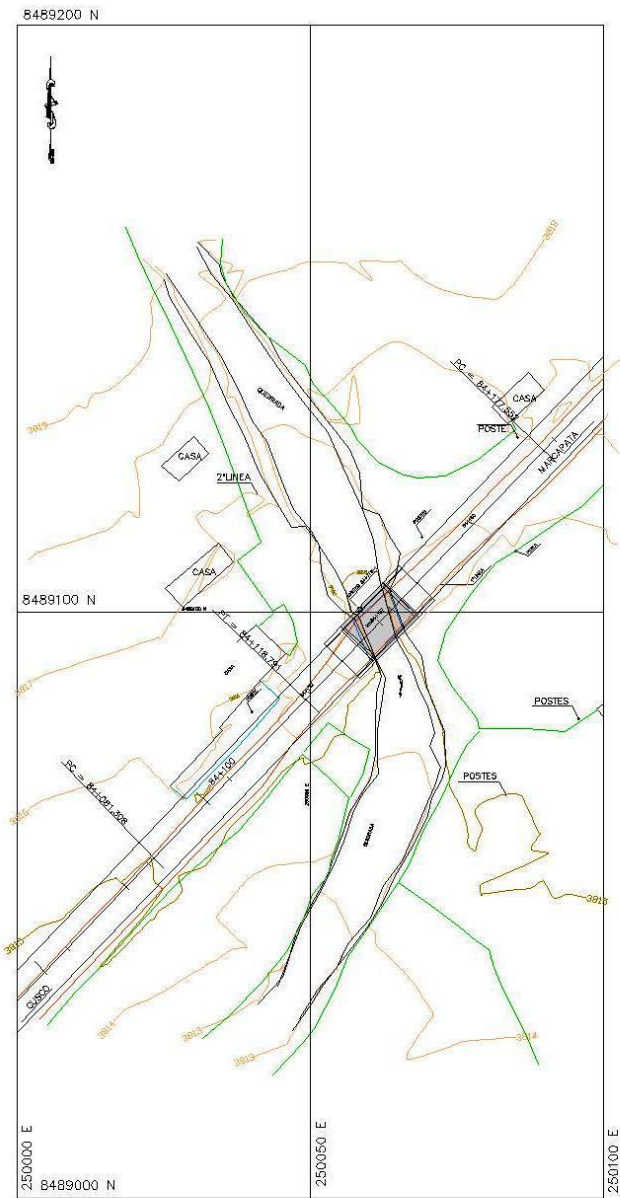
MURO DE CONTENÇÃO – KM 54+660 - 54+725 (Projeto Executivo) x  
KM 54+295 - 54+316 (Projeto ATO)



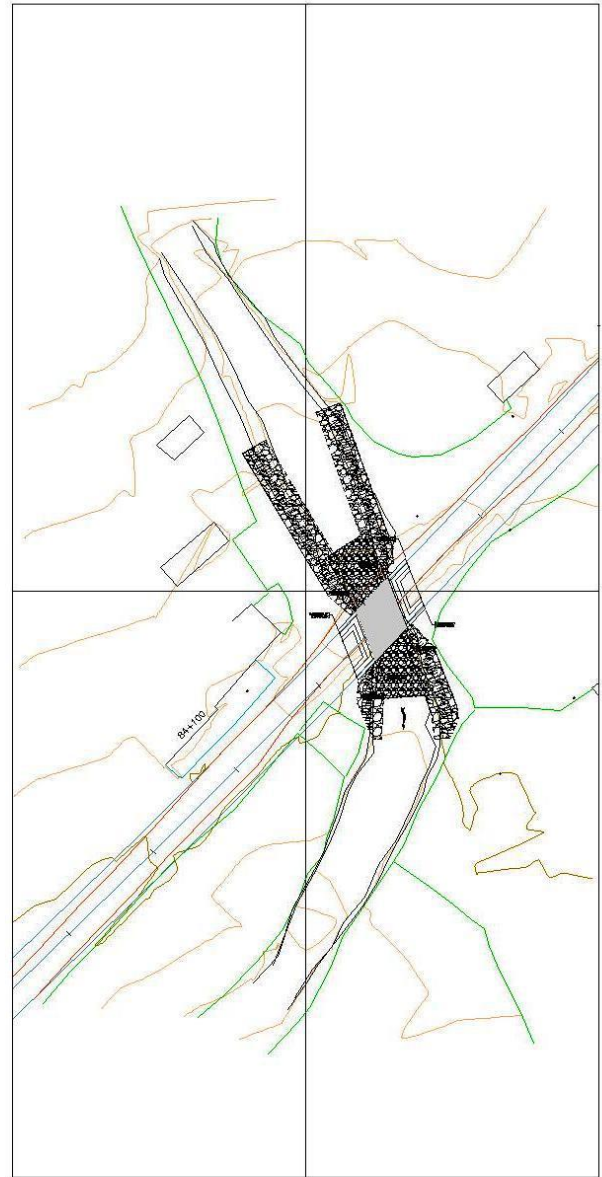


**APÊNDICE IV - D – FIGURAS AMPLIADAS DOS PROJETOS EXECUTIVO E ATO**

OBRA DE ARTE ESPECIAL – PONTILHÃO KM 84+137



PLANTA - PROYECTO EJECUTIVO

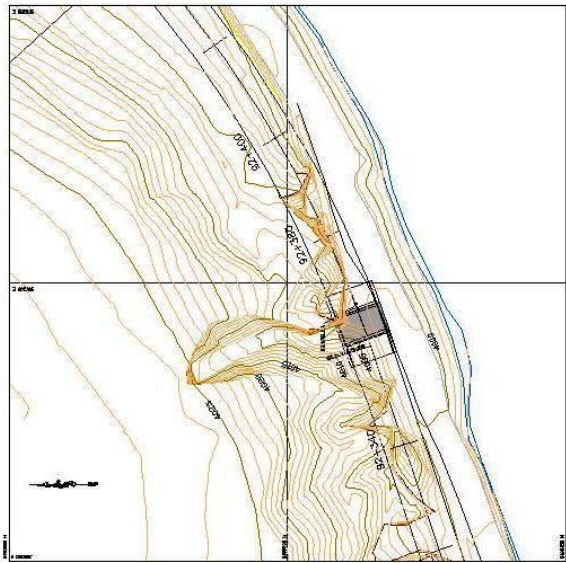


PLANTA - PROYECTO ATO

**APÊNDICE IV - E – FIGURAS AMPLIADAS DOS PROJETOS EXECUTIVO E ATO**  
**DRENAGEM – SUBSTITUIÇÃO DE PONTILHÃO KM 92+363 POR BUEIRO DUPLO**



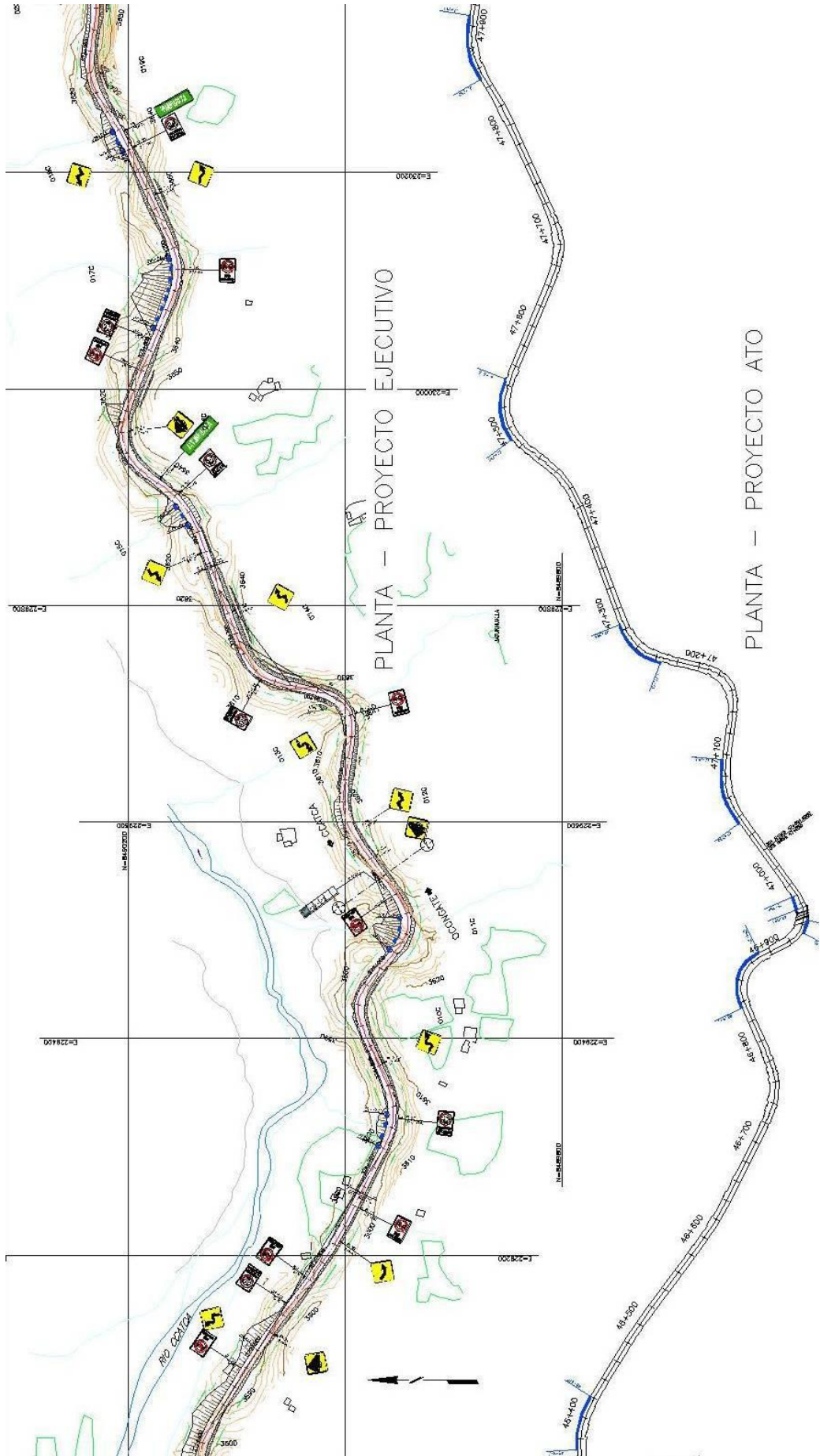
PLANTA — PROYECTO ATO



PLANTA — PROYECTO EJECUTIVO

**APÊNDICE IV - F – FIGURAS AMPLIADAS DOS PROJETOS EXECUTIVO E ATO**

SINALIZAÇÃO/ SEGURANÇA VIÁRIA – DEFENSA METÁLICA –  
KM 46+000 - 59+000



## **ANEXOS**





**ANEXO I – PROPOSTAS E CONTRATOS ATO GERAL**



**ANEXO I-A – PROPOSTA PORTO MARAVILHA**

Rio de Janeiro, 30 de março de 2011.

**Ao  
CONSÓRCIO**

Rio de Janeiro - RJ

**At.:** Sr.

**Ref.:** Prestação de Serviços de Elaboração de Projetos para Execução das Obras Estruturantes de Revitalização da Área Portuária da Região Metropolitana do Rio de Janeiro

**Ass.:** Encaminhamento de Proposta Técnico-Comercial

## **1. APRESENTAÇÃO**

Atendendo à solicitação de V. Sas., estamos encaminhando a nossa proposta técnico-comercial, para a elaboração de detalhamento de todos os projetos Básicos e Executivos, incluindo As-built, Data Book e o Acompanhamento Técnico das Obras (ATO), necessários para a execução das obras **Estruturantes**, referente à Restauração e Revitalização da área portuária do Rio de Janeiro.

### **2.3. Compatibilização de Projetos**

A compatibilização de Projetos englobará:

- Verificar a compatibilização física, dimensional e sistêmica entre os diversos projetos, consultorias e especialidades;
- Apontar e propor as adequações necessárias para permitir a compatibilidades entre os projetos, consultorias e especialidades;
- Verificar e aprovar as adequações efetuadas;
- Liberar e aprovar os projetos, consultorias e especialidades em suas diversas etapas e fases;
- Submeter para análise e aprovação do Consórcio Porto Rio as situações mais complexas de alterações propostas.

### **2.4. Acompanhamento Técnico de Obra – (ATO)**

O acompanhamento técnico das obras englobará:

- Acompanhar as diversas etapas da obra, verificando e emitindo pareceres sobre o cumprimento integral das soluções de projeto;
- Detectar a necessidade de revisão, adequação e/ou otimização, considerando aspectos tais como: (i) detalhamentos complementares; (ii) minimização dos custos das obras; (iii) manutenção ou melhoria da qualidade; (iv) modificações necessárias à execução dos serviços;
- Apresentar relatórios periódicos.

**ANEXO I-B – PROPOSTA INTEROCEÂNICA**

Rio de Janeiro, 18 de Julho de 2005

À  
Avenida **Ingeniería y Construcción**  
Nº Of.

Lima - Peru

**At.: Engº**

**Ass.:** Proposta para elaboração de Projeto Executivo e Assistência Técnica à Obra

**Ref.:** Eje Vial Iñapari – Puerto Marítimo Del Sur - Tramo Urcos x Puente Inambari

Prezados Senhores:

## 1 - APRESENTAÇÃO

Em atendimento à solicitação de V.Sa. estamos encaminhando a nossa Proposta Técnica e Comercial para execução dos serviços de elaboração dos serviços em referência, de acordo com o escopo e demais condições adiante descritas.

## 2.2. – ASSISTÊNCIA TÉCNICA À OBRA

Considerando as características morfológicas do local de implantação das obras, em zonas de relevo acidentado, julgamos necessário e fundamental a mobilização de equipe técnica da a ser alocada no campo, de forma a prestar a assistência técnica à execução das obras - ATO, objetivando elaborar os eventuais ajustes e otimizações de projeto geométrico, drenagem e obras de contenção diretamente no campo, de uma forma mais ágil, junto às frentes de construção. Esta equipe contará com o apoio técnico da equipe da baseada no Rio de Janeiro para a solução de problemas mais complexos, mobilizando, sempre que julgado necessário, a ida ao campo de engenheiros especialistas.

Esta equipe da ATO será formada pelos seguintes elementos:

- 1 engenheiro residente com formação multidisciplinar capaz de decidir sobre ajustes de geometria, drenagem e pavimento;
- 1 engenheiro médio com formação múltipla capaz de decidir sobre ajustes de geometria e drenagem;
- 1 projetista de nível sênior
- 2 projetistas de nível médio
- 1 auxiliar técnico

**ANEXO I-C – CONTRATO INTEROCEÂNICA**

**CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS CELEBRADO ENTRE  
CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA**

Y

- (i) \_\_\_\_\_, sociedad constituida y existente de conformidad con las leyes de la República del Perú, identificada con Registro Único de Contribuyente (RUC) N° \_\_\_\_\_, domiciliada para los efectos del presente Contrato en Av. \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_ Of. \_\_\_\_\_, Lima, debidamente representada por el **el ING.** \_\_\_\_\_, identificado con Carne de extranjería Nro. \_\_\_\_\_, identificado con Pasaporte Nro. \_\_\_\_\_, en adelante denominado "EL CONTRATANTE"); y,
- (ii) \_\_\_\_\_ **PROJETOS DE ENGENHARIA** con domicilio en Rua \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_ Piso \_\_\_\_\_ Río de Janeiro, debidamente representado por el Ing. \_\_\_\_\_, de nacionalidad Brasileira identificado con Cédula de identidad N° \_\_\_\_\_, al que en adelante se le denominará EL CONTRATADO, en los términos y condiciones siguientes:

**PRIMERA - ANTECEDENTES.**

- 1.1 El CONTRATADO es una empresa Especializada en ejecutar actividades relacionadas a Proyectos de Ingeniería, Consultoría y Supervisión; en tanto que el CONTRATANTE es una Empresa Constructora constituida con el objeto de dedicarse única y exclusivamente a ejecutar, de manera directa o a través de empresas, todas la actividades necesarias para la construcción, transitabilidad, implementación y puesta en servicio de los tramos viales N° 2 y N° 3 del Proyecto Corredor Vial Interoceánico Sur Perú – Brasil, en adelante la obra.
- 1.2 EL CONTRATANTE ha firmado un Contrato con el CONCESIONARIO para la ejecución de las obras de referido proyecto.
- 1.3 Intervienen en la Concesión:
- EL CONCESIONARIO: Son las personas jurídicas constituidas por los Adjudicatarios que suscriben los Contratos de Concesión con el CONCEDENTE denominadas CONCESIONARIA \_\_\_\_\_ Y CONCESIONARIA \_\_\_\_\_
  - EL REGULADOR: Es el organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público – OSITRAN que tendrá como representante en Obra a una Empresa de SUPERVISION de Obra.
  - EL CONCEDENTE: Es el Estado de la República del Perú, que actúa representado por el Ministerio de Transportes y Comunicación (MTC). 0

**SEGUNDA.- OBJETO DEL CONTRATO.**

- 2.1 Por el presente documento el CONTRATADO se responsabiliza en prestar servicios de Consultoría y Asistencia Técnica de Obra a favor del Contratante, durante el proceso de optimización de los Proyectos entre el Km 207 + 840 a 208 + 400; 212 + 700 a 213 + 140; 228 + 700 a 229 + 040 de la obra Corredor Vial Interoceánico Sur Tramo 2 Urcos – Quincemil.



**ANEXO I-D – PROPOSTA COMPERJ**

# COMPLEXO PETROQUÍMICO DO RIO DE JANEIRO



## OBRAS DE EXECUÇÃO DA TERRAPLENAGEM E DRENAGEM

### Escopo de Atividades de Apoio Técnico de Fiscalização de Execução de Obras

JUNHO/2008

#### 2. ESCOPO DOS TRABALHOS

O Apoio Técnico a ser prestado pela equipe da  terá por finalidade garantir que a execução das obras, bem como a implementação dos equipamentos e de outras providências, seja efetivada de acordo com as premissas técnicas e de prazos estabelecidos nas especificações técnicas e desenhos de projeto.

Os trabalhos de apoio técnico estarão enquadrados nas macro atividades seguintes:

- a) Análise do planejamento das obras;
- b) Acompanhamento da execução das investigações geotécnicas complementares nas áreas de ocorrência de solos moles;
- c) Adequações de projeto em função das características reais dos solos de fundação e de modificações no Arranjo Geral eventualmente solicitadas pela Petrobrás;
- d) Acompanhamento e interpretação dos resultados da instrumentação implantada nos aterros sobre solos moles;
- e) Elaboração de relatórios de acompanhamento de obra, mensais e final;

**ANEXO I-E – ESTUDO COMPARATIVO DO COMPERJ**

# COMPLEXO PETROQUÍMICO DO RIO DE JANEIRO

## COMPERJ

### Estudo Comparativo das Soluções de Remoção e Não Remoção de Solo Vegetal nas Áreas de Talvegues

#### 1. OBJETIVO

O objetivo do presente documento é apresentar de uma forma sintética um descritivo das intervenções feitas pela equipe de projeto da                    neste período parcial de construção das obras.

#### 2. CONSIDERAÇÕES

A                    através de Licitação Pública foi contratada para a elaboração do projeto básico e executivo de terraplanagem do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro – COMPERJ. Foi escopo do contrato, além da elaboração dos projetos, a manutenção de uma equipe de assessoria em parte do período de construção das obras. O principal objetivo da manutenção desta equipe foi a elaboração do detalhamento geotécnico do projeto, a luz das sondagens complementares a percussão, já previstas na fase de projeto e contempladas no orçamento da construção das obras. Sobre este assunto, convém esclarecer que a campanha de sondagens que serviram para nortear as soluções geotécnicas de projeto básico e executivo, em função do escasso período tempo disponível entre a elaboração dos projetos básico e executivo e a licitação para a construção, contemplava afastamento entre furos na ordem de 200 metros. Afastamentos desta magnitude em sondagens sobre solos sedimentares, com é caso do existente na fundação das obras do COMPERJ, são incipientes para a promover um estudo detalhado do subsolo da área de implantação das obras, podendo originar às vezes soluções geotécnicas não condizentes com a realidade. Com efeito, a presença desta equipe foi providencial já no início das obras, visto que as observações colhidas através das investigações geotécnicas feitas através de sondagens à percussão e através de trincheiras propiciaram soluções de engenharia mais adequadas, trazendo quase que invariavelmente, economia e maior dinamismo a obra. Em função do exposto, pelo fato da não conclusão das sondagens previstas e, tendo em vista término do contrato em janeiro /2009, a Petrobras consolidou a celebração de um novo contrato com a                   , de forma a propiciar a continuidade dos trabalhos. Abaixo se descrevem as principais intervenções que estão sendo desenvolvidas pela equipe de projeto:

**ANEXO I-F – PROPOSTA JURONG ARACRUZ**

# ESTALEIRO JURONG ARACRUZ

## A.T.O. – ASSISTENCIA TECNICA À OBRA

### PROPOSTA TÉCNICA E COMERCIAL

DEZEMBRO 2011

## 2. ESCOPO DOS TRABALHOS

A A.T.O. das obras pela equipe da        terá por finalidade garantir que a execução das obras, bem como a implementação das bases dos equipamentos e de providências, efetivadas de acordo com as premissas técnicas do projeto executivo e de prazos estabelecidos nos cronogramas do projeto.

Os trabalhos de A.T.O. estarão enquadrados nas macroatividades seguintes:

- 2.1) Análise do planejamento das obras;
- 2.2) Inspeção e controle de campo;
- 2.3) Controle de qualidade das obras e de parâmetros;
- 2.4) Apoio à EJA na análise das medições;
- 2.5) Controle da interface projeto / obra;
- 2.6) Elaboração de relatórios mensais e final;
- 2.7) Elaboração dos “comunicados de Gerenciamento da Obra” (CGO);
- 2.8) Análise e verificação do “AS BUILT”.

**ANEXO II – DOCUMENTOS ATO RODOVIA DOS ANDES**





**ANEXO II-A – ATA DE REUNIÃO ATO-CONSÓRCIO CONSTRUTOR**

**REUNION DE TRABAJO ENTRE C                      Y ATO**  
**Septiembre 5 de 2006**  
**SEGUIMIENTO A LA REUNION DE AGOSTO 25 DE 2006**

**Participantes:**

**ATO**

**Julio                      y Luiz**

**C**

**Marcelino                      , Nora                      y Hugo**

**Objeto reunión: Hacer control sobre los compromisos de ATO en la reunión del 25.08.06**

**Temas tratados:**

1. Pontón Km. 46+949. Esta obra se ejecutara por el trazo ajustado, el cual esta definido y marcado en campo, falta que ATO defina en el día de hoy la cota de cimentación de los estribos.

***ATO visitó la obra en agosto 25 y definió la cota de cimentación.***

2. Alcantarilla en Km. 47+173. El diseño de la alcantarilla fue entregado en el día de ayer, falta que ATO entregue en el día de mañana la memoria de calculo del diseño de la alcantarilla y la justificación de haber cambiado de un pontón a la alcantarilla.

***ATO entregó en agosto 25 la memoria de diseño respectiva.***

3. Pontones de Yanamayo. Se solicita a ATO un esquema típico de protección a la socavación a la entrada de los pontones, el cual se acomodará específicamente en cada caso, iniciando con los pontones de Yanamayo. Igual se esta a la espera del esquema típico de los aproches a la entrada de los pontones, con enrocado. *ATO se compromete a entregar lo requerido, para el próximo 30 de agosto de 2006.*

***ATO no ha entregado el esquema de aproches y tampoco ha entregado los esquemas complementarios para la proteccion a la socavación a la entrada de los pontones, principalmente a la entrada y salida de los pontones de Yanamayo. Se comprometen con entregar en septiembre 8 de 2006. Se solicita a ATO mayor cuidado con los datos de rasante y la geometria en los pontones por influencia de los sobranchos y peraltes antes y después de curvas horizontales.***

4. ATO, debe en este momento implementar un plan supletorio, e identificar y diseñar uno o varios botaderos entre Km. 60 y Km. 70. También, ofrece ATO, entregar el día de mañana, el diseño del botadero 16D. ATO se compromete a tener identificado sitios de botaderos entre Km. 60 y Km. 70, para el próximo 1 de septiembre de 2006.

***ATO no ha avanzado en este tema. C                      expresa la necesidad de contar con un balance de materiales entre cortes, llenos y materiales excedentes, para así evaluar la necesidad de diseñar botaderos entre el Km. 60 y el Km. 100. Se recomienda tener presente que entre el Km. 64 y Km. 68, por la vía existente, si se aprueba la variante, se podrán disponer sitios para botaderos, por lo cual, ATO debe prever desde ya lo que requiera para diseñar.***

**ANEXO II-B – PLANO DE TRABALHO DA ATO**

REUNIÓN ATO : 02/07  
 PERÍODO : 10/07 hasta 20/07

TRABAJOS A SER DESARROLLADOS

| Descripción del Trabajo  | Datos Necessarios                                    | Responsabl   | Previsión | Entreg | Observación   |
|--|--|--------------|-----------|--------|---|
| 1- Planos de suelo reforzado 64+300  |  | Martin       |           | 26/jun |   |
| 2- Falla del km 30 asta km 30+250  |  | Martin       |           | 04/jul |   |
| 3- Falla del km 36   |  | Martin       |           | 05/jul |   |
| 4- Falla del km 47 desplazamiento del borde  |  | Martin       | 05/jul    | 05/jul | Viata con la supervisión (Propuesta)  |
| 5- Pontones 88 / 91+740 / 92+732 agregar informe de ensayos de placa                             |  | Martin       |           | 06/jul |   |
| 6- Responder Carta 224 sobre estudio de estabilidad del tramo km 86+700 al 86+900                |  | Martin       | 10/jul    | 11/jul |   |
| 7- Sustrato Técnico de modificación en la cimentación del muro de contención km 93+915 al 93+945 |  | Martin       | 11/jul    | 11/jul |   |
| 8- Informe para Regularizar retaludamiento entre km 29+440 y km 29+430                           |  | Martin       | 11/jul    | 11/jul |   |
| 9- Solución al Problema de Inestabilidad del Talud de roca entre km 70+280 y km 70+480           |  | Martin       | 13/jul    |        | De acuerdo con la Carta 136.  |
| 10- Informe preliminar Fallas km 47+600; 47+810; 48+410 y 48                                     | Resultados SPT                                       | Martin       | 16/jul    | 16/jul |   |
| 11- Estudio de Estabilidad General - km 42 al 100 para presentar expediente de mayores metrados  |  | Martin       | 18/jul    |        |   |
| 12- Solución de Inestabilidad de los Talud del Pontón km 88+009                                  |  | Martin       | 20/jul    |        |   |
| 13- Solución al Relleno entre km 88+260 y km 88+600  |  | Martin       | 20/jul    |        | Incluye la estabilidad de taludes en los pontones km 88+385 y 88+464. Todo de acuerdo con la Supervisión. |
| 14- Solución a la zona crítica del km 89+170 al 89+350 - Terramech                               |  | Martin       | Abierto   |        | Según acuerdo con la Supervisión.   |
| 15- Visita a Campo Taludes km 30+380 al 30+620   | Hacer topografía                                     | Martin       | 25/jul    |        |   |
| 16- Informe de desplaz. [ botadero 8 ]   |  | Martin       | 23/jul    |        |   |
| 17- Planeamiento de solución. Carcasas del km 7+660  |  | Martin       | 24/jul    |        |   |
| 18- Informes de alcantarillas faltantes km 53+870 / 78+377.67 / 82+674 / 93+682                  | mirar en campo y rever planos                        | Luis / Edwin | 06/jul    | 05/jul |   |
| 19- Alcantarilla km 4+609 - MC 2x2 para TMC 72"  |  | Luis / Edwin | 09/jul    | 11/jul |   |
| 20- Recorrido de alcantarillas liberación km 0 asta km 14  | Hacer topografía de 2 alcantarillas km 1+921 y 2+311 | Luis / Edwin | 11/jul    | 12/jul | Falta 4 Alcantarillas km 1+921; 2+311; 8+302 y 8+382.8  |
| 21- Salidas de alcantarillas tinc - km 82+997 y 83+045   | Definir Concepción (alcantarillas?)                  | Luis / Edwin | 17/jul    |        |   |
| 22- Cambio de pontón a alcantarilla km 2+257   |  | Luis / Edwin | Abierto   | 13/jul | Hans -Plano de Estructura de los cabecales  |

**ANEXO II-C – RELAÇÃO DE PARECERES SOLICITADOS**

**SOLICITUD A LA SUPERVISION**

| CUADERNO OBRA |            |
|---------------|------------|
| ASIENTO N°    | FECHA      |
| 84            | 05/07/2006 |
| 88            | 05/07/2006 |
| 109           | 24/07/2006 |
| 110           | 24/07/2006 |
| 127           | 07/08/2006 |
| 128           | 07/08/2006 |
| 131           | 07/08/2006 |
| 136           | 11/08/2006 |
| 137           | 11/08/2006 |
| 142           | 14/08/2006 |
| 146           | 16/08/2006 |
| 147           | 16/08/2006 |
| 151           | 18/08/2006 |
| 156           | 25/08/2006 |
| 168           | 28/08/2006 |
| 169           | 28/08/2006 |
| 170           | 29/08/2006 |
| 177           | 04/09/2006 |
| 178           | 04/09/2006 |
| 181           | 08/09/2006 |
| 182           | 08/09/2006 |
| 184           | 09/09/2006 |

| CUADERNO OBRA   |  |
|---|--|
| MODIFICACION DE INGENIERIA  |  |
| SOLICITUD   |  |
| MODIFICACION DE ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL CEMENTO ASFALTICO TIPO PEN 40-50 POR PEN 85-100   |  |
| ESTANDARIZACION DE CUNETAS  |  |
| APROBACION DE REEMPLAZO DE PONTON POR ALCANTARILLA KM. 53+542 (MODIFICACION DEL PID)  |  |
| REMITE A LA SUPERVISION EXPEDIENTE PARA SU REVISION Y COMENTARIOS DE APROBACION (EXP. TEC. DE LA ALTERACION OBRADA VANAMAYO)                                |  |
| REEMPLAZO DE CAJAS COLECTORAS POR CAJAS RECEPTORAS  |  |
| AJUSTE DE TRAZO KM. 47+190 Y 48+100; AJUSTE DE PONTON KM. 47+163 A 47+189 Y PONTON 48+090 A 48+098  |  |
| ENTREGA PROYECTO DE DRENAJE EN TALUD SUPERIOR PONTON KM. 48+280/ADJUNTO EXPEDIENTE TECNICO QUE SUSTENTIA CONSTRUCCION SISTEMA DE DRENAJE)                   |  |
| PRESENTACION Y RESPUESTA DE EXP. TECNICO DE SUSTITUCION DE PUENTE KM. 48+225 DE LA QUEBRADA VANAMAYO POR 02 PONTONES/A PROBADO)                             |  |
| APROBACION DE PLANA DE CIERRE DE TRANSITO   |  |
| ENTREGA DE EXPEDIENTE TECNICO DE DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA Y FORMULA DE TRABAJO  |  |
| APLICACION DE CONCRETO BOMBEABLE Y CONCRETO EN TEMPERATURAS FRIAS   |  |
| MEDIANTE CARTA T2 - -C-3 PRESENTAMOS A LA SUPERVISION EL ANTEPROYECTO DE LA VARIANTE DEL KM. 27+760 A KM. 41 PARA REVISION                                  |  |
| ENTREGA A SUPERVISION DE PLANOS ANTERIORES Y ACTUALES DE DISEÑO DE DRENAJE KM. 50+180 A 50+340 PARA SU REVISION Y APROBACION                                |  |
| SOLICITA A LA SUPERVISION FORMALIZAR MEDIANTE CO LA CONFIRMACION Y APROBACION DE LOS TRABAJOS YA APROBADOS EN LAS REVISIONES DEL EXP. TEC.                  |  |
| ANEXAMOS EXP. TEC. Y PLANOS MODIFICADOS QUE SUSTENTAN MODIFICACION DE PONTON KM. 47+163 POR UNA ALCANTARILLA TIPO TMC 60" KM. 47+154,5 SOLICITAMOS REVISION |  |
| EL EXP. TEC. Y PLANOS REFERIDOS A LA SUSTITUCION DEL PONTON KM. 47+163 POR UNA ALCANTARILLA TMC 60" SE ENCUENTRA EN REVISION POR EL ING. OBRAS DE ARTE      |  |
| SOLICITAMOS APROBACION DE UTILIZACION Y USOS DE CANTERAS DE LOS KM. 39+800 Y KM. 43+200 Y LA SUPERVISION APRUEBA LA UTILIZACION DE LAS MENCIONADAS CANTERAS |  |
| MEDIANTE CARTA N° 41, PRESENTA EXP. TEC. DE ANTEPROYECTO DE VARIANTE KM. 0 AL KM. 27+760 Y SOLICITA APROBACION  |  |
| PRESUPUESTO DE SOL. TEC. AL PROY. DEF. DE INGENIERIA TRAMO 64+389, 61 AL 68+828, 89 PONENOS EN SU CONSIDERACION LA APROBACION DE ESTE PRESUPUESTO           |  |
| PRESENTACION DE MEZCLA DE C/ EN OBRAS DE ARTE Y DRENAJE KM. 285 AL KM. 300 PARA SU REVISION   |  |
| PRESENTACION DE SOL. TEC. VARIANTE DE OCATOA KM. 27+820 A KM. 41+760 (SOLICITA REVISION Y APROBACION DE EXPEDIENTE)   |  |
| ENTREGA PLANOS DEL AJUSTE DEL EJE DE VIA KM. 61+700 A 61+997 Y 62+200 A 62+800, SOLICITA REVISION Y APROBACION  |  |

| CUADERNO OBRA      |            |
|--------------------|------------|
| NO PREVISTO EN PID |            |
| SOLICITUD          |            |
| 52                 | 07/06/2006 |
| 69                 | 17/06/2006 |
| 76                 | 25/06/2006 |
| 87                 | 05/07/2006 |
| 108                | 24/07/2006 |
| 162                | 28/08/2006 |
| 163                | 28/08/2006 |
| 166                | 28/08/2006 |

| CUADERNO OBRA   |  |
|---|--|
| NO PREVISTO EN PID  |  |
| SOLICITUD   |  |
| SOLICITA APROBACION PARA LA RESTITUCION DE UN CANAL DE RIEGO COMUNIDAD DE LLULLUCHA KM. 53+800 COMO OBRA ACCESORIA  |  |
| APROBACION DE CONSTRUCCION DE ALCANTARILLA KM. 53+295   |  |
| APROBACION DE CONSTRUCCION DE ALCANTARILLA Y PROCEDA A CONSTRUCCION   |  |
| APROBACION DE CONSTRUCCION DE ALCANTARILLA NO PREVISTA EN EL PID KM. 48+743, 235  |  |
| SOLICITA REVISION Y DETERMINACION RESPECTIVA (APROBACION CONSTRUCCION ALCANTARILLA KM. 46+743, 235)   |  |
| REPOSICION DE CUNETA PARA LOS PUEBLOS EN EL KM. 46+146, 60; SOLICITA LA APROBACION DE LA CONSTRUCCION DE UNA ALCANTARILLA TMC 36" INDICADO EN LOS PLANOS ANEXOS |  |
| CONSOLIDACION DE ALCANTARILLAS EN SECTOR CRITICO 53+900 AL 54+800; SOLIC. APROBACION PARA EJECUCION 04 ALCANTARILLAS NUEVAS                                     |  |
| DEMOLICION DE BUZON EXISTENTE (KM. 42+481), Y RECONSTRUCCION DE 04 NUEVOS BUZONES, SOLICITAMOS A LA SUPERVISION SU REVISION Y APROBACION                        |  |

**ANEXO II-D – RELAÇÃO DE PARCERES APROVADOS**

| APROBACION DE LA SUPERVISION |   |
|------------------------------|---|
| CUADERNO OBRA                |   |
| MODIFICACION DE INGENIERIA   |   |
| ASUNTO                       |   |
| 85                           | 05/07/2006   APRUEBA LA UTILIZACION DE CEMENTO ASFALTICO PEN 85-100   |
| 90                           | 07/07/2006   CONFIRMA LA UNIFORMIZACION DE LA CONSTRUCCION DE CUNETAS (SOLICITA PLANOS TIPO DE CUNETAS)   |
| 95                           | 12/07/2006   LA SUPERVISION HA REVISADO EL EXP. "ALTERNACION DE PROYECTO QUEBRADA YANAMAYO" Y SOLICITA CALCULOS ADICIONALES   |
| 129                          | 07/08/2006   APRUEBA EL CAMBIO DE CAJAS COLECTORAS POR RECEPTORAS   |
| 133                          | 09/08/2006   MEDIANTE CARTA N° 026-2006-CSVS APRUEBA LA SOL. TECNICA DEL PROY. DEFINITIVO DE ING. TRAMO KM. 64+389,61 AL KM. 68+828,89                                |
| 136                          | 11/08/2006   MEDIANTE CARTA N° 027-2006-CSVS APRUEBA LA SUSTITUCION DEL PUENTE DE LA QUEBRADA YANAMAYO KM. 46+225 POR DOS PONTONES                                    |
| 143                          | 14/08/2006   MEDIANTE CARTA N° 028-2006-CSVS HA APROBADO LA FORMULA DE TRABAJO Y EL DISEÑO DE LA MEZCLA ASFALTICA   |
| 145                          | 16/08/2006   MEDIANTE CARTA N° 030-2006-CSVS APRUEBA LAS SOL. TECNICAS POPUESTAS PARA TRATAMIENTO DE TALUDES KM. 53+900 A KM. 54+800                                  |
| 148                          | 17/08/2006   EXPRESA CONFORMIDAD DE LA SUSTITUCION DEL PONTON KM. 53+542 POR UNA ALCANTARILLA TMC   |
| 149                          | 18/08/2006   MEDIANTE INFORME N° 19-2006-ALC-TOP-EXP Y CARTA 032-2006-CSVS SE ENCUENTRA CONFORME LOS CAMBIOS AL "ANTEPROYECTO DE VARIANTE KM. 27+760 A 41,            |
| 150                          | 18/08/2006   EXPRESA CONFORMIDAD AL DISEÑO PRESENTADO Y AUTORIZA LA APLICACION DE C- BOMBABLE, RECOMIENDA LA PRESENTACION DE LOS RESULTADOS DE ENSAYOS                |
| 152                          | 19/08/2006   EN BASE INF. N° 023-2006-CSVS KM. 45 A 95 LA SUPERVISION APRUEBA LOS PLANTEAMIENTOS DE LA SOL. EJECUTIVA DE ESTABILIZACION PROPUESTA KM. 46+520 A 46+570 |
| 158                          | 26/08/2006   APRUEBA TRABAJOS A REALIZAR EN LOS SECTORES CRITICOS KM. 48+215, 48+400, 47+200, 52+230, 52+290, 52+385, 52+440  |
| 161                          | 28/08/2006   LA SUPERVISION ENCUENTRA CONFORME EL LEVANTAMIENTO DE LAS OBSERVACIONES DEL INF. N° 002-2006-MTC/16.   |
| 164                          | 28/08/2006   HA REVISADO LOS DOC. TECNICOS DE LA SOL. INTEGRAL DE DRENAJE EN ZONAS ALTAS DE TALUDES INESTABLES Y APROBADO   |
| 165                          | 28/08/2006   APRUEBA LA CONSTRUCCION DE LA ALCANTARILLA DE 36" EN EL KM. 46+146, 60 QUE PERMITIRA EL PASE DEL CAUDAL DE AGUA DE UN LADO A OTRO                        |
| 167                          | 28/08/2006   REF. INTERFERENCIAS DE AGUA Y ALCANTARILLADO KM. 42 AL 45; ENCUENTRA CONFORME LA SOLUCION PLANTEADA, PUDIENDO INICIAR SU CONSTRUCCION;                   |
| 170                          | 29/08/2006   MEDIANTE CARTA APRUEBA LA UTILIZACION Y USOS DE LA CANTERA DE LOS KM. 39+800 Y KM. 42+200  |
| 171                          | 29/08/2006   LA SUPERVISION CON CARTA 041 APRUEBA EL EXP. TECNICO REFERENTE A LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DRENAJE AGUAS ARRIBA QUEBRADA PONTON KM. 48+330.         |
| 172                          | 29/08/2006   LA SUPERVISION CON CARTA N° 039 APRUEBA EL EXPEDIENTE TECNICO DEL SECTOR CRITICO EN KM. 53+900 A KM. 54+800  |
| 173                          | 29/08/2006   CON CARTA N° 038 LA SUPERVISION APRUEBA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA ZONA URBANA KM. 42+000 AL KM. 45+000.  |
| 176                          | 02/09/2006   EN RELACION AL ASIENTO N° 169, LA SUSTITUCION DEL PONTON KM. 47+163 POR UNA ALCANTARILLA TMC 60" (KM. 97+154,5), APRUEBA DICHO CAMBIO                    |
| 182                          | 08/09/2006   MEDIANTE CARTA N° 042-2006-CSVS, APRUEBA EL DISEÑO DE CONCRETO PARA OBRAS DE ARTE Y DRENAJE KM. 285 AL 300   |
|                              |   |
|                              |   |
| CUADERNO OBRA                |   |
| NO PREVISTO EN PID           |   |
| ASUNTO                       |   |
| 58                           | 06/06/2006   REF. A LA RESTITUCION DE CANAL DE RIEGO SE APRUEBA LAS OBRAS PROVISIONALES Y CANCELACION   |
| 77                           | 26/06/2006   APROBACION DE CONSTRUCCION DE CANAL DE RIEGO KM. 379+700 A KM. 380+080.  |
| 140                          | 13/08/2006   LA SUPERVISION HA ANALIZADO Y REVISADO EL "PLAN DE CIERRE DE TRANSITO REVISADO" ENCONTRANDOLO CONFORME POR LO QUE LA APRUEBA                             |



**ANEXO II-E – INFORMES DE ACOMPANHAMENTO ESPECÍFICOS**

## TRAMO II

### INFORME DE ACOMPAÑAMIENTO DE MARCOS Y ALCANTARILLAS DEL KM 42 AL KM 72

ABRIL DE 2007

#### 1. INTRODUCCIÓN

El presente informe demuestra las condiciones que se encuentran, hoy en día, los marcos y las alcantarillas. Esto tiene la finalidad de indicar las obras que todavía no fueran ejecutadas o las nuevas que son necesarias para mejorar el funcionamiento de las mismas. El tramo estudiado fue entre los km 42 al km 72.

#### 2. METODOLOGÍA APLICADA

La metodología aplicada fue comparar el proyecto desarrollado con lo que esta actualmente ejecutado en campo.

Por tanto, el informe describe, para cada obra de dispositivo de drenaje, las acciones a ser tomadas de tal forma que se atienda el proyecto y mejore su aplicación.

3. MARCO 1.00x1.00m – Km 42+481 (90°)

a) Condición Actual



Foto 1: Marco km 42+481 – A. Arriba



Foto 2: Marco km 42+481 – A. Abajo



Foto 3: Marco km 42+481 – Desagüe

18. ALCANTARILLA TMC 36" – Km 47+987 (90°)

a) Condición Actual



Foto 53: Alcantarilla km 47+987 – A. Arriba



Foto 54: Alcantarilla km 47+987 – A. Abajo



Foto 55: Alcantarilla km 47+987 – A. Abajo



Foto 56: Alcantarilla km 47+987 – Desagüe

## TRAMO II

### INFORME DE ACOMPAÑAMIENTO DE LOS PONTONES Y PUENTE

MARZO DE 2007

#### 1. INTRODUCCIÓN

El presente informe demuestra las condiciones que se encuentran, hoy en día, los Pontones y Puente. Esto tiene la finalidad de indicar las obras que todavía no fueron ejecutadas o las nuevas que son necesarias para mejorar el funcionamiento de las mismas. El tramo estudiado fue entre los km 42 al km 100.

#### 2. METODOLOGÍA APLICADA

La metodología aplicada fue comparar el proyecto desarrollado con lo que esta actualmente ejecutado en campo.

Por tanto, el informe describe, para cada estructura, las acciones a ser tomadas de tal forma que se atienda el proyecto y mejore su aplicación.

### 3. PONTÓN Km 42+188

#### a) Condición Actual



Foto 1: Vista superior del Pontón km 42+188



Foto 2: Aguas arriba del Pontón km 42+188



Foto 3: Aguas abajo del Pontón km 42+188

#### b) Sugerencias

- Completar la pavimentación de la primera losa de aproximación.
- Completar los guardavías en las entradas del pontón.
- Completar las barandas metálicas en las extremidades de la losa del pontón.

### 4. PONTÓN Km 43+479

#### a) Condición Actual



Foto 4: Vista superior del Pontón km 43+479



Foto 5: Aguas arriba del Pontón km 43+479



Foto 6: Aguas abajo del Pontón km 43+479

#### b) Sugerencia

- Completar los guardavías en las entradas del pontón.
- Completar las barandas metálicas en las extremidades de la losa del pontón.

## TRAMO II

### INFORME DE ACOMPAÑAMIENTO DE LOS BOTADEROS

MARZO DE 2007

#### 1. INTRODUCCIÓN

El presente informe demuestra las condiciones que se encuentran, hoy en día, los botaderos o DMEs – Deposito de Material Excedente. Esto tiene la finalidad de indicar las obras que todavía no fueran ejecutadas o las nuevas que son necesarias para mejorar el funcionamiento de las mismas. El tramo estudiado fue entre los km 42 al km 100.

#### 2. METODOLOGÍA APLICADA

La metodología aplicada fue comparar el proyecto desarrollado con lo que esta actualmente ejecutado en campo.

Por tanto, el informe describe, para cada obra de tierra, las acciones a ser tomadas de tal forma que se atienda el proyecto y mejore su aplicación.

### 3. BOTADERO 11 – Km 49+000

#### a) Condición Actual



Foto 1: Vista del pie de Botadero 11



Foto 2: Vista lateral del Botadero 11

#### b) Sugerencias

- Completar las cunetas de banqueta para mejorar el drenaje.
- Completar la protección vegetal y el cordón de suelo a fin de proteger la superficie del botadero de la erosión causada por las aguas pluviales.

### 4. BOTADERO 11A – Km 49+210

#### a) Condición Actual



Foto 3: Vista lateral del Botadero 11A

#### b) Sugerencias

- Completar las cunetas de banqueta para mejorar el drenaje.
- Completar la protección vegetal y el cordón de suelo a fin de proteger la superficie del botadero de la erosión causada por las aguas pluviales.

## TRAMO II

### INFORME DE ACOMPAÑAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

MARZO DE 2007

#### 1. INTRODUCCIÓN

El presente informe demuestra las condiciones que se encuentran, hoy en día, las estructuras de contención. Esto tiene la finalidad de indicar las obras que todavía no fueron ejecutadas o las nuevas que son necesarias para mejorar el funcionamiento de las mismas. El tramo estudiado fue entre los km 42 al km 100.

Las estructuras de contención son compuestas de muros de gaviones, muros de concreto ciclópeo, sardineles en concreto armado o espolones de gaviones.

#### 2. METODOLOGÍA APLICADA

La metodología aplicada fue comparar el proyecto desarrollado con lo que está actualmente ejecutado en campo.

Por tanto, el informe describe, para cada estructura, las acciones a ser tomadas de tal forma que se atienda el proyecto y mejore su aplicación.



3. MURO EN GAVIÓN – Km 46+830 al 46+940

a) Condición Actual



Foto 1: Vista del inicio del Muro en Gavión – km 46+830 al 46+940



Foto 2: Vista del final del Muro en Gavión – km 46+830 al 46+940

b) Sugerencias

- Sin sugerencia.

5. MURO EN CONCRETO CICLÓPEO – Km 51+430 al 51+490

a) Condición Actual



Foto 5: Vista del inicio del Muro en Concreto Ciclópeo – km 51+430 al 51+490



Foto 6: Vista del final del Muro en Concreto Ciclópeo – km 51+430 al 51+490

b) Sugerencias

- Hacer una protección en la base del muro con un enrocado para impedir la erosión superficial.
- Hacer en la superficie de las extremidades del muro una pequeña protección de enrocado para proteger la estructura contra la erosión.
- Completar la pavimentación en asfalto dicho tramo.



**ANEXO II-F – RELAÇÃO DE RELATÓRIOS TÉCNICOS PRODUZIDOS PELA ATO**

| INFORMES ENTREGADOS POR ATO  |                 |                 |
|--|-----------------|-----------------|
| Descripción del Informe  | Fecha Entregada | Carta Entregada |
| <b>SEPTIEMBRE 2007</b>   |                 |                 |
| Informes de Revisión de los Botaderos del km 48+850 al 49+300 y del km 56+900 al 57+300  | 21/sep          | 307/07          |
| Planos de los Tramos de Corte de Río del km 94+200 al 94+400 y del km 94+480 al km 94+680  | 21/sep          | 305/07          |
| Revisión de los Planos de Alcantarilla de la Canaleta de Evacuación de la Alcantarilla del km 72+566   | 20/sep          | 304/07          |
| Informe de Justificación de Inclusión de la Nueva Alcantarilla en la progresiva del km 96+965  | 20/sep          | 303/07          |
| Planos del Tramo de Corte de Río del km 97+260 al km 97+600  | 19/sep          | 301/07          |
| Evaluación de las Condiciones de Estabilidad de los Taludes Inferiores km 47+650 - 47+670 y km 47+800 - 47+810 ( ATO GTC 121/07 y ATO GTC 122/07)          | 18/sep          | 300/07          |
| Justificación para la Construcción del Muro km 69+160 - 69+360 ( ATO GTC 120/07)   | 18/sep          | 299/07          |
| Planos Típicos actualizados y nuevos de Drenaje - Variante Hualla Hualla   | 17/sep          | 298/07          |
| Evaluación y Modificación de Altura de Banquetas mayores a 8.0 m en km 99+280 al 104+720 ( ATO GTC 119/07)   | 17/sep          | 298/07          |
| Planos de las Plazoletas del km 8+935 LI; km 9+170 LD; 10+140 LD   | 19/sep          | 295/07          |
| Planos de Plazoleta del km 1+340 LD y km 12+900 LD   | 19/sep          | 295/07          |
| Plazoleta km 31+130 - LI   | 14/sep          | 295/07          |
| Levantamiento de Observación a la Anulación del km 2+911   | 14/sep          | 294/07          |
| Plano de la Alcantarilla km 6+970 reubicada en el km 6+950   | 14/sep          | 293/07          |
| Actualización de Cambio de Rasante del km 104+820 al km 105+210  | 14/sep          | 291/07          |
| Informe de Asentamiento y Grietas en Hombro del Talud km 62+500 al 62+600 ( ATO GTC 118/07)  | 14/sep          | 291/07          |
| Solución de la Plazoleta km 33+410 al km 33+471 LI   | 13/sep          | 290/07          |
| Solución de la Plazoleta km 33+030 al km 33+090 LD   | 13/sep          | 289/07          |
| Informe Técnico Sustentación de Alcantarillas km 101+523, km 103+670 y km 103+729  | 13/sep          | 285/07          |
| Planos Modificados de la Defensa Ribereña del Tramo de Corte de Río del km 89+170 al km 89+360   | 12/sep          | 284/07          |
| Plano de Botadero del km 105+100   | 12/sep          | 282/07          |
| Plano del Pontón km 104+949  | 11/sep          | 279/07          |
| Plano del Botadero del km 102+380  | 11/sep          | 274/07          |
| Planos del Pontón km 102+077   | 10/sep          | 274/07          |
| Modificación del Pontón km 104+937   | 06/sep          | 271/07          |
| Plano de Ubicación de Pilotes y Estribos del Puente Coatoca km 35+840  | 06/sep          | 270/07          |
| Revisión de la necesidad de ubicación de Cunetas de Coronación y de Banquetas km 45 al 100 ( ATO GTC 117/07)   | 06/sep          | 269/07          |
| Planos Corregidos del Puente Coatoca km 35+840   | 05/sep          | 266/07          |
| Informe de Defensa Ribereña del Tramo de Ocongata km 72+560 al km 72+840   | 04/sep          | 265/07          |
| Solución Técnica de las Alcantarillas del km 101+635; 101+966; 103+002; 103+105; 103+340; 103+497; 103+670; 103+960; 104+169 y 104+360                     | 03/sep          | 263/07          |
| Planos de Defensa Ribereña del km 72+560 al km 72+840  | 03/sep          | 262/07          |
| <b>AGOSTO 2007</b>   |                 |                 |
| Análisis de Estabilidad de los Taludes de Relleno Tramo km 88+000 - 88+380 ( ATO GTC 116/07)   | 31/ago          | 261/07          |
| Análisis de Estabilidad de los Taludes ubicados en los Tramos km 8+660 - 8+700, 7+800 - 7+860 y km 7+490-7+526 ( ATO GTC 114/07 y ATO GTC 115/07)          | 30/ago          | 258/07          |
| Modificación de las Alcantarillas en Atendimento a las Observaciones por la Supervisión km 1+504; 3+239; 3+587; 3+833; 4+608; 7+657.50; 7+934.50 y 13+987. | 28/ago          | 256/07          |
| Informe de Defensa Ribereña del Tramo de Corte de Río del km 89+170 al km 89+330   | 28/ago          | 255/07          |

**ANEXO II-G – RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO GERAL**

**INTERCONEXIÓN VIAL INAPARI – PUERTO MARÍTIMO DEL SUR**

## **TRAMO II**

### **INFORME DE ACOMPAÑAMIENTO GENERAL N° 02**

**25 de ABRIL DE 2007**

- **Km 35+ 850** – Prebendo a llegada de la tubería de agua potable en futuro próximo, se es posible, hacer un cruce en la carretera a través de una tubería de 7" por debajo de la estructura de pavimento.



Foto 01: Km 35+850 – Hacer una travesía de tubería para abastecimiento de agua.

- **Km 35+860** – Presenta de manantial de agua. Hacer la captación para abastecer las casas que están cercas y que depende de la misma.



Foto 02: Km 35+860 – Manantial tapado por la tierra. Hacer la captación.

- **Km 36+700** – Hacer el cambio de trazo en la curva por causa de la existencia de una casa que está muy cerca de trazo de proyecto. Alejar aproximadamente 2,00m de la casa.



Foto 03: Km 36+700 – Casa muy cerca de la curva presente en trazo de proyecto.





## **ANEXO II-H – RELATÓRIOS EXEMPLARES**

## TRAMO II

### DRENAJE URBANO – PAMPACANCHA Km 89+513 hasta Km 89+780

MARZO 2007

#### DRENAJE URBANO – PAMPACANCHA Km 89+513 hasta Km 89+780

##### 1. ANTECEDENTES:

El tramo entre los km 89+513 hasta km 89+780, es un seguimiento urbano, (Poblado de Pampacancha), lo cual la carretera pasará. La característica morfológica de la región indica que es un cauce que drena en dirección al río. En lo inmediato de esta área, corta la Carretera.  
En su lado izquierdo tiene la cumbre y del otro el río. Hay casas en dos lados y la distancia de la margen izquierda de la carretera hasta el eje del cauce del río Mapocho, es de aproximadamente 700m (medido en la única calle que tiene acceso al río). Esto dificulta cualquier tentativa de la entrega al río de las aguas del sistema de drenaje proyectado.  
En la carretera actual existe una traviesa en la altura del km 89+630 en adyacencia de piedra armada y entre los km 89+400 y km 89+760, tiene una red de agua que se desarrolla en sentido paralelo a carretera.

##### 2. ESTUDIOS DE INGENIERIA:

Para la elaboración del presente informe, se ejecutaron estudios topográficos, hidrológicos e hidráulicos.  
A continuación se pasa a desarrollar brevemente los estudios básicos de ingeniería:

##### 2.1. Geometría:

El eje de la carretera en este plano es ascendente en el sentido oriente de la kilometrage su pendiente es de 3,25%. Lo trazado se desarrolla en una curva para la izquierda y la rasante es prácticamente junto a la carretera existente.

##### 2.2. Hidrología:

El análisis se desarrolló en base al modelamiento hidrológico Precipitación – Escorrentía, para esto se utilizó los datos de lluvia máxima en 24 horas de la Estación de Urcos. Para efectos de cálculo se consideró incrementar los registros en 50% para tomar en cuenta los cambios climáticos y la deforestación de las cuencas.

Posteriormente se realizó el análisis de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) para determinar las intensidades de la lluvia, de acuerdo a los tiempos de retorno adoptados de 10, 25, 50 y 100 años.

Para determinar los caudales de las quebradas en el km 89+513 y km 89+780 se partió el siguiente criterio, las áreas de las cuencas son menores a 2.0 km<sup>2</sup> y se aplicó el método Nacional.

En el Anexo de Hidrología se muestra la metodología del cálculo de los caudales a través del método Nacional, así como el Cuadro de Descarga Máxima obteniendo caudales para 25 años 0,996 m<sup>3</sup>/s y 1,774 m<sup>3</sup>/s, respectivamente.

##### 2.3. Planteamiento del sistema de drenaje:

##### 2.3.1 Evaluación de campo:

Durante la evaluación de campo, se puede concluir que lo tramo en cuestión no tiene salida para aguas que drenen en su dirección. La única posibilidad de entrega al río Mapocho, que pasa al lado derecho del tramo, es por una calle en frente al km 89+630, pero el terreno no es favorable a implantación de una calle, pues esta calle es más alta que la carretera. Cualquier tentativa de colocación de un sistema de entrega al río, implicaría un grande excavación y apuntalamiento de las casas puesto que la calle es angosta.

Respecto la entrega de las aguas superficiales a la alcantarilla del km 89+513 de M/C 1.0 x 1.0m, y evaluarse la necesidad de un sistema de drenaje que se aumentase la su sección hidráulica a la medida que fuera preciso.  
Hay en paralelo a carretera una red de agua que sirve al poblado, pero ya tiene su catastro en el levantamiento topográfico.

##### 2.3.2 Determinación del Cálculo Hidráulico

Se ha realizado el análisis hidráulico en base al resultado de los caudales obtenidos para 25 años de tiempo de retorno, de 0,448 m<sup>3</sup>/s y 0,896 m<sup>3</sup>/s. El criterio utilizado fue la ecuación de Manning, aplicado para flujos que trabajan a gravedad. Las secciones analizadas corresponden a la forma rectangular de 1.0 x 1.0m en el caso de marco de concreto, que es lo destino final de todo el sistema de drenaje en el lado izquierdo de la carretera y de 1.0 x 0,25m o 1.0 x 0,40m para las cunetas urbanas en concreto armado.

Otro elemento de drenaje concebido para este sistema, fueron un dren profundo que será implantado al lado de aguas arriba para coleccionar las aguas de infiltraciones y una cama diáfragma para coleccionar las aguas que infiltran en el pavimento.

Del análisis hidráulico de los dispositivos, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Alcantarilla 1.0 x 1.0m, altura normal en la entrada 1,05m, velocidad en la salida 2,05 m/s.
- Cuneta Urbana de 1.0 x 0,25m, altura normal 0,141m, velocidad de 3,109 m/s.
- Cuneta Urbana de 1.0 x 0,40m, altura normal 0,225m, velocidad de 4,00 m/s.

El dren proyectado en conjunto con la cama diáfragma son dispositivos que interceptan las aguas subterráneas, que por ventura drenan en dirección al pavimento.

##### 3. COMENTARIOS:

Los dispositivos de drenaje proyectados en el lado izquierdo, deben ser construidos de inmediato, pues la carretera en este tramo tiene la rasante muy próxima del terreno, que es la carretera existente. Y las aguas que escurren en dirección a esta, defiarán su implantación.

## EVALUACIÓN GEOLÓGICA – GEOTÉCNICA DE BOTADEROS

### BOTADERO 11

El presente documento recoge la evaluación realizada en el área de ubicación del Botadero 11, lugar en el cual se han desarrollado problemas de inestabilidad originada por falla de la base que soporta el material de relleno.

Se analiza las posibles causas y plantea las soluciones de estabilidad.

### UBICACIÓN

El Botadero 11 se ubica en el km 48+860, lado izquierdo (de Ccatcca a Ocongote), de la actual carretera en construcción.

### CONDICIONES GEOLÓGICAS

El Botadero se sitúa a lo largo de una estrecha quebrada, flanqueado por afloramientos rocosos compuestos principalmente por cuarcitas resistentes. La parte central de la quebrada se encuentra compuesta por suelos arcillosos marrón claro a pardos, fragmentos de roca con una matriz arcillosa y bloques con diámetros de 1,0m a 1,5m. Hacia el fondo de la quebrada se observa una amplia zona casi plana, desarrollada al pie de un fuerte quiebre de talud, en casi su totalidad se encuentra cubierta por un bofedal (foto 1).

Se hicieron mediciones de desplazamiento mediante puntos de control. Como resultado se tuvo una masa estable, sin ningún movimiento en cuatro días. Posiblemente, después del desplazamiento inicial la masa pudo estabilizarse, encontrándose en este momento en equilibrio inestable. Ver Cuadro A.



Foto 3: Se observa la zona del botadero 11.

Numerosos agrietamientos se han desarrollado en varias de las banquetas, principalmente en la banqueta superior (Foto 4). La mayoría de las grietas son de 0,10 m a 0,15 m de ancho, con dirección paralela y transversal al eje de la quebrada.



Foto 4: Agrietamientos en la banqueta superior del botadero.

Los materiales se presentan mediana y densamente arenosos y aquellos que se encuentran en los límites del talud se encuentran en un estado de desagregación completa.

#### Evaluación del Suelo de Cimentación

El terreno de fundación se encuentra compuesto por arcillas, gravas arcillosas y bloques de cuarcita, distribuidos erráticamente.

A lo largo de todo el frente del suelo natural sobre el que se ubican las capas de relleno, el material se encuentra agrietado y estas grietas presentan dirección paralela y transversal al eje de la quebrada.

Se han identificado tres tipos de grietas asociadas al movimiento del terreno de fundación. Hacia el flanco izquierdo de la quebrada se observan grietas longitudinales a la quebrada de 0,15m a 0,20m de ancho formadas por desplazamientos tanto horizontales como verticales (foto 5, 6, 7). En el flanco derecho, las grietas igualmente longitudinales a la quebrada, son de compresión, presentan pequeño cabalgamiento con desplazamiento principalmente horizontal y también vertical (foto 8). En la parte central y frontal las grietas son abiertas y de dirección transversal al eje de la quebrada y se presentan en varios niveles (foto 9).



Foto 6: Grietas abiertas, con desplazamiento vertical, desarrolladas en el flanco izquierdo de la quebrada.

### ZONAS DE UBICACIÓN DE NUEVOS BOTADEROS

El presente documento contiene información sobre los nuevos lugares identificados como zonas de posible ubicación de Botaderos. Se indica las progresivas entre las que se encuentran, sus características generales y los trabajos de campo a realizar.

Todos los lugares se encuentran dentro del área de influencia de la carretera, no se identificó zonas fuera de ella, debido a que el sector investigado que abarca del km 64+000 al km 100+000, está limitado por elevaciones de gran altura. En todo caso es posible la investigación con fotografías aéreas.

#### **1. BOTADERO km 59+140 – 59+360**

Suave depresión, con laderas de 10° de inclinación, limitada por un afloramiento rocoso. El basamento rocoso se encuentra a poca profundidad. Se podrá utilizar el hasta el límite de la roca.

Se requiere excavación de 3 calicatas, distribuidas y espaciadas a espacios regulares en todo el área. Requiere el diseño de un drenaje adecuado.



#### **3. BOTADERO km 78+500 – 78+700**

Area limitada entre la actual carretera y el cauce del río Mapacho. Zona plana, compuesto por suelo aluvial con alto contenido de bolsonera.

El área útil se debe establecer a 30 m del cauce del río y a 40 m de la carretera. En una franja intermedia, entre estos dos límites de 50,0 m a 70 m.

Los depósitos pueden alcanzar los 4,0 m de altura.

Presenta plantaciones de árboles en toda el área y pequeñas zonas cercadas de piedras. La longitud puede prolongarse 100 m a 200 m, dependiendo de las condiciones de propiedad.

Diseñar drenaje paralelo, perpendicular al eje de la carretera.



#### **4. BOTADERO km 85+100 – 85+420**

Zona llana amplia, con anchos de 30,0 m a 50,0 m. Compuesto por suelo arcilloso, con alto contenido de humedad.

Se requiere drenaje tipo "espina de pescado".

Realizar investigación con excavación de 4 calicatas de 2,50 de profundidad.

## CIMENTACION DE PONTONES

### PONTÓN km 91+740

#### Características Estructurales Generales

De acuerdo a lo indicado en la Memoria Descriptiva, esta estructura contiene dos carriles de tráfico con 3,0 m de ancho cada uno, más dos bermas de 0,60 m de ancho y dos barreras de concreto tipo New Jersey en las laterales y dos calzadas con 1,0 m.

La superestructura estará constituida por una losa maciza en concreto reforzado vaciado *in Situ*. El puente tiene un solo vano simplemente apoyado sobre aparatos metálicos.

La infraestructura está compuesta por estribos ubicados en cada extremidad y serán construidos con concreto ciclópeo.

El Pontón tiene una luz de 7.5 m.

#### Características Geológicas

Agua arriba de la ubicación del pontón se aprecia un cauce estrecho, de poca profundidad, sinuoso, labrado en depósitos morénicos y coluvio-aluviales, sobre el lecho y en el cono aluvial se observan materiales granulares gruesos variando entre arena gruesa y gravas pequeñas a medianas, sin arreglo alguno. Las laderas del cauce son de fuerte pendiente y están compuestas por gravas limo arcillosas.

El cauce, en la zona cercana a la desembocadura, tiene una profundidad y una gradiente menor, originando que el material de arrastre de la corriente se expanda más allá de las márgenes del cauce, por lo que se recomienda su encauzamiento.

#### Condiciones Geotécnicas del terreno de Fundación

Las excavaciones realizadas, y que alcanzaron la cota de fundación, permitieron determinar las condiciones del terreno de cimentación y la ejecución de ensayos de densidad natural.

$$q_{adm} = 5,99 \text{ kg/cm}^2$$

#### Conclusiones

1. El terreno de fundación está compuesto por grava limo arcillosa, pobremente gradada, GP-GM / GC-GM, medianamente densa a suelta.
2. La capacidad portante determinada mediante la aplicación de las ecuaciones de Terzaghi y Peck, Vesic y Biotch Hansen, es de 5,99 kg/cm<sup>2</sup>.

La carga transmitida por la estructura para una luz de 7,50 m y estribos de 8,0 m de altura es de 3,3 kg/cm<sup>2</sup>, de acuerdo a la memoria de cálculo de la estructura típica y al cuadro que se indica en el plano respectivo.

Por lo tanto, la resistencia del terreno es superior a la carga transmitida, ofreciendo mayor estabilidad.

3. La continuidad de los materiales se ha verificado mediante registros de sondeos.

#### Recomendaciones

1. La cimentación se ubicará sobre la grava medianamente densa, que ofrece mejores condiciones de resistencia. En lo posible deberá evitarse los estratos arcillosos y de arena suelta.

2. Nivel de fundación:

| Estribo   | Cota de Fundación |
|-----------|-------------------|
| Derecho   | 3986,075          |
| Izquierdo | 3986,224          |

3. Encauzar el canal desde el pontón hasta 60,0 m aguas arriba y desde el pontón hasta 20,0 m aguas abajo.
4. Se adjunta en el anexo, planos de diseño de la estructura, copias de registro de sondeo y resultados de ensayos de laboratorio.

#### Panel Fotográfico



Foto 1. Suelo derecho, superficialmente, esta cubierta de arena gruesa y grava pequeña.



Foto 2. Corte de suelo excavado en el estribo derecho.

## TRAMO II

EXPEDIENTE TECNICO  
CANAL YANAMA  
SECTOR REUBICADO Km. 77+670 al Km. 77+780

I

NOVIEMBRE 2006

EXPEDIENTE TECNICO  
CANAL YANAMA – SECTOR REUBICADO Km. 77+670 al Km. 77+780

### CONTENIDO

- 1.0 ANTECEDENTES
- 2.0 ESTUDIOS BASICOS DE INGENIERIA
  - 2.1 Diseño Canal Yanama Sector Reubicado
    - 2.1.1 Geometría
    - 2.1.2 Hidráulica
    - 2.1.3 Estructuras Accesorias

3.0 CONCLUSIONES

4.0 RECOMENDACIONES

#### ANEXOS:

- ANEXO DE HIDRAULICA:

Cuadro 1. Características Hidráulicas - Canal Yanama - Sector reubicado  
Km. 77+670 al Km. 77+780

- ANEXO FOTOS

- ANEXO LAMINAS:

000-T2-OD-xxxx R 00X Canal Yanama Sector Reubicado Km. 77+670 al  
Km. 77+780, Planta - Perfil

000-T2-OD-xxxx R 00X Canal Yanama Sector Reubicado Km. 77+670 al  
Km. 77+780. Secciones Transversales Km. 0+000 al  
Km. 0+010

000-T2-OD-xxxx R 00X Canal Yanama Sector Reubicado Km. 77+670 al  
Km. 77+780. Secciones Transversales Km. 0+020 al

## 1. ANTECEDENTES

La carretera interoceánica Tramo 2: Urcos – Ica, en el subtramo de la Ingeniería de Detalle del Km. 69+000 al Km. 100+000 se presentan algunos poblados como Huaco Lito (Km. 74+000 a Km. 75+600), Yanama (Km. 76+500 a Km. 77+800) y Pucambamba (Km. 78+000 a Km. 80+700), en los cuales se observa la presencia de parcelas de cultivo, a ambos lados de la vía, estas son regadas con canales (sistema por gravedad) y otros con riego por aspersión (sistema presurizado). El canal madre denominado Yanama cubre las áreas de riego de las zonas mencionadas. Durante el estudio de Ingeniería de Detalle, el eje de la vía interceptaba al eje de canal, proyectando en dichos puntos, alcantarillas de paso. Actualmente, el eje de la vía ha sido modificado, observando que este afecta al canal Yanama entre las progresivas de la vía, Km. 77+670 al Km. 77+730 (lado izquierdo de la vía). Por lo tanto, se plantea la reubicación del canal Yanama en dicho tramo.

A solicitud del cliente se ha elaborado el presente informe técnico que trata sobre la reubicación de la estructura del canal de riego tructura de las alcantarillas anteriormente mencionadas.

## 2. ESTUDIO DE INGENIERIA

En el mes de Abril del presente año, la Región Cusco a través del Plan Merlo estuvo realizando trabajos de mejoramiento del canal Principal Yanama, en el sector comprendido entre el Km. 76+300 y la parcelada Huaco Lito, Km. 74+100 (lado izquierdo de la vía). Se nos informó que el Canal Yanama tiene una longitud aproximada de 5.0 Km. Es en el kilómetro tres, aproximadamente, que esta intercepta a la vía, a través de una alcantarilla de Marco de Concreto de 0.60 m x 0.60 m. (Km. 76+360). El canal lleva un caudal de 100 L/s, su sección es rectangular de 0.60 m x 0.45 m. Las pendientes de la rasante son variables, dependiendo de la topografía del terreno, ya que esta se desarrolla a mediaadera.

### 2.1 Diseño del Sector Reubicado del canal Yanama

El diseño del tramo reubicado del Canal Yanama consiste en los siguientes aspectos.

#### 2.1.1 Geometría

Se realizó el trazo del eje del canal reubicado a la altura de las progresivas de la vía del Km. 77+730 al Km. 77+670. La gradiente del eje esta en el orden de 0.1%. El criterio principal fue el empalmar con la cota de entrega al canal existente. Así mismo, se trató que el canal estuviera en corte y no en relleno. La longitud del canal reubicado es de 101.27 m. Dentro de desarrollo presenta dos P.I. cuyas progresivas son : 0+08.77 y 0+08.72, con radios de 6.0 m y 10.0 m, respectivamente.

#### 2.1.2 Hidráulica

En base a los datos hidráulicos del canal Yanama, proporcionados por el Plan Merlo, se prosigió a definir la caja de este, siendo estos: Caudal de diseño (Q) de 100 L/s, la sección del canal es rectangular con base de 0.60 m y alto de 0.45 m; el canal es revestido con concreto armado. El criterio fue mantener la sección hidráulica para el caudal de 100 L/s, con el factor de rugosidad de 0.015 (concreto). El diseño del canal se basó en la ecuación de Manning, diseñada para flujos por gravedad. Además de los datos mencionados anteriormente, se considera, también, la pendiente de la rasante

del canal, dada de acuerdo a las condiciones iniciales (cotas de ingreso y de empalme con el canal existente) y terreno natural. La longitud del c. Los resultados obtenidos como el trazo, velocidad, Número de Froude y borde libre se muestra en el Cuadro 1 del Anexo de Análisis de Hidráulica.

### 2.2.3 Estructuras accesorias

El sector comprendido entre las progresivas Km. 77+670 al Km. 77+730, presenta corte (lado izquierdo), originándose banquetas, las cuales deben llevar sus respectivas cunetas de banquetas. De acuerdo a la topografía del terreno y a la pendiente de la vía, se ha proyectado una cuneta de coronación que permita la captación del flujo de lluvia de las cunetas de banquetas proyectadas. Luego, la cuneta de coronación entregará o drenará hacia la alcantarilla proyectada Km. 77+620. Reco, en el desarrollo de esta cuneta ha de interceptar al eje del canal Yanama, por lo que se ha proyectado una estructura de paso, denominada Canoa, la que permitirá pasar el flujo pluvial por encima de la estructura del canal, sin interferir el flujo del canal.

En el Anexo Láminas, la Lámina 00-T2-XXXXXX muestra el diseño del canal en planta y perfil, con sus respectivos cuadros de Estructuras Geométricas e Hidráulicas, como también las Sección Típica con su amplitud. Así mismo, las Láminas 00-T2-XXXXXX, 00-T2-XXXXXX y 00-T2-XXXXXX muestran las secciones transversales del terreno con la reubicación del canal Yanama en el sector de estudio.

## 3. CONCLUSIONES

Debido al trazo del sector del canal Yanama reubicado (a la altura de las progresivas de la vía Km. 77+730 al Km. 77+670), el dimensionamiento de las alturas de las banquetas fueron modificadas de 10.0 m a 8.0 m. Así mismo, la pendiente del canal varió por la necesidad de que la rasante este en corte.

## 4. RECOMENDACIONES

Realizar en este sector del canal (a la altura de las progresivas de la vía Km. 77+670 al Km. 77+730), el mantenimiento de la estructura, de modo que no se originen fisuras en las juntas que puedan provocar filtraciones hacia el talud. Así mismo, la limpieza de ella, para evitar posibles reboses que filten hacia la banqueta y con ello el talud interior de la vía.



Foto 1. Km. 77+780. Vista panorámica (hacia atrás) del canal Yanama en el sector a reubicar.



Foto 2. Km 77+760. Vista del canal Yanama, revestido en concreto armado, con sección rectangular de 0.60 m de ancho por 0.45 m de alto.



## **ANEXO II-I – PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO DOS TRECHOS ANALISADOS**

## ESTUDIOS DEFINITIVOS DE INGENIERIA DE DETALLE

### DISEÑO DEL PAVIMENTO METODO AASHTO 1993

10 AÑOS

PROYECTO : Urcos - Inambari

SECTOR : Urcos - Marcapata

SECCION : km 69+630 - km 71+700

FECHA : 19/12/2005

73+500            75+900

76+720            78+280

#### DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :

##### 1. PROPIEDADES DE MATERIALES

A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN<sup>2</sup>) 30,00  
 B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE 15,00

##### 2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE

A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18) **1,80E+06**  
 B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R) 95%  
     STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr) -1,645  
     OVERALL STANDARD DEVIATION (So) 0,45  
 C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi) (USANDO CBR) = 13% **15,89**  
 D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi) 4,2  
 E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt) 2,0  
 F. PERIODO DE DISEÑO (Años) 10

##### 3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA

|   |       |
|---|-------|
| Concreto Asfáltico (a1)                               | 0,44  |
| Base granular (a2)                                    | 0,14  |
| Subbase (a3)  | 0,12  |
| Mejoramiento de la Subrasante (a4)            CBR>20% | 0,095 |

B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| Base granular (m2)                 | 1,10 |
| Subbase (m3)                       | 1,00 |
| Mejoramiento de la Subrasante (m4) | 1,00 |

#### ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO (AASHTO SIMPLIFICADO)

|   | H (cm) | SN   | SN REQUERIDO |
|---|--------|------|--------------|
| CARPETA DE RODADURA (D <sub>1</sub> )           | 7,5    | 1,30 |              |
| CAPA BASE (D <sub>2</sub> )                     | 15     | 0,91 |              |
| SUB-BASE (D <sub>3</sub> )                      | 15     | 0,71 |              |
| MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE (D <sub>4</sub> ) | 15     | 0,56 |              |
| Total   |        | 3,48 | <b>2,96</b>  |

OK

| CALCULO DEL TRAFICO A 1.5 DE SERVICIABILIDAD |             |          |
|--|-------------|----------|
| SN (diseño)                                  | N18 CALCULO | N 1.5    |
| 3,48   | 6,83        | 6,77E+06 |

**ANEXO III – RELATÓRIOS TÉCNICOS ATO RODOVIA DOS ANDES**



**ANEXO III-A – RELATÓRIO TÉCNICO ATO RODOVIA DOS ANDES**

GEOMETRIA – VARIANTE KM 77+020 - 78+040

INTERCONEXIÓN VIAL IÑAPARI – PUERTO MARÍTIMO DEL SUR

**TRAMO II URCOS - PUENTE INAMBARI**

**VARIANTE A LA INGENIERÍA  
DE DETALLE**

**INFORME DE VARIANTE**

**KM. 77+020 a KM. 78+040**

**FEBRERO/2007**

## 1.0 DISEÑO VIAL - PROYECTO GEOMÉTRICO

El tramo en estudio tiene las siguientes características geométricas:

### 1.1 Clasificación de la Carretera

|                               |                   |                 |
|-------------------------------|-------------------|-----------------|
| Según su Función              | Red Vial Primaria | 77+020 a 78+040 |
| Según la Demanda              | 3ª Clase          | 77+020 a 78+040 |
| Según Ocupación Urbana        | Semi Urbano       | ---             |
| Según Condiciones Orográficas | Tipo 4            | 77+020 a 78+040 |

### 1.2 Velocidad Directriz

|                 |                     |
|-----------------|---------------------|
| Progresivas     | Velocidad Directriz |
| 77+020 a 78+040 | 30 Kph              |

### 1.3 Parámetros de Diseño

| Parámetro                       | VD 30 Kph |
|---------------------------------|-----------|
| Radio mínimo absoluto           | 28 m      |
| Peralte máximo                  | 8%        |
| Tangente mínima curvas reservas | 42 m      |
| Tangente mínima mismo sentido   | 84 m      |
| Tangente máxima                 | 500 m     |

### 1.4 Pendiente Máxima

|   |     |
|---|-----|
| Para altitudes mayores de 3000 m s n m. | 11% |
| Para altitudes menores de 3000 m s n m. | 12% |

Además se han tomado en cuenta las recomendaciones dadas por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2001.

### 1.5 Sección Transversal

| Descripción                |        |
|----------------------------|--------|
| Ancho superior de rodadura |        |
| 77+020 a 78+040            | 6.00 m |
| Bermas laterales           | 0.70 m |
| Sobreancho de compactación | 0.30 m |
| Bombeo                     | 2.5%   |

### 1.6 Longitud del Tramo

| Tramo II - URCOS / PUENTE INAMBARI |        |        |               |
|------------------------------------|--------|--------|---------------|
| DESCRIPCIÓN                        | INICIO | FINAL  | DISTANCIA (m) |
| Eje                                | 77+020 | 78+040 | 1020          |

### 1.7 Descripción del trazo Proyectado de la Carretera

La variante considerada, plantea una variante al Proyecto de Ingeniería de Detalle del km. 77+020 al km. 78+030. La variante inicia en el km. 77+020 que corresponde al del trazo propuesto, y finaliza en el km. 78+040 que empalma con el eje de la Ingeniería de Detalle al igual que la Solución Técnica la cual genera una nueva ecuación de empalme:

- Km. 78+045.282 = Km. 78+030

El tramo de la variante comprendido entre el km. 77+020 al km. 78+040 está caracterizado por un terreno de topografía medianamente accidentada y que pasa por la vía actual del poblado de Yanama. Esta variante se realizó debido a que el tramo de la Ingeniería de Detalle afectaba los terrenos de cultivo los mismos que tendrían que ser expropiados, así como un canal de riego y además se proyectaban muros de contención. Por estas razones, se decidió realizar la variante al tramo de Ingeniería de Detalle la cual solo afecta una casa que tendrá que ser expropiada y además el volumen de corte es casi similar, pero el relleno es mucho menor, ambos en comparación al tramo de Ingeniería de Detalle.

En el proyecto de la variante a la Ingeniería de Detalle presentado del km. 77+020 al km. 78+040, se conservó el trazado original del Estudio de Factibilidad, sólo mejorando las curvas de transición en espiral, además, se rectificó básicamente el alineamiento de la vía existente, los segmentos con los mayores ángulos de deflexión y de radios pequeños; requiriéndose este sector 6 curvas circulares con radios mayores a 80 m, sin curvas de transición.

En el proyecto de variante que presentamos, los ángulos horizontales son más favorables y los radios de curvas son mayores, proporcionando un trazado de geometría mas confortable para el usuario de la vía, requiriéndose en el diseño 06 curvas con radios mayores a 80 m.

El proyecto geométrico vertical tiene como principal objetivo siempre que sea posible acompañar las cotas de la plataforma de la vía existente procurando ahorrar el movimiento de tierras, y de igual forma cumplir con las normas del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2001 del MTC. Específicamente en el tramo entre el km. 77+020 hasta el km. 78+040

En todo el tramo la pendientes  $i$  (%) son menores a 6% e una longitud igual a 1020 m.



**ANEXO III-B – RELATÓRIO TÉCNICO ATO RODOVIA DOS ANDES**  
GEOTECNIA – VARIAÇÃO DE TALUDE DE CORTE KM 86+670 – 86+920

**PROPUESTA DE VARIACIÓN DE TALUD DE CORTE**  
**km 86+700 al km 86+900**

**Antecedentes**

En el informe Estudio Geológico-Geotécnico de la Ingeniería de Detalle, Volumen 3 de 10, en el apartado 2.4. Descripción Geológica-Geotécnica, se presenta un Cuadro de Descripción Geológica-Geotécnica en el cual describe el material y se propone un talud de corte. Para el tramo comprendido en este informe se asigna una inclinación 1H:3V.

Aunque este valor de inclinación se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el Ministerio de Transportes, es necesario indicar que debido a las alturas resultantes del corte y las características del material en condiciones de saturación, es preciso modificar las inclinaciones dadas en el estudio previo, sobre la base de una nueva evaluación de campo y estimaciones con cálculos de estabilidad de taludes, infiriendo propiedades comunes de los suelos encontrados.

**Descripción de las Características Geológicas del Sector**

En este sector, los materiales sobre los que se conformarán los nuevos taludes son parte de extensos depósitos fluvio-glaciares, constituyendo morrenas dispuestas longitudinalmente al valle, alcanzando alturas mayores de 40,0m con cumbres redondeadas y laderas de 60° a 70° aproximadamente.

Estos depósitos morrénicos están compuestos por gravas arcillosas, color gris verdosas, medianamente densas a densas. Presenta cantos subangulosos a subredondeados, heterométricos, con algunos bloques que alcanzan hasta 1,0 m de diámetro. El contenido de agua es elevado, generalmente se encuentran saturados.

Las gravas se intercalan con lenticularidades de arcilla beige a gris verdosa, plástica. En ciertas zonas, el contenido de limo arcillas marrón oscuras a negruzcas, se eleva considerablemente formando una especie de bolsón dentro de las gravas.

## **Factores Negativos del Depósito**

Los suelos que constituyen las morrenas y sobre las se conformarán los taludes, provienen de procesos de depositación llevadas a cabo por masas de hielo, esto ocasiona una mala selección de los materiales que reúne: clastos heterométricos y suelos cohesivos, entremezclados sin arreglo alguno; es decir, dentro de un material gravoso puede encontrarse bolsones de arcilla plástica a muy plástica. Esta característica origina anisotropía de las propiedades mecánicas del conjunto.

A los problemas derivados de la composición litológica del depósito, en el tramo indicado, se agrega la presencia de agua permanente que introduce una variable muy negativa para la estabilidad.

Los factores indicados: heterogeneidad de su composición litológica, anisotropía de sus propiedades físico mecánicas y presencia de clastos heterométricos, convierten a estos materiales en poco confiables, por lo que es necesario establecer condiciones seguras de estabilidad, adoptando valores derivados de una evaluación integral del conjunto.

## **Determinación del Factor de Seguridad**

Definido las condiciones del material, se ha tenido por conveniente llevar a cabo un análisis simple de estabilidad de taludes, tomando en cuenta las condiciones antes descritas, que nos permitan cierta aproximación a los valores de factor de seguridad requeridos.

Para el cálculo del factor de seguridad se empleará la metodología establecida por HOEK y BRAY; para lo cual se ha considerado las siguientes premisas:

- Se ha considerado las presiones intersticiales
- El círculo de rotura se hace pasar siempre por el pie del talud.
- El material del talud se considera homogéneo (no existe método para el tipo de suelo heterogéneo encontrado).

**Primero se analizará para un talud de 72° (1H:3V).**

Parámetros comunes de suelos similares:

$$c' = 2,0 \text{ t/m}^2$$

$$\phi = 32^\circ$$

$$H = 18$$

$$\gamma = 1,80 \text{ t/m}^3$$

$$\phi = 72^\circ$$

Para calcular el parámetro adimensional:

$$\frac{c'}{\gamma \cdot H \cdot \text{tg } \phi} = \frac{2,0 \text{ t/m}^2}{1,80 \times 18 \times \text{tg } 32^\circ} = 0,10$$

Con este valor y el ángulo de inclinación del talud, se obtiene:

$$\frac{\text{Tg } \phi}{\text{F.S.}} = 0,84$$

El factor de seguridad es:

$$\text{F.S.} = \frac{\text{Tg } 32^\circ}{0,84} = 0,74$$

**Para un talud de 45° (1H:1V).**

Parámetros comunes de suelos similares:

$$c' = 2,0 \text{ t/m}^2$$

$$\phi = 32^\circ$$

$$H = 18$$

$$\gamma = 1,80 \text{ t/m}^3$$

$$\phi = 45^\circ$$

Para calcular el parámetro adimensional:

$$\frac{c'}{\gamma \cdot H \cdot \text{tg } \phi} = \frac{2,0 \text{ t/m}^2}{1,80 \times 18 \times \text{tg } 32^\circ} = 0,10$$

Con este valor y el ángulo de inclinación del talud, se obtiene:

$$\frac{Tg \emptyset}{F.S.} = 0,55$$

El factor de seguridad es:

$$F.S. = \frac{Tg 32^{\circ}}{0,55} = 1,14$$

Conformando banquetas de 6,0 m de altura, se tiene:

$$\frac{c'}{\gamma.H.tg \emptyset} = \frac{2,0 \text{ t/m}^2}{1,80 \times 6 \times tg 32^{\circ}} = 0,25$$

$$\frac{Tg \emptyset}{F.S.} = 0,34$$

El factor de seguridad es:

$$F.S. = \frac{Tg 32^{\circ}}{0,34} = 1,83$$

## Conclusiones

1. Los taludes serán conformados sobre depósitos morrénicos, compuestos esencialmente por gravas arcillosas intercaladas con niveles limo-arcillosos. Estos materiales por su origen geológico son heterogéneos en su composición, presentan asimetría en sus propiedades físico mecánicas y presentan clastos heterométricos.
2. La presencia permanente del agua es un factor negativo para la estabilidad del talud.
3. En cálculos simples de estabilidad se han definido los siguientes valores de Factor de Seguridad :  
 F.S. = 0,74 para taludes de 18,0 m de altura, parcialmente saturados, con inclinaciones de 72° (1H:3V).

F.S. = 1,14 para taludes de 18,0 m de altura, parcialmente saturados, con inclinaciones de 45° (1H:1V).

F.S. = 1,83 para taludes de 6,0 m de altura, parcialmente saturados, con inclinaciones de 45° (1H:1V).

4. De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que los taludes altos mayores de 18,0 m con inclinaciones de 72° (1H:3V), son muy inestables.

Los taludes altos de 18 o mayores, con inclinaciones de 45°, presentan mayor estabilidad, sin ser totalmente estables.

Los taludes de 6,0 m de altura, con inclinaciones de 45°, presentan un alto nivel de seguridad.

### Recomendaciones

1. Taludes altos, con inclinaciones de 72° (1H:3V), no deben ser conformados por ser inestables, deberán ser cambiados.
2. Se sugiere conformar taludes con inclinaciones de 1H:1V. Para alturas mayores de 10,0 m establecer banquetas de 6,0 m de altura y 3,0 m de ancho.
3. Aplicar soluciones de drenaje, principalmente cunetas de coronación y cunetas de banquetas. Si fuera necesario controlar la desagregación superficial por filtración de agua en el frente del talud, deberán ubicarse espolones y/o colchones de drenaje.
4. Vegetalización con plantas del lugar y/o hidrosiembra.

## Panel Fotográfico



Foto 1: Vista de la grava diferenciadas por colores debido a la concentración de materia orgánica y fragmentos de filita carbonosa que la constituye.



Foto 2: Depósito morrénico se extiende longitudinalmente al valle.



Foto 3: La presencia de agua es constante en el lugar requiere soluciones de Drenaje.



**ANEXO III-C – RELATÓRIO TÉCNICO ATO RODOVIA DOS ANDES**

MURO DE CONTENÇÃO – KM 54+660 - 54+725 (Projeto Executivo) x  
KM 54+295 - 54+316 (Projeto ATO)

INTERCONEXIÓN VIAL IÑAPARI – PUERTO MARÍTIMO DEL SUR

## **TRAMO II URCOS - PUENTE INAMBARI**

INGENIERÍA DE DETALLE

MUROS DE CONTENCIÓN

KM. 54+013 AL KM. 54+028

KM. 54+295 AL KM. 54+316

KM. 54+555 AL KM. 54+576

-----

DICIEMBRE/2006

## 1. INTRODUCCIÓN

Este documento presenta la memoria descriptiva de los muros de contención los cuales serán los que contengan la estructura de la plataforma de la vía en lugares donde la no se consiga las dimensiones requeridas por esta, es decir en lugares donde la topografía (taludes inferiores con altas pendientes) no permite el desarrollo normal de la plataforma de la vía.

Este muro planteado es de una altura de 3 m con un ancho de 1.92m los cuales se aprecian con mayor detalle en los planos 000-T2-TE-6028.

El cálculo de la estabilidad se muestra en los anexos A.

Serán muros de contención en concreto ciclópeo de  $f_c = 140\text{kg/cm}^2$  con 30% de P.G. lateralmente a los estribos.

La definición de la ubicación, longitud y altura de los muros de contención será echa en campo, conforme las condiciones topográficas.

De esta forma fueron proyectados muros típicos, con alturas de 4 metros.

## 2 CRITERIOS DE CÁLCULO

En los cálculos efectuados fueron adoptados los siguientes criterios:

- a) Consideración del problema con una configuración plana. Esto significa que las dimensiones en la dirección perpendicular a la sección analizada son tomadas como infinitas. Esta hipótesis es comúnmente adoptada en diversos cálculos en geotecnia.
- b) Sobrecarga proveniente de la compactación de relleno, con valor igual a  $10 \text{ kN/m}^2$ .
- c) Consideración de efecto sísmico sobre el empuje activo, con incremento debido a las aceleraciones horizontales y verticales del suelo. Estas aceleraciones provocan la aparición de fuerzas de inercia en las direcciones vertical y horizontal. Los valores de los coeficientes de aceleración son, por general, variables según cada territorio. Usualmente vienen indicados por normas específicas en función del riesgo sísmico de la zona donde será construida la estructura de contención.
- d) Consideración de la acción del empuje hidrostático sobre la cara interna de los muros equivalente a una carga hidráulica máxima igual a  $1/3$  de la altura del muro.
- e) Consideración en el cálculo de la fuerza resistente tangencial entre la base del muro y el terreno de fundación formada por efecto de la fricción, que considera un ángulo igual a  $2/3$  del ángulo de fricción del suelo de fundación y por efecto de adherencia, que considera un valor igual a  $50\%$  del valor de la cohesión del terreno de fundación; en caso los muros sean cimentados directamente sobre roca, la fuerza resistente será calculada considerándose un ángulo de fricción de contacto concreto x roca igual a  $35^\circ$
- f) No se considera del efecto resistente del empuje pasivo en la cara inferior externa del muro;

La estabilidad de las estructuras de contención fue verificada para las condiciones indicadas a continuación:

### 2.1. Estabilidad contra el Deslizamiento

El deslizamiento de la estructura ocurre cuando la resistencia al deslizamiento a lo largo de la base del muro de contención sumada al empuje pasivo disponible en el frente no es suficiente para contraponerse al empuje activo.

La verificación contra el deslizamiento se ha hecho comparando la fuerza de resistencia disponible a lo largo de la base del muro con la fuerza movilizada para la estabilidad de la estructura. Esta última es determinada a partir del equilibrio de las fuerzas que actúan sobre el muro de contención.

Las fuerzas que actúan sobre el muro son:

- Empuje activo provocado por el terraplén  $E_a$ , por la sobrecarga, por la acción de agua y la acción sísmica;
- Empuje pasivo disponible  $E_p$ ;
- Peso propio del muro  $P_g$ ;
- Fuerza normal actuante en la base  $N$ ;
- Fuerza resistente tangencial en la base  $T$ .

En los cálculos efectuados no se consideró el empuje pasivo disponible por que no puede ser garantizado su efecto permanente.

## 2.2. Estabilidad contra el Volteo

La estabilidad contra el volteo de la estructura es verificada por la comparación entre los momentos de las fuerzas activas de estabilización  $M_r$  y los momentos de las fuerzas activas de volteo  $M_a$ . Estos momentos son determinados en relación al extremo inferior izquierdo de la base del muro que es el punto de rotación en el volteo.

Las fuerzas que contribuyen a la estabilización son:

- Peso propio de la estructura,
- Empuje pasivo disponible,
- Cargas aplicadas sobre el muro,
- Componente vertical del empuje activo.

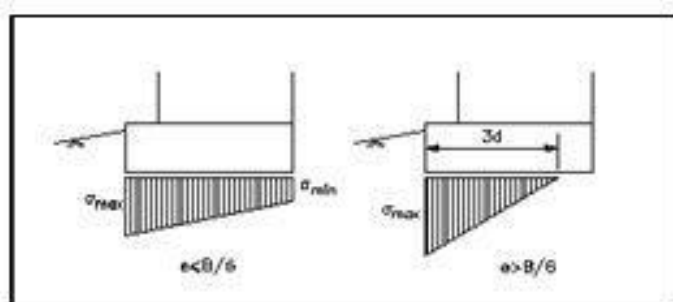
La misma forma, que en el caso de la estabilidad contra el deslizamiento, en los cálculos efectuados no se consideró el momento de estabilización del empuje pasivo disponible por no poder garantizar su efecto permanente.

El momento de volteo, a su vez, está constituido por el momento de la componente horizontal del empuje activo total que actúa sobre el muro y por el momento de las fuerzas de inercia provocadas por el efecto sísmico.

## 2.3. Presión en la Fundación

Para el cálculo de las presiones actuantes en la fundación de la estructura, se determina el punto de aplicación de la fuerza normal  $N$  calculada en la verificación del deslizamiento. Para este cálculo, se hace un equilibrio de momentos en relación al extremo inferior de la base considerándose la excentricidad de la fuerza normal  $N$  según la teoría clásica de estabilidad de estructuras rígidas.

En el caso de la excentricidad  $e > \frac{b}{6}$ , solamente una parte de la base es utilizada para la distribución de las presiones.



En las condiciones normales de carga las dimensiones de los muros fueran definidas evitándose la ocurrencia de excentricidad  $e > \frac{b}{6}$  de modo que resulten muros con base 100% comprimida.

En la verificación a la acción sísmica, por tratarse de acción de corta duración, fue admitida la ocurrencia de excentricidad  $e > \frac{b}{6}$  resultando esfuerzos de tracción en la base.

El valor de las presiones que actúan en la fundación debe ser comparado con la máxima presión admisible del suelo de fundación que fue calculada por la teoría de Vesic (Bearing Capacity of Shallow Foundation. In: Foundation Engineering Handbook. 1. ed. New York: Van Nostrand Reinhold Company Inc., 1975. p. 121-147) considerándose un factor de seguridad superior a 2,5.

La expresión indicada a continuación permite considerar la influencia de diversos factores, incluyendo:

- Dimensiones y forma de la fundación;
- Parámetros de resistencia del terreno de fundación;
- Excentricidad e inclinación de la carga transmitida a la fundación;
- Inclinación de la base de la fundación;
- Inclinación del terreno adyacente a la fundación;
- Rigidez del terreno de fundación;
- Posición del nivel de agua.

### 3. CÁLCULOS EFECTUADOS

Los análisis fueron hechos según la Teoría de Coulomb empleando una planilla electrónica desarrollada especialmente para el análisis de muros de concreto ciclópeo.

En el Anexo A se presentan los resultados de los cálculos efectuados.

#### 3.1. Parámetros de Cálculo

Para efecto del análisis fueron considerados los siguientes parámetros:

- Suelo del terraplén:

- Ángulo de fricción interno: 30 grados
- Cohesión:  $0 \text{ kN/m}^2$
- Peso específico:  $18 \text{ kN/m}^3$

- Suelo de fundación

En este tramo de la carretera los muros de contención serán ejecutados sobre pizarras silicificadas, sanas a poco meteorizadas, con fracturamiento variable. Los parámetros de resistencia de la masa rocosa de la fundación en este sector, con la finalidad de calcular la capacidad de soporte de la fundación, fueron determinados según la Clasificación Geomecánica de Macizo Rocoso (Bieniawski), con base a las observaciones obtenidas en la fase de mapeo geológico, conforme presentada en cuadro a continuación. Los resultados obtenidos indican macizos clasificados Clase II/III con ángulo de fricción entre 25 y 35 grados y cohesión variable entre 200 a 300 kPa.

Así, para efecto de cálculo, fueron considerados los siguientes parámetros de resistencia al corte característicos:

Pizarras medianamente fracturadas y meteorizadas: Clase II/III

- Ángulo de fricción interno: 35 grados
- Cohesión:  $100 \text{ kN/m}^2$

El peso específico de la masa rocosa fue asumido igual a  $24 \text{ kN/m}^3$

El peso específico de los muros de concreto ciclópeo fue asumido igual a  $23,0 \text{ kN/m}^3$

- Sobrecarga

- La sobrecarga proveniente del tránsito de vehículos se consideró uniformemente distribuida sobre la plataforma de la carretera y equivalente a  $15,0 \text{ kN/m}^2$ .

- Efecto de Sismo en las Estructuras

- Coeficiente de aceleración horizontal igual a 0,30;

- Factores de Seguridad

Los factores de seguridad mínimos y condiciones de compresión en la base considerados se presentan a continuación:

#### Factores de Seguridad Mínimos

| Condición             | Deslizamiento | Volteo | Capacidad de Carga de la Fundación | Compresión en la Base |
|-----------------------|---------------|--------|------------------------------------|-----------------------|
| Normal con Sobrecarga | 2,0           | 2,0    | 4,0                                | 100 %                 |
| Sismo sin Sobrecarga  | 1,3           | 1,3    | 5,0                                | > 85%                 |

#### 3.2. Resultados Encontrados

En el **Anexo A** se presentan los resultados encontrados en el análisis agrupados según las alturas de los muros y considerando las condiciones normal con sobrecarga y condiciones con sismo sin sobrecarga.

Las dimensiones de los muros según las diversas alturas consideradas en los cálculos y según las clases de macizo de fundación son presentadas en las figuras a seguir.

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La implantación de los aproches como alas de los estribos se definirá en el campo, según la necesidad y las condiciones observadas en el local.

Los muros proyectados presentan alturas variables de 2.0 a 8.0 m. Los factores de seguridad al volteo, deslizamiento, esfuerzos en la base y capacidad portante de la fundación requeridos fueron alcanzados.



**ANEXO III-D – RELATÓRIO TÉCNICO ATO RODOVIA DOS ANDES**

**OBRA DE ARTE ESPECIAL – PONTILHÃO KM 84+137**

INTERCONEXIÓN VIAL IÑAPARI – PUERTO MARÍTIMO DEL SUR

TRAMO II

VOLUMEN 1

JUSTIFICACION TECNICA HIDRAULICA DE LA REDUCCION  
DE LA LONGITUD DEL PONTON Km 84+137

OCTUBRE 2006

## JUSTIFICACION TECNICA HIDRAULICA DE LA REDUCCION DE LONGITUD DEL PONTÓN Km 84+137

### 1.0 INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde al estudio hidráulico que justifica el cambio de la longitud y por tanto de la sección del Pontón ubicado en el Km 84+137. El estudio inicialmente contempla una longitud de 10 m, pero que actualmente es proyectado para la construcción de una luz de 7.5 m de longitud y una altura promedio total de 2.6 m, el cual incluye la profundidad de limpieza del cauce en 0.5 m debido a que no es posible elevar demasiado la rasante respecto al nivel de las viviendas existentes.

El Pontón con luz de 10 m, corresponde a una situación geométrica perpendicular al trazo de la carretera que presenta un ángulo de aproximadamente 30° respecto a la quebrada. El Pontón de 7.5 m considera una geometría esviada respecto al trazo.

### 2.0 OBJETIVO

El objetivo principal del estudio hidráulico es evaluar la capacidad hidráulica del Pontón en la progresiva 84+137, considerando la nueva longitud reducida a 7.5m de luz y 2.6 m de altura total, incluyendo los diseños de sus obras complementarias de encauzamiento y protección, con el fin de garantizar su capacidad hidráulica de diseño, evitando los efectos de desborde y minimizar la socavación en su zona de influencia aguas arriba y aguas abajo.

### 3.0 INFORMACION UTILIZADA

#### 3.1 Caudal de Diseño

De acuerdo al estudio hidrológico para un tiempo de retorno de 50 años, se empleó un caudal de diseño 24.59 m<sup>3</sup>/s.

### 3.2 Topografía

La información utilizada procede de los trabajos de levantamiento de campo efectuados por personal de en la etapa del Proyecto.

La zona de ubicación del Pontón presenta una topografía relativamente llana.

## 4.0 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LA QUEBRADA

### 4.1 Pendiente longitudinal

De acuerdo al desarrollo de la topografía de la quebrada, en la zona del Pontón en estudio, para fines del cálculo numérico se determinó la pendiente longitudinal en 3.5 %.

### 4.2 Material del cauce

Se puede determinar que el cauce de la quebrada está constituido por material gravoso grueso cuyo diámetro medio se estima en 40 mm.

### 4.3 Coeficiente de rugosidad

Para los cálculos de los tirantes de flujo y de las velocidades medias es necesario determinar la rugosidad del cauce, el cual se estimó en 0.035 para el cauce natural y 0.025 en el tramo de cruce del Pontón considerado como promedio por la construcción de la estructura de concreto.

## 5.0 MODELAMIENTO HIDRÁULICO

El modelamiento hidráulico del tramo en estudio se realizó empleando el programa HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) que se fundamenta en la teoría hidráulica de canales abiertos.

## 5.1 Datos de Entrada

Los datos de entrada corresponden a las condiciones geométricas del cauce obtenido de la topografía, la geometría del cauce y la rugosidad del cauce.

El modelamiento geométrico en planta y la ubicación de las secciones transversales es en promedio cada 15 m. La convención del programa HEC-RAS para la designación de la numeración de cada sección es en orden decreciente desde aguas arriba hacia aguas abajo.

La Figura N° 1 del anexo muestra el modelamiento de la planta del tramo en estudio y las respectivas secciones, en ella se ubica el Pontón en estudio designado como sección 6.5. En total fueron incluidas 7 secciones para el modelamiento; 4 aguas arriba del Pontón y 3 aguas abajo, teniendo un tramo de longitud total de aproximadamente 100 m.

La Figura N° 2 del anexo muestra el modelamiento de la sección del Pontón que corresponde a la Progresiva 84+137 y se presenta a dicha sección respecto a la geometría de las otras secciones aguas arriba y aguas abajo.

El Pontón para efectos de cálculo hidráulico es modelado con las siguientes dimensiones:

|                     |        |
|---------------------|--------|
| Longitud libre:     | 7.10 m |
| Ancho:              | 9.40 m |
| Altura al Ingreso:  | 2.60 m |
| Altura a la salida: | 2.80 m |

Las dimensiones de las alturas consideran la profundidad de limpieza del cauce en un promedio de 0.5 m y en una longitud promedio de 30 m aguas arriba y 20 m aguas abajo del Pontón, las mismas que contemplan obras de encauzamiento.

Los datos de ingreso se complementan con los valores de la rugosidad mencionados anteriormente para cada sección considerada.

## 5.2 Resultados del Modelamiento del Pontón

Los resultados de los cálculos del modelamiento hidráulico del Pontón en la condición final se presentan en los anexos tanto en figuras y cuadros en los formatos de salida del programa HEC-RAS.

La Figura N° 3 muestra la perspectiva del modelamiento hidráulico en 3 dimensiones mostrando el flujo transitado a lo largo de la quebrada y a través del Pontón en estudio. Debido a la topografía de las secciones en la zona de influencia del Pontón, el tramo en estudio se modeló con obras de encauzamientos que garanticen el tránsito del flujo de un tirante máximo de 1.45 m por lo que el enrocado de protección debe tener una altura recomendable de 2 m con el fin de evitar desbordes.

En la Figura N° 4 se presentan el perfil del flujo y el perfil del fondo del terreno, donde se observa que el tirante del flujo se reduce en la salida del Pontón debido al incremento de la velocidad.

Las Figuras N° 5 y 6 muestran las profundidades hidráulicas y las velocidades del flujo respectivamente a lo largo del tramo modelado, indicando de derecha a izquierda las secciones desde aguas arriba hacia aguas abajo respectivamente. Las velocidades en el tramo en estudio de la quebrada están en promedio de los 3.6 m/s.

Los resultados del modelamiento hidráulico se presentan en el Cuadro N° 1, donde se presenta el nombre de la sección, caudal total, cota mínima de fondo de canal, elevación normal y crítica del agua, cota y pendiente de la línea de energía, velocidad promedio, área hidráulica, ancho superficial, número de Froude y tirante.

Para el Pontón, entre los resultados principales podemos resaltar que la velocidad máxima es de 3.96 m/s y se presenta en la salida y el número de Froude es de 1.35 que se presenta también en la salida, lo que

clasifica al flujo como supercrítico, sin embargo en la entrada tenemos flujo subcrítico con un número de Froude es de 0.99, de allí que el tirante al ingreso del Pontón es 1.08 m. A la salida del Pontón el tirante es 0.87 m.

Si consideramos el tirante máximo, tenemos un borde libre 1.5 m en el caso más crítico que es el ingreso del Pontón.

## 6.0 SOCAVACIÓN

### 6.1 Socavación General

La socavación general está referida a la determinación de la mayor profundidad de erosión natural que se puede presentar en cada una de las secciones de la quebrada para el caudal de diseño.

Para el cálculo de la socavación general se empleó el método de Lischvan - Lebediev, el cuál se basa en la suposición de que una vez alcanzado el estado de equilibrio se iguala la velocidad media de la corriente ( $V_r$ ) y la velocidad media del flujo que se requiere para erosionar un material de diámetro y densidad conocidos ( $V_e$ ).

$$V_r = V_e$$

Las siguientes relaciones nos permiten determinar la socavación general del cauce:

$$d_m = \frac{A}{B_e} \qquad \alpha = \frac{Q_d}{uB_e d_m^{\frac{5}{3}}}$$

$$d_s = \left( \frac{\alpha d_0^{\frac{5}{3}}}{0.68 \beta D_m^{0.28}} \right)^{\left( \frac{1}{1+\alpha} \right)}$$

$$S_G = d_s - d_0$$

Donde:

- $Q_{d,i}$  : Caudal de avenida de diseño ( $m^3/s$ )
- $A$  : Área hidráulica ( $m^2$ )
- $B_e$  : Ancho efectivo de la sección (m)
- $\mu$  : Coeficiente depende de la contracción
- $d_m$  : Tirante medio de la sección que se obtiene dividiendo el área hidráulica entre el ancho efectivo (m)
- $D_{m,i}$  : Diámetro medio del material del lecho (mm)
- $\beta$  : Coeficiente que depende del período de retorno
- $\chi$  : Coeficiente que depende del diámetro medio de los sedimentos
- $d_s$  : Profundidad hasta el nivel de socavación (m)
- $\alpha$  : Coeficiente
- $d_0$  : Profundidad antes de la socavación (m)
- $S_0$  : Socavación general (m)

En el Cuadro N° 2 del anexo se muestran los resultados obtenidos al aplicar este método, que para el caso del Pontón la máxima socavación en la sección es 0.95 m y se presenta en la salida. El caudal, el tirante, la velocidad del flujo y el material del cauce condicionan la profundidad de socavación.

En el Cuadro N° 3 del anexo los cálculos y resultados de la socavación general se presentan en forma particular para la sección 6.5 que corresponde al Pontón y que fue modelado con fondo recto con un ancho libre de 7.1m, siendo la socavación general máxima con un valor uniforme de 0.95 m.

## 6.2 Socavación Local

La socavación local se produce por la alteración de los flujos por la construcción de estructuras hidráulicas de los cauces naturales. Para el caso del Pontón en estudio, se presenta la socavación local por contracción.

Para determinar la socavación local también se empleó el programa HEC-RAS que toma por defecto los resultados obtenidos en el modelamiento hidráulico, pero que considera adicionar el diámetro del



material de lecho  $D_{50}$ , que para nuestro caso tomamos el mismo valor representativo de cauce de 40 mm de diámetro.

En el Cuadro N° 3 del anexo para el caso de la socavación local, también se presenta en forma particular para la sección 6.5 del Pontón, los cálculos y resultados de salida del Hec-Ras, donde se tiene un valor uniforme por contracción de 0.33 m y que se muestra en la Figura N° 7 del anexo.

### **6.3 Socavación Total**

En base a los resultados obtenidos en la socavación general y socavación local para la sección 6.5 que corresponde al Pontón, la combinación de ambos efectos determina la socavación total máxima. Por lo tanto la máxima socavación total en el Pontón es 1.28 m.

## **7.0 ESTUDIO HIDRAULICO DE OBRAS DE ENCAUZAMIENTO Y PROTECCION**

Los cálculos obtenidos en los ítems anteriores sirven de base para el diseño de las obras de encauzamiento y protección.

### **7.1 Enrocado de protección**

Esta solución plantea el uso de una capa de roca bien graduada, de preferencia que sea angulosa proveniente de cantera o de cortes en taludes rocosos.

Dado las condiciones topográficas de la zona, el talud considerado del enrocado es de 1V:1H. Se justifica este talud dado que se requiere ampliar el cauce natural de la quebrada y a la vez no afectar a las viviendas aledañas invadiendo a sus propiedades. En la zona de transición en el ingreso y en la salida del Pontón los taludes son variables y serán adecuados y definidos en obra de tal manera sean los más estables posibles.

La longitud total del enrocado aguas arriba del Pontón es en promedio 30 m, incluyendo los 5.0 m de longitud de transición. Para el caso del enrocado aguas abajo la longitud es en promedio 20 m, también incluyendo los 5 m de transición.

Para los cálculos el material del enrocado es considerado con una gravedad específica 2.65  $T_n/m^3$  y por lo tanto para la construcción será el mínimo empleado. El ángulo de reposo considerado es de 40°.

Los taludes de colocación sobre el talud interno será de acuerdo a las condiciones del material natural sobre el cual se apoyará el enrocado, recomendándose un talud máximo de 2V:1H.

La altura total de los enrocados de protección estará limitado por el nivel máximo de aguas en la parte superior y en su base inferior por el nivel máximo de socavación, por lo que la altura total será de 2 m mínimo y la profundidad de la cimentación tendrá un mínimo de 1.5 m.

La excavación de la cimentación del enrocado es considerado con un talud de 1 V:1 H.

## 7.2 Determinación del Diámetro del Enrocado

Existen diversas relaciones matemáticas que nos permiten determinar los diámetros de las rocas, cada uno de los cuales se basan en las características hidráulicas y geométricas del flujo y del enrocado respectivamente. Para nuestro caso tomamos varios de ellos con el fin de tener valores comparativos que nos permitan definir el diámetro de diseño.

Fórmula de **Maynard**

$$\frac{D_{50}}{Y} = C_1 F^2 \qquad F = C_2 \frac{V}{\sqrt{gY}}$$

donde :

- Y : Tirante de Flujo (m)  
 V : Velocidad de Flujo (m/s)  
 D<sub>50</sub> : Diámetro característico (m), según del cual el 50 % del material del lecho es menor.  
 F : Número de Froude  
 g : Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)  
 C<sub>i</sub> : Coeficiente

| Coeficiente    | Características            | Valor de Coeficiente |
|----------------|----------------------------|----------------------|
| C <sub>1</sub> | Fondo plano                | 0.28                 |
|                | Talud 1V: 3H               | 0.28                 |
|                | Talud 1 V: 2H              | 0.30                 |
| C <sub>2</sub> | Tramos en curva            | 1.25                 |
|                | Tramos rectos              | 1.50                 |
|                | En el extremo de espigones | 2.00                 |

#### Fórmula de U.S. Army Corps of Engineers

$$D_{50} = 0.35YF^3$$

donde:

- D<sub>50</sub> : Diámetro característico (m), según del cual el 50 % del material del lecho es menor.  
 Y : Tirante de Flujo (m)  
 F : Número de Froude

#### Fórmula de Levi

$$\frac{V}{\sqrt{\Delta g D_{50}}} = 1.4 \left( \frac{Y}{D_{50}} \right)^{0.2} \quad \Delta = \frac{\gamma_r - \gamma}{\gamma}$$

donde:

$D_{50}$  : Diámetro característico (m), según del cual el 50 % del material del lecho es menor.

$Y$  : Tirante de Flujo (m)

$V$  : Velocidad de Flujo (m/s)

$\gamma_r$  : Densidad de las rocas

$\gamma$  : Densidad del agua

$g$  : Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

#### Fórmula de U.S. Department of Transportation

$$D_{50} = 0.00594 C V^3 Y^{-0.5} K_1^{-1.5} \quad K_1 = \left[ 1 - \frac{\sin^2 \theta}{\sin^2 \phi} \right]^{0.50}$$

$$C = C_{sr} C_{sf}$$

$$C_{sr} = 2.12 / (S_s - 1)^{1.5}$$

$$C_{sf} = (SF / 1.2)^{1.5}$$

$D_{50}$  : Diámetro característico (m), según del cual el 50 % del material del lecho es menor.

$Y$  : Tirante de Flujo (m)

$V$  : Velocidad de Flujo (m/s)

$C$  : Coeficiente de Corrección

$\phi$  : Angulo de reposo del material del enrocado

$\theta$  : Angulo del enrocado con la horizontal

$C_{sr}$  : Coeficiente de corrección por el peso específico.

$C_{sf}$  : Coeficiente de corrección por factor de seguridad

$S_s$  : Gravedad específica del material del enrocado

$SF$  : Factor de seguridad, según las siguientes consideraciones:

| Tipo de Flujo   | Factor de Seguridad |
|---|---------------------|
| Flujo uniforme, canal recto   | 1.00 < SF < 1.20    |
| Flujo gradualmente variado, curva moderada, impacto de escombros flotantes.         | 1.30 < SF < 1.60    |
| Flujo rápidamente variado, tramo en curva forzada, alta turbulencia, fuerte oleaje. | 1.60 < SF < 2.0     |

Estas relaciones matemáticas consideran el talud del enrocado, que para nuestro caso, con un talud de 1V:1H los resultados matemáticos arrojan valores no reales. Como fin comparativo con las otras relaciones matemáticas se realiza un cálculo comparativo considerando el caso de un enrocado con talud 1V: 1.5H.

#### Fórmula de **Isbash**

$$V = 1.7 \sqrt{\Delta g D_{50}} \quad \Delta = \frac{\gamma_r - \gamma}{\gamma}$$

donde :

$D_{50}$  : Diámetro característico (m), según del cual el 50 % del material del lecho es menor.

$V$  : Velocidad de Flujo (m/s)

$\gamma_r$  : Densidad de las rocas

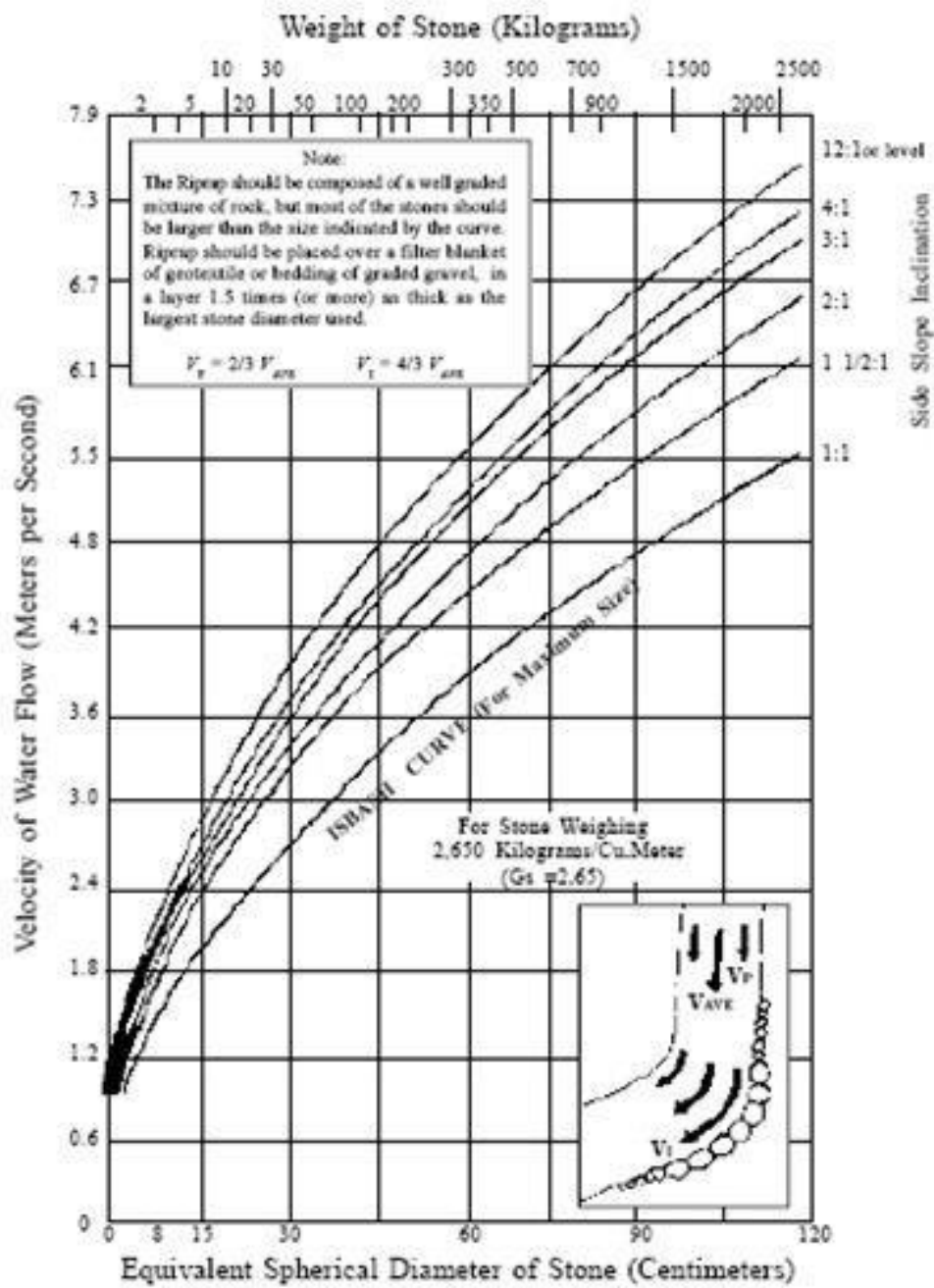
$\gamma$  : Densidad del agua

$g$  : Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

#### Gráfico de **Isbash**

El gráfico de **Isbash** que se presenta en la siguiente página si considera el talud adoptado por el enrocado, que en nuestro caso es de 1V:1H. Los diámetros de la roca expresados en centímetros, se leen directamente en función de la velocidad del flujo que está expresado m/s y el talud del enrocado.

La fuente de la información se muestra en el mismo gráfico que corresponde al FHWA **Hydraulics Engineering**.



(Adapted from FHWA Hydraulic Engineering Circular No. 11, 1978)

## Comisión Federal de Electricidad de México

Como referencia podemos citar las recomendaciones de la Comisión Federal de Electricidad de México para determinar los diámetros mínimos (cm) en función de la velocidad y el peso específico del material:

| Velocidad de Flujo<br>(m/s) | Peso Específico para un tirante de 1.0 m (Kg/m <sup>3</sup> ) |      |      |      |      |
|-----------------------------|---|------|------|------|------|
|                             | 1600  | 1800 | 2000 | 2200 | 2400 |
| 1.0                         | 8   | 8    | 7    | 6    | 6    |
| 2.0                         | 18  | 16   | 13   | 13   | 12   |
| 3.0                         | 38  | 34   | 31   | 28   | 26   |
| 4.0                         | 68  | 60   | 54   | 50   | 46   |
| > 4.0                       |   |      | 85   | 77   | 70   |

En el Cuadro N° 4 del anexo se presentan los cálculos de los diámetros del enrocado. Del análisis de todos estos, podemos considerar como diámetro representativo  $D_{50}=0.8$  m, manteniendo las siguientes recomendaciones de los límites de graduación del U.S. Department of Transportation:

| Rango de Tamaño de Rocas respecto al D50 | Rango de Pesos de la Roca respecto a W50 | Porcentaje de Graduación Menor que |
|--|--|------------------------------------|
| 1.5 a 1.7                                | 3.0 a 5.0                                | 100                                |
| 1.2 a 1.4                                | 2.0 a 2.75                               | 85                                 |
| 1.0 a 1.15                               | 1.0 a 1.5                                | 50                                 |
| 0.4 a 0.6                                | 0.1 a 0.2                                | 15                                 |

### 7.3 Filtro para el Enrocado

El filtro protege al suelo de la erosión protegiendo los finos que lo conforman.

El filtro puede ser de grava o geotextil, la última de los cuales es considerado en el presente estudio por los siguientes:

- Fácil de instalar
- Son consistentes y tienen una calidad de material más consistente
- Son capaces de deformarse con el enrocado y permanecer continuos.

Para el enrocado del encauzamiento y protección se colocará geotextil no tejido Clase 2 (1100 N)

#### 7.4 Emboquillado de Concreto

Adicional a la limpieza del fondo de cauce de 0.50 m, el material subsyacente será reemplazado con emboquillado de concreto de espesor 0.5 m. en una longitud de 10 m tanto aguas arriba como aguas abajo del Pontón. El emboquillado permitirá reducir la rugosidad permitiendo aumentar la capacidad hidráulica del Pontón según diseño y por consiguiente reducir los efectos de socavación.

### 8.0 CONCLUSIONES

- 1) El modelamiento hidráulico se realizó para un caudal de diseño de  $24.59 \text{ m}^3/\text{s}$  correspondiente al tiempo de retorno de 50 años y considera flujo limpio sin transporte de material de arrastre.
- 2) De acuerdo a la granulometría del cauce de la quebrada considerado como material gravoso grueso, el coeficiente de Manning estimado es de 0.035.
- 3) El modelamiento hidráulico se realizó considerando las obras de encauzamiento recomendadas aguas arriba y aguas abajo del Pontón con longitudes de 30 y 20 m respectivamente, los cuales incluyen la



limpieza del cauce en una profundidad de 0.5 m. Las alturas de los enrocados deberá tener un mínimo de 2 m.

- 4) Adicional a la limpieza del cauce, es recomendable reemplazar el material del lecho con emboquillado de tal forma mantener la sección hidráulica requerida que garantice el caudal de diseño y por consiguiente minimizar los efectos de socavación. La longitud mínima de emboquillado recomendado es de 10 m aguas arriba y 10 m aguas abajo del pontón.
- 5) Con el modelamiento se observa que el nivel máximo del flujo en el Pontón es 1.08 m y corresponde al ingreso, quedando un borde libre promedio de 1.5 m.
- 6) Respecto a las velocidades, al ingreso del Pontón se tiene una velocidad de 3.21 m/s y en la salida la velocidad es 3.96 m/s.
- 7) Para el diámetro representativo del material de lecho de la quebrada estimada en 40 mm, la máxima socavación general en el cauce donde se ubica el Pontón está en el orden de 0.95 m. Los resultados muestran que aguas arriba del Pontón se tiene socavaciones generales máximas de hasta el orden de los 1.6 m, que corresponden al centro del cauce de la quebrada.
- 8) Para el mismo diámetro representativo del material de lecho de la quebrada, la máxima socavación local en el cauce donde se ubica el Pontón está en el orden de 0.35 m.
- 9) De las conclusiones 6 y 7 la máxima socavación total en el Pontón está en el orden de 1.3 m, por lo que se recomienda por condiciones de socavación, cimentar la estructura a una profundidad no menor de 2 m respecto al fondo del lecho, independientemente del reemplazo del material de lecho con emboquillado.
- 10) El diámetro representativo  $D_{50}$  determinado en el diseño del enrocado es 0.80 m.



**ANEXO III-E – RELATÓRIO TÉCNICO ATO RODOVIA DOS ANDES**

DRENAGEM – SUBSTITUIÇÃO DE PONTILHÃO KM 92+363 POR BUEIRO DUPLO

INTERCONEXIÓN URCOS – PUENTE INAMBARI

## **TRAMO II**

EXPEDIENTE TÉCNICO DE SUBSTITUCIÓN DEL PONTÓN KM 92+363  
(PROGRESIVA DE INGENIERÍA DE DETALLE) POR TMCD 48"  
EN EL KM 92+364.  
(REVISIÓN 000-A)

JULIO 2007

**EXPEDIENTE TÉCNICO DE SUBSTITUCIÓN DEL PONTÓN KM 92+363  
(PROGRESIVA DE INGENIERÍA DE DETALLE) POR TMCD 48"  
EN EL KM 92+364**

**1. ANTECEDENTES:**

El sistema de drenaje transversal propuesto para la Quebrada km 93+363, en el Estudio de Ingeniería de Detalle de la carretera Interoceánica Tramo 2: Urcos – Inambari, subtramo del Estudio de Ingeniería de Detalle, km 68+820 al km 100+000, consideró una estructura tipo pontón de luz de 5.0 m

A solicitud del cliente se ha elaborado el presente informe técnico que trata sobre la proyección una alcantarilla de tubería doble de 48" (TMCD 48") en el Km 93+364 (progresiva de obra) en sustitución el pontón mencionado.

**2. ESTUDIOS DE INGENIERÍA:**

Para la elaboración del presente informe, se ejecutaron estudios topográficos, geológicos - geotécnicos, hidrológicos e hidráulicos.

A continuación se pasa a desarrollar brevemente los estudios básicos de Ingeniería:

**2.1 Geometría:**

La rasante del trazo de la Ingeniería de Detalle en el Km 93+363 fue cambiado en obra hacia una posición más alta. La obra propuesta se encuentra en una curva circular de radio 117m. y en una rampa ascendente de 5.194%. Debido a la necesidad de implantar el pontón más arriba en el km. 93+605 con uno galibo suficiente, se tuvo que subir la rasante, y se creó una situación favorable para sustituir el pontón del km 93+363 por una alcantarilla de TMCD 48", ya que esto se hacia necesario por cuestiones geométricas.

**2.2 Geología y Geotecnia:**

Cercanos a éste sector observamos suelo compuesto por grava areno arcillosa, con clastos angulosos de 10cm a 15cm y bloques de 0,50m promedio. Consistencia densa. Se conformarán taludes con alturas menores a 4,0 m. De acuerdo a las condiciones de consistencia del material y a la altura que alcanzarán los taludes de corte es adecuado conformar dichos taludes con inclinaciones 1H: 2V.

**2.3 Hidrología:**

El análisis se desarrolló en base al modelamiento hidrológico Precipitación – Escorrentía, para esto se utilizó los datos de lluvia máxima en 24 horas de la Estación de Urcos. Para efectos de cálculo se consideró incrementar los registros en 50% para tomar en cuenta los cambios climáticos (Fenómeno El Niño) y la deforestación de las cuencas.

Posteriormente se realizó el análisis de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) para determinar las intensidades de la lluvia, de acuerdo a los tiempos de retomo adoptados de 10, 20, 50 y 100 años.

Para determinar los caudales de las quebradas se plantea el siguiente criterio. Si el área de la cuenca es menor a 2.0 km<sup>2</sup> se aplicará el método Racional y si es mayor a este valor se utilizará la metodología del Hidrógrama Unitario Triangular de SCS. En el método Racional se aplica el criterio del Coeficiente de Escorrentía que atiende al criterio de cobertura vegetal y pendiente del terreno. Mientras que el HTU considera que el escumimiento unitario es función de la precipitación antecedente, impermeabilidad de suelo, cobertura vegetal, uso de la tierra y el práctico manejo del suelo, agrupando todos estos factores en un solo coeficiente (grupo de curvas CN).

En el Anexo de Hidrología se muestra la metodología del cálculo de los caudales a través del método Racional, así como el cuadro de descarga. Habiéndose obtenido caudales para 25 años y 50 años de 4.150 m<sup>3</sup>/s y 4.549 m<sup>3</sup>/s, respectivamente.

## 2.4 Planteamiento del sistema de drenaje:

### 2.4.1 Evaluación de campo:

Durante la evaluación de campo en el sector donde se ubica la quebrada del km 93+364 se observó un cauce principal, de pendiente pronunciada en su nacimiento, para luego continuar un tramo central de baja pendiente con una extensión de aproximadamente 400 m antes de llegar a la cárcava junto a la carretera. En esta quebrada en el lugar donde cambia la pendiente se forma un cono aluvial, pero lejos de la carretera. El agua que atraviesa la carretera tiene poco sólidos, y la obra que sea implantada apenas necesita de limpieza periódica como todas las otras.

Se observó que el cruce de esta quebrada con la vía de proyecto puede ser hecho en dirección ortogonal a la misma y su captación deberá ser a través de cunetas y escaleras hasta llegar a alcantarilla que a su vez conducirá el agua hasta el río.

### 2.4.2 Determinación del Cálculo Hidráulico:

Se ha realizado el análisis hidráulico en base al resultado del caudal obtenido para 25 años de tiempo de retomo, de 4.150 m<sup>3</sup>/s. El criterio utilizado fue la ecuación de Manning, aplicado para flujos que trabajan a gravedad mediante el software de modelamiento matemático HEC-RAS. La sección analizada corresponde a sección circular doble de 1.20 m de diámetro, el material es la tubería de metal corrugado, luego la rugosidad que se asumió fue de 0.019 y pendiente de 1.23 %. Del análisis para las condiciones finales de la estructura, se obtuvo que el flujo transitado por la alcantarilla se encuentra en régimen supercrítico, debido a las influencias del tránsito del flujo en el tramo del emboquillado en escalera antes del ingreso a la alcantarilla, con lo que se tiene un tirante en el orden de 0.40 m, pero que en condiciones normales se tiene un tirante normal del orden de 0.90 m, permitiendo que la alcantarilla trabaje como canal, con ingreso y salida libre. Respecto a las velocidades, estas son altas especialmente antes del ingreso a la alcantarilla y que se reducen en la salida hasta el orden de 2.0 m/s. Ver Anexo de Hidráulica.

### 2.4.3 Estructuras de Drenaje:

#### 2.4.3.1 – Estructuras de captación:

##### - Cunetas de coronación:

La cuneta de coronación tiene el objetivo de captar y orientar las aguas que drenan en su dirección. Estas aguas serán entregadas a la escalera de emboquillado de concreto que se interconectará a la alcantarilla del km 93+364. Esta cuneta será de concreto y de sección trapezoidal y sus dimensiones serán 1,20 m de ancho por 1.00 m de altura. La inclinación de los taludes es de 0.5 H: 1 V. Ver anexo - Plano 000-T2-OD-2426 R-01B.

##### - Escalera en emboquillado de concreto:

La escalera tiene como función recibir las aguas de la cuneta de coronación y conducir las a la caja de aguas arriba de la alcantarilla. Esta escalera acompaña la misma inclinación del talud de corte proyectado, con este procedimiento se puede disminuir la cantidad de excavación para su construcción. Será de emboquillado de concreto con ancho de 1,50 m y altura de 1.5 m, el escalón será de 0,50 m y su extensión dependerá de la declividad de asentamiento. Ver anexo - Plano 0000-T2-OD-2428 R-00B.

##### - Caja receptora:

Esta caja tiene a función de recibir las aguas que vienen por las escalera, las cunetas de pie de corte y los drenes profundos, y conducir las a la alcantarilla. Esta caja es de concreto ciclópeo  $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$  con 30% de piedras grandes, sus dimensiones son 3.5 m de ancho por 1.50 m de largo y profundidad de 2.10 m. Ver anexo - Plano 0000-T2-OD-2426 R-00B.

##### - Cabezal para TMCD 48":

Este dispositivo tiene la función de recibir las aguas de la alcantarilla y conducir las al terreno natural, protegiendo el cuerpo del relleno y el propio terreno de la acción erosiva de las aguas.

Sus dimensiones están presentadas en los diseño de proyecto presentado. Ver anexo - Plano 0000-T2-OD-2426 R-00B.

### 3. CONCLUSIONES:

Del análisis hidrológico realizado con el Método Racional se obtuvo un caudal de  $4.15 \text{ m}^3/\text{s}$  para 25 años de tiempo de retomo. Así mismo, del análisis hidráulico y de la evaluación de campo se definió una estructura TMCD 48" que reemplaza a la estructura proyectada en el Estudio de Ingeniería de Detalle. Esta sustitución se debe a la mejora de las condiciones geométricas que permitirán el uso de la alcantarilla y el cual se verifica hidráulicamente.

### 4. RECOMENDACIONES:

Realizar la limpieza del cauce de la quebrada antes y después del período húmedo. De este modo se evitará la formación de barreras en el cauce que puedan producir un gran arrastre de material que pueda obstruir la sección hidráulica de la alcantarilla.



Foto 1 – Vista panorámica de la cuenca, tiene una pendiente escarpada y otra más plana donde se forma un cono aluvial.



Foto 2 – Curso natural de la quebrada antes de la llegada a la cárcava, vista hacia la carretera.





Foto 3 - Cárcava formada por el curso natural de la quebrada, donde la construcción de la carretera considera taludes de corte. Abajo se ubica el eje de la alcantarilla.



Foto 4 - Área donde se construirá los canales trapezoidales de intercepción de flujo de la quebrada.



**ANEXO III-F – RELATÓRIO TÉCNICO ATO RODOVIA DOS ANDES**

SINALIZAÇÃO/ SEGURANÇA VIÁRIA – DEFENSA METÁLICA –  
KM 46+000 - 59+000

INTERCONEXIÓN VIAL IÑAPARI – PUERTO MARITIMO DEL SUR

## TRAMO II

INFORME DE LOS GUARDAVIAS  
DE TRAMO KM 46+000 AL 59+000

FEBRERO 2007

**TABLA**

**PLANTAS**

**PLANO TÍPICO**



**ANEXO IV – PROJETOS RODOVIA DOS ANDES**

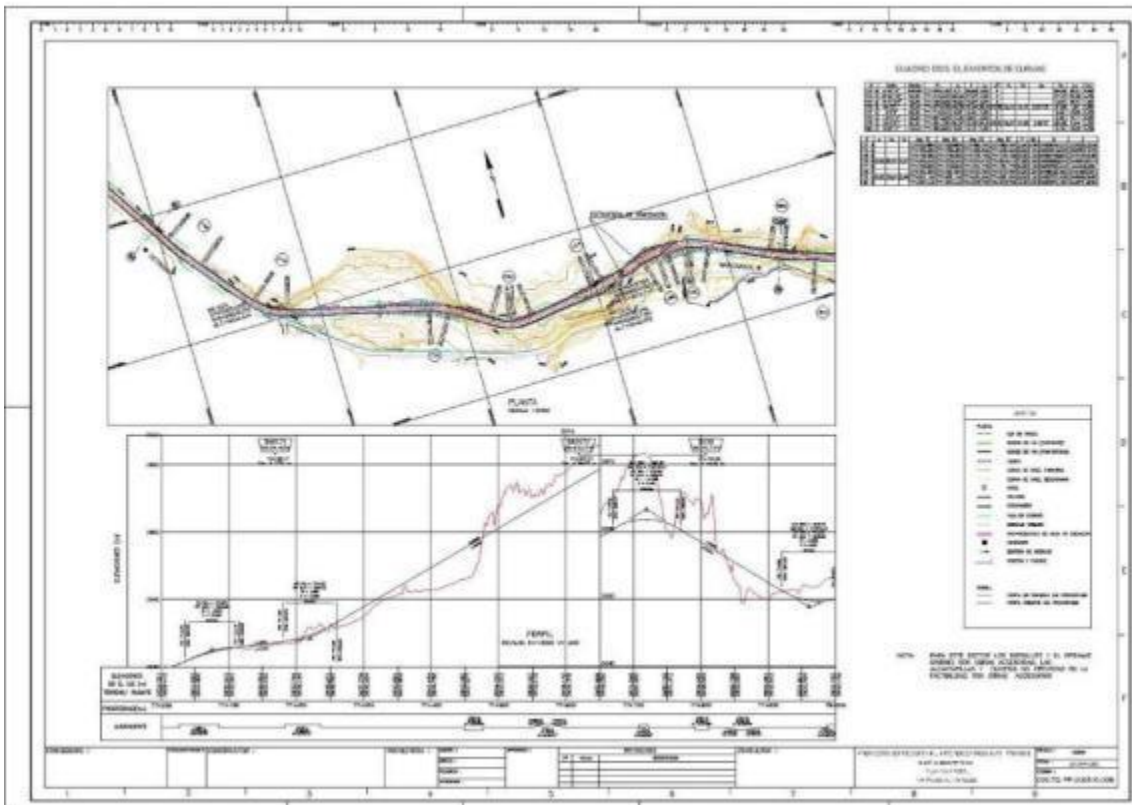
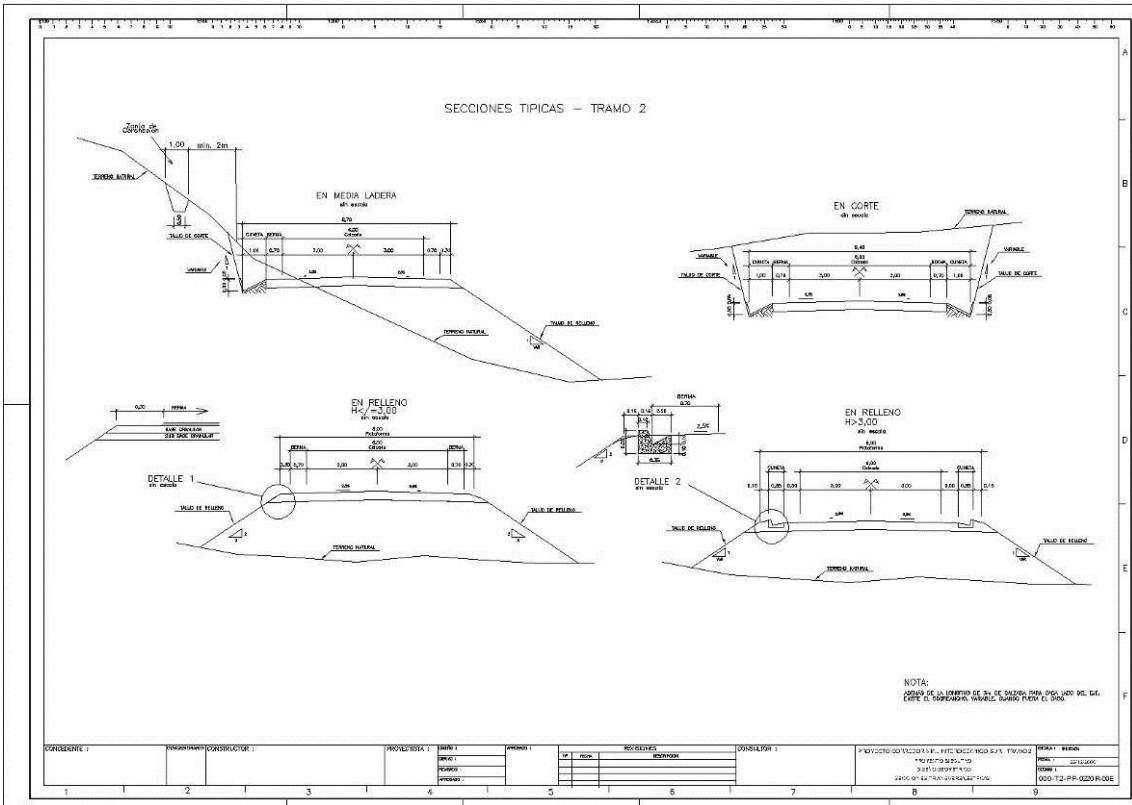




**ANEXO IV- A.1 – PROJETO RODOVIA DOS ANDES**

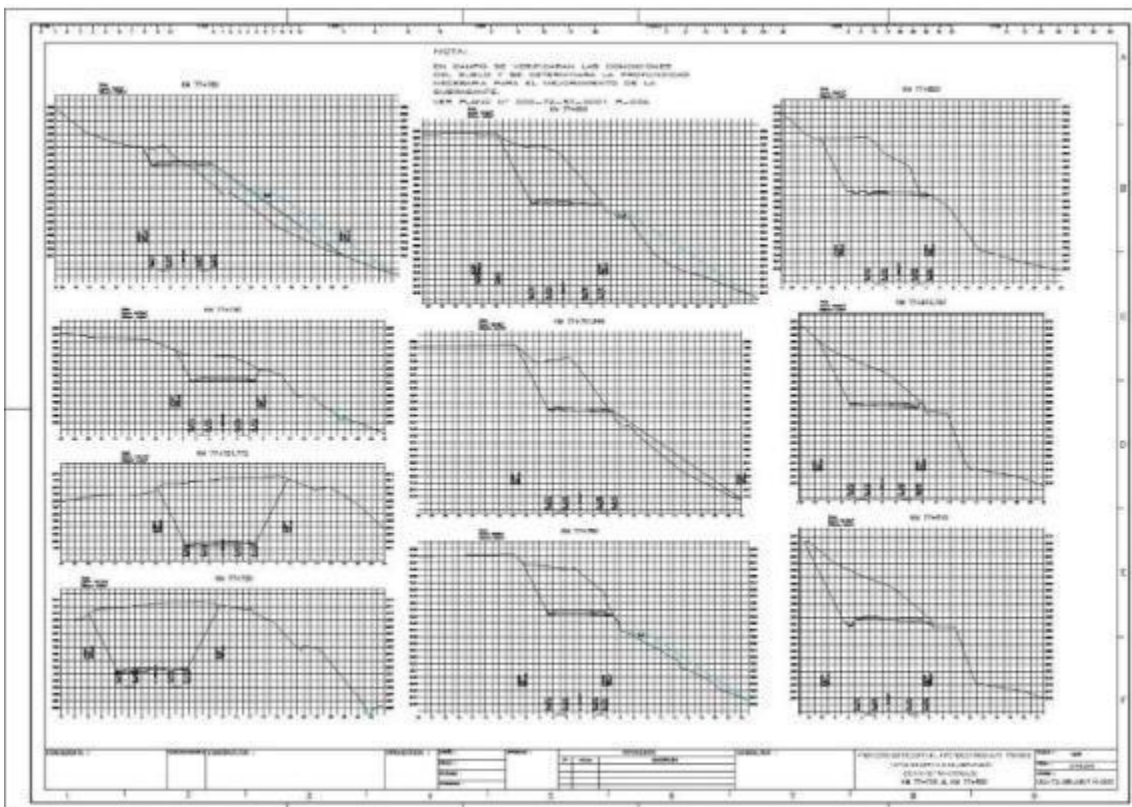
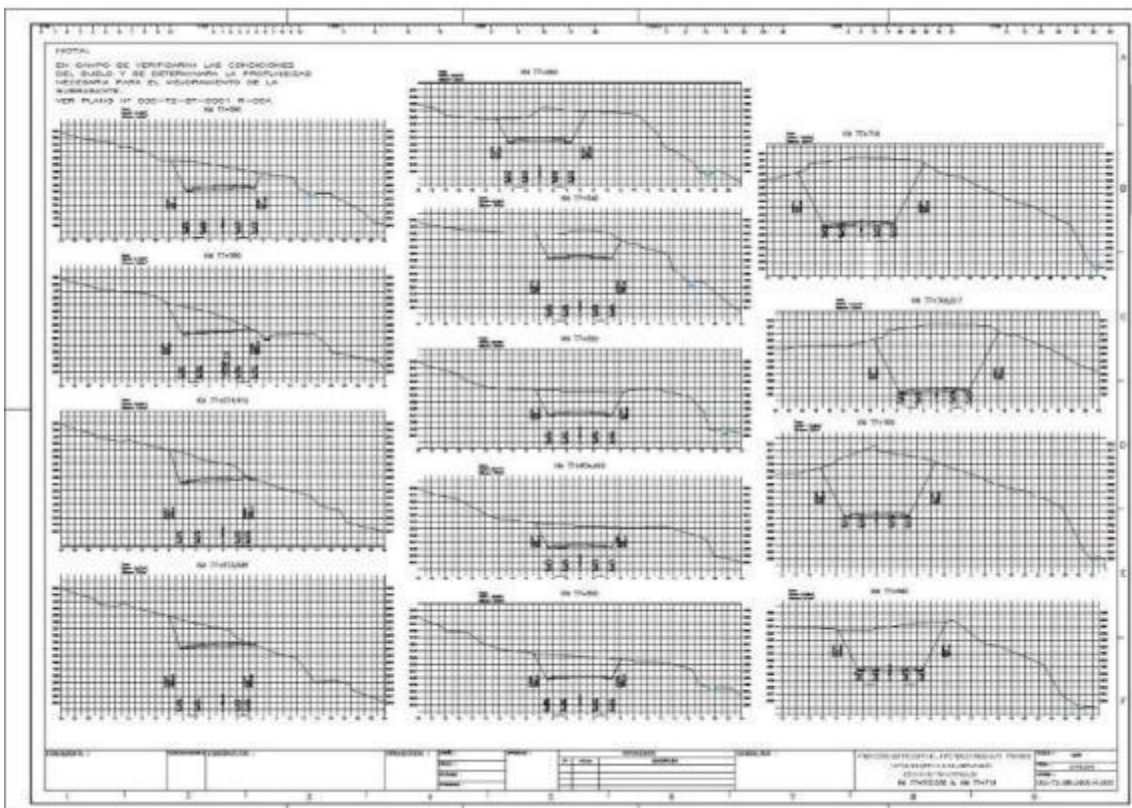
GEOMETRIA – VARIANTE KM 77+020 - 78+040

(Projeto Executivo)















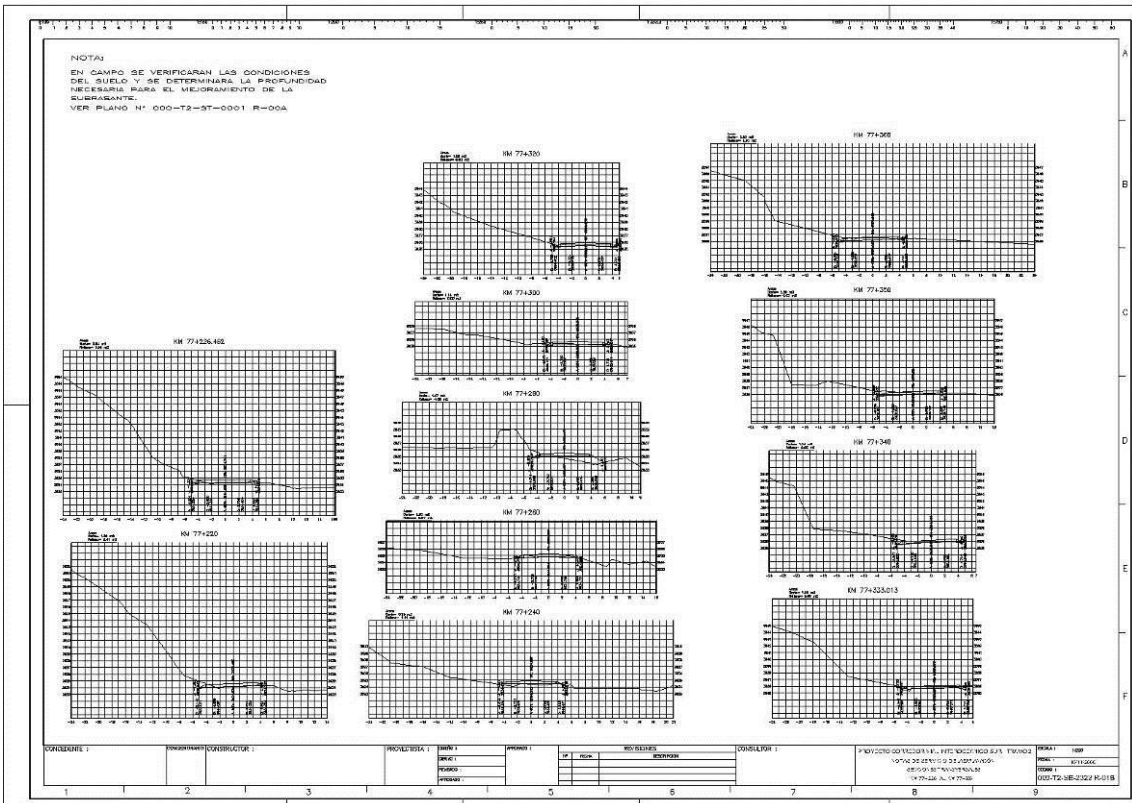
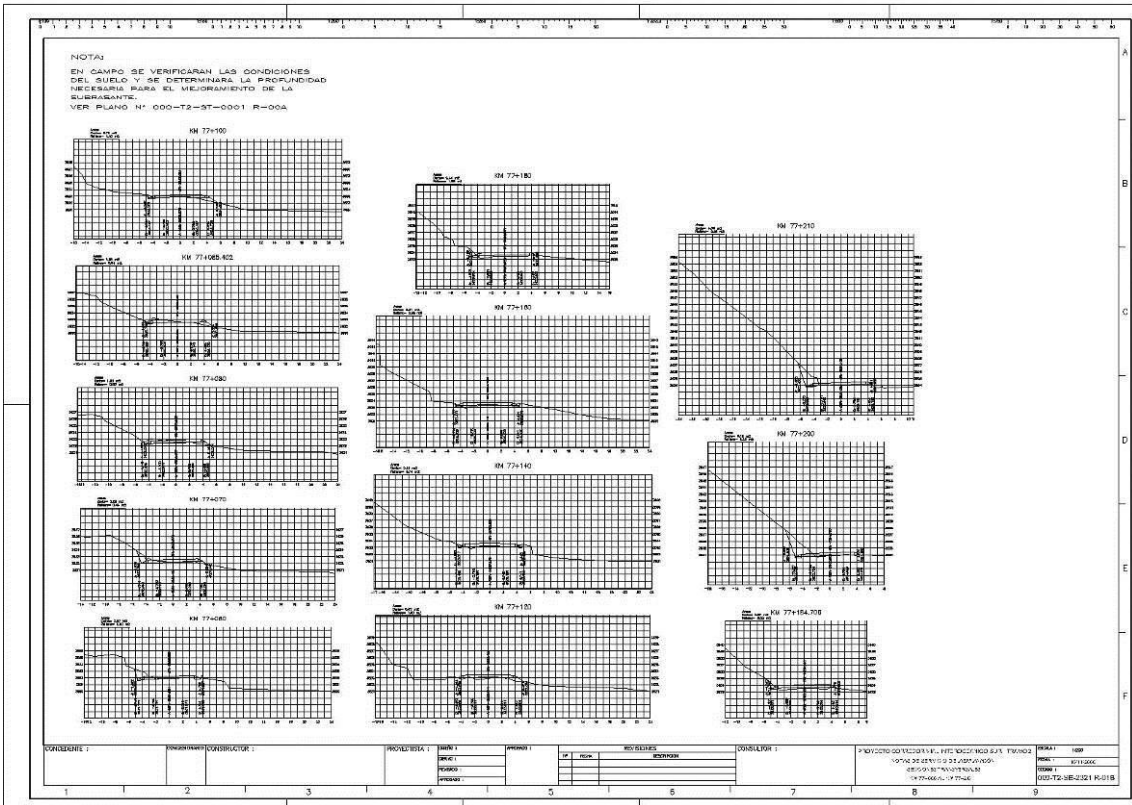


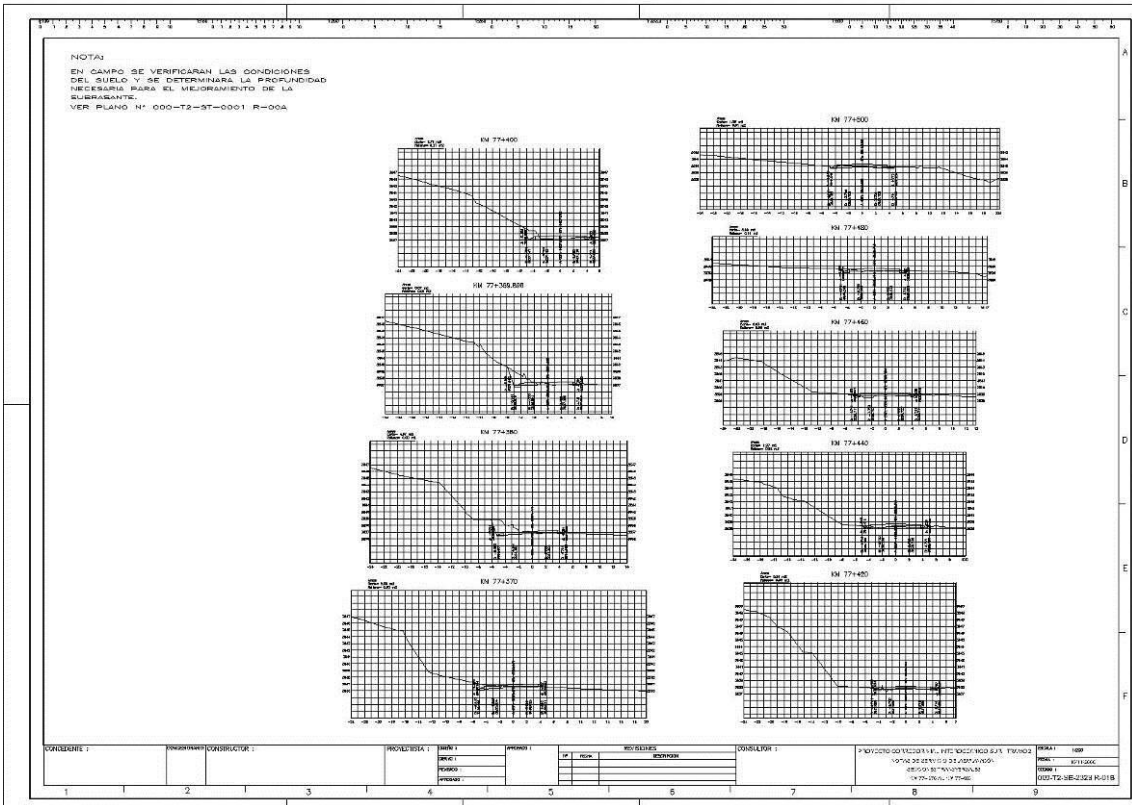
**ANEXO IV- A.2 – PROJETO RODOVIA DOS ANDES**

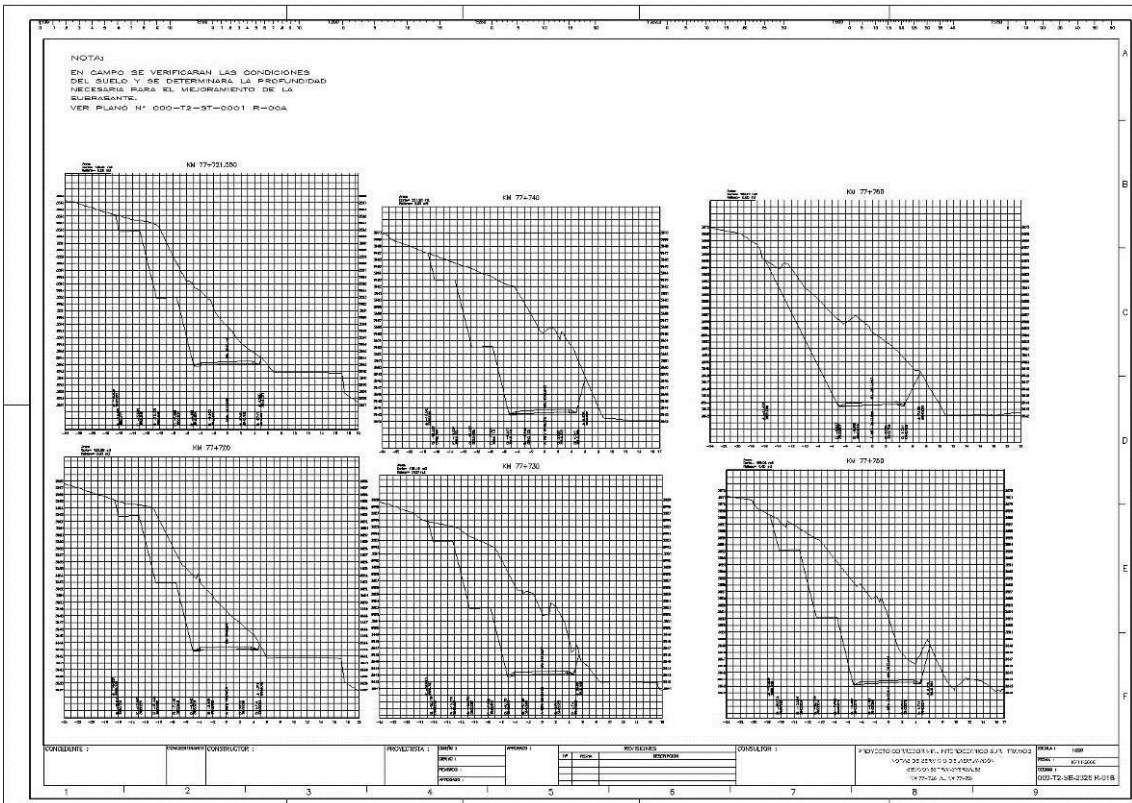
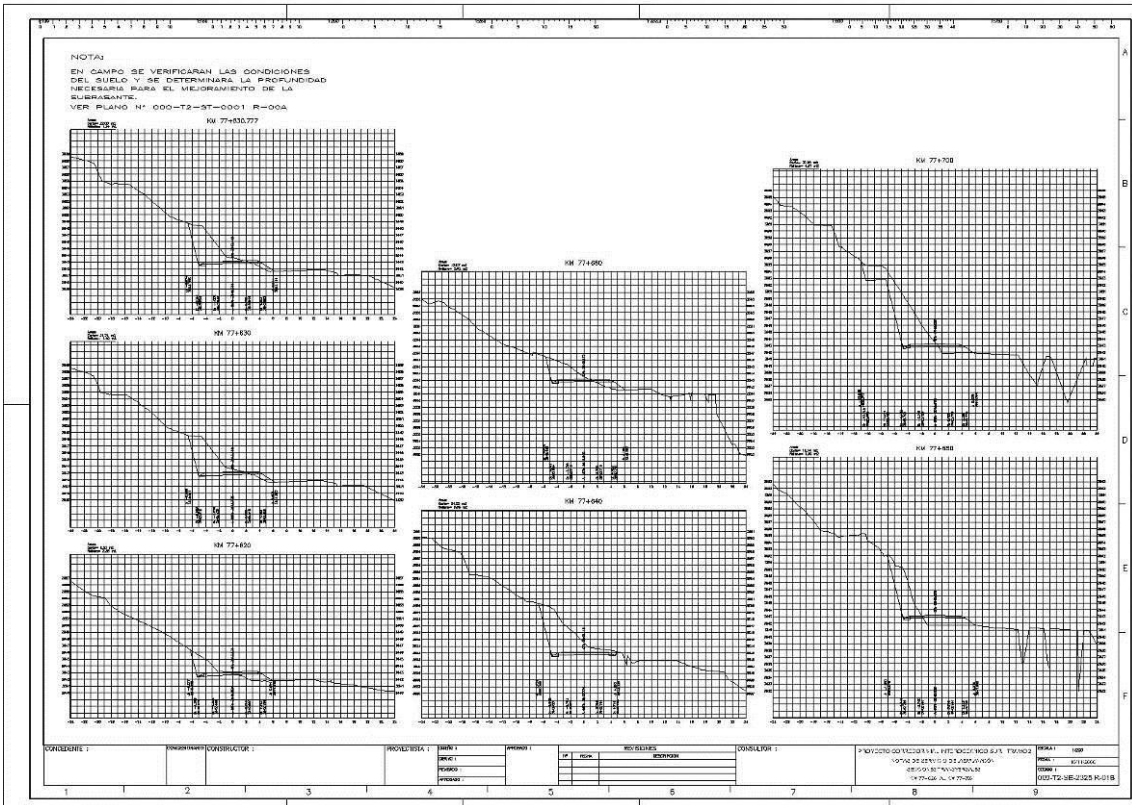
GEOMETRIA – VARIANTE KM 77+020 - 78+040

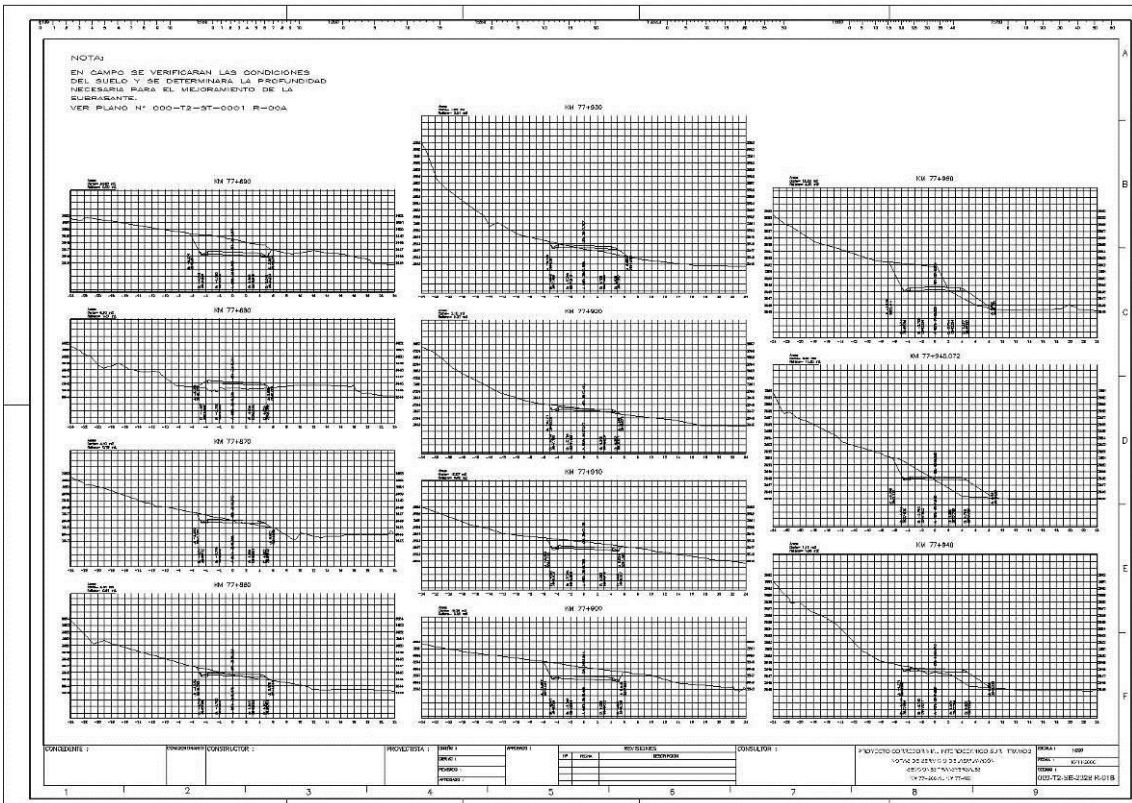
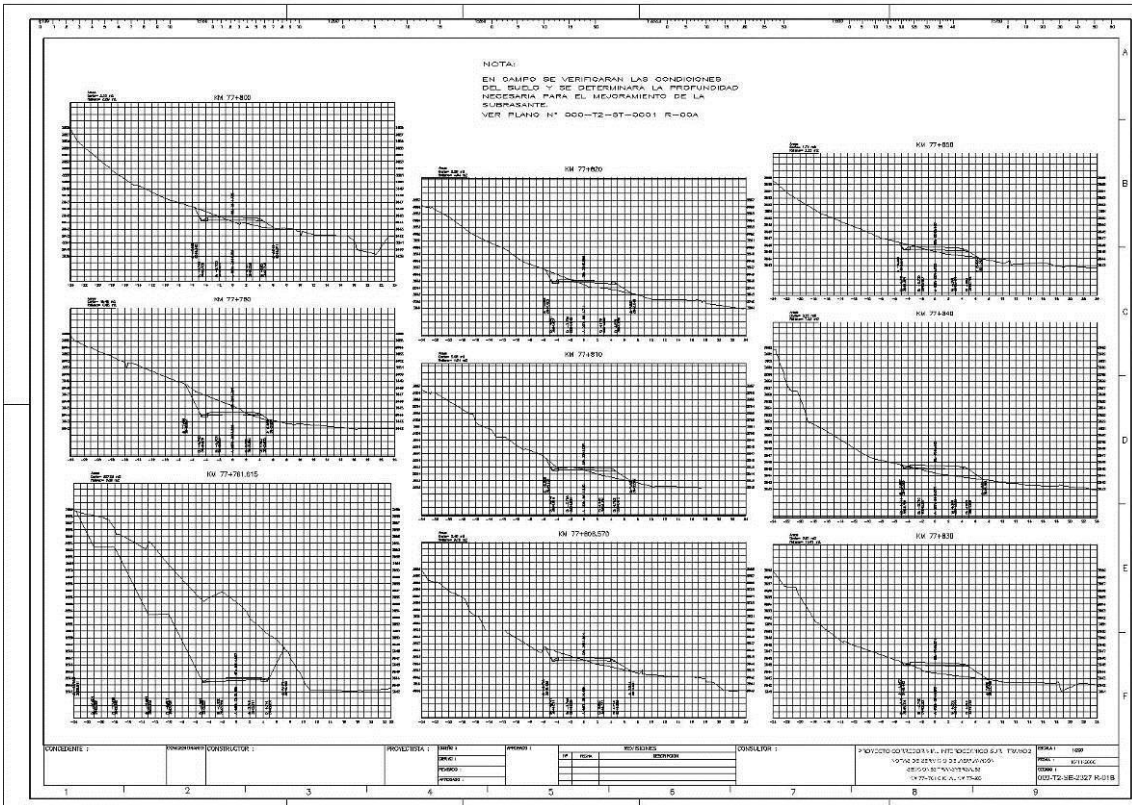
(Assistência Técnica de Obra)

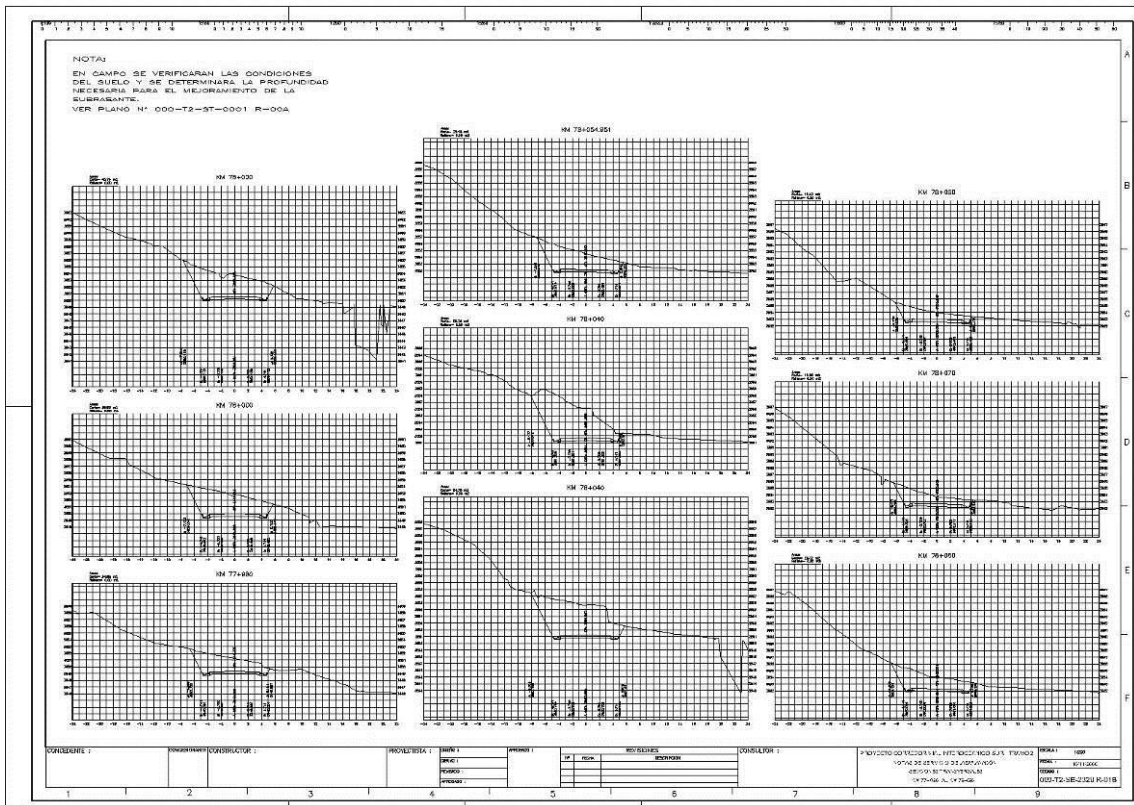












\*

\* No perfil longitudinal, há uma diferença de volumes nas seções iniciais. Isso sucedeu, porque o trecho anterior teve o seu greide elevado em 0,40m, a fim de colocar a estrutura do pavimento da nova rodovia sobre a estrada existente. Além disso, no km 77+880, também houve uma elevação do greide, proporcionando uma diferença nas seções finais



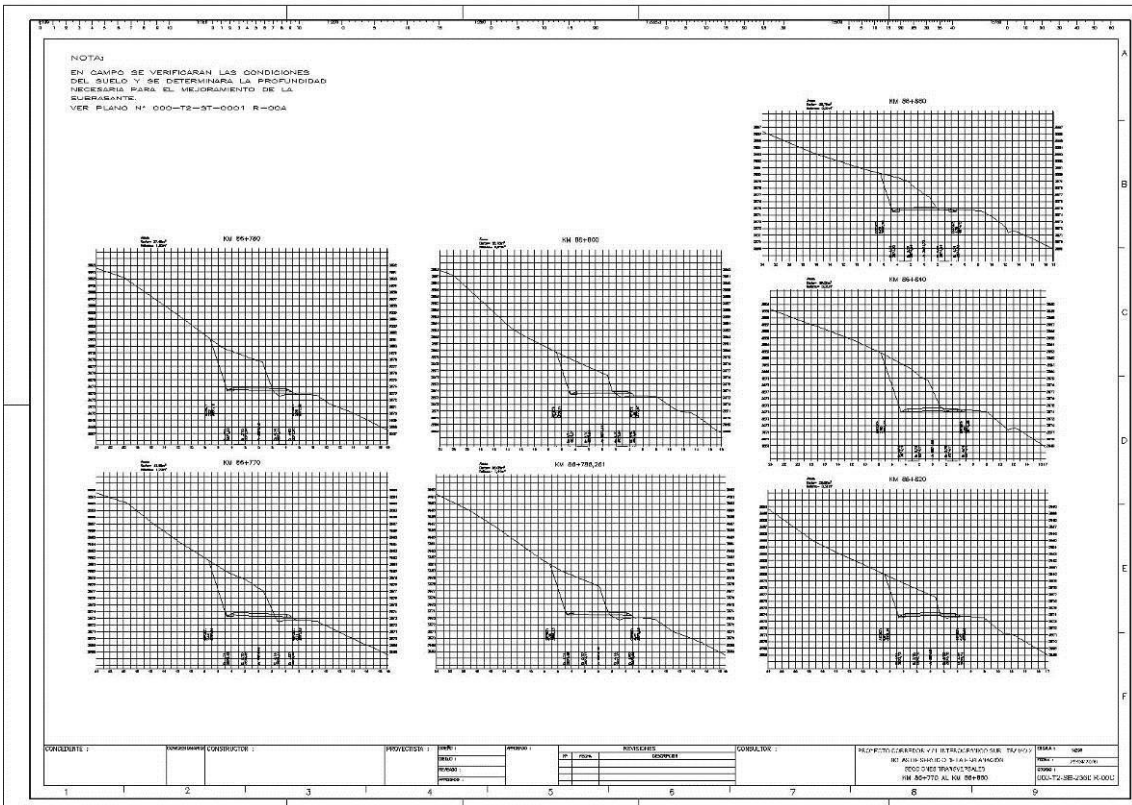
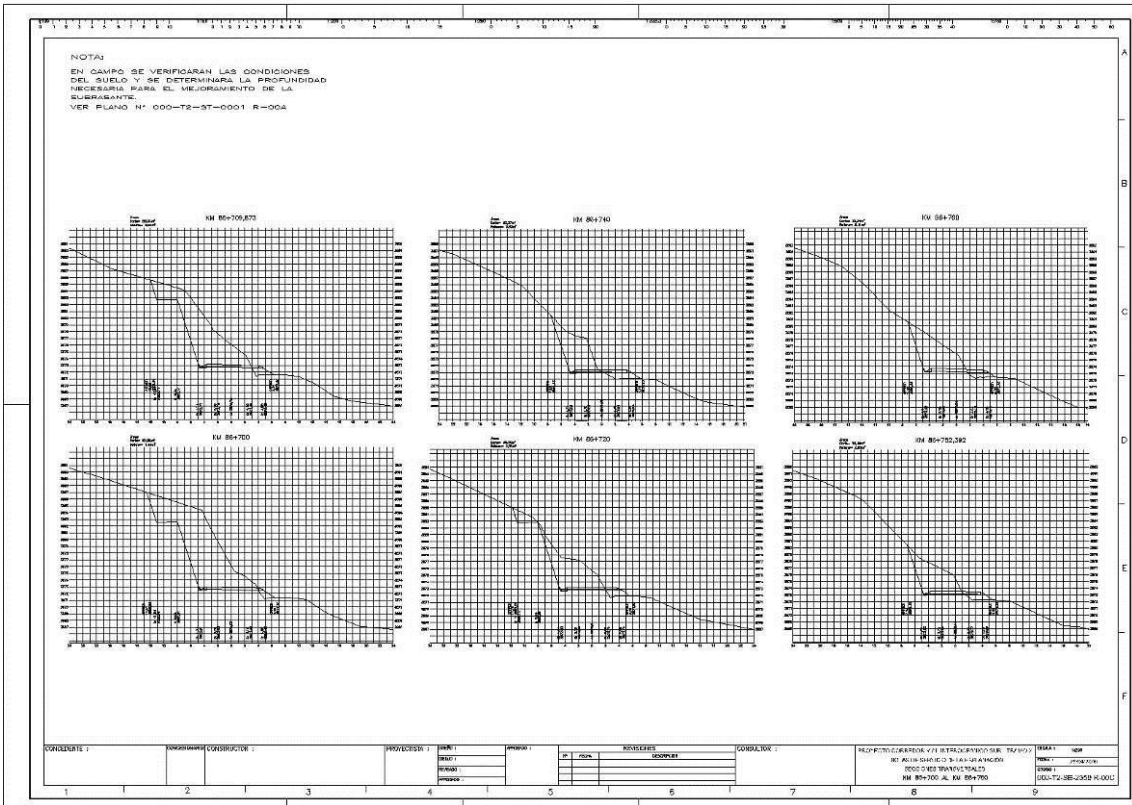


**ANEXO IV- B.1 – PROJETO RODOVIA DOS ANDES**

GEOTECNIA – VARIAÇÃO DE TALUDE DE CORTE KM 86+670 – 86+920

(Projeto Executivo)



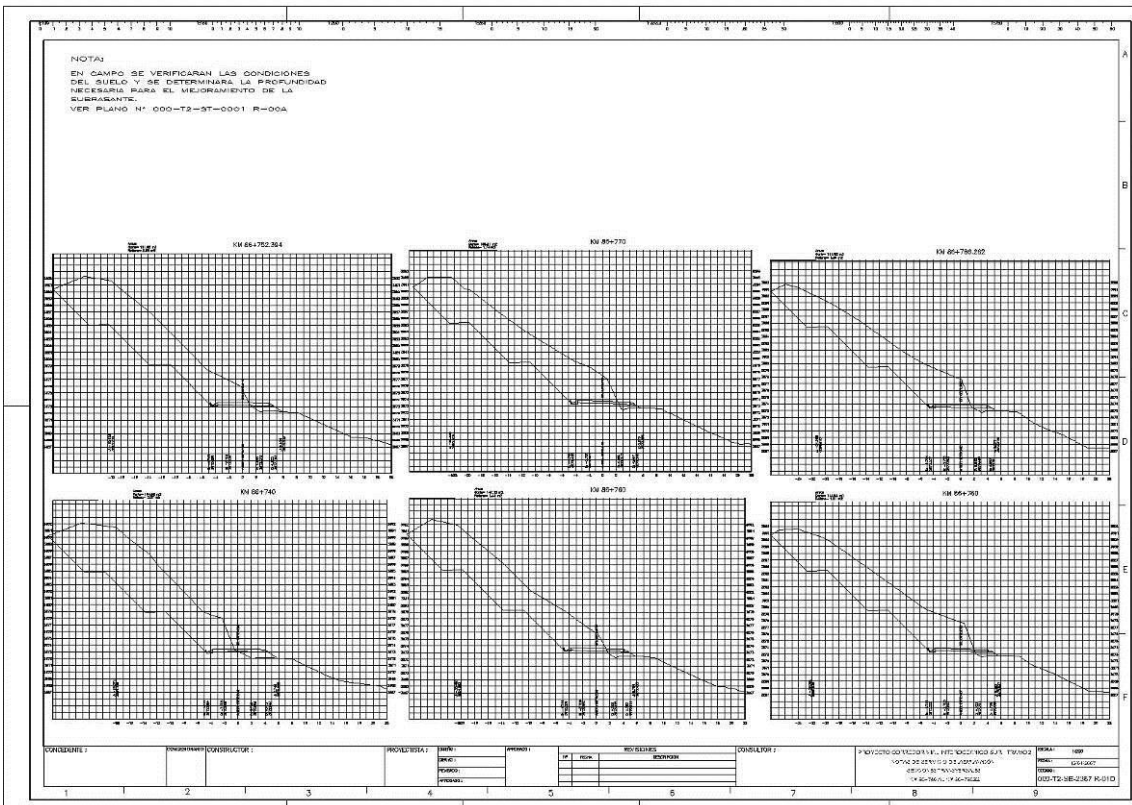
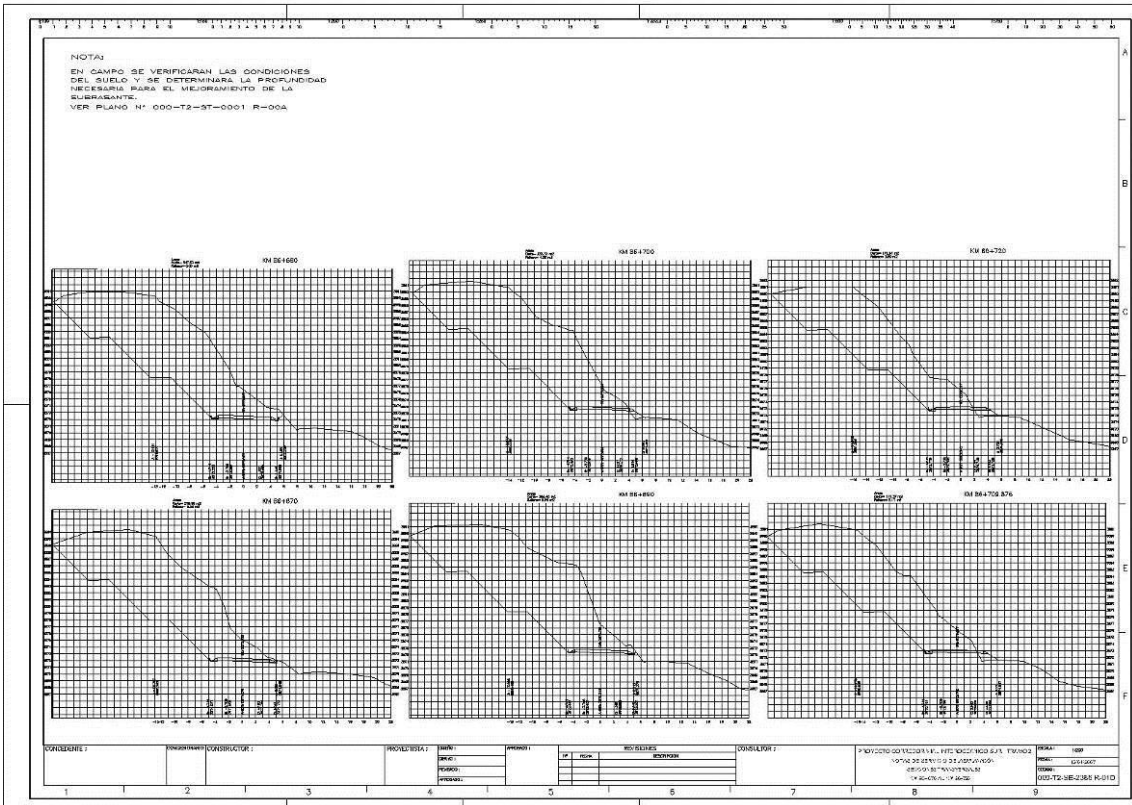


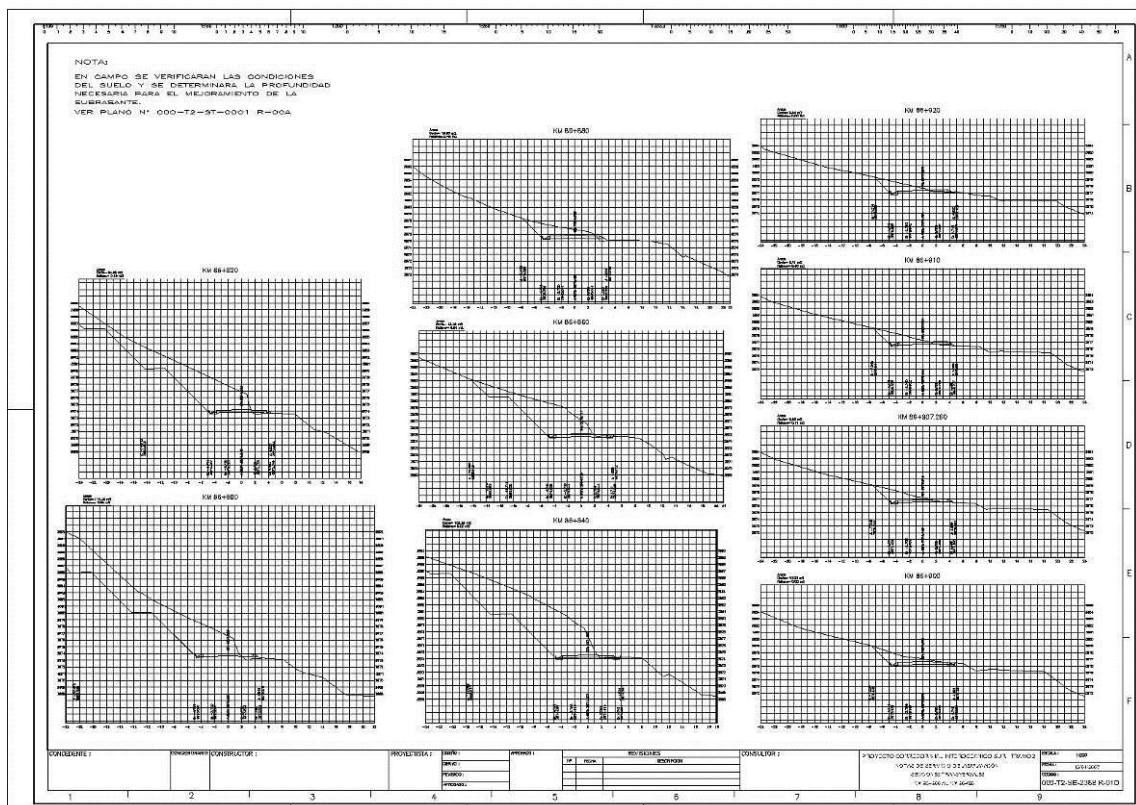


**ANEXO IV- B.2 – PROJETO RODOVIA DOS ANDES**

GEOTECNIA – VARIAÇÃO DE TALUDE DE CORTE KM 86+670 - 86+920

(Assistência Técnica de Obra)





\*

\* Pelo perfil longitudinal, há presença de corte antes do km 86+700, mas precisamente entre os km 86+530 e 86+620, porém, não houve problema de deslizamento nesse trecho por ele possuir uma altura menor e devido as suas características (tipo de material, resistência e presença de água) serem diferentes do corte entre os km 86+650 e 86+860





**ANEXO IV- C.1 – PROJETO RODOVIA DOS ANDES**

MURO DE CONTENÇÃO – KM 54+660 - 54+725 (Projeto Executivo) x

KM 54+295 - 54+316 (Projeto ATO)

(Projeto Executivo)





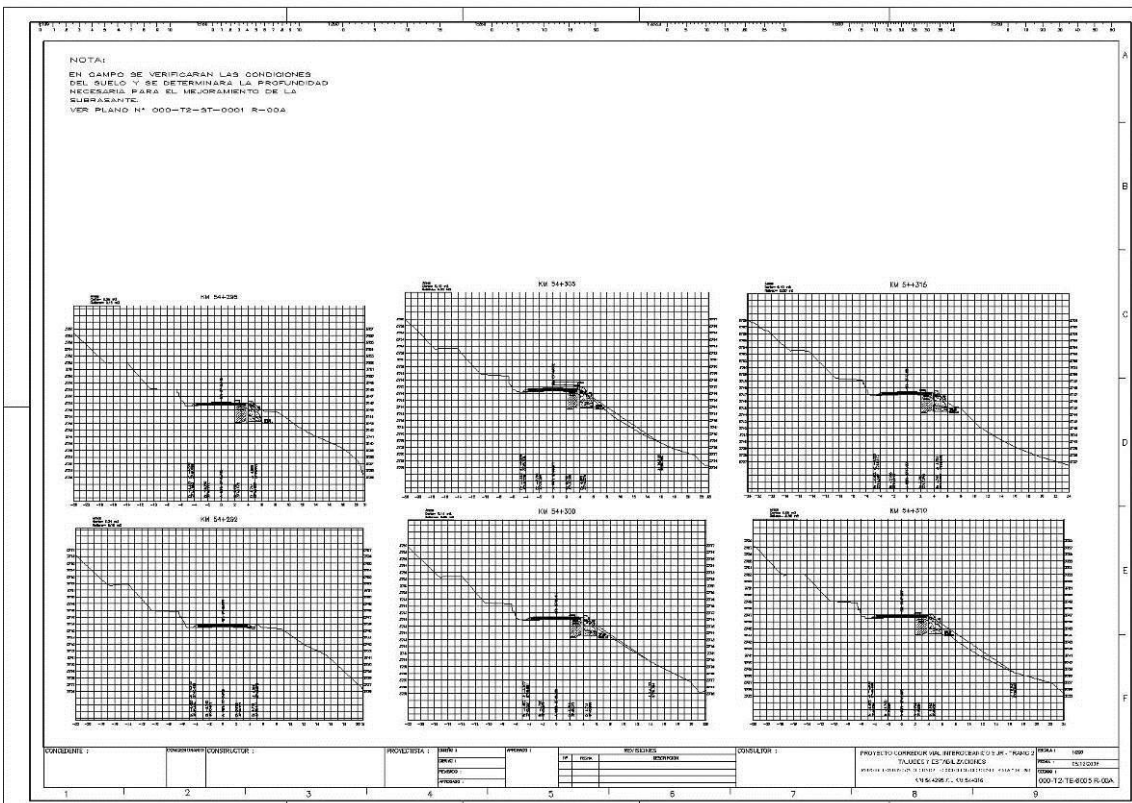
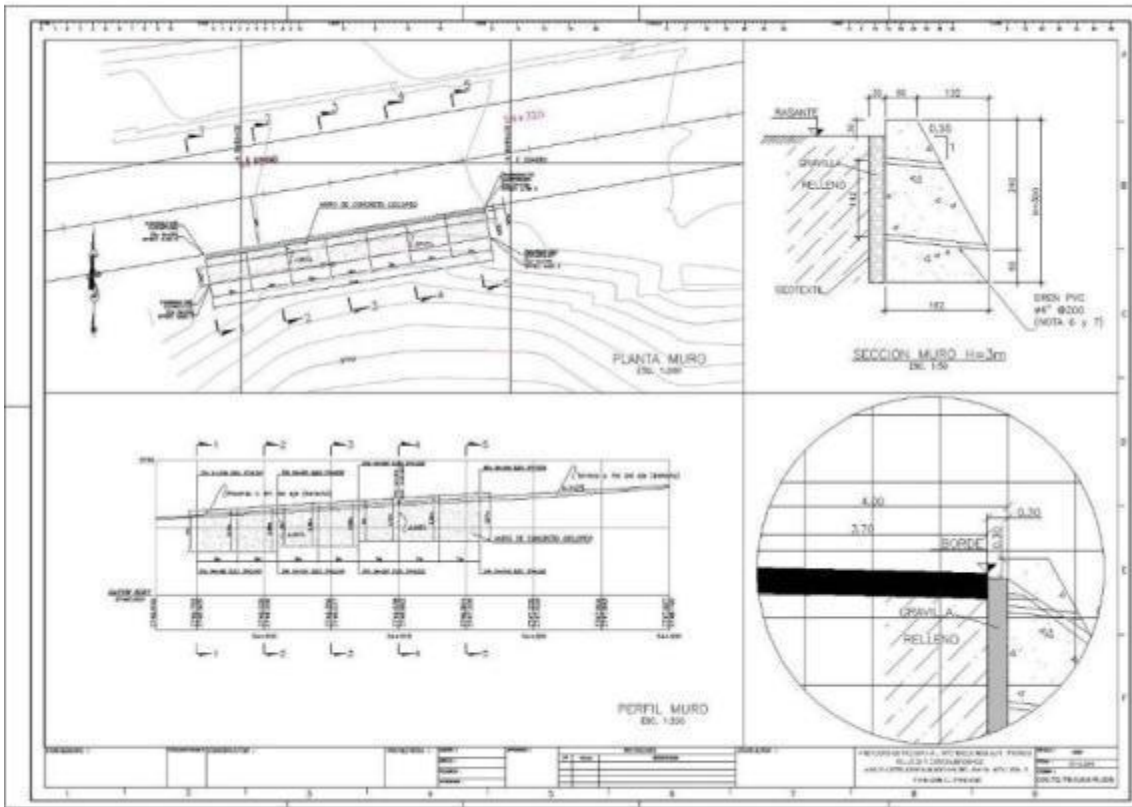


**ANEXO IV- C.2 – PROJETO RODOVIA DOS ANDES**

MURO DE CONTENÇÃO – KM 54+660 - 54+725 (Projeto Executivo) x  
KM 54+295 - 54+316 (Projeto ATO)

(Assistência Técnica de Obra)

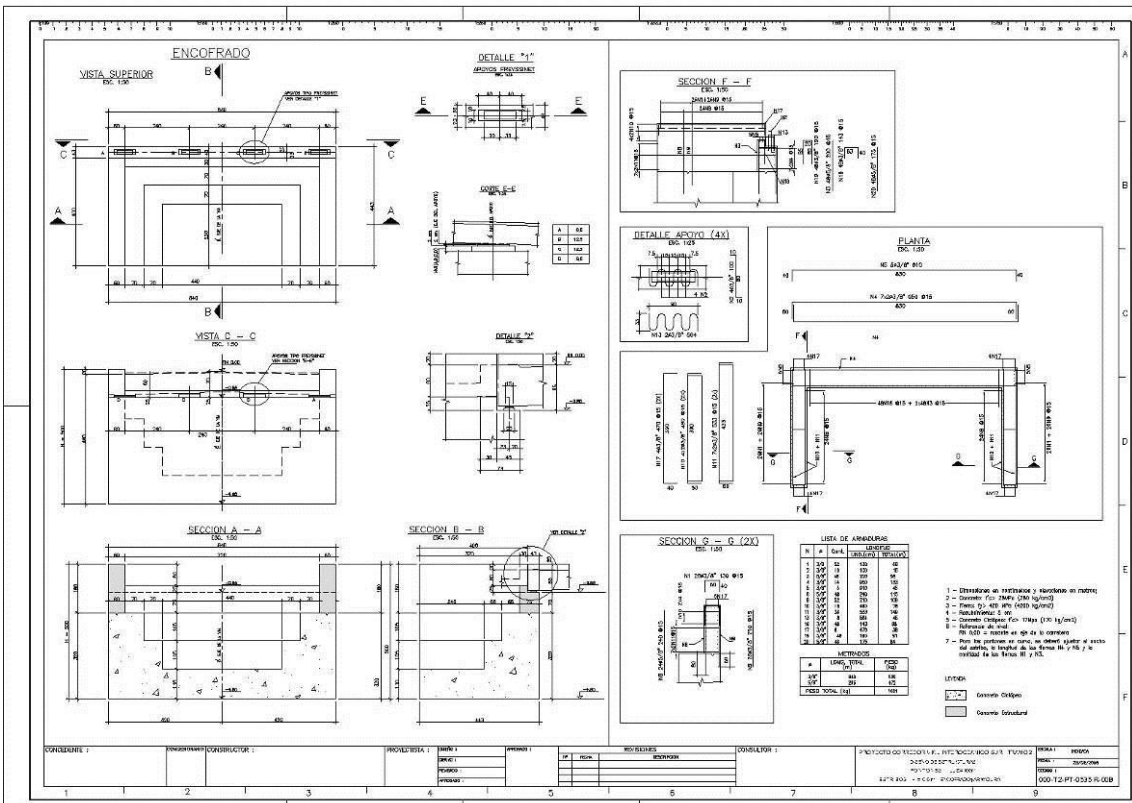
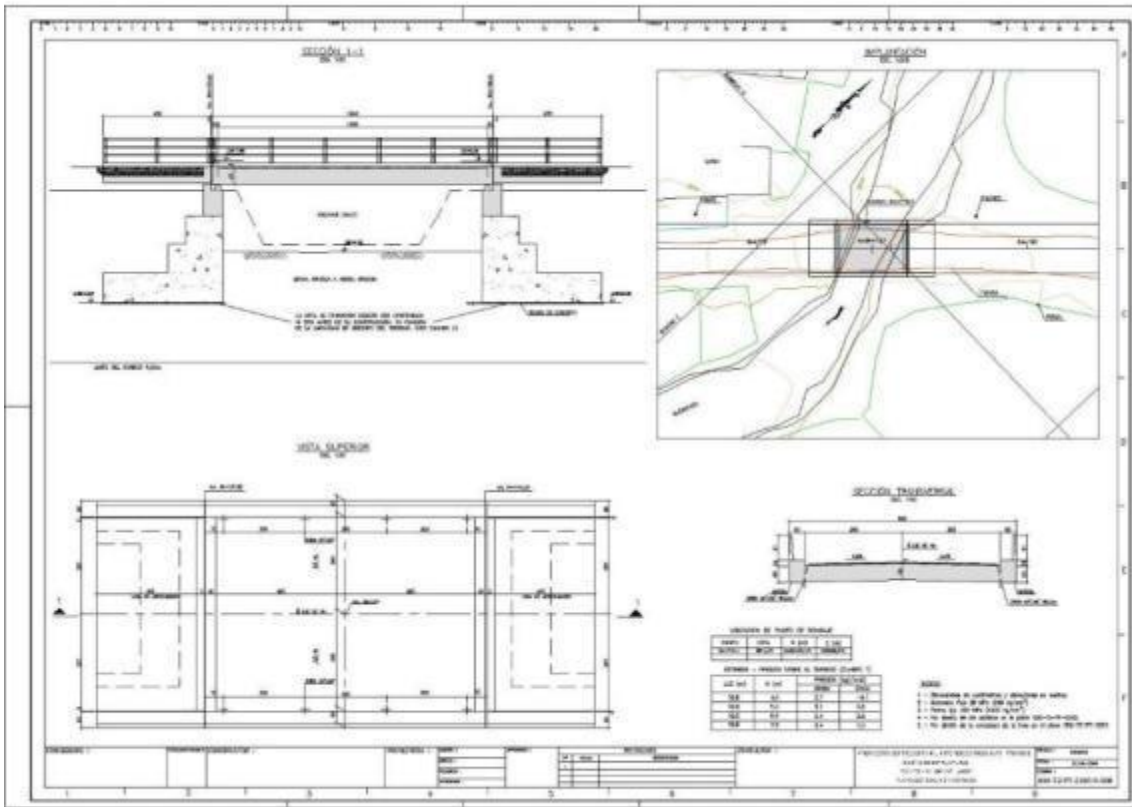


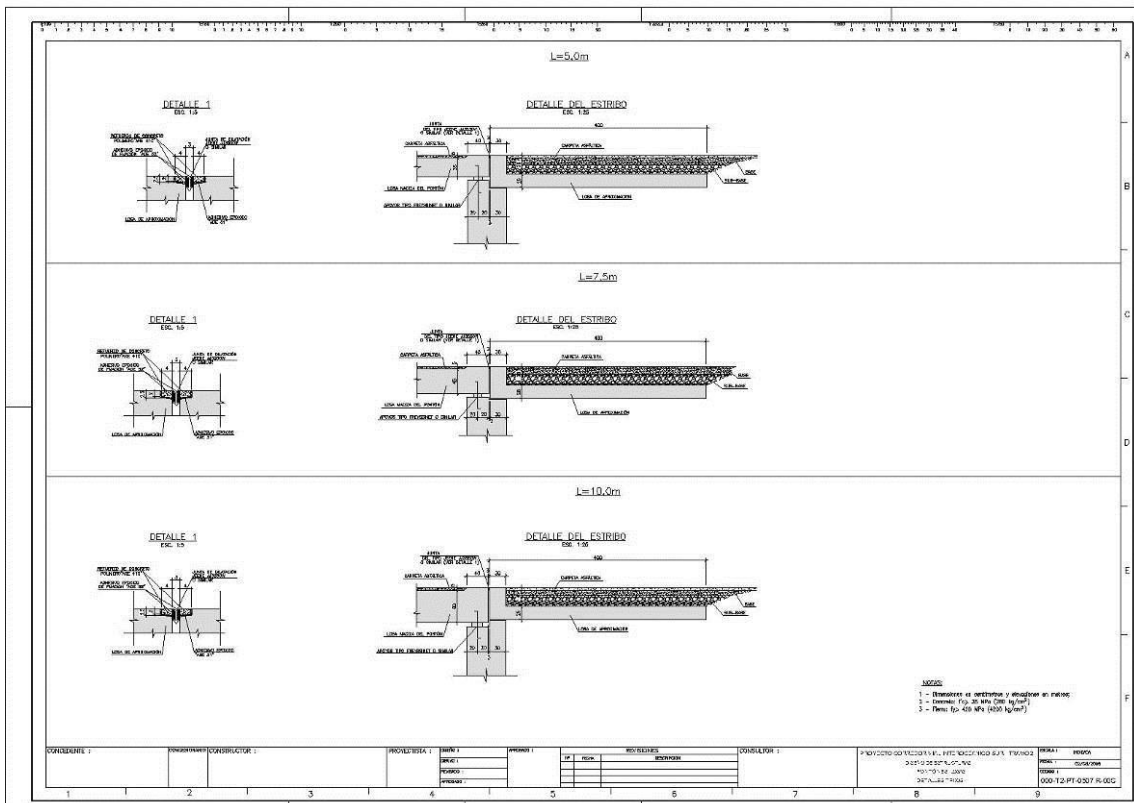
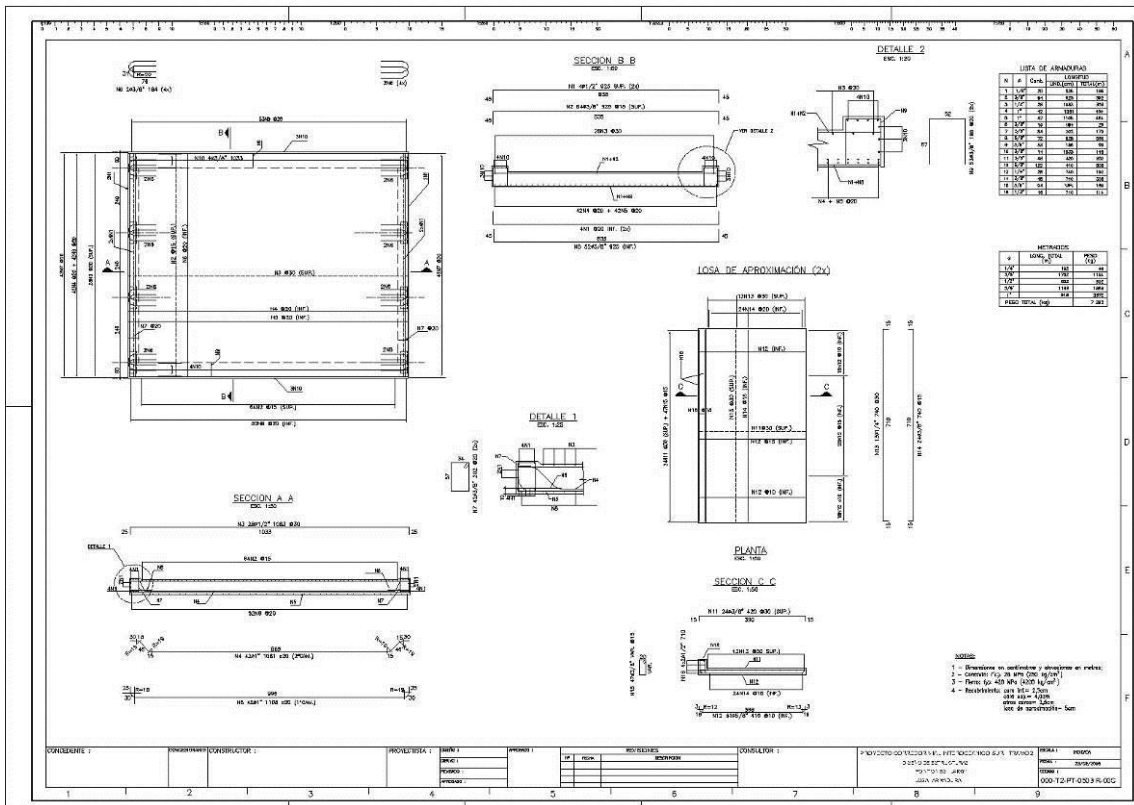


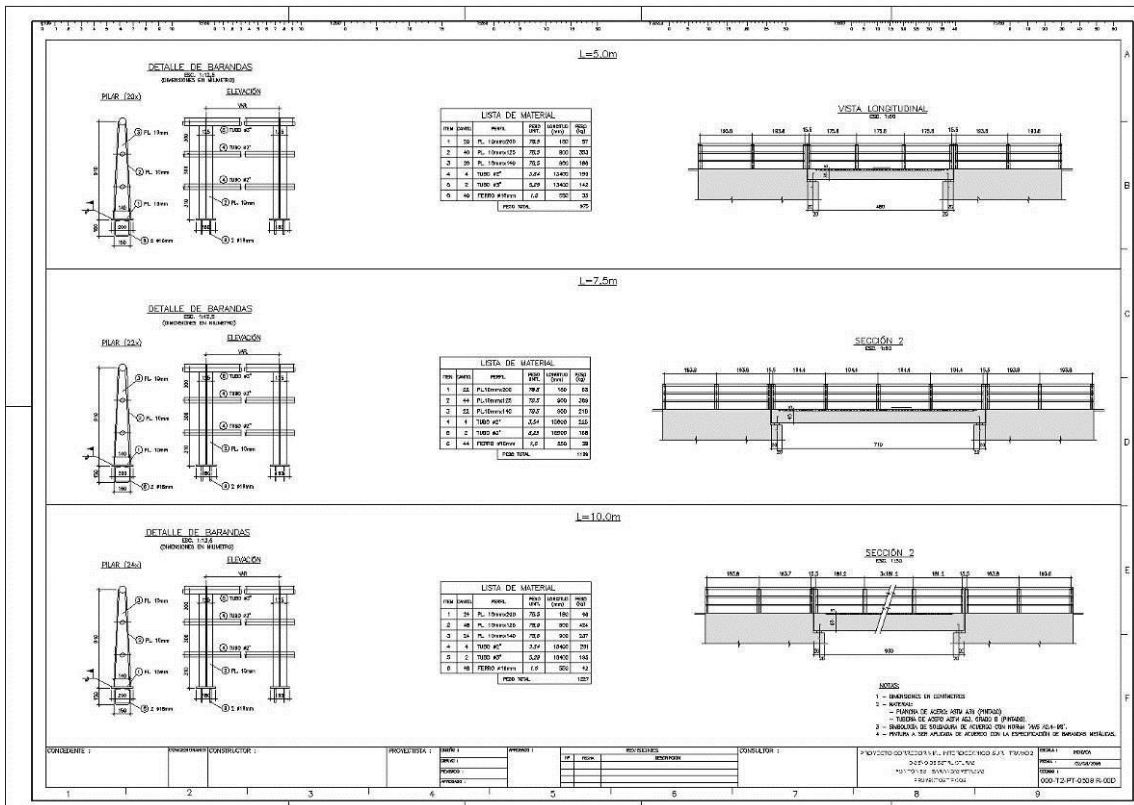




**ANEXO IV- D.1 – PROJETO RODOVIA DOS ANDES**  
**OBRA DE ARTE ESPECIAL – PONTILHÃO KM 84+137**  
(Projeto Executivo)

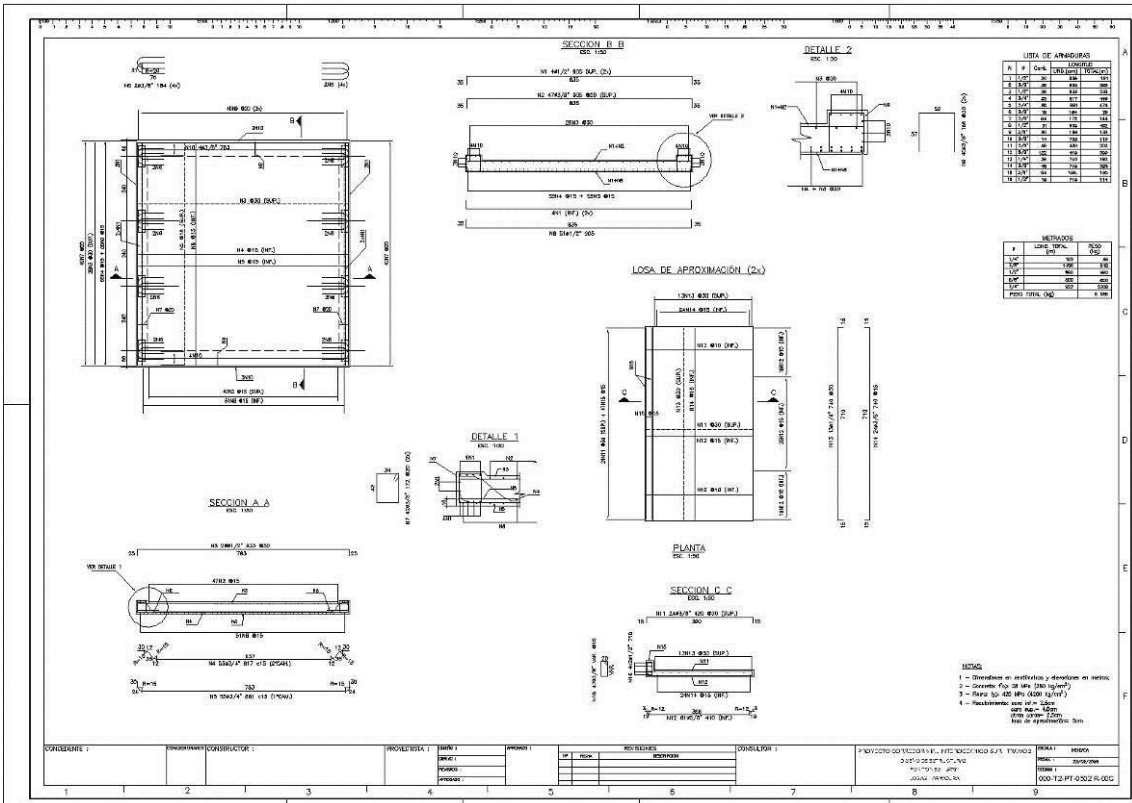






**ANEXO IV- D.2 – PROJETO RODOVIA DOS ANDES**  
OBRA DE ARTE ESPECIAL – PONTILHÃO KM 84+137  
(Assistência Técnica de Obra)









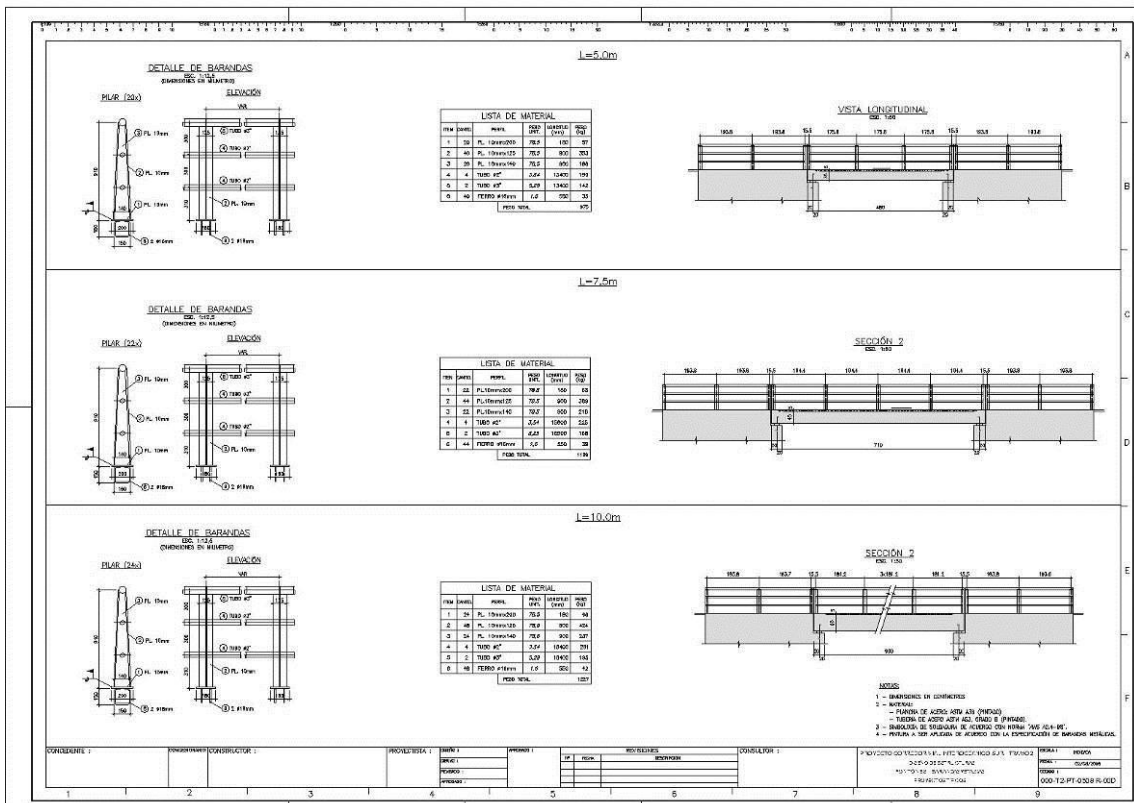
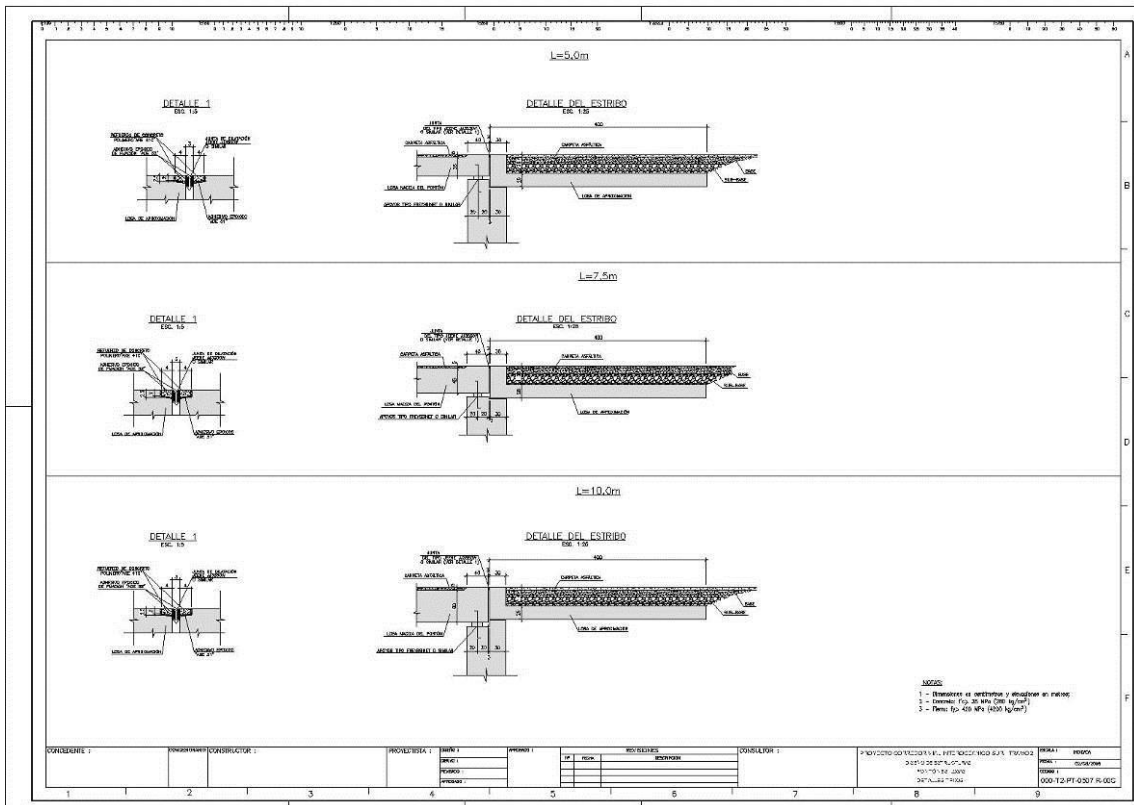
**ANEXO IV- E.1 – PROJETO RODOVIA DOS ANDES**

DRENAGEM – SUBSTITUIÇÃO DE PONTILHÃO KM 92+363 POR BUEIRO DUPLO

(Projeto Executivo)





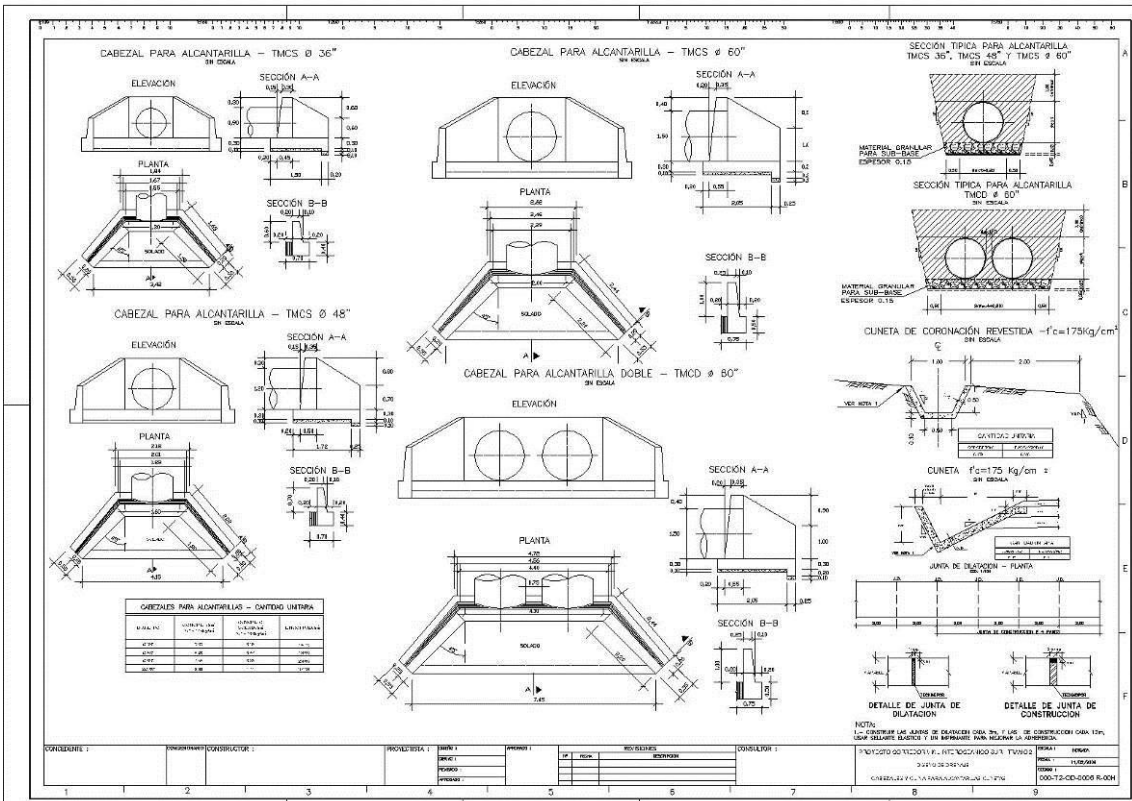
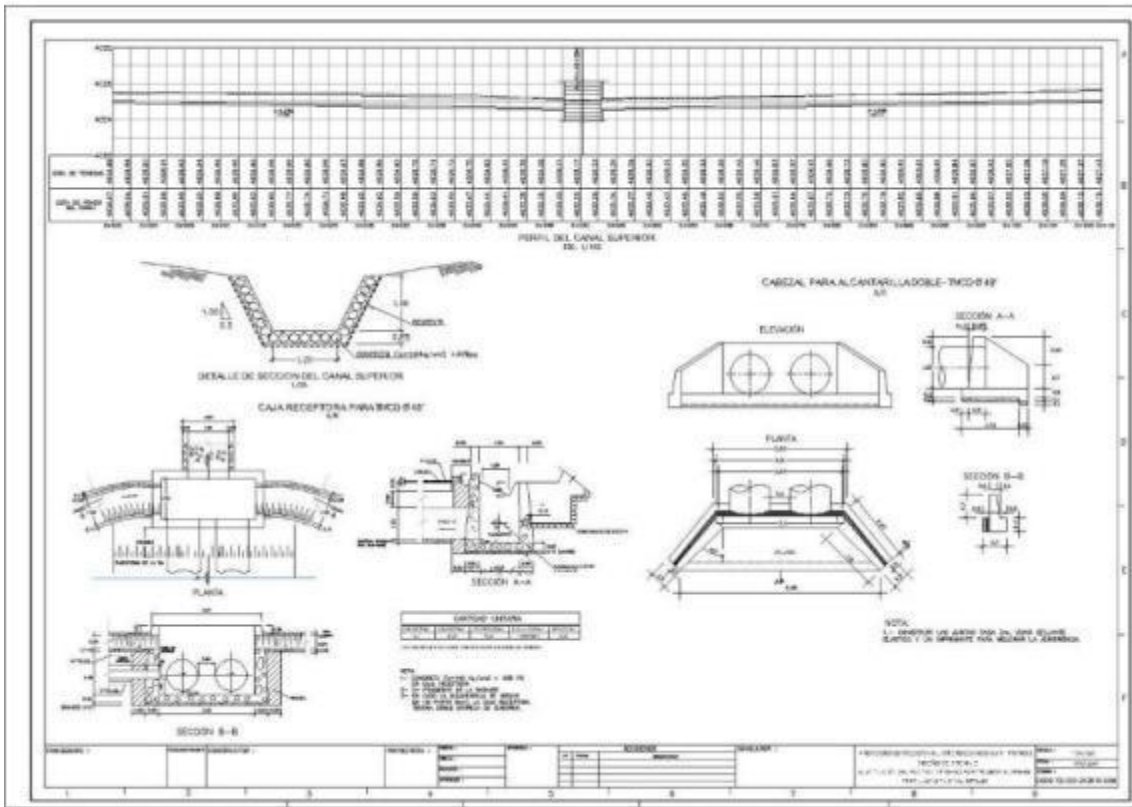


**ANEXO IV- E.2 – PROJETO RODOVIA DOS ANDES**

DRENAGEM – SUBSTITUIÇÃO DE PONTILHÃO KM 92+363 POR BUEIRO DUPLO

(Assistência Técnica de Obra)









**ANEXO IV- F.1 – PROJETO RODOVIA DOS ANDES**

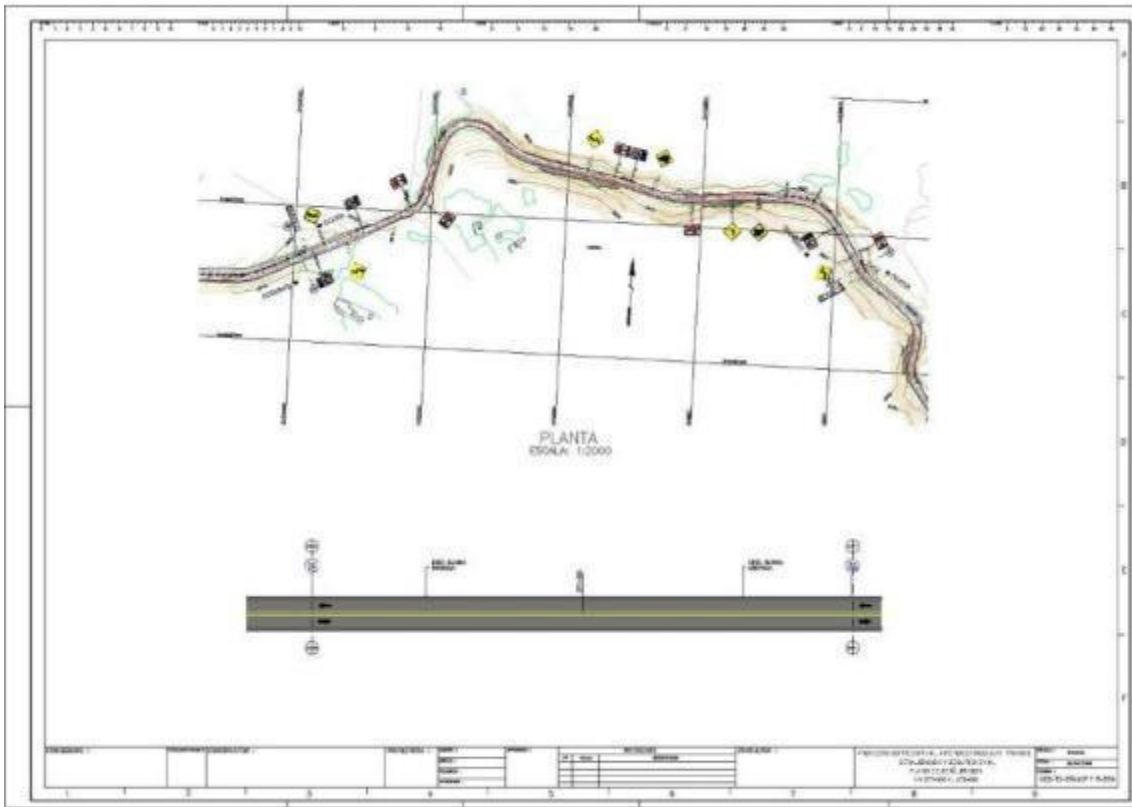
SINALIZAÇÃO/ SEGURANÇA VIÁRIA – DEFENSA METÁLICA –  
KM 46+000 - 59+000

(Projeto Executivo)



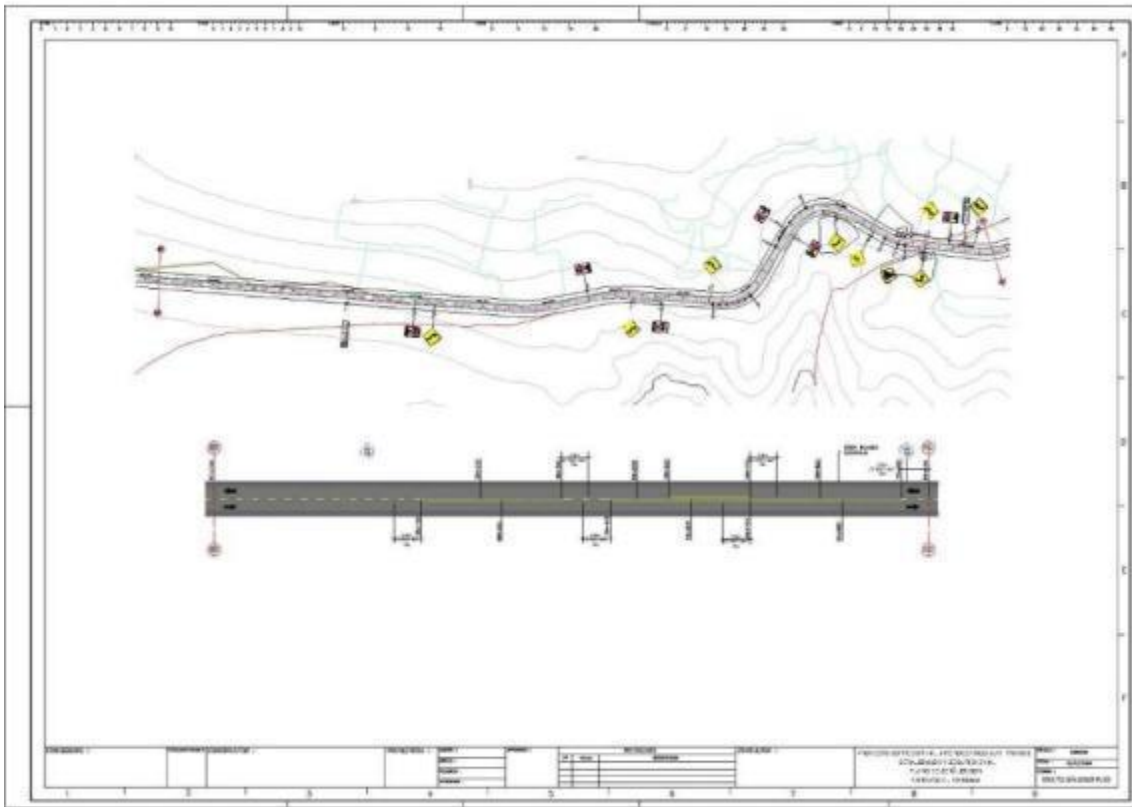






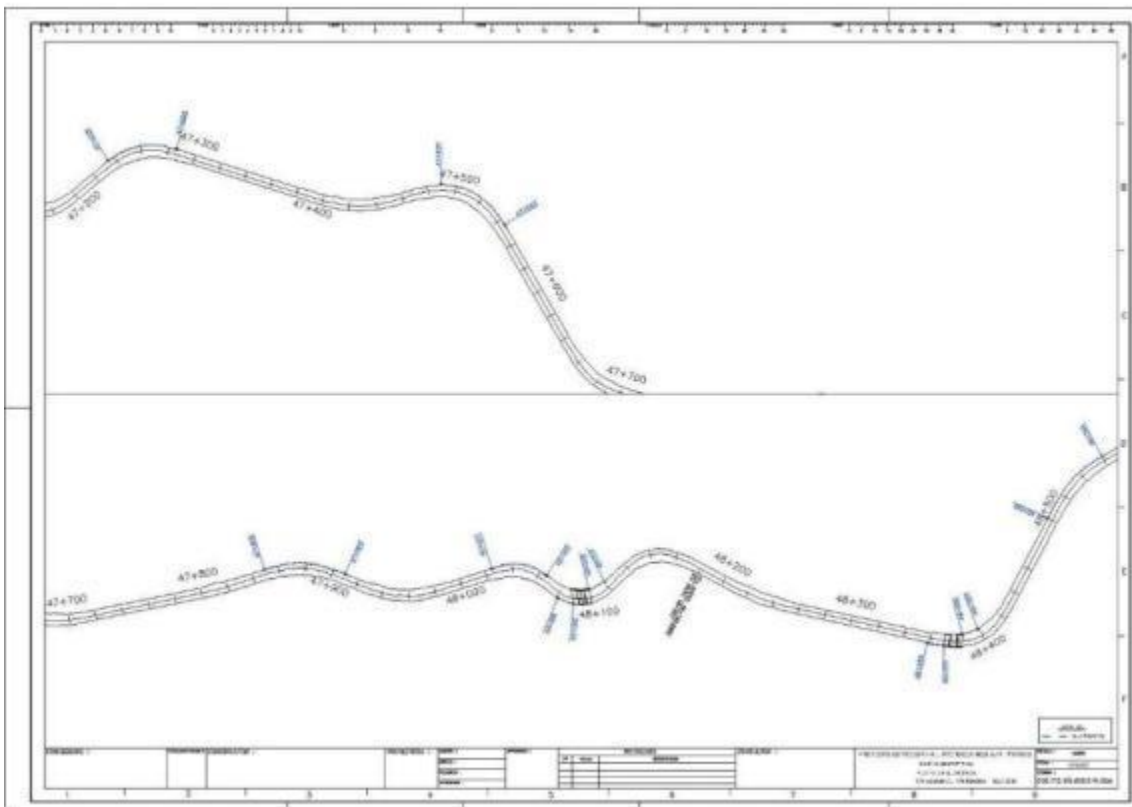
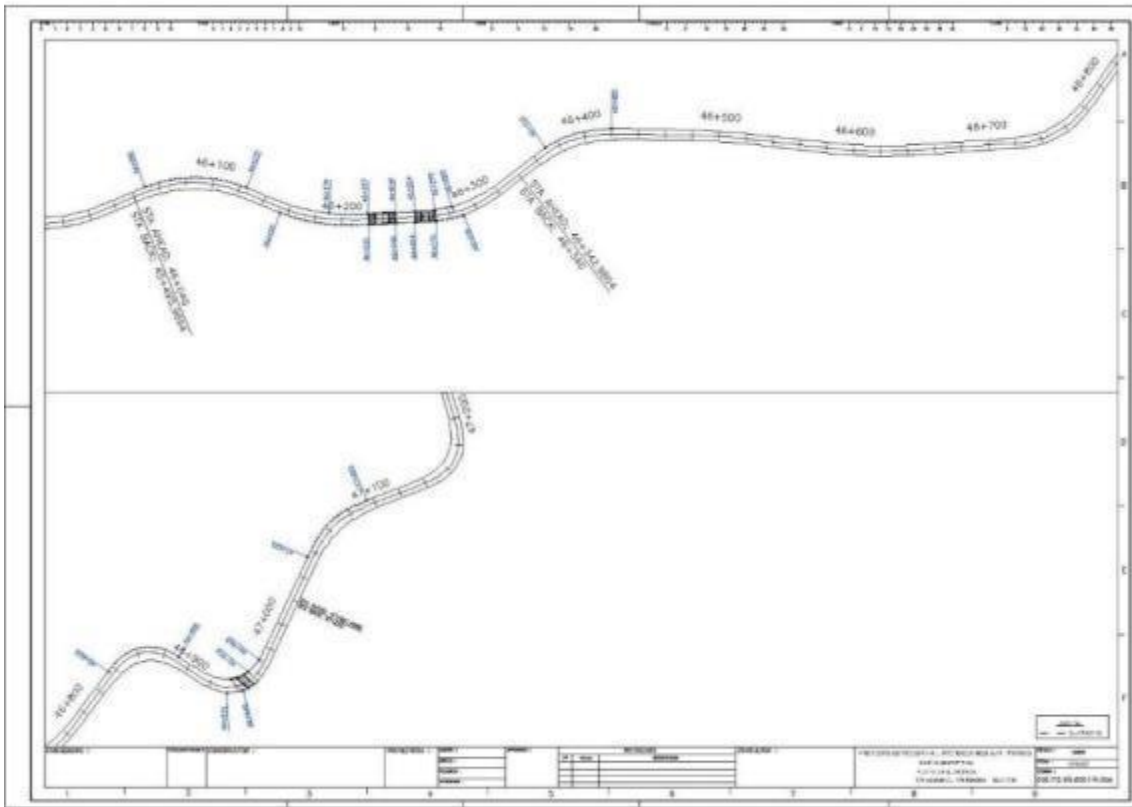




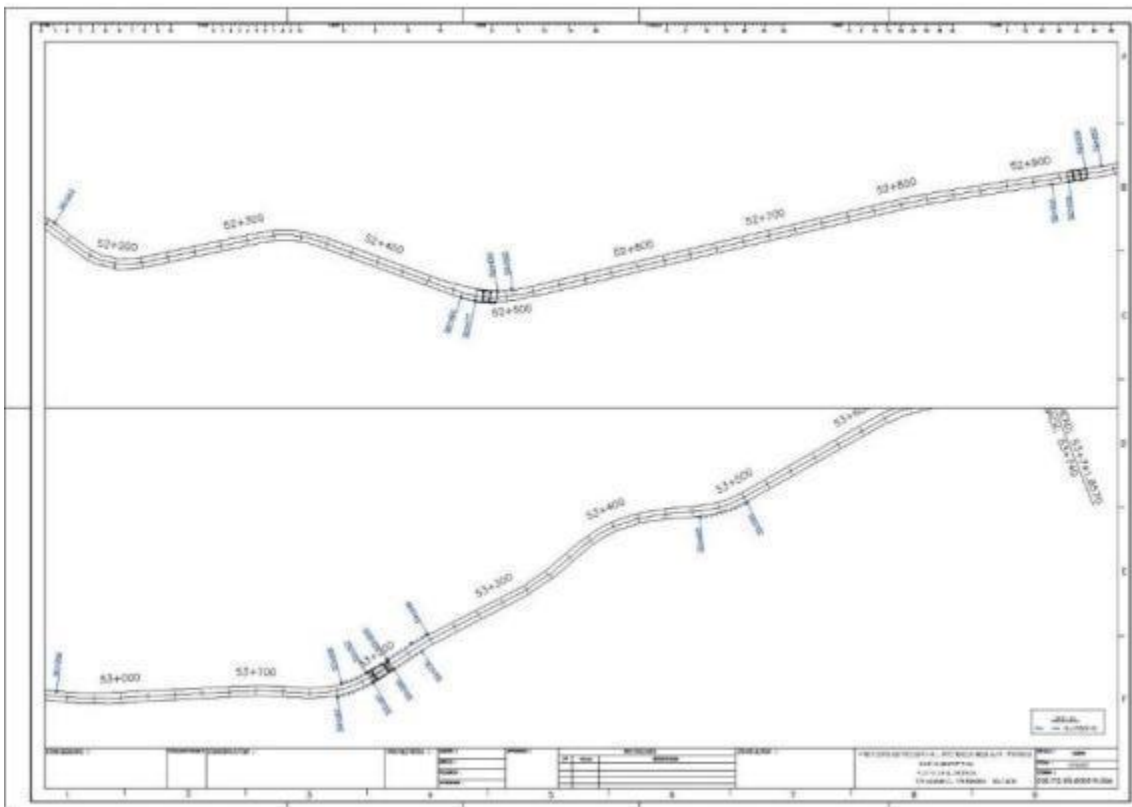
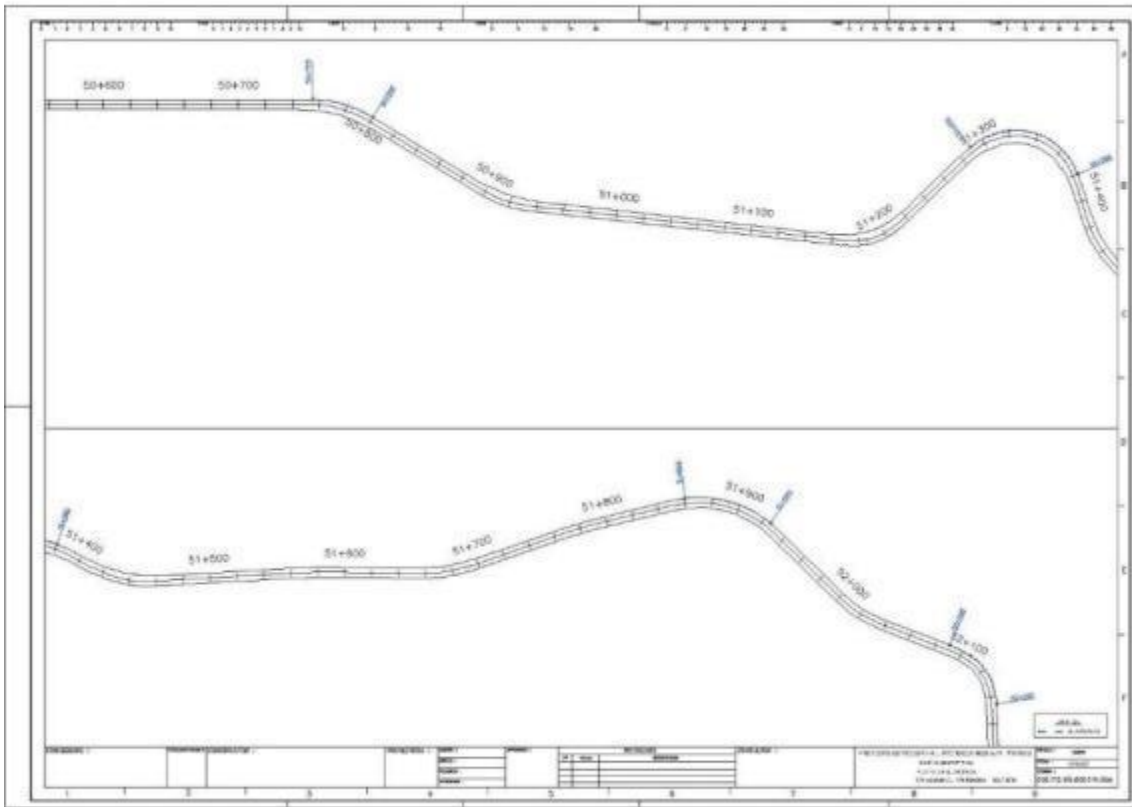


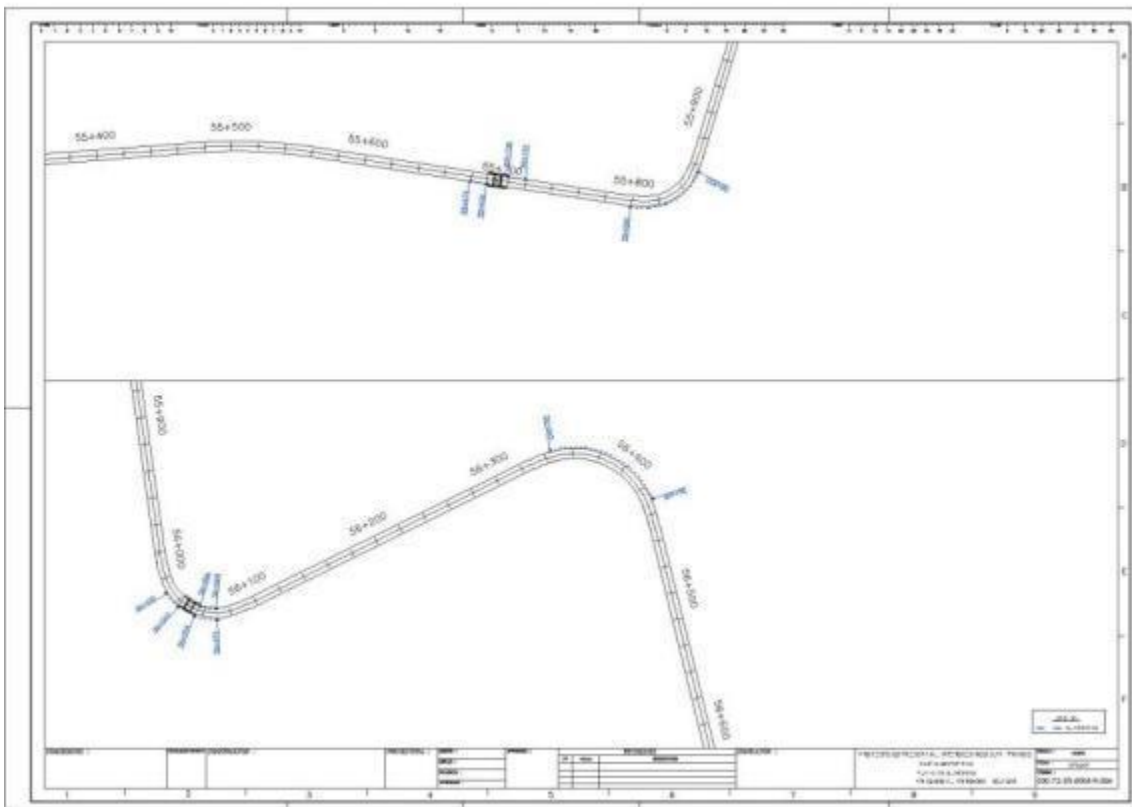
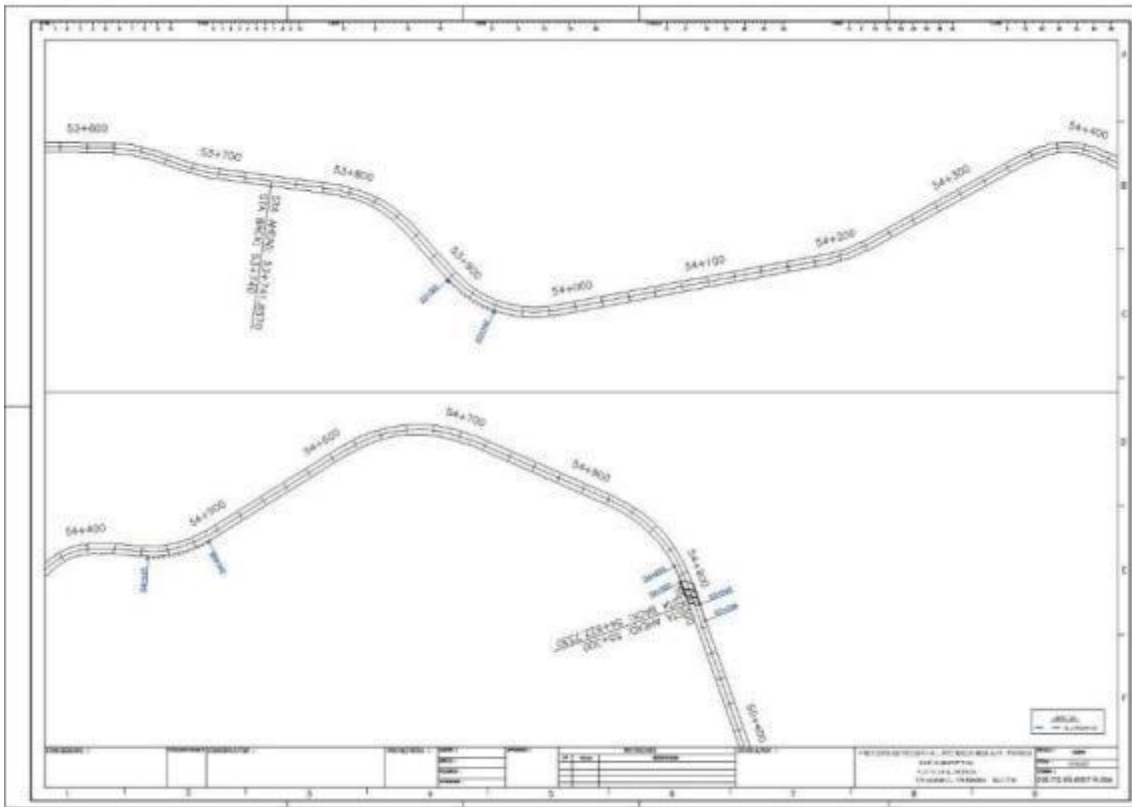


**ANEXO IV- F.2 – PROJETO RODOVIA DOS ANDES**  
SINALIZAÇÃO/ SEGURANÇA VIÁRIA – DEFENSA METÁLICA –  
KM 46+000 - 59+000  
(Assistência Técnica de Obra)











**ANEXO V – RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO ATO RODOVIA DOS ANDES**

**1) Qual a importância da ATO para a construção da obra? Por quê?**

*A ATO, na obra, tem importância no sentido de haver uma equipe de profissionais a disposição para resolver tecnicamente os problemas que não foram considerados no projeto e que apareceram em função das ações de implantação da obra;*

**2) O emprego da ATO trouxe mais economia para a obra? Por quê?**

*A ATO traz agilidade à obra. O tempo de espera que a Projetista leva para atender as solicitações de correções no projeto é poupado, já que existe uma equipe na obra, focada em atender estes problemas de forma imediata poupando tempo e proporcionando economia;*

**3) O emprego da ATO trouxe mais qualidade para a obra? Por quê?**

*A ATO trouxe qualidade à obra porque os problemas que surgem são resolvidos a luz da engenharia e de forma ágil, pois a iteração com a fiscalização passa a ser um fato e consequentemente quando se apresenta uma solução, esta é definitiva, pois já foi discutida com a fiscalização e com a produção da obra;*

**4) As soluções de engenharia da ATO foram melhores que as do Projeto Executivo? Por quê?**

*As soluções da ATO, são adequadas as condições apresentadas em função das ações antrópicas ocorridas para implantação da obra, algum desvio, alguma escavação a mais, algum desabamento que exija enfim uma adequação de projeto. Neste sentido, as soluções apresentadas pela ATO, são consistentes, já que o projeto nem sempre consegue prever um acontecimento deste tipo;*

**5) A ATO foi fundamental para o sucesso da obra? Por quê?**

A ATO, faz parte do todo da obra, é uma peça da engrenagem. Portanto dentro do alcance da ação dela e de sua importância, diria que sua atuação também é importante para o sucesso da obra.



**1) Qué tan importante es ATO para la construcción de la carretera? Por qué?**

*En una obra de construcción de extensión lineal como las carreteras se presentan innumerables problemas, esto debido a que su desarrollo implica la modificación constante de la superficie terrestre preexistente a lo largo de su trazo proyectado. Para lograr esta conformación se tiene que cortar, rellenar, contener, proteger, etc., además de la colocación de estructuras apoyadas directamente sobre el terreno natural.*

*Por otro lado, las características de los terrenos en general tienden a ser muy heterogéneos por condiciones morfológicas, geológicas, geodinámicas, hidrológicas, etc. Esto origina que en los Proyectos de Carretera, dada la limitada exploración e investigación, el margen de incertidumbre o de error sea por lo general alto, obligando a un ajuste constante de la obra o al cambio total de las soluciones planteadas inicialmente.*

*Las consideraciones arriba descritas son las razones principales que definen la importancia de contar con ATO durante la ejecución de las obras, puesto que permite una intervención oportuna y rápida, siempre mejorando las características del Proyecto.*

**2) El uso del ATO trajo un mayor ahorro para la obra? Por qué?**

*El trabajo realizado en ATO significó claramente un mayor ahorro para la obra y no solamente ahorro sino que logró incrementar el monto de facturación. Esto debido a la oportuna intervención y solución de los problemas, evitándose paralizaciones y retrasos que en una obra tan dinámica son muy perjudiciales; la propuesta de soluciones efectivas; sustento técnicamente adecuado de las diferentes soluciones; propuestas de ajuste de trazo, que ayudaron a mejorar los tiempos de ejecución de obra y otros.*

**3) El uso del ATO trajo más calidad para la obra? Por qué?**

*Definitivamente la intervención directa y efectiva mejora la calidad de la obra, principalmente porque su interpretación de los problemas se basa en un conocimiento real del terreno y sobre todo porque se sirve de la experiencia directa de su intervención, mejorando su criterio y metodología en función de los resultados anteriores.*

**4) La ingeniería de soluciones del ATO fueron mejores que los del Proyecto Ejecutivo? Por que?**

*En muchos casos fue así, porque se pudo reducir el margen de incertidumbre respecto a las consideraciones iniciales del Proyecto y porque la experiencia y el mayor conocimiento de los materiales con los que se trabaja diariamente permiten soluciones concretas y efectivas.*

**5) El ATO ha sido fundamental para el éxito de la obra? Por qué?**

*Claro que sí. Porque el equipo formado con especialidades diferentes pero concatenadas, logró apoyar oportuna y efectivamente el desarrollo de la obra; mejorando, controlando, sustentando y supervisando la ingeniería. Esta intervención es notoria por el reto que significó la condición crítica de la mayor parte del trazo y por los resultados actuales donde la carretera es digna de admiración y cuya rentabilidad superó las expectativas iniciales.*

**1) Qué tan importante es ATO para la construcción de la carretera? Por qué?**

*Es importante porque permite optimizar los diseños de las distintas obras y disciplinas, adaptándolos a la topografía real y a los materiales y equipos disponibles en obra sin demeritar la calidad y durabilidad de las obras.*

**2) El uso del ATO trajo un mayor ahorro para la obra? Por qué?**

*El ATO implementado en la Interoceánica permitió optimizar las obras tanto en magnitud como en costo y permitió diseñar con más tiempo y conocimiento de las opciones disponibles.*

**3) El uso del ATO trajo más calidad para la obra? Por qué?**

*El uso del ATO permitió que con el conocimiento detallado de la topografía y de las condiciones técnicas de una problemática, poder implementar un diseño que tuviera en cuenta la durabilidad de la obra a diseñar.*

**4) La ingeniería de soluciones del ATO fueron mejores que los del Proyecto Ejecutivo? Por qué?**

*La ingeniería realizada con el ATO fue más realista a las necesidades que se requerían.*

**5) El ATO ha sido fundamental para el éxito de la obra? Por qué?**

*El ATO es fundamental para ejecutar una obra en menor plazo, con menor costo y con calidad a largo plazo.*

*El costo del ATO se diluye en los beneficios que trae al implementar diseños realistas y acordes con las necesidades y condiciones físicas de la zona de las obras.*

**1) Qual a importância da ATO para a construção da obra? Por quê?**

*O ATO é muito importante para a construção de uma obra. Acontece que por melhor que seja o projeto Executivo o detalhamento terá que ser feito na obra para permitir que o pessoal de produção tenha condições de trabalhar. Serviços tais como detalhes de ferro, detalhes de formas, detalhes de peças de uma montagem, soldas etc, tem que ser preparados na obra. Este trabalho poderá ser feito pelo próprio empreiteiro. No entanto existem alguns trabalhos que dependem da atuação do projetista, que são adaptações do projeto as condições reais encontradas, tais com fundação de estruturas, detalhes de drenagem, solução para instalações preexistentes que terão que ser relocadas, quando estas interferem com a obra a ser executada, problemas de estabilidades de taludes, etc. Neste caso a atuação de Projetista através de uma equipe de ATO é fundamental.*

**2) O emprego da ATO trouxe mais economia para a obra? Por quê?**

*Indiscutivelmente o emprego de ATO trás economia a obra, pois além dos problemas acima referidos serem resolvidos com qualidade, são também resolvidos em tempo hábil para evitar que haja atrasos na execução da obra, já que a equipe de ATO estando, presente na obra estes, tem melhor informação dos reais problemas e podem assim melhor solucioná-los.*

**3) O emprego da ATO trouxe mais qualidade para a obra? Por quê?**

*A semelhança do item anterior, pelo fato da equipe de ATO estar presente na obra, eles podem conhecer melhor os problemas encontrados e por isso a solução dos mesmos ocorre da melhor maneira possível, contribuindo logicamente para a qualidade da obra.*

**4) As soluções de engenharia da ATO foram melhores que as do Projeto Executivo? Por quê?**

*Em geral são melhores, pois são as mais indicadas para a situação local encontrada. Não significa que o projeto executivo não tenha sido bem feito, acontece que no projeto executivo não é possível identificar e prever todas as diferentes situações que ocorrerão durante a execução da obra. Por isso as soluções de engenharia adotadas no ATO, não quer dizer que sejam melhores e sim que são as mais indicadas para o real problema encontrado.*

**5) A ATO foi fundamental para o sucesso da obra? Por quê?**

*Baseado em tudo que foi dito acima a adoção de uma equipe de ATO foi fundamental para o sucesso da obra, pois evitou atrasos, melhorou a qualidade, optou-se por soluções mais indicadas para a situação real encontrada, evitou problemas futuros durante a operação da obra, pois os problemas eram detectados e imediatamente resolvidos em obra, tudo isso que se traduz em redução de custos e que logicamente contribui para o sucesso da obra.*