



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

**REABILITAÇÃO DE FUNDAÇÕES
E CONTENÇÃO DE TALUDES -
CASOS DE ESTUDO EM SANTARÉM**

Pedro Miguel Simões Frade Feliciano

Orientado por:

Doutora Ana Paula Gerardo Machado, Instituto Politécnico de Tomar

Projecto

Apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar
para cumprimento dos requisitos necessários
à obtenção do grau de Mestre em Reabilitação Urbana

RESUMO

O presente trabalho enquadra-se na unidade curricular Projecto que se integra no quarto semestre do plano de estudos do curso de Mestrado em Reabilitação Urbana.

Neste trabalho apresentam-se os projectos e acompanha-se uma obra na cidade de Santarém.

Os casos de estudo envolvidos neste trabalho são o projecto de contenção e tratamento de encostas na cidade de Santarém e a reabilitação das fundações do edifício do Centro Escolar do Sacapeito em Santarém.

No que se refere à contenção das encostas o trabalho constou no estudo dos fatores intervenientes, nomeadamente a geomorfologia e a rede hidrográfica. A ocupação do território, as acessibilidades e os fatores sócio-económicos são aqui apresentados porque são afectados pela instabilização das encostas e, também, porque justificam o investimento que se pretende realizar para garantir a sua estabilidade.

O segundo caso de estudo, Centro Escolar do Sacapeito, trata de uma obra que durante o período de construção começou a apresentar deformações do pavimento que conduziram ao aparecimento de fissuração intensa e deslocamentos dos elementos da construção.

No âmbito deste trabalho procedeu-se à apresentação do projecto inicial, do projecto de reabilitação e ao acompanhamento da obra de reabilitação.

ABSTRACT

This work fits into the curriculum project that integrates the fourth semester of the curriculum of the Master Course in Urban Regeneration.

The aims of this paper are the study and analyze of two projects and accompanied by a work in city of Santarém.

The case studies involved in this work are the design of reinforcement and treatment of slopes in the city of Santarém and rehabilitation of the foundation of the School Centre Sacapeito in Santarém.

As regards the contention of the slopes work consisted in the study of factors involved, including geomorphology and hidrology. The occupation of the territory, accessibility and socio-economic factors are presented here because they are affected by the instability of the slopes, and also because they justify the investment to be achieved to ensure the stability of slopes.

The second case study, Sacapeito Center School, which is a work during the construction period, began to show deformation of the floor leading to the appearance of severe cracking and displacement of the building elements.

In this work will be proceeded presentation of initial draft, the draft rehabilitation and monitoring the work of rehabilitation

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar um agradecimento especial à Doutora Ana Paula Gerardo Machado pela excelente e sempre presente orientação, disponibilidade e apoio inexcedível, sem os quais este trabalho não seria uma realidade.

À Câmara Municipal de Santarém, na qual integro o quadro de pessoal e mais propriamente ao seu representante máximo o Senhor Presidente Ricardo Gonçalves que desde o primeiro dia demonstrou toda a disponibilidade e interesse na realização deste trabalho.

À Chefe de Divisão de Espaços Públicos e Ambiente da Câmara Municipal de Santarém, Engenheira Laura Guerra, minha chefe directa, toda compreensão e disponibilidade.

Uma palavra de apreço especial ao Engenheiro Fernando Trindade (Câmara Municipal de Santarém) e ao Engenheiro Francisco Salgado (Laboratório Nacional de Engenharia Civil-LNEC), que há vários anos fazem o acompanhamento e monitorização das encostas de Santarém, toda a disponibilidade e disponibilização de dados para a realização do trabalho.

Por fim, e não menos importantes a toda a minha família e amigos, pelas palavras de incentivo, alento, carinho e conforto, por vezes, necessárias para levar a bom porto este trabalho.

Índice

Introdução	1
Objetivo	3
1. Caracterização de Santarém/Concelho	5
1.1. Enquadramento Histórico	5
1.2. Localização do Concelho no País	9
1.3. Localização do Concelho na Região	9
1.4. Acessibilidades do Concelho	9
1.5. Localização Geomorfológica.....	10
1.6. Caracterização Sócio-Económica	10
1.6.1. Concelho	10
1.6.2. Evolução Populacional	11
1.6.3. Evolução da População por Freguesias	12
1.7. Caracterização Geomorfológica	13
1.7.1. Geomorfologia do Distrito de Santarém.....	13
1.7.2. Geomorfologia do Concelho de Santarém.....	13
1.7.3. Geomorfologia da Cidade de Santarém	14
1.8. Caracterização Hídrica	14
1.8.1. Rede Hidrografia	14
2. Projecto de Execução de Estabilização das Encostas de Santarém	15
2.1. Introdução.....	15
2.2. Projecto.....	16
2.2.1. Geologia/Geotecnia das Encostas.....	17
2.2.2. Intervenções Prioritárias	18
2.2.3. Ocorrências Verificadas nas Encostas	18
2.2.3.1. Encosta a Sul virada à estrada de Vale de Estacas	18
2.2.3.2. Encosta da Ribeira de Santarém	19
- Deslizamento de Terras 1	19
- Deslizamento de Terras 2.....	19
- Deslizamento de Terras 3	20
2.2.3.3. Encosta de São Bento	21

2.2.3.4. Encosta Virada para a Calçada de Stª Clara.....	21
2.2.3.5. Encosta da Igreja de Stª Clara	23
2.2.3.6. Encosta de Stª Margarida	23
- Deslizamento de Terras 1.....	24
- Deslizamento de Terras 2.....	24
2.2.3.7. Encosta de Santiago	25
2.2.3.8. Encosta entre Santiago e as Portas do Sol.....	27
2.2.3.9. Encosta das Portas do Sol	28
2.2.3.10. Encosta da Estrada de Alfange.....	30
2.2.3.11. Encosta da Margem direita de Alfange	33
- Deslizamento de Terras 1 - Traseiras do Bairro Falcão.....	34
- Deslizamento de Terras 2 - Traseiras do Bairro Falcão.....	34
2.2.3.12. Encosta dos Capuchos.....	35
2.2.3.13. Encosta da Estrada das Quebradas	36
- Deslizamento de Terras 1.....	37
- Deslizamento de Terras 2.....	37
- Deslizamento de Terras 3.....	38
2.2.3.14. Encosta do Outeiro da Forca	38
2.3. Projecto de Execução – Três Propostas de Intervenção	40
2.3.1. Encosta virada à Calçada de Stª Clara.....	40
2.3.2. Encosta da Estrada de Alfange	40
2.3.3. Encosta da Margem direita de Alfange	41
3. Acompanhamento de Obra	41
3.1. Caracterização do Centro Escolar do Sacapeito.....	41
3.1.1. Introdução.....	41
3.2. Projecto.....	42
3.2.1. Localização/Implantação	43
3.2.2. Projecto de Arquitectura.....	44
3.2.2.1. Materiais e Sistemas Construtivos	45
3.2.3. Projecto Estrutural.....	48
3.2.3.1. Descrição da Estrutura	48
3.2.3.2. Fundações.....	48

3.2.3.3. Pilares	49
3.2.3.4. Vigas.....	50
3.2.3.5. Lajes	50
3.2.4. Descrição da Obra após o Abatimento do Solo	51
3.2.5. Estudo Geológico e Geotécnico	54
3.2.5.1. Introdução.....	54
3.2.5.2. Enquadramento.....	54
3.2.5.3. Caracterização dos Terrenos.....	55
- Geomorfologia	55
- Litologia	55
3.2.5.4. Trabalhos de Campo Realizados	56
- Ensaios de Penetração Dinâmica (SPT).....	56
- Pontos de Sondagem	56
- Equipamento Utilizado.....	58
- Método de Furação.....	58
- Modelo Geológico e Geotécnico.....	62
- Solos de Fundação.....	65
- Sondagens	66
- Síntese das Características do Terreno.....	66
- Análise dos Resultados	67
3.2.5.5. Conclusão	67
3.2.5.6. Proposta Final.....	68
3.2.6. Projecto de Recalçamento das Fundações	68
3.2.6.1. Introdução.....	68
3.2.6.2. Condicionamentos	68
3.2.6.3. Soluções Propostas	69
3.2.6.4. Microestacas	69
- Definição	69
- Constituição da Microestaca	69
- Fases de Execução.....	70
- Tipos de Microestacas.....	70
- Campos de Aplicação.....	71

- Vantagens.....	71
- Desvantagens	71
3.2.6.5. Equipamento.....	72
3.2.6.6. Materiais.....	73
3.2.6.7. Recalçamento das Fundações.....	74
3.2.6.8. Amarração das Microestacas.....	79
3.2.6.9. Amarração da Microestaca (127) ao Pilar 18.....	80
3.2.6.10. Amarração da Microestaca (9) ao Pilar 58.....	81
3.2.6.11. Processo Construtivo.....	82
3.2.6.12. Plano de Instrumentação e Observação.....	86
- Grandezas a Medir	87
- Meios de Medição.....	87
- Localização dos Meios de Medição	87
- Frequência das leituras.....	88
- Critérios de Alarme.....	88
- Medidas de Reforço	88
- Análise das Leituras de Monitorização.....	88
3.2.6.13. Conclusões	89
3.2.6.14. Análise ao Projecto de Recalçamento de Fundações	90
3.2.6.15. Proposta de Melhoramento.....	93
- Sondagens	93
- Recalçamento das Fundações	94
- Amarração das Microestacas	94
- Amarração da Microestaca (127) ao Pilar 18	94
4 . Conclusão	99
Referências Bibliográficas	101
Anexos	103
Anexo I.....	105
- Mapas com a caracterização de Santarém/Concelho	
Anexo II.....	115
- Plantas da Geomorfologia das Encostas de Santarém	

- Planta de localização das Encostas de Santarém	
- Plantas, Cortes e Pormenores – Projecto de execução das Encostas de Santarém	
Anexo III	133
- Pormenor da Amarração dos Pilares Metálicos	
- Sondagens Geotécnicas	
- Microestacas – Resumo	
- Leituras das réguas topográficas – Resumo	
Anexo IV	149
- Registo fotográfico das patologias ocorridas no Centro Escolar do Sacapeito	

Índice de Figuras

Figura 1- Casa de Alcaçova em Santarém.	5
Figura 2 - Divisão Hispania na época romana.	5
Figura 3 - Núcleos mais importantes da qual a cidade era composta	6
Figura 4 - Castelo da Vila – actual Seminário	7
Figura 5 - Vista da Alcaçova, entre Alfange e a Ribeira de Santarém.	8
Figura 6 - Vista da Alcaçova, entre Alfange e a Ribeira de Santarém.	9
Figura 7 - Evolução da população no concelho de Santarém – Dados INE.....	11
Figura 8 - “Olhos de Água” - Nascente do Rio Alviela	15
Figura 9 - “Olhos de Água” - Nascente do Rio Alviela	15
Figura 10 - Área em estudo enquadrada com o Centro Escolar do Sacapeito	16
Figura 11 - Localização dos deslizamentos.	18
Figura 12 - Vista geral da encosta- Identificação de alguns deslizamentos..	18
Figura 13 - Localização dos deslizamentos.....	19
Figura 14 - Vista do deslizamento.....	19
Figura 15 - Localização do deslizamento.....	20
Figura 16 - Vista da encosta - Deslizamento.....	20
Figura 17 - Localização dos deslizamentos.....	21
Figura 18 - Vista da encosta.	21
Figura 19 - Localização dos deslizamentos.	21
Figura 20 - Vista da encosta - Deslizamentos.	21
Figura 21 - Localização dos deslizamentos.	22
Figura 22 - Localização dos deslizamentos.	22
Figura 23 - Vista da encosta	22
Figura 24 - Pormenor da cicatriz na encosta.	22
Figura 25 - Localização dos deslizamentos.	23

Figura 26 - Vista da encosta, deslizamentos.	23
Figura 27 - Localização dos deslizamentos.	24
Figura 28 - Localização do deslizamento.....	24
Figura 29 - Fissura no logradouro.	24
Figura 30 - Vista da encosta, depois do deslizamento	25
Figura 31 - EN 114, interditada após o deslizamento	25
Figura 32 - Habitação soterrada.	25
Figura 33 - Habitação soterrada, limpeza de terras.....	25
Figura 34 - Localização dos deslizamentos.	26
Figura 35 - Encosta em Janeiro 2001	27
Figura 36 - Muralhas após a derrocada, Janeiro 2001.	27
Figura 37 - Muro de betão armado, reforço da muralha.	27
Figura 38 - Base da encosta – Alteamento do muro de gabiões.	27
Figura 39 - Localização dos deslizamentos.	28
Figura 40 - Escorregamento junto à casa de alcaçova	28
Figura 41 - Valeta de drenagem degradada.....	28
Figura 42 - Localização dos deslizamentos.	29
Figura 43 - Vista geral da encosta.	30
Figura 44 - Encosta, muros de contenção	30
Figura 45 - Deslizamento (Terras).	30
Figura 46 - Muro de gabiões junto à EN 114.....	30
Figura 47 – Localização da encosta com os deslizamentos.	31
Figura 48 - Localização dos deslizamentos na encosta.	31
Figura 49 - Pormenor - muros de contenção.	32
Figura 50 - Descalçamento – Muros contenção.	32
Figura 51 - Pormenor - Cicatrizes de deslizamento.	32

Figura 52 - Pormenor - Cicatrizes de deslizamento.	32
Figura 53 - Muros de gabiões sobrepostos por betão projectado sobre rede metálica.	32
Figura 54 - Lago no interior das muralhas	32
Figura 55 - Fissura na muralha.	32
Figura 56 - Localização da encosta com os deslizamentos.	33
Figura 57 – Localização do deslizamento.	34
Figura 58 – Vista geral da encosta- Deslizamento	34
Figura 59 - Logradouro que ruiu.	34
Figura 60 - Fissura no logradouro.	34
Figura 61 - Localização do deslizamento.	35
Figura 62 - Pormenor da cicatriz.	35
Figura 63 – Vista geral da encosta, deslizamento	35
Figura 64 – Localização do deslizamento.	36
Figura 65 – Vista da encosta – Vegetação inclinada.	36
Figura 66 – Localização dos deslizamentos e da encosta.	36
Figura 67 – Localização do deslizamento.	37
Figura 68 – Vista geral da encosta - Deslizamento.	37
Figura 69 – Localização dos deslizamentos.	37
Figura 70 – Logradouro - Impermeabilização.	37
Figura 71 – Fissuração no logradouro.	38
Figura 72 – Fissuração no imóvel.	38
Figura 73 – Nivelamento da base – Betão projectado no talude.	38
Figura 74 – Localização do deslizamento.	39
Figura 75 – Vista geral da encosta – Março 1966.	39
Figura 76 – Valeta de drenagem.	39
Figura 77 – Localização do Centro Escolar do Sacapeito - Santarém	43

Figura 78 – Implantação do Centro Escolar do Sacapeito - Santarém	43
Figura 79 – Alçado Norte- Centro Escolar do Sacapeito - Santarém.....	43
Figura 80 – Alçado Sul - Centro Escolar do Sacapeito - Santarém	43
Figura 81 – Alçado Nascente - Centro Escolar do Sacapeito - Santarém	43
Figura 82 – Alçado Poente - Centro Escolar do Sacapeito - Santarém.....	43
Figura 83 – Planta de Piso Térreo - Centro Escolar do Sacapeito - Santarém.....	47
Figura 84 – Planta do Piso Superior - Centro Escolar do Sacapeito - Santarém.....	47
Figura 85 – Ensoleiramento geral - Laje de Piso.	48
Figura 86 – Pormenor do Ensoleiramento geral.....	43
Figura 87 – Pormenor geral de ligação Pilar / Ensoleiramento geral.....	49
Figura 88 – Pormenor dos pilares metálicos P114 e P115 de suporte à pala de entrada do edifício.....	49
Figura 89 – Pormenor da ligação entre as lajes maciças e as vigas	50
Figura 90 – Planta de tectos do Piso Térreo.....	50
Figura 91 – Planta de tectos do Piso Superior.....	51
Figura 92 – Bom comportamento do ensoleiramento geral	52
Figura 93 – Mau comportamento do ensoleiramento geral.....	52
Figura 94 – Ensoleiramento geral – Zona do abatimento de solo.....	53
Figura 95 – Alçado Norte – Local onde é mais visível a fissuração	53
Figura 96 – Alçado Norte – Abatimento do solo – Fissuração generalizada.....	53
Figura 97 – Vista aérea do local da intervenção.	54
Figura 98 – Extrato da folha 31-A da Carta Geológica de Portugal, publicada pelos Serviços Geológicos de Portugal.....	56
Figura 99 – Localização dos pontos de sondagem sobre fotografia aérea.	57
Figura 100 – Localização da sondagem SC1.	57
Figura 101 – Localização da sondagem SC2.	57
Figura 102 – Localização da sondagem SC3.	58

Figura 103 – Localização da sondagem SC4.....	58
Figura 104 – Localização da sondagem SC5.....	58
Figura 105 – Localização da sondagem SC6.....	58
Figura 106 – Sonda de perfuração OXIDRLL, modelo OG150	59
Figura 107 – Ponteira de perfuração. (12).....	59
Figura 108 – Ensaio SPT - Varas de ligação.	59
Figura 109 – Ensaio SPT – Amostra.	59
Figura 110– Ensaio SPT - Medição da Penetração no sol.....	59
Figura 111 – Perfil Geológico-Geotécnico - Unidades Geotécnicas.....	62
Figura 112 – Perfil Geológico-Geotécnico – Zonamentos.....	64
Figura 113 – Constituição da microestaca.....	70
Figura 114 – Gerador.....	72
Figura 115 – Caroteadora.	72
Figura 116 – Perfuradora.....	72
Figura 117 – Trados.....	72
Figura 118 – Varas	72
Figura 119 – Cabeças de furação.....	72
Figura 120 – Misturadora com bomba injectora.	72
Figura 121– Planta, dividida em três zonas (A, B e C).	74
Figura 122 – Planta e Perfil – Zona A - Localização das microestacas.	75
Figura 123 – Planta e Perfil – Zona B - Localização das microestacas.....	76
Figura 124 – Planta e Perfil – Zona C - Localização das microestacas.....	77
Figura 125 – Corte vertical da fundação.	78
Figura 126 – Pormenor tipo da solução de recalçamento.....	78
Figura 127 – Pormenor da microestaca com amarração do varão. (14).....	79
Figura 128 – Corte - Pormenor da amarração da microestaca (127) ao Pilar P18.	80

Figura 129 – Planta - Pormenor da amarração da microestaca (127) ao Pilar P18.....	80
Figura 130 – Corte - Pormenor da amarração da microestaca (127) ao Pilar P18.....	80
Figura 131 – Pormenor da armadura de amarração da microestaca (127) ao Pilar P18.	81
Figura 132 – Planta - Pormenor da amarração da microestaca (9) ao Pilar P58.....	81
Figura 133 – Corte - Pormenor da amarração da microestaca (9) ao Pilar P58.....	81
Figura 134 – Pormenores da amarração da microestaca.	82
Figura 135 – Pormenores da amarração da microestaca.	82
Figura 136 – Limpeza geral da obra.....	82
Figura 137 – Marcação das microestacas.	83
Figura 138 – Abertura das carotes.....	83
Figura 139 – Pormenor do interior da carote	84
Figura 140 – Perfuração com trado	84
Figura 141 – Perfuração com varas.....	84
Figura 142 – Armadura principal.	84
Figura 143 – Armadura principal com os obturadores ara injeção das caldas.	84
Figura 144 – Armadura secundária – Varão	84
Figura 145 – Colocação da armadura secundária.....	84
Figura 146 – Cimento – Preparação da calda de cimento	85
Figura 147 – Água – Preparação da calda de cimento	85
Figura 148 – Misturadoura com bomba injectora – Preparação da calda de cimento.	85
Figura 149 – Pressão - Bomba injectora – Preparação da calda de cimento.....	85
Figura 150 – Selagem das zonas caroteadas.	86
Figura 151 – Régua topográfica	87
Figura 152 – Pormenor, régua topográfica.....	84
Figura 153 – Localização das réguas topográficas.....	87
Figura 154 – Monotorização da régua topográfica R4.....	89

Figura 155 – Testemunho em gesso colocado na zona de régua topográfica R14.....	89
Figura 156 – Planta e perfil geológico-geotécnico com a marcação das microestacas 157, 158, 159, 161, 162, 163 e 164, profundidade de 9 m	91
Figura 157 – Pormenor – Planta e perfil geológico-geotécnico com a marcação das microestacas 157, 158, 159, 161, 162, 163 e 164, profundidade de 9 m.....	92
Figura 158 – Localização dos novos pontos de sondagem.....	93
Figura 159 – Pormenor – Proposta de melhoramento - Planta e perfil geológico-geotécnico com a marcação das microestacas implantadas a uma profundidade de 14 m..	95
Figura 160 – Planta – Pormenor da amarração da microestaca – Proposta melhoramento..	96
Figura 161 – Perfil – Pormenor da amarração da microestaca – Proposta melhoramento..	96
Figura 162 – Corte – Pormenor da amarração da microestaca (127) ao Pilar P18 – Proposta melhoramento	96
Figura 163 – Planta – Pormenor da amarração da microestaca (127) ao Pilar P18 –	97
Proposta melhoramento	97
Figura 164 – Corte – Pormenor da amarração da microestaca (127) ao Pilar P18 –.....	97
Proposta melhoramento	97

Índice de Quadros

Quadro 1 – Resumo da quantidade de ensaios propostos e realizados	60
Quadro 2 – Resumo da quantidade de furação proposta e realizada.....	60
Quadro 3 – Resumo dos resultados dos ensaios (SPT).	61
Quadro 4 – Gráfico dos resultados dos ensaios (SPT).	61
Quadro 5 – Resumo da unidade geotécnica UG1	63
Quadro 6 – Resumo da unidade geotécnica UG2	63
Quadro 7 – Critério de zonamento.	64
Quadro 8 – Ensaio SPT, Consistência dos solos.....	65
Quadro 9 – Resumo das características das sondagens.....	66
Quadro 10 – Zonamento geotécnico da sondagem SC1	137
Quadro 11 – Zonamento geotécnico da sondagem SC2.	138
Quadro 12 – Zonamento geotécnico da sondagem SC3	139
Quadro 13 – Zonamento geotécnico da sondagem SC4.	140
Quadro 14 – Zonamento geotécnico da sondagem SC5	141
Quadro 15 – Zonamento geotécnico da sondagem S6	142
Quadro 16 – Microestacas Ø32 mm – Resumo.	143
Quadro 17 – Microestacas Ø25 mm – Resumo	146
Quadro 18 – Leituras das réguas topográficas – Resumo.	147

Introdução

A cidade de Santarém encontra-se localizada a cerca de 95 metros de altitude no cimo de uma encosta onde ao longo dos séculos todo o espaço foi tornado num planalto urbanizado. Com crescimento demográfico, a partir dos anos 20 do século XX, o planalto foi sendo massivamente construído e urbanizado.

Por falta de planeamento, na altura, foi-se deixando construir sem restrições pelas encostas abaixo sobrecarregando os solos débeis dessas encostas, sem o cuidado necessário para protecção ambiental e das populações.

Por parte da autarquia, durante anos, nunca houve a visão e a preocupação de se cuidar e monitorizar essas encostas, até ao dia em que houve o primeiro deslizamento de parte dessas encostas e se tomou consciência do seu perigo. Face a este incidente, foi solicitado pela autarquia um projecto de contenção das encostas.

O trabalho proposto tem como objectivo o estudo e análise de dois projectos da autarquia na cidade de Santarém e o acompanhamento de uma obra.

Na primeira parte do trabalho realizou-se o estudo e caracterização da cidade de Santarém e da zona envolvente do ponto de vista geográfico, geomorfológico, sócio-económico considerando a ocupação dos espaços e a caracterização da população.

O primeiro projecto “Contenção das encostas de Santarém”, é um projecto que ainda não foi executado por falta de verbas e definição de prioridades por parte do governo. Este projecto é essencial para a cidade de Santarém, pois visa estabilizar todas as encostas da cidade e assegurar a segurança da população e edificações.

Na componente prática do trabalho realizou-se o acompanhamento do projecto e da empreitada do Centro Escolar do Sacapeito.

Objetivo

O trabalho proposto pretende fazer a caracterização e análise de dois projectos da autarquia na cidade de Santarém e o acompanhamento de uma obra.

Trata-se da análise do projecto de “Contenção das Encostas de Santarém” e a análise do projecto e acompanhamento da obra do Centro Escolar do Sacapeito.

1. Caracterização de Santarém/Concelho

1.1. Enquadramento Histórico

As primeiras "cidades" na Península Ibérica remontam à Idade do Ferro, denominam-se castros ou citânias e são ocupados de forma permanente. São povoados amuralhados, com casas de planta circular, em pedra, que ocupam o topo dos montes para melhor defesa.

Na figura 1 pode ver-se um exemplo destes primeiros povoados.



Figura 1- Casa de Alcaçova em Santarém. (1)

Durante a romanização a Península Ibérica foi dividida em três províncias: a Lusitania, que integrava o território português a sul do Douro, a Tarraconensis, a norte e poente da península e a Baetica a sul, na atual Andaluzia, província espanhola, como se pode ver na figura 2. A partir de 68 a.C. e com a nomeação de Júlio César como prospector da Lusitânia, este fundou o Praesidium Julium, cognome da Colónia Scalabitana, sede da sua acção de comando, esta independente da malha urbana de Scalabis, situando-se no planalto de Marvila. Nesta época Santarém era uma cidade chave e das mais importantes, pois era dali que se ia iniciar pelos romanos a conquista do interior até ao Douro. Essa importância como cidade chave, foi-se perdendo ao longo dos tempos permanecendo uma praça-forte. Porém perde o seu papel político-administrativo a favor de Emerita Augusta (actual Mérida), que passa a ser a capital da Lusitânia. (1)



Figura 2 - Divisão Hispania na época romana. (2)

Em 714 os Muçulmanos conquistam Santarém que passou a chamar-se Shantarîm, e por lá permaneceram até 1147. Com as políticas Muçulmanas Santarém passa a ser composta por vários núcleos: a Alcaçova (planalto de Marvila), os arrabaldes (bairros ribeirinhos do Tejo), a Medina (no topo do vale da Alfange), como se pode ver na figura 3. (3)

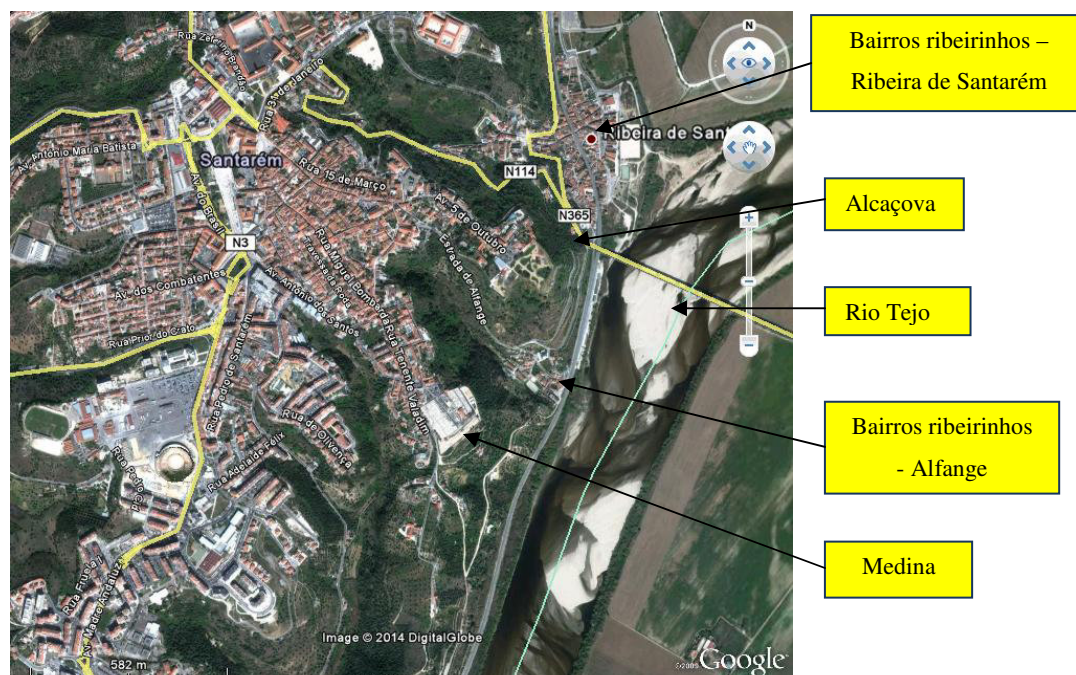


Figura 3 - Núcleos mais importantes da qual a cidade era composta (4)

Em Março de 1147, D. Afonso Henriques conquistou definitivamente a cidade. Para o êxito da iniciativa contribuiu a comunidade moçárabe da cidade, que em muito apoiou a invasão e que, após a conquista, ocupou cargos importantes no campo das letras e da administração local.

Em Maio de 1179, D. Afonso Henriques concede foral a Santarém. Este documento integrava as instituições concelhias, entretanto criadas, onde desempenhava papel de destaque o grupo dos homens-bons da cidade. Estes tinham a seu cargo as principais funções governativas e administrativas e era a partir deles que se constituía o Senado. Para além da organização da vida económica e da administração da cidade, um dos principais objectivos era a fixação populacional num sítio que estava a ser constantemente atacado pelo inimigo.

No início do século XIII as vagas de missionários que chegaram à urbe definiram uma nova área de expansão urbana chamada “fora da vila”, começando a surgir em torno das muralhas da Vila, na zona exterior à do burgo, edifícios conventuais com os seus campos

agrícolas e com as suas cercas. É neste contexto que perde o estatuto de cidade e ganha o de Vila Régia, tornando-se assim a sede regular das estâncias da Corte. Com a morte do infante D. Afonso, em Alfange (1491), como que anuncia um longo período de estagnação. Em finais do século XV, com reinado de D. João II, uma das principais preocupações foi a refortificação e renovação das antigas muralhas que outrora tinham servido como mecanismo de defesa e se encontravam obsoletas, deterioradas e esquecidas.

Com D. Manuel I, século XVI continua as reformas da cidade, intervém na alteração da estrutura defensiva e garante em continuidade a conservação do Paço Real, que ocupa a área anteriormente definida como o Castelo da Vila (actual Seminário de Santarém), conforme se pode ver na figura 4.



Figura 4 - Castelo da Vila – actual Seminário (4)

Com os conflitos armados em que Portugal se envolveu no século XVIII e o terramoto de 1755, a estrutura de uma povoação que ainda respirava muitas das características da sua vivência medieval, perdeu-se. A maior parte dos seus equipamentos apresentava-se velhos, degradados e obsoletos, o que levou a um grande esforço de adaptação, mas que pouco ou nada serviu, apenas adiou o seu declínio. Com as invasões francesas vêm os saques os furtos e a destruição dos já frageis meios de subsistência, e com isto o seu declínio. Santarém assistiu à retirada das famílias abastadas, ao abandono das casas das povoações rurais, assim como consequente aumento da mortalidade pela falta de alimentos ou devido ao rigor do Inverno.

Em 1868 a vila adquire o estatuto de cidade e esta nova categoria implicou a modernização do seu território, traduzida a nível das infraestruturas básicas e dos equipamentos lúdico-culturais. No entanto, nunca foi dada prioridade à obsoleta estrutura amuralhada construída ao longo dos séculos no sopé das encostas, encontrando-se esta, débil, deteriorada e instável. Por diversas vezes foi necessário desentulhar a estrada de Alfange das terras e dos pedaços de muralha que repetetivamente caíam pela encosta, tendo sido demolida a quase totalidade do que ainda restava das muralhas de Alfange.

Com a construção da linha férrea a Real Companhia dos Caminhos de Ferro, por diversas vezes, solicitou à Câmara Municipal uma intervenção nas encostas, pois era frequente a queda de pedras e blocos das encostas para a linha férrea, pondo em risco a integridade física e material de pessoas, mercadorias e comboios que por ali circulam.

O relevo destas encostas é contituído por uma morfologia típica de rochas carbonatadas, localizadas no seu topo. Nas zonas de cotas elevadas, na parte superior, o talude encontra-se escarpado e quase vertical, indo progressivamente diminuindo ao longo da encosta, tornando-se o perfil côncavo junto ao sopé do talude. O solo nesta parte inferior da vertente é composto por solos arenosos e argilosos instáveis. Assim devido às alterações feitas no sopé da Alcaçova com a construção da linha férrea foi alterado parte do equilíbrio natural da estrutura ecológica dando origem a um desmembramento mais acelerado desta parte da encosta entre a Ribeira de Santarém e Alfange, figuras 5 e 6.



Figura 5 - Vista da Alcaçova, entre Alfange e a Ribeira de Santarém. (4)



Figura 6 - Vista da Alcaçova, entre Alfange e a Ribeira de Santarém. (4)

1.2. Localização do Concelho no País

O concelho de Santarém está situado na zona centro do território nacional província do Ribatejo na bacia do Tejo, junto à margem norte deste rio. Limita a norte com os distritos de Castelo branco e Leiria, a sul com os distritos de Setúbal e Évora, a leste com os distritos de Portalegre e a oeste com os distritos de Lisboa e Leiria, como se pode ver no anexo I - I.1.

1.3. Localização do Concelho na Região

O concelho de Santarém é constituído por uma extensa porção de território que se estende desde a vertente sueste das serras de Aire e Candeeiros até ao rio Tejo. A norte confina com os concelhos de Torres Novas e Alcanena, a sul com o concelho do Cartaxo, a poente com o concelho de Rio Maior e a nascente com o rio Tejo no tocante aos concelhos de Almeirim, Alpiarça e Golegã, fazendo parte da sub-região da Lezíria do Tejo, integrando-se ainda a Região de Turismo do Ribatejo, anexo I - I.2.

1.4. Acessibilidades do Concelho

Concelho de Santarém em termos de acessibilidades apresenta-se numa situação privilegiada. Há cerca de duas décadas que se assistiu à construção de um conjunto de infraestruturas rodoviárias, nacionais e regionais, que permitiram grandes benefícios de acessibilidades do município relativamente a outros do país. É de destacar a importância do IP1 e A1 (que liga Lisboa ao Porto), do IP6, A15 e A23 (que liga o litoral ao interior do

país) e ainda do IC3, A13 e do IC10. O concelho de Santarém é ainda atravessado pelo principal eixo ferroviário nacional (Linha do Norte), como se pode ver no anexo I - I.3.

1.5. Localização Geomorfológica

Santarém situa-se na bacia terciária do tejo, na margem direita do rio, no topo de um planalto marginado por vertentes que atingem os 95 metros de altitude. Como sede concelhia possui uma localização central no seio da região, encontrando-se a cerca de 70 km de Lisboa. Esta circunstância confere-lhe potencialidades privilegiadas decorrentes da proximidade de alguns dos principais eixos rodo-ferroviários do país, para além de uma significativa rede de estradas municipais que liga todos os centros populacionais do concelho, como se pode ver no anexo I - I.4.

1.6. Caracterização Sócio-Económica

1.6.1. Concelho

O concelho de Santarém, encontra-se inserido na NUTS III (Unidades Territoriais para fins Estatísticos) Lezíria do Tejo, com uma área de aproximadamente 4.273 Km² e com cerca de 250 mil habitantes, constitui uma sub-região de média dimensão no contexto nacional e regional, anexo I - I.5. (5)

Segundo dados do INE (Instituto Nacional de Estatística) o concelho de Santarém possui uma área com cerca de 560 Km² e uma população de 62.200 habitantes, e era constituído por 28 freguesias até Outubro de 2013, das quais quatro constituem a cidade de Santarém (Marvila, S. Nicolau, S, Salvador e Ribeira de Santarém).

Com o plano de revisão do mapa de freguesias realizado pelo governo em Outubro de 2013, o concelho de Santarém das 28 freguesias existentes (anexo I – I.6), passou a ter 18 freguesias (Abitureiras, Abrã, Alcanede, Alcanhões, Almoester, Amiais de Baixo, Arneiro das Milhariças, Moçarria, Pernes, Póvoa da Isenta, Vale de Santarém, Gançaria, União de freguesias de Achete/Azoia de Baixo/Póvoa de Santarém, União de freguesias de Casével/Vaqueiros, União de freguesias de Azoia de Cima/Tremês, União de freguesias de Marvila/Santa Iria da ribeira de Santarém/S. Salvador/S. Nicolau, União de freguesias de Romeira/Várzea, União de freguesias de S. Vicente do Paul/Vale de Figueira), isto com a

junção de várias freguesias e com a perda de uma delas, Pombalinho que passou a pertencer ao concelho da Golegã.

1.6.2. Evolução Populacional

Segundo dados do INE (Instituto Nacional de Estatística), a evolução populacional do município de Santarém ao longo da segunda metade do séc. XX não conheceu grandes oscilações, estando quase sempre situada entre os 62,6 mil habitantes e os 64 mil habitantes. Apenas o ano de 1970 constitui uma excepção a estes números, com cerca de 57 mil habitantes (consequência do fluxo de emigração registado durante a década anterior, mas posteriormente compensado com o retorno de emigrantes no período pós-revolução de 1974), como se pode ver na figura 7.

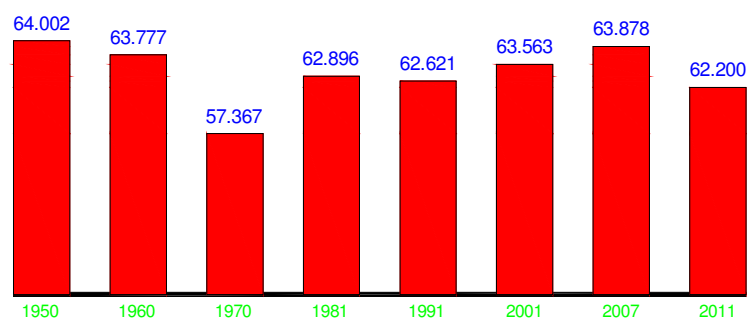


Figura 7 - Evolução da população no concelho de Santarém – Dados INE

Os primeiros sete anos do séc. XXI não alteram a evolução demográfica do município, que parece fixar-se em aproximadamente 64 mil habitantes, de acordo com as estimativas populacionais efectuadas pelo INE. Tendo em consideração os quantitativos registados nos dois últimos recenseamentos, verifica-se uma taxa de crescimento médio decenal quase nula (cerca de 1 a 1,5%). Por outro lado, mantém-se a tendência, já detectada em períodos anteriores, para o concelho diminuir o seu peso demográfico no contexto da sub-região da Lezíria do Tejo (passou de 26,9% em 1991 para cerca de 25,6% em 2011), segundo dados do INE, Censos 2011. Durante a última década os quantitativos populacionais não registaram grandes alterações. Ainda assim, esta estabilização esconde consideráveis diferenciações internas. De facto, as quatro freguesias urbanas (Marvila, S. Nicolau e S. Salvador) beneficiaram de um acréscimo populacional, contrariamente às restantes 24 freguesias que, como um todo, registaram um decréscimo de população. A cartografia da variação populacional entre 1991 e 2011 permite confirmar estas conclusões, na medida em que as freguesias urbanas de S. Nicolau e S. Salvador foram as que registaram maiores

acréscimos populacionais, enquanto a maioria das freguesias rurais e a Ribeira de Santarém foram as que registaram maiores quebras.

A análise da densidade populacional permite reforçar os contrastes entre as três freguesias urbanas do planalto e a maioria das restantes freguesias do concelho que apresentam menor ocupação do território. Um dos fenómenos demográficos mais marcantes da sociedade portuguesa - a quebra dos índices de fecundidade - afectou com particular incidência o concelho de Santarém, gerando alterações significativas na sua estrutura etária. Com efeito, reforçou-se a tendência, já anteriormente esboçada, para o envelhecimento da população, figuras 6 e 7.

1.6.3. Evolução da População por Freguesias

Segundo dados do INE (Censos 2011), as freguesias que registavam o maior número de população residente são: (6)

- Marvila (9044 habitantes);
- São Salvador (10513 habitantes);
- São Nicolau (9627 habitantes);
- Alcanede (4547 habitantes).

As freguesias que registavam o menor número de população residente são:

- Azóia de Baixo (297 habitantes);
- Vaqueiros (285 habitantes);
- Gançaria (514 habitantes);
- Azóia de Cima (496 habitantes).

A variação da população por freguesia no concelho de Santarém, entre 2001 e 2011, permite verificar a importância das freguesias urbanas na evolução populacional. Com efeito, as freguesias que registaram acréscimos demográficos significativos foram as de São Nicolau e São Salvador, enquanto que Marvila atingiu uma saturação demográfica, levando a uma diminuição populacional. As freguesias com maiores quebras populacionais (superiores a 10%) associam-se a três tipos de situações distintas: freguesias com uma base económica excessivamente dependente do sector primário (casos de Achete), freguesia da Ribeira de Santarém, em virtude da degradação acentuada do parque habitacional e freguesia de Pernes, alvo de problemas de natureza económica, dada a falência de alguns estabelecimentos ligados ao sector dos Torneados, anexo I – I.7.

1.7. Caracterização Geomorfológica

1.7.1. Geomorfologia do Distrito de Santarém

Dividindo o distrito em três zonas, Norte, Sul e lezíria, verificamos que:

A norte, o relevo é medianamente acidentado e ondulado, estendendo-se desde Vila Franca, Rio Maior, Torres Novas até Tomar. O solo é predominantemente argilo-calcáreo e argilo-arenoso, terras férteis para o cultivo, entremeadas com arenáceas (terra arenosa estéril) pobres e de fraca aptidão para o cultivo.

A sul, zona de charneca e de montado, constituída por uma vasta planície ondulada, estendendo-se para Norte de Almeirim, Alpiarça, Chamusca e parte de Salvaterra de Magos. O solo é predominantemente arenoso, formado por areias Miócenicas e Pliocénicas.

A lezíria é zona de planície, de relevo pouco acentuado, junto ao rio Tejo. Os solos na sua maioria são de aluviões constituídos por materiais detriticos minerais e orgânicos, que vão desde os saibros e areias grosseiras até às partículas finíssimas de argila e nateiro (camada de solo formada por um conjunto de partículas muito finas de argila, misturadas com areia, limonite, matéria orgânica), transportadas pelas águas do rio. Estas terras abrangem, sobretudo, parte dos concelhos de Almeirim, Alpiarça, Chamusca, Salvaterra de Magos e Golegã.

1.7.2. Geomorfologia do Concelho de Santarém

Segundo dados relatório do Plano Director Municipal, o concelho de Santarém é geologicamente muito diversificado, do ponto de vista morfológico e estrutural apresenta três zonas distintas: a norte e a noroeste o maciço Mesozóico de Porto de Mós; na parte central a zona dos planaltos Mio-pliocénicos e no extremo sul-nascente a planície aluvional do Tejo. O maciço Mesozóico é, predominantemente, constituído por formações jurássicas formando uma faixa entre as nascentes do rio Alviela, Amiais de Baixo, Espinheira, Abrã, Aldeia de Além, Mosteiros e Xartinho. Entre a Abrã e a Aldeia do Mato e entre Alqueidão do Mato, Mosteiros, Xartinho e Mata do Rei localizam-se dois afloramentos complexos e espessos de grés argiloso de tons avermelhados, com intercalados por argilas, sendo que nalguns casos estes afloramentos mostram a ocorrência de margas e de grés.

Nas freguesias de S.Vicente do Paul, Vale Figueira e da Póvoa de Santarém, o Pliocénico é bastante evidente, constituindo uma extensão de terrenos de grés argilosos acastanhados, com areias e seixos rolados sobrepostos aos planaltos Miocénicos.

O Miocénico ocupa uma extensa área das freguesias de Alcanede, Póvoa de Santarém, Tremês e Arneiro das Milhariças, apresentando uma sucessão de horizontes calcários mais ou menos individualizados, separados por níveis de margas de grés argilosos e por vezes de areias com seixos. Na faixa norte-noroeste do concelho, as freguesias de Alcanede, Amiais e Abrã, são zonas de calcários cretácicos.

Ao longo do vale do Alviela, nos vales da Ribeira do Centeio, da Ribeira da Azoia e da Ribeira das Alcobertas depósitos de vários terraços fluviais na maior parte dos casos arenosos, cascalhentos e com intercalações argilosas.

Os aluviões, sendo a formação mais extensa que constitui a lezíria, observam-se ao longo dos vales das principais linhas de água.. (8)

1.7.3. Geomorfologia da Cidade de Santarém

O relevo de Santarém é constituído superiormente por calcários, intercalados com margas argilas ou arenitos de granulometria diversa, cortados pelas falhas que se pensa existir sob depósitos Pliocénicos da Portela das Padeiras e pela linha de fractura que assinala o vale do Tejo, como se pode ver na carta Carta Geológica de Portugal, publicada pelos Serviços Geológicos de Portugal, anexo I - A.8.

1.8. Caracterização Hídrica

1.8.1. Rede Hidrografia

Segundo dados do relatório do Plano Director Municipal, a rede hidrográfica do distrito de Santarém é caracterizada pela presença do rio Tejo e seus afluentes, na margem direita o Zêzere, Almonda, Alviela, Rio Maior, Asseca, Alenquer, na margem esquerda o Alpiarça, Muje e Sorraia. As barragens existentes no distrito para produção de energia são a de Belver, Pracana, Caldeirão e Mata. Para produção de energia eléctrica e abastecimento de água potável há a Barragem de Castelo de Bode, exclusivamente para rega e recreio há a Barragem de Magos.

O concelho de Santarém do ponto de vista hidrogeológico, apresenta três zonas diferenciadas: a formação do maciço calcário da Serra dos Candeeiros, o planalto Miocénico correspondente ao bairro e a planície aluvional da lezíria do Tejo.

No maciço calcário e nas envolventes existe grande disponibilidade de águas subterrâneas, ocorrendo boas condições hidrológicas com exurgências bem visíveis, como nos “Olhos de Água”, na nascente do rio Alviela, conforme se pode ver nas figuras 8 e 9.

Nas zonas de calcários cársicos há circulação de água subterrânea, que é retida em poços e galerias, em períodos secos a capacidade hídrica é baixa.

Os planaltos Miocénicos apresentam uma razoável produtividade hídrica e dela é abastecido grande parte do concelho.

Na zona aluviões ocorre uma boa disponibilidade hídrica sendo produtivas as captações na sua base.



Figura 8 - “Olhos de Água” - Nascente do Rio Alviela



Figura 9 - “Olhos de Água” - Nascente do Rio Alviela

2. Projecto de Execução de Estabilização das Encostas de Santarém

2.1. Introdução

Todos os dados apresentados neste capítulo, foram obtidos do “Projecto de Execução da Estabilização das Encostas de Santarém”:

A cidade de Santarém encontra-se implantada no cimo de 16 encostas, num planalto à cota aproximada, de 95 m de altura. Ao longo dos anos têm ocorrido várias derrocadas, a última ocorreu no dia dois de Agosto de 2014. Por parte da autarquia, tem vindo a surgir uma consciência e uma preocupação cada vez maiores para o perigo que as encostas trazem para a cidade e sua população, assim como para os milhares de transeuntes que se

deslocam, todos os dias, nas vias limitrofes a essas encostas. Da preocupação passou-se aos actos, depois de vários estudos e monitorizações por parte de diversas entidades, incluindo o Laboratório Nacional de Engenharia Civil, foi solicitada à empresa “JETSJ – geotecnia”, a realização de um projecto de execução geral de estabilização das encostas.

2.2. Projecto

A intervenção a executar no âmbito do Projecto Global de Estabilização das Encostas de Santarém, teve como princípio orientador o aproveitar uma realidade existente e a necessitar de intervenção urgente, pelos perigos que se conhece de instabilidade das encostas.

Como objectivo geral deste plano pretendeu-se, através de uma abordagem multidisciplinar, a estabilização das encostas de Santarém de forma sustentável e integradora do passado, presente e futuro da cidade. O projecto avalia de modo integrado, potenciais localizações de infraestruturas, e coloca hipóteses de desenvolvimento no sentido de garantir que a intervenção ao nível da estabilização das encostas não só não comprometa futuras intervenções no espaço, mas, sobretudo, promova ligações e usos.

Na figura 10 pode ver-se a localização da área em estudo com o enquadramento do Centro Escolar do Sacapeito, o outro caso de estudo apresentado neste trabalho.

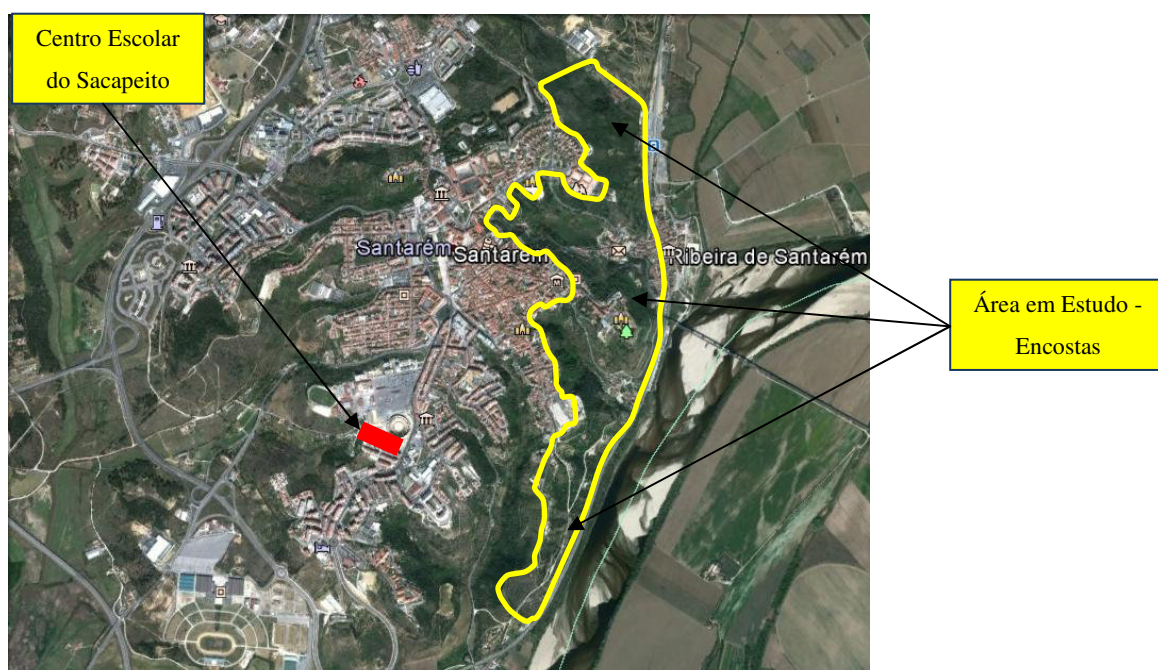


Figura 10 - Área em estudo enquadrada com o Centro Escolar do Sacapeito (4)

2.2.1. Geologia/Geotecnia das Encostas

A cidade de Santarém está assente sobre uma mesa calcária a topo, a meia encosta encontra-se uma primeira camada de solos arenosos grosseiros esbraquiçados com intercalações de argilas, sobrepostos por areias finas e nódulos margosos, sobre os quais acentam areias médias a grosseiras, na base encontram-se, essencialmente, argilas.

Pela sua constituição, conclui-se que são solos muitos instáveis, em praticamente todas as encostas, com a situação agravada pela infiltração de águas nas encostas, quer pela existência de poços antigos, quer pela descarga das várias fossas sépticas que muitos imóveis ainda têm. Outro factor que contribui para a instabilidade é o facto de grande parte dos solos serem utilizados pela população como solos de cultivo, colocando-se mangueiras e canais de rega por toda a encosta contribuindo, deste modo, para uma maior quantidade de águas nos solos.

Para melhor compreensão e visualização da geologia das encostas, foram divididas em três zonas, como se pode ver no anexo II – II.9 a II.12.

Santarém possui dezasseis encostas, todas apresentam problemas de instabilidade que podem levar à ocorrência de decorradas, conforme pode ver-se no anexo II – I.13:

- 1) Encosta a Sul virada a Vale de Estacas;
- 2) Encosta de São Bento;
- 3) Encostas da Ribeira de Santarém;
- 4) Encosta da Igreja de Santa Clara;
- 5) Encosta virada à calçada de Santa Clara;
- 6) Encosta situada a norte da EN114;
- 7) Encosta de Santa Margarida;
- 8) Encosta de Santiago;
- 9) Encosta entre Santiago e as Portas do Sol;
- 10) Encosta das Portas do Sol;
- 11) Encosta entre a estrada do Alfange e as Portas do Sol;
- 12) Encosta da estrada do Alfange;
- 13) Encosta da Margem direita da Ribeira do Alfange;
- 14) Encosta dos Capuchos;

15) Encosta da estrada das Quebradas;

16) Encosta do Outeiro da Forca.

2.2.2. Intervenções Prioritárias

Das dezasseis encostas a intervir, sete foram consideradas prioritárias, devido ao histórico de deslizamentos ocorridos nos últimos anos, e à sua localização, junto a vias de circulação automóvel, ou com habitações/construções em risco no topo da encosta, nomeadamente:

- Encosta de Stª Margarida;
- Encosta de Santiago;
- Encosta entre a Estradada de Alfange e as Portas do Sol;
- Encosta da Estrada de Alfange;
- Encosta da margem direita de Alfange;
- Encosta dos Capuchos;
- Encosta da Estrada das Quebradas.

2.2.3. Ocorrências Verificadas nas Encostas

2.2.3.1. Encosta a Sul virada à estrada de Vale de Estacas

Trata-se de uma zona desabitada, no entanto é de referir a existência de casas no sopé junto à estrada. Nesta encosta ocorreram vários deslizamentos superficiais, provocando cicatrizes em vários pontos da encosta, como se pode ver nas figuras 11 e 12.

Intervenção proposta - Reperfilamento do terreno, execução eventual de estruturas de contenção de protecção a arruamentos e edificações, reforço dos sistemas de drenagem.

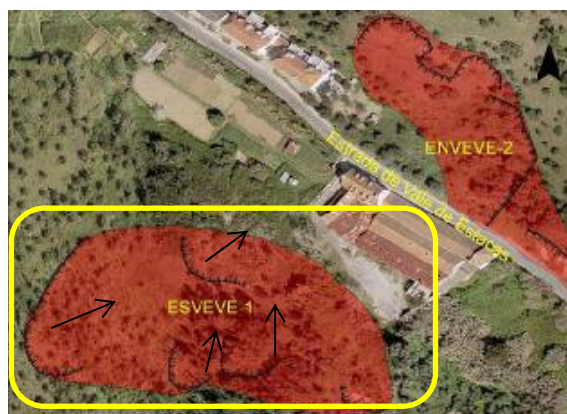


Figura 11 - Localização dos deslizamentos. (9)



Figura 12 - Vista geral da encosta- Identificação de alguns deslizamentos.. (9)

2.2.3.2. Encosta da Ribeira de Santarém

- Deslizamento de Terras 1

Trata-se de uma encosta com um desnível de cerca de 80 m, composta por vegetação rasteira, arbustiva e pouco densa, com crescimento sem controlo e a necessitar de corte. São visíveis manchas de canaviais que indiciam presença de água na encosta. O solo é composto por areias finas a médias amareladas, argilosas. No cimo da encosta encontra-se a estação elevatória de Santarém, sendo que a sua conduta atravessa toda a encosta até ao edifício de apoio que se encontra na base da mesma. Na base da encosta ocorreu um deslizamento de terras provocando cicatrizes no talude, tendo as terras provenientes desse deslizamento sido suportadas pelo edifício de apoio à estação elevatória, como se pode ver nas figuras 13 e 14.

Intervenção proposta - Reperfilamento do terreno, execução eventual de estruturas de contenção de protecção a arruamentos e edificações, reforço dos sistemas de drenagem.

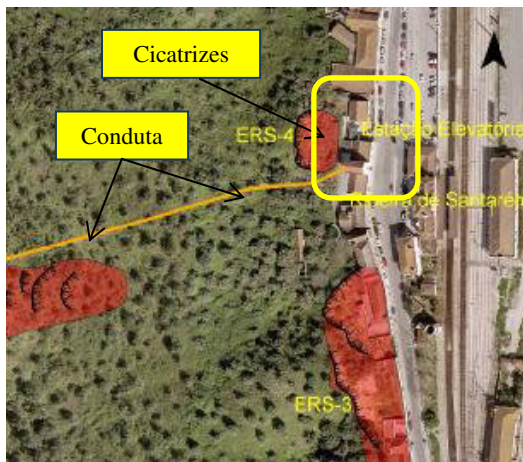


Figura 13 - Localização dos deslizamentos. (9)



Figura 14 - Vista do deslizamento.

- Deslizamento de Terras 2

Trata-se de uma zona com várias habitações na base da encosta junto à estrada. Na base da encosta ocorreram vários escorregamentos superficiais (mínimo 2), provocando cicatrizes em vários pontos da encosta, como se pode ver nas figuras 15 e 16.

Foram afectadas várias habitações, pois são estas que sustêm os terrenos deslocados. Salienta-se o imóvel nº 51 e o edifício da Agroconfiança, em que este último suporta uma espessura considerável de depósito sobre a sua laje de cobertura. A continuação da

acumulação destas terras contra as paredes destas habitações gera impulsos instabilizadores sobre as mesmas, podendo ameaçar a sua estabilidade.

Intervenção proposta - Reperfilamento do terreno, execução eventual de estruturas de contenção de protecção a arruamentos e edificações, reforço dos sistemas de drenagem.



Figura 15 - Localização do deslizamento. (9)



Figura 16 - Vista da encosta - Deslizamento

- Deslizamento de Terras 3

Trata-se de uma zona com várias habitações e um parque de estacionamento na base da encosta junto à estrada. Nesta encosta ocorreram vários deslizamentos superficiais, provocando cicatrizes em vários pontos da encosta, são exemplos as que se podem ver nas figuras 17 e 18.

Segundo o morador do nº 51, este movimento data do inverno de 1978/79, tendo as paredes das habitações que se situam junto à base da encosta, suportado as terras. A continuação da acumulação destas terras contra as paredes destas habitações gera impulsos instabilizadores sobre as mesmas, podendo ameaçar a sua estabilidade.

Intervenção proposta - Reperfilamento do terreno, execução eventual de estruturas de contenção de protecção a arruamentos e edificações, reforço dos sistemas de drenagem.

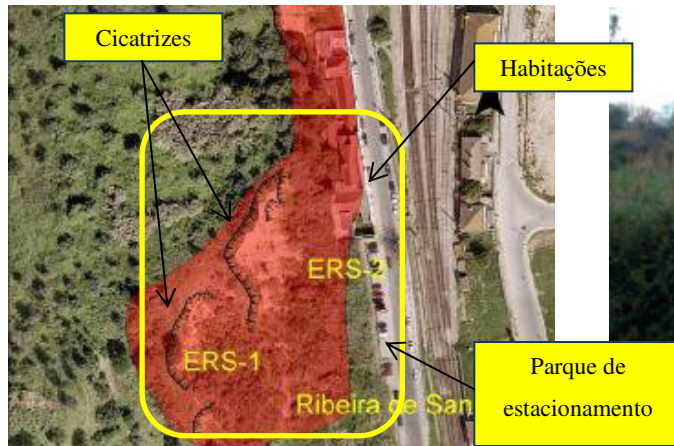


Figura 17 - Localização dos deslizamentos. (9)



Figura 18 - Vista da encosta.

2.2.3.3. Encosta de São Bento

No cimo da encosta encontra-se localizada a estação elevatória de Santarém. Esta estação está limitada por duas encostas (Encosta da Ribeira de Santarém, já referida na pagina 18 e a encosta de S. Bento), a sua conduta atravessa toda a encosta até ao edifício de apoio que se encontra na base da mesma. No topo e a meio da encosta são visíveis vários (mínimo 4) deslizamentos de terras que provocaram várias cicatrizes no talude, como se pode ver nas figuras 19 e 20.

Intervenção proposta - Instrumentação e observação, complementada por eventual recalçamento da conduta.

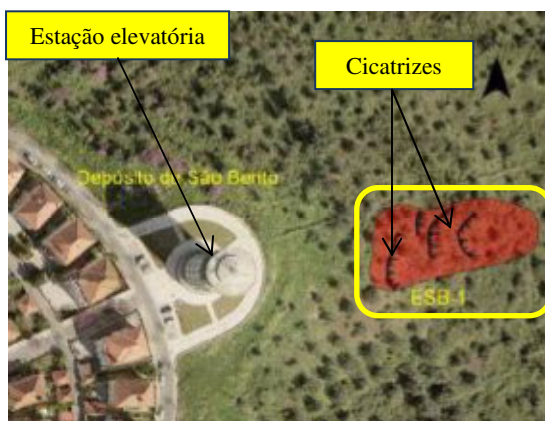


Figura 19 - Localização dos deslizamentos. (9)



Figura 20 - Vista da encosta - Deslizamentos.

2.2.3.4. Encosta Virada para a Calçada de Stª Clara

Trata-se de uma encosta com um desnível de cerca de 75 m. O topo da encosta é uma zona aplanada que foi escavada, provavelmente, na época de reconstrução da Escola Sá da

Bandeira, permitindo a acumulação de águas e impedindo a drenagem natural ao longo da encosta. Precisamente nesta zona é visível um deslizamento superficial de terras que provocou uma cicatriz no talude, assim como é visível uma zona de ravinamento, figura 21. Mais a sul a meia da encosta são visíveis vários (mínimo 4) deslizamentos superficiais de terras que provocaram várias cicatrizes no talude, sendo o solo nessa zona composto por argilas, figura 22. Trata-se de uma zona densamente habitada na base da encosta, sendo a própria encosta aproveitada pelos habitantes para cultivo. São visíveis na zona do deslizamento mangueiras de rega, contribuindo, desta forma, para acumular de água no terreno.

Intervenção proposta - Reperfilamento do Terreno, execução eventual de estruturas de contenção de protecção a arruamentos e edificações com reforço dos sistemas de drenagem.

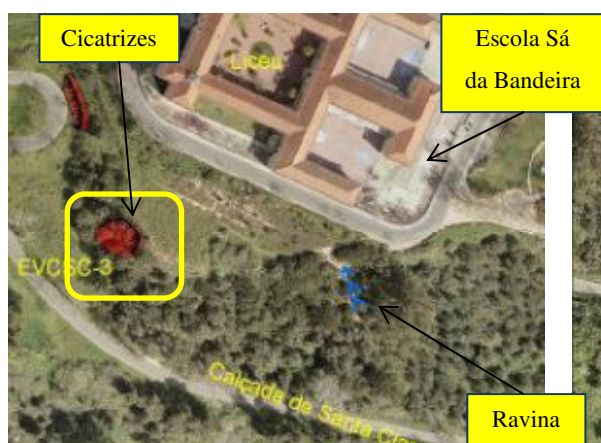


Figura 21 - Localização dos deslizamentos. (9)



Figura 22 - Localização dos deslizamentos. (9)



Figura 23 - Vista da encosta



Figura 24 - Pormenor da cicatriz na encosta.

2.2.3.5. Encosta da Igreja de Stª Clara

Trata-se de uma encosta com um desnível de cerca de 52 m. No topo da encosta encontra-se implantada a Igreja de Santa Clara, sendo visível, a meia encosta, um deslizamento superficial de terras que provocou várias cicatrizes no talude (mínimo 4), conforme se pode ver nas figuras 25 e 26. É de salientar que a sul do deslizamento passa a rede de colectores de águas pluviais e domésticas. Estas redes encontram-se envelhecidas, podendo ter fugas de água e assim contribuir para a instabilidade da encosta.

Intervenção proposta - Reperfilamento do terreno, execução eventual de estruturas de contenção de protecção a arruamentos e à igreja com reforço dos sistemas de drenagem.

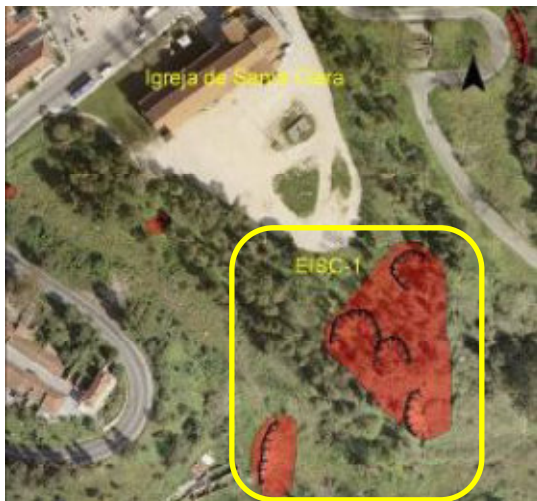


Figura 25 - Localização dos deslizamentos. (9)



Figura 26 - Vista da encosta, deslizamentos.

2.2.3.6. Encosta de Stª Margarida

Trata-se de uma encosta com um desnível de cerca de 45 m, de muito difícil acesso, onde a abundância de vegetação arbórea e também de canaviais, sugere a presença de circulação recorrente de água nesta zona. O solo é composto por margas e argilas com concreções calcárias, sobrepostas por argilas.

No topo da encosta é zona habitacional, onde se encontra vários edifícios públicos (edifício do antigo governo civil, edifício do banco de Portugal), e privados (teatro Rosa da Masceno) e vários edifícios habitacionais situados na Rua de Stª Margarida. Na base da encosta passa a estrada EN114 e parte dos colectores de águas pluviais e domésticas, sendo uma zona habitacional (Ribeira de Santarém), como se pode ver na figura 27.



Figura 27 - Localização dos deslizamentos. (9)

Vários deslizamentos de terras ocorreram neste local;

- Deslizamento de Terras 1

Os primeiros deslizamentos de terras neste local datam dos invernos de 1984, 1996, 2003 e 2004, sendo a zona mais afectada as habitações da Rua de Stª Margarida, onde foram visíveis deslocamentos nas vedações dos logradouros, e fissuração diversa em algumas habitações, sendo algumas demolidas porque não ofereciam segurança estrutural, como se pode ver nas figuras 28 e 29.



Figura 28 - Localização do deslizamento



Figura 29 - Fissura no logradouro. (9)

- Deslizamento de Terras 2

O último deslizamento neste local ocorreu no dia 2 de Agosto de 2014, no topo da encosta situada nas traseiras do antigo teatro Rosa Damasceno com prolongamento até à base da

mesma, figura 30. O deslizamento soterrou parte do troço da EN114, assim como uma habitação na base do talude. É de salientar que à data (20 de Setembro 2014) a EN114 ainda se encontra encerrada ao trânsito, não havendo previsão de abertura, figura 31. Neste deslizamento a intervenção da Câmara Municipal de Santarém, foi de supervisionar a desobstrução da via (EN114) e limpeza da habitação soterrada, figuras 32 a 33.



Figura 30 - Vista da encosta, depois do deslizamento



Figura 31 - EN 114, interditada após o deslizamento



Figura 32 - Habitação soterrada.



Figura 33 - Habitação soterrada, limpeza de

2.2.3.7. Encosta de Santiago

Trata-se de uma encosta com um desnível de cerca de 52 m. É uma encosta de muito difícil acesso, onde a abundância de vegetação arbórea e também de canaviais, sugere a presença de circulação recorrente de água. O solo é composto por argilas, levemente arenosas, plásticas com nódulos margosos. No topo da encosta é zona habitacional densa, na base da encosta passa a estrada EN114 e parte dos colectores de águas pluviais e domésticas.

Desde 1996 vários deslizamentos de terras ocorreram neste local, no entanto, o mais gravoso, ocorreu a 2 de Janeiro de 2001, quando parte significativa do topo da encosta desmoronou, levando atrás parte das antigas muralhas da cidade e parte do logradouro da casa da alcaçova, como se pode ver nas figuras 34, 35 e 36.

A zona da piscina da casa da Alcáçova foi alvo de escavações arqueológicas antes da sua construção, após as escavações a área foi coberta com material arenoso e o logradouro coberto de relva que, nos períodos secos é regada, permitindo a entrada de água para o maciço. As medidas tomadas, na altura, para tratamento da parte muralhada que tinha desabado no topo da encosta, passaram pela construção de um muro de betão armado, ancorado e fundado com microestacas, sendo que na base da encosta foi construído um muro de gabiões junto à EN 114, como se pode ver nas figuras 35 a 38. Embora o talude já se encontre tratado no topo e na base, a zona intermédia da encosta apresenta um número elevado de sinais de instabilidade.

No inverno de 2009/10, os depósitos de vertente que se encontravam neste local, acabaram por se deslocar, atingido a EN114, como se pode ver na figura 35.

As obras realizadas em virtude deste novo movimento corresponderam ao acréscimo em altura do muro de gabiões ao nível da plataforma viária (EN 114), figura 38.

Intervenção proposta - Verificação e reforço das estruturas de contenção existentes, em particular das ancoragens e sistemas de drenagem. Execução eventual de novas estruturas de contenção, incluindo recalçamento do torreão. Reforço do sistema de instrumentação e observação. Impermeabilização e reconstrução do sistema de drenagem da zona localizada a tardoz das muralhas.



Figura 34 - Localização dos deslizamentos. (9)



Figura 35 - Encosta em Janeiro 2001 . (9)



Figura 36 - Muralhas após a derrocada, Janeiro 2001. (9)



Figura 37 - Muro de betão armado, reforço da muralha.



Figura 38 - Base da encosta – Alteamento do muro de gabiões.

2.2.3.8. Encosta entre Santiago e as Portas do Sol

Trata-se de uma encosta com um desnível de cerca de 55 m, constituída no topo por calcários compactos brancos, sobrepostos a margas acastanhadas. No topo da encosta encontram-se as antigas muralhas de Santarém e a casa de alcaçova, na base do talude é zona habitacional (Ribeira de Santarém) e a EN 114. No topo da encosta, figuras 39 e 40, é visível um deslizamento superficial de terras antigo que provocou uma fluência lenta dos níveis superiores do talude. É de salientar, a sul do deslizamento passa a rede de colectores de águas pluviais e domésticas, podendo mesmo ter fugas de água provocando ainda mais instabilidades na encosta.

Na figura 41, pode ver-se um troço do sistema de drenagem degradado.

Intervenção proposta – Execução, eventual, de novas estruturas de contenção. Impermeabilização e reconstrução do sistema de drenagem da zona localizada a tardoz das muralhas.



Figura 39 - Localização dos deslizamentos. (9)



Figura 40 - Escorregamento junto à casa de alcaçova



Figura 41 - Valeta de drenagem degradada.

2.2.3.9. Encosta das Portas do Sol

Trata-se de uma encosta com um desnível de cerca de 75 m, é composta, no topo, por calcários, a meia encosta areias e na base por argilas e aterros. No topo da encosta encontra-se implantado o jardim das portas do sol e na base a linha do caminho de ferro, como se pode ver na figura 43.

Ao longo dos anos vários deslizamentos ocorreram nesta encosta, no entanto, o mais significativo ocorreu em Fevereiro de 1979, precisamente na parte norte da encosta das

Portas do Sol. Houve desprendimento de alguns blocos dos muros de alvenaria que atingiram a via-férrea, impedido a circulação durante alguns dias. Em consequência deste acidente, na década de 80, a CP tomou a iniciativa e executou um projecto de contenção das encostas. O projecto passou pela execução de muros de betão armado em socalcos, ancorados, fundados em estacaria e encaminhamento das linhas de água, como se pode ver nas figuras 43 e 44.

Esse projecto mostrou-se bastante eficaz, pois desde então não ocorreu nenhum deslizamento grave na zona reforçada. No entanto, na encosta que dá para EN 114, são visíveis pequenos deslizamentos em toda a encosta, provocando várias cicatrizes no seu topo. Como forma de minimizar esses deslizamentos para a via, foram colocados muros de gabiões junto à EN 114, como se pode ver nas figuras 45 e 46.

Intervenção proposta - Verificação e reforço das estruturas de contenção existentes, em particular: ancoragens e sistemas de drenagem. Execução eventual de novas estruturas de contenção, principalmente nas zonas não tratadas. Reforço do sistema de instrumentação e observação. Impermeabilização e reconstrução do sistema de drenagem da zona localizada a tardoz das muralhas.



Figura 42 - Localização dos deslizamentos. (9)



Figura 43 - Vista geral da encosta. (9)



Figura 44 - Encosta, muros de contenção



Figura 45 - Deslizamento (Terras).



Figura 46 - Muro de gabiões junto à EN 114.

2.2.3.10. Encosta da Estrada de Alfange

Trata-se de uma encosta com um desnível de cerca de 65 m, constituída por calcários no topo, por areias a meia encosta, e na base por argilas. No topo da encosta é zona habitacional e parte do jardim das portas do sol, na base existe uma via de circulação automóvel e pedonal denominada estrada de Alfange, figura 47. Parte desta encosta encontra-se reforçada com muros de betão armado em socalcos, ancorados e fundados em estacaria, figuras 48, 49 e 50. No entanto, os deslizamentos continuam a ser frequentes, tanto no topo da encosta junto às muralhas como na base junto aos muros de contenção. Uma das soluções adoptadas para a contenção desses deslizamentos num troço da encosta, foi colocar sobre o muro de betão armado destinado à contenção de terras um muro de gabiões e na parte superior desse muro, betão projectado sobre rede metálica na face livre do estrato de calcário, como se pode ver na figura 53. É de realçar que dentro das muralhas existe um lago, que poderá estar a contribuir com infiltrações de água para a encosta,

figura 54. Das monitorizações realizadas por técnicos do LNEC, última das quais realizada no dia 12 de Dezembro de 2013, verifica-se que o betão de recobrimento de parte dessas ancoragens caiu, ficando a cabeça das ancoragens exposta às intempéries. Numa das ancoragens foi possível desenroscar a porca de aperto manualmente o que significa que a ancoragem está sem carga de tracção.

Intervenção proposta - Verificação e reforço das estruturas de contenção existentes, em particular, ancoragens e sistemas de drenagem. Execução eventual de novas estruturas de contenção, principalmente nas zonas não tratadas. Reforço do sistema de instrumentação e observação. Impermeabilização e reconstrução do sistema de drenagem da zona localizada a tardo das muralhas.

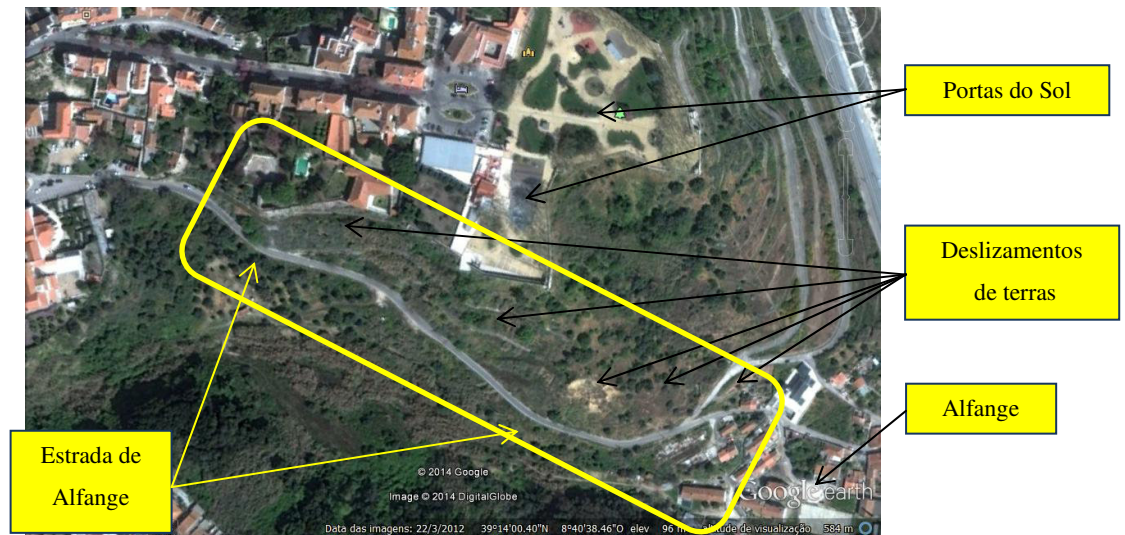


Figura 47 – Localização da encosta com os deslizamentos. (4)



Figura 48 - Localização dos deslizamentos na encosta. (9)



Figura 49 - Pormenor - muros de contenção. (4)



Figura 50 - Descalçamento – Muros contenção. (9)



Figura 51 e 52 - Pormenor - Cicatrizes de deslizamento. (9)



Figura 53 - Muros de gabiões sobrepostos por betão projectado sobre rede metálica.



Figura 54 - Lago no interior das muralhas (9)



Figura 55 - Fissura na muralha. (9)

2.2.3.11. Encosta da Margem direita de Alfange

Trata-se de uma encosta com um desnível de cerca de 65 m, composta, no topo por calcários compactos brancos ou cinzentos esbranquiçados, sobrepostos a margas acastanhadas e acinzentadas, a meia encosta predominam as areias brancas de grão médio a grosseiro com níveis irregulares de cascalheira fina, na base predominam argilas.

O topo da encosta é uma zona habitacional densa, e onde se encontra implantado o cemitério dos capuchos, na base existe uma via de circulação automóvel e pedonal denominada estrada de Alfange, a vila de Alfange, e o colector de águas domésticas, figura 56. Esta encosta é das mais problemáticas da cidade de Santarém, pois é de muito difícil acesso e onde os deslizamentos são frequentes. Nunca foi realizado qualquer tipo de intervenção nesta encosta. Segundo moradores no local, os primeiros deslizamentos de terras ocorreram em 1941 e até à data têm sido frequentes.

Na Rua denominada Bairro Falcão, situado no topo da encosta, parte das habitações encontra-se com fissuração diversa e os logradouros de algumas habitações já ruíram, sendo que as que não ruíram encontram-se com as fundações descalças e em risco de ruir, como se ilustra nas figuras figura 59 e 60.

Intervenção proposta – Execução, eventual, de estruturas de contenção. Reforço do sistema de instrumentação e observação. Impermeabilização e reconstrução do sistema de drenagem das habitações no topo da encosta.

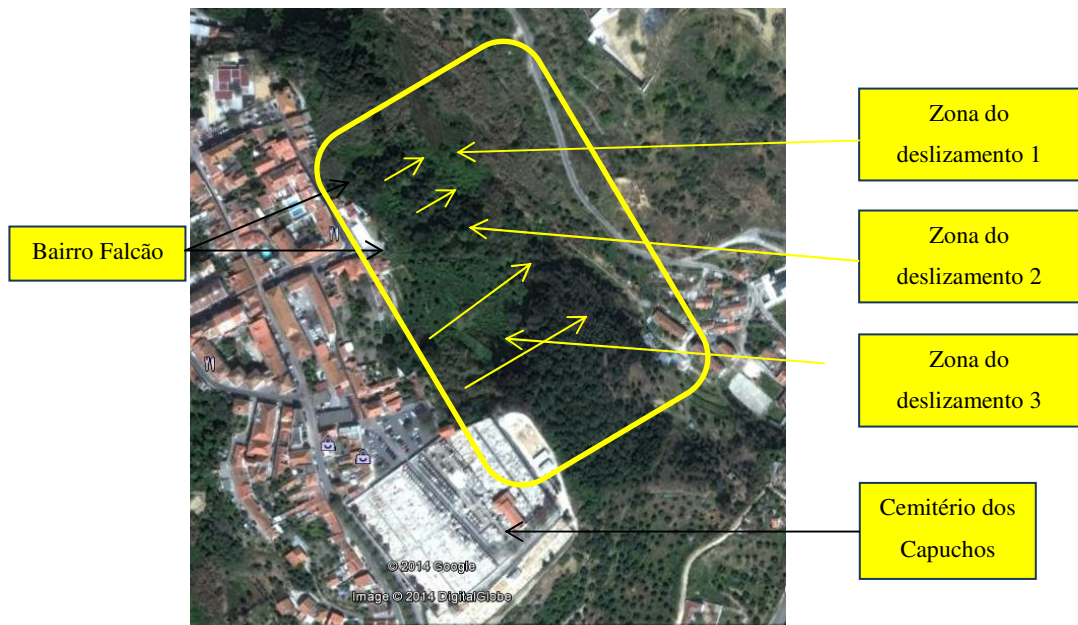


Figura 56 - Localização da encosta com os deslizamentos. (4)

- Deslizamento de Terras 1 - Traseiras do Bairro Falcão

Este movimento verifica-se no topo e a meia encosta e é de difícil observação devido à presença da densa vegetação e da sua inacessibilidade. Existe uma mancha de canavial bem delimitada na encosta, que aponta para a presença de água. Segundo a residente do Bairro Falcão nº 3 a crista do talude recuou cerca de 3 m ao longo das últimas duas décadas, encontrando-se as casas em muito mau estado. Estimaram-se valores para a cicatriz menor entre 15 a 17 m de largura por 50 m de comprimento. Estas ocorrências verificaram-se em 1983, e invernos de 2005/2006 e 2009/2010, figuras 57 e 58.



Figura 57 – Localização do deslizamento. (9)



Figura 58 – Vista geral da encosta- Deslizamento



Figura 59 – Logradouro que ruiu. (9)



Figura 60 - Fissura no logradouro. (9)

- Deslizamento de Terras 2 - Traseiras do Bairro Falcão

Este movimento verifica-se em toda a encosta, sendo um local referenciado e bastante sensível devido às habitações no topo da encosta e principalmente ao cemitério. Segundo

residentes da zona este movimento ocorreu em 2001 e 2004. As figuras 61, 62 e 63 referem-se a imagens desses deslizamentos.

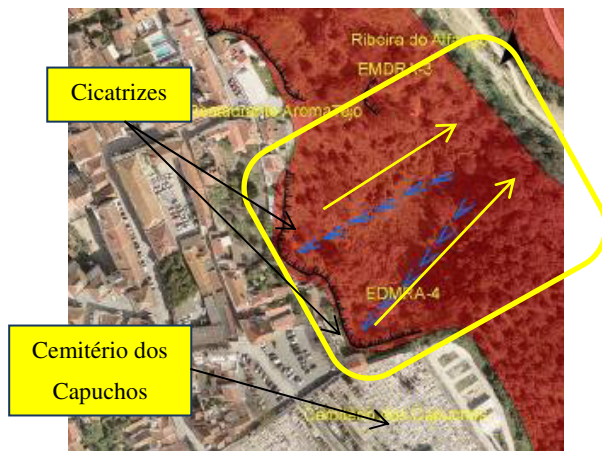


Figura 61 - Localização do deslizamento.



Figura 62 - Pormenor da cicatriz. (9)



Figura 63 – Vista geral da encosta, deslizamento.

2.2.3.12. Encosta dos Capuchos

Trata-se de uma encosta com um desnível de cerca de 75 m, composta por areias de cor laranja, amareladas de grão médio a grosseiro, a meio da encosta, sobrepostas a argilas cinzentas com impregnações avermelhadas na base. No topo da encosta encontra-se o cemitério dos capuchos, na base existe uma via de circulação automóvel e pedonal em terra batida, figura 64. O deslizamento verifica-se a meia encosta. Segundo o proprietário destes terrenos, vários deslizamentos ocorreram nesta zona, mais precisamente nos anos de 1941, 1992 e 1997. Na zona do deslizamento é visível a vegetação arbórea inclinada, indicativa dos movimentos lentos que se verificam na encosta, figura 65.

Intervenção proposta - Reforço do sistema de instrumentação e observação e execução de eventuais estruturas de estabilização junto aos arruamentos.

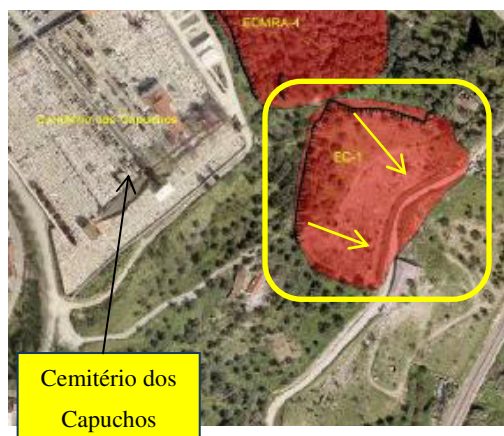


Figura 64 – Localização do deslizamento. (9)



Figura 65 – Vista da encosta – Vegetação inclinada.

2.2.3.13. Encosta da Estrada das Quebradas

Trata-se de uma encosta com um desnível de cerca de 85 m, composta, no topo, por calcários compactos brancos ou cinzentos esbranquiçados, sobrepostos a meia encosta por areias brancas de grão médio a grosseiro, na base predominam as argilas.

É uma encosta atravessada por vários caminhos de terra batida onde ao longo dos tempos se foi construindo sem nenhum tipo de regra, ou seja, construía-se e ampliava-se consuante as necessidades dos habitantes. Muitos dos terrenos desta encosta são aproveitados para cultivo como sustento das famílias. São visíveis várias mangueiras de rega na encosta, o que ajuda à infiltração de água nos solos.

Intervenção proposta – Execução, eventual, de estruturas de contenção de protecção a edificações e arruamentos. Reforço dos sistemas de instrumentação e observação e de drenagem.

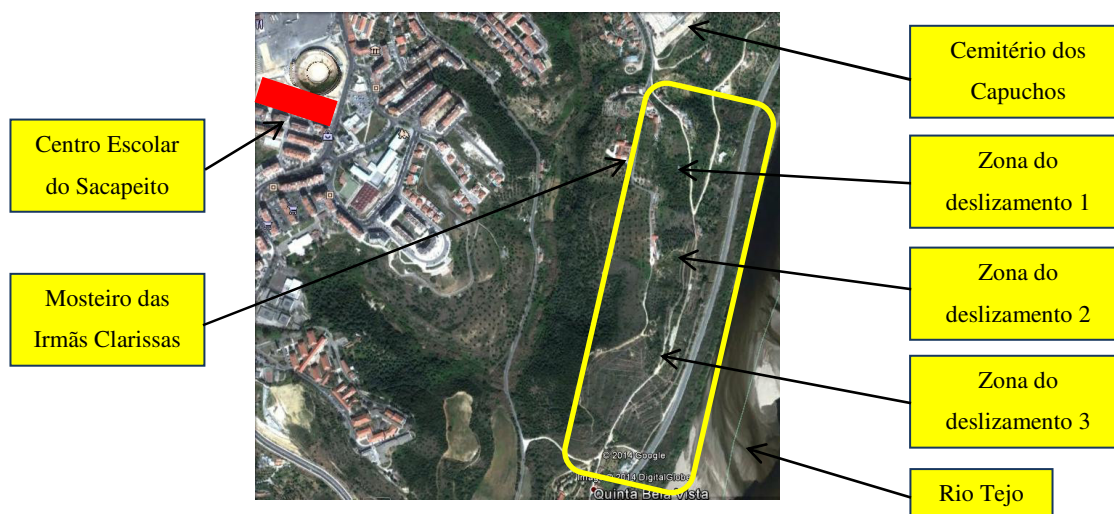


Figura 66 – Localização dos deslizamentos e da encosta. (4)

- Deslizamento de Terras 1

Deslizamento de terras bastante acentuado. Este movimento ocorre no topo da encosta, junto ao jardim do mosteiro das irmãs clarissas, como se pode ver nas figuras 67 e 68 . Não são visíveis danos no jardim do mosteiro.



Figura 67 – Localização do deslizamento. (9) Figura 68 – Vista geral da encosta - Deslizamento. (9)

- Deslizamento de Terras 2

Trata-se de uma zona habitacional cujos imóveis, quase todos, têm logradouros e terrenos de cultivo nas traseiras. Vários deslizamentos de terras têm ocorrido nesta zona, figura 69. De acordo com dados do LNEC, o mais recente ocorreu no dia 7 de Março de 2001, afectando parte das habitações e logradouros. Como se pode ver nas figuras É visível fissuração diversa nos imóveis, muros e logradouros das habitações, sendo o imóvel mais afectado o nº5, figuras 70 a 72. Como forma de tentar estancar a água junto ao logradouro de modo a que não infiltre na encosta, o proprietário recorreu a tela para impermeabilizar o terreno, como se pode ver na figura 70. Esta encosta sofreu uma intervenção em Março de 2007, que consistiu na execução de muros de betão armado, ancorados e muros de gabiões.



Figura 69 – Localização dos deslizamentos. (9) Figura 70 – Logradouro - Impermeabilização. (9)



Figura 71 – Fissuração no logradouro. (9)

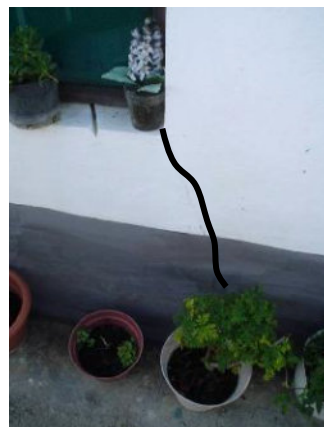


Figura 72 – Fissuração no imóvel. (9)

- Deslizamento de Terras 3

Trata-se de uma zona não habitada, vários deslizamentos de terras têm ocorrido nesta zona, segundo dados do LNEC, o mais recente ocorreu em Janeiro de 2003.

Esta encosta sofreu uma intervenção em Março de 2007, que consistiu no nívelamento do terreno na base e colocação de rede e betão projectado no talude, como se pode ver na figura 73.



Figura 73 – Nivelamento da base – Betão projectado no talude. (9)

2.2.3.14. Encosta do Outeiro da Forca

Trata-se de uma encosta com um desnível de cerca de 55 m, composta, por areias e argilas intercaladas, factor principal para os graves deslizamentos ocorridos neste local.

Este local é desabitado, mas em 1966, data do deslizamento, tinha algumas habitações no topo da encosta. No topo da encosta passam vários caminhos de terra batida e na base da encosta encontra-se a linha do caminho de ferro, figura 74.

Ao longo dos anos, vários deslizamentos ocorreram nesta encosta. No entanto, os mais significativos, de acordo com os residentes de zonas próximas, ocorreram em 7 de Março de 1966 e 15 de Março de 1969, datas em que grandes massas de terras deslizaram ao longo da encosta, como se pode ver na figura 75. É de salientar o bom estado das valetas de drenagem situadas no topo da encosta, atendendo à sua idade, no entanto poderão ser insuficientes na drenagem das águas, como se pode ver na figura 76.

Intervenção proposta – Execução, eventual, de estruturas de contenção de protecção a arruamentos. Reforço dos sistemas de instrumentação e observação e de drenagem.



Figura 74 – Localização do deslizamento. (9)



Figura 75 – Vista geral da encosta – Março 1966. (9)



Figura 76 – Valeta de drenagem.

2.3. Projecto de Execução – Três Propostas de Intervenção

Todos os dados apresentados neste capítulo, foram obtidos do “Projecto de Execução de Contenção das Encostas de Santarém”:

2.3.1. Encosta virada à Calçada de St^a Clara

Como foi referido anteriormente, a zona do deslizamento 1 e 2 é uma zona densamente edificada e habitada na base. O plano de contenção proposto, passa pela execução de um muro de contenção de terras em betão armado entre a base da encosta e as edificações, com uma altura de cerca de 3,20 m, fundado e ancorado através de microestacas.

Na base do muro, na zona da sapata, será executada uma caleira de drenagem para escoamento das águas pluviais superficiais e um tubo de PVC furado enterrado para escoamento das águas pluviais que circulam no interior.

No anexo II - II.14, pode ver-se um pormenor da planta da encosta, com a localização dos muros contenção de terras.

No anexo II - II.15, pode ver-se um corte do muro de contenção em betão armado, e um pormenor (corte) da caleira de escoamento das águas pluviais.

2.3.2. Encosta da Estrada de Alfange

Como foi referido, anteriormente, parte da encosta encontra-se reforçada com muros de betão armado em patamares, ancorados e fundados em estacaria. No entanto, verifica-se ainda, a ocorrência de deslizamentos de terras, principalmente nas zonas não tratadas. Assim, o plano de contenção proposto, passa pelo prolongamento dos muros de contenção já executados. Os muros de contenção a executar terão uma altura média de 7 m, compostos por betão armado ancorados e fundados através de microestacas.

No topo superior, junto à viga de coroamento, e na base do muro, na zona da sapata, serão executadas caleiras de drenagem para escoamento das águas pluviais.

No anexo II – II.16, pode ver-se um pormenor da planta da encosta, com a localização dos muros contenção de terras.

No anexo II - II.17, pode ver-se um alçado tipo do muro de contenção de terras em betão armado, com o pormenor (corte) da fundação em microestacas.

No anexo II - II.18, pode ver-se um corte (perfil do terreno) com o muro de contenção, as ancoragens e as microestacas.

No anexo II - II.19, pode um pormenor da viga de coroamento (corte) com a ancoragem.

No anexo II - II.20, figura pode ver-se um pormenor (corte) do muro de contenção de terras em betão armado e um pormenor (corte) da sapata com o muro de contenção de terras. E a caleira de escoamento das águas pluviais.

2.3.3. Encosta da Margem direita de Alfange

Como foi referido, anteriormente, esta é das encostas mais problemáticas de toda a cidade, pois é uma zona densamente edificada e habitada, onde os deslizamentos são frequentes. Quase todas as edificações encontram-se fissuradas e os logradouros ruíram ou encontram-se em risco de ruír.

A intervenção proposta para esta zona, passa pela execução, no topo da encosta, de uma laje em betão armado com 1,00 m de espessura por 3,60 m de largura, fundada por três colunas de Jet Grouting armadas, sendo que duas são colocadas a 90^0 e uma, inclinada a 24^0 . Entre a coluna de Jet Grouting inclinada a 24^0 e a primeira a 90^0 , serão executadas seis colunas de Jet Grouting não armadas, cujas inclinações rondam entre os 4^0 e os 20^0 .

No anexo II - II.21, pode ver-se um pormenor da planta da encosta, com a implantação das edificações e a localização das colunas de Jet Grouting.

No anexo II - II.22, pode ver-se um corte no terreno com as soluções de reforço propostas.

No anexo II - II.23, pode ver-se um pormenor (corte) da laje em betão armado a executar no topo da encosta, com a cabeça das colunas de Jet Grouting.

3. Acompanhamento de Obra

3.1. Caracterização do Centro Escolar do Sacapeito

3.1.1. Introdução

Este projecto foi pensado pela autarquia há vários anos, pois o parque escolar do concelho, mais propriamente da cidade de Santarém encontra-se obsoleto, degradado e sem qualquer conforto para quem muitas vezes faz destas instalações uma segunda casa. Outro aspecto são os novos métodos de ensino cada vez mais ligados às novas tecnologias, onde os velhos equipamentos escolares, mesmo com algumas reformas, feitas nos últimos anos, se revelam insuficientes para essas práticas. Dessas obras pode-se destacar a requalificação da Escola Secundária com 3.º ciclo do Ensino Básico de Sá da Bandeira que integrou a fase II

do Programa de Modernização das Escolas do Ensino Secundário, realizadas pela empresa Parque Escolar. O projecto de intervenção reflecte as directrizes definidas pelo Programa de Modernização das Escolas do Ensino Secundário, bem como as novas exigências do projecto educativo da escola, dos modelos de ensino-aprendizagem contemporâneos e dos actuais parâmetros de qualidade ambiental e de eficiência energética. O edifício e o pátio foram reorganizados com recurso a ações pontuais, tendo sido construídos novos corpos.

Seguindo toda esta lógica de modernização a autarquia de Santarém decidiu construir o Centro Escolar do Sacapeito, edificio moderno e de linhas apelativas, que irá albergar um Jardim de Infância com capacidade para cerca de 100 crianças e uma Escola do 1º ciclo com capacidade para 200 crianças. A obra teve início em Outubro de 2011 com a execução da parte estrutural e algumas alvenarias. Nessa altura, verificou-se um abatimento do solo que provocou danos consideráveis na estrutura, como se pode ver no registo fotografico, anexo IV – IV.35 a IV.71. Este facto conduziu à suspensão dos trabalhos pelos técnicos da autarquia. Até Setembro de 2013 a obra manteve-se suspensa. Durante este período, foi solicitado pela autarquia um estudo Geológico-Geotécnico à empresa “IMPLENITUS Topografia” para saber as causas do abatimento do solo.

O resultado deste estudo concluiu que na zona do abatimento o solo era de fraca compactação e o maciço rochoso encontra-se a uma profundidade superior a dez metros. Dado esse facto a autarquia recorreu à empresa “GEOCONTROLE - Geotecnia e Estruturas de Fundação SA”, para elaboração de um projecto de reforço por recalçamento das fundações.

A minha intervenção na obra será de acompanhamento a partir desta fase, apenas com uma visita semanal, que requer autorização e disponibilidade do fiscal da obra. Este facto impede uma presença mais regular e assertiva, deixando de acompanhar grande parte dos trabalhos e pormenores de obra.

3.2. Projecto

Todos os dados apresentados neste capítulo, foram obtidos do “Projecto de Arquitectura do Centro Escolar do Sacapeito”:

A proposta final apresentada pelo Arquitecto Pedro Mendonça e aprovada pela autarquia pretende, não só dar uma resposta efectiva ao programa base, mas também estabelecer um elemento urbano de referência na malha urbana de Santarém. Responde assim ao forte

incremento populacional desta área da cidade, melhorando a qualidade da oferta, permitindo o desenvolvimento de novas respostas e a oferta de actividades de complemento curricular.

3.2.1. Localização/Implantação

O Centro Escolar do Sacapeito fica situado no centro da cidade de Santarém, junto à praça de touros, num espaço denominado Campo Chã das Padeiras, onde outrora se realizava a feira nacional do Ribatejo, como se pode ver nas figuras 77 e 78.

Ocupa uma área bruta de implantação de 2304 m² e uma área bruta de construção de 3379 m².

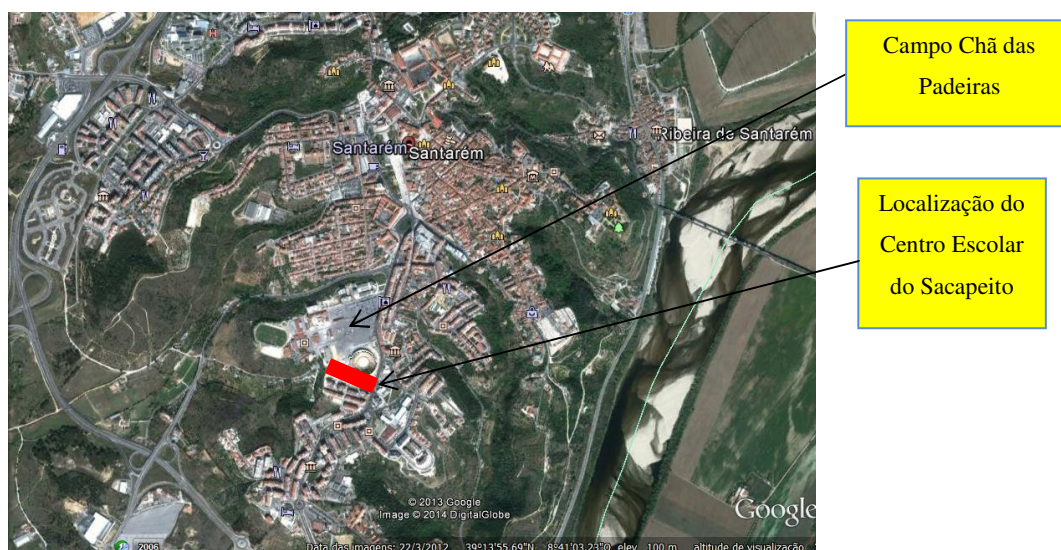


Figura 77 – Localização do Centro Escolar do Sacapeito - Santarém (4)

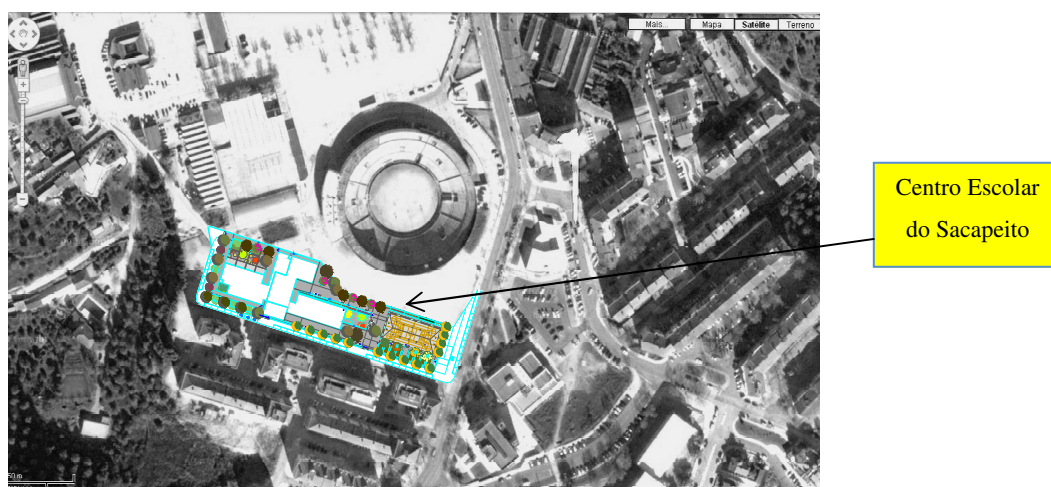


Figura 78 – Implantação do Centro Escolar do Sacapeito - Santarém (4)

3.2.2. Projecto de Arquitectura

O edifício apresenta uma arquitectura simples de linhas direitas e encontra-se disposto em dois volumes distintos. Um primeiro volume de piso térreo destinado a jardim-de-infância, e um segundo volume com dois pisos destinados ao 1º ciclo. Estes dois volumes estão interligados por um volume de corpo central correspondente à zona de entrada, de serviços e espaços comuns, como se pode ver nas figuras 79 a 82.

O volume correspondente ao Jardim de Infância é composto por:

- um gabinete de atendimento;
- um gabinete administrativo;
- dois gabinetes de professores;
- duas I.S (masculino / feminino);
- uma sala de reuniões;
- quatro salas de actividades com respectivas Instalações Sanitárias;

O volume correspondente ao 1º Ciclo é composto:

Piso térreo

- quatro salas de aula;
- duas salas de educação plástica;
- três Instalações Sanitárias, sendo que uma delas para deficientes;
- um posto médico com Instalação sanitária privativa;
- quatro arrecadações;

Piso superior

- quatro salas de aula;
- duas salas de educação plástica;
- três Instalações sanitárias, sendo que uma delas para deficientes;
- uma sala de professores;
- um gabinete de acção social escolar;
- quatro arrecadações;

O volume correspondente ao corpo central é composto:

Piso térreo

- uma sala polivalente;

- um refeitório;
- uma cozinha;
- uma copa;
- uma zona de distribuição de comida;
- duas despensas;
- três instalações sanitárias;

Piso superior

- biblioteca / mediateca / sala de Informática;
- duas instalações sanitárias;

3.2.2.1. Materiais e Sistemas Construtivos

As paredes exteriores são duplas em tijolo, com isolamento térmico projectado pelo exterior. Houve uma preocupação em isolar termicamente todo o edifício, evitando pontes térmicas para garantir o conforto. Toda a caixilharia é em alumínio termolacado com vidro duplo e corte térmico. Numa lógica de sustentabilidade do edifício, propõe-se a recolha das águas pluviais em cisterna, para uso sanitário bem como para reutilização das águas para o sistema de rega.

Os revestimentos interiores foram escolhidos tendo em conta a resistência ao desgaste, a facilidade de limpeza e o conforto, compostos por:

- pedra calcária de atafja (da região), no átrio e nas circulações;
- material cerâmico nas instalações sanitárias, cozinha e nas áreas técnicas;
- soalho de madeira nas zonas administrativas e nos gabinetes dos professores;
- material vinílico nas salas de aula, biblioteca e na sala polivalente;
- material cerâmico nas paredes das zonas húmidas, vinílico nas paredes das salas de aula e reboco estanhado nas restantes.

Os revestimentos exteriores serão compostos por:

- seixo rolado na cobertura;
- reboco areado nas fachadas;
- a pintura das salas de aula a definir aquando da escolha do equipamento.

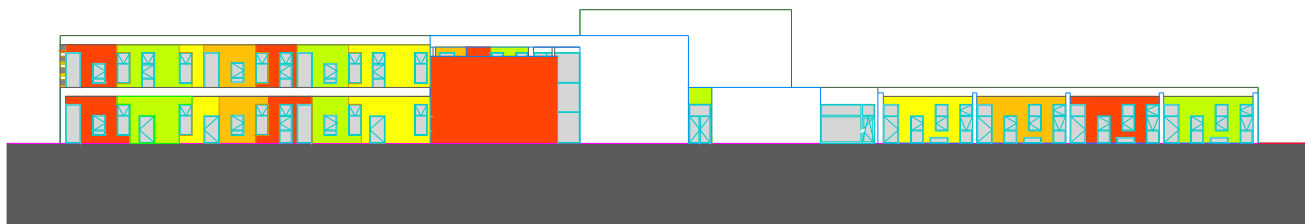


Figura 79 – Alçado Norte - Centro Escolar do Sacapeito - Santarém (10)

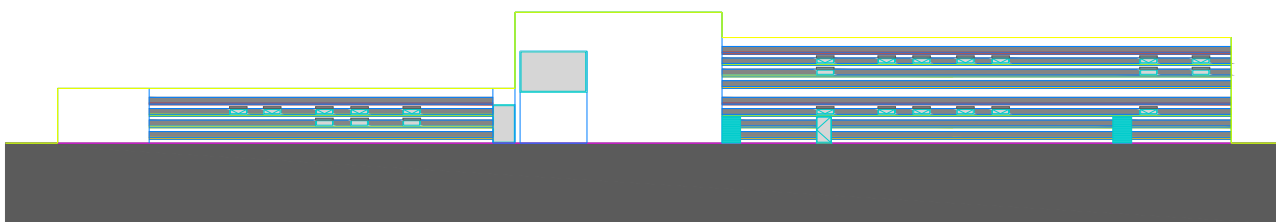


Figura 80 – Alçado Sul - Centro Escolar do Sacapeito - Santarém (10)

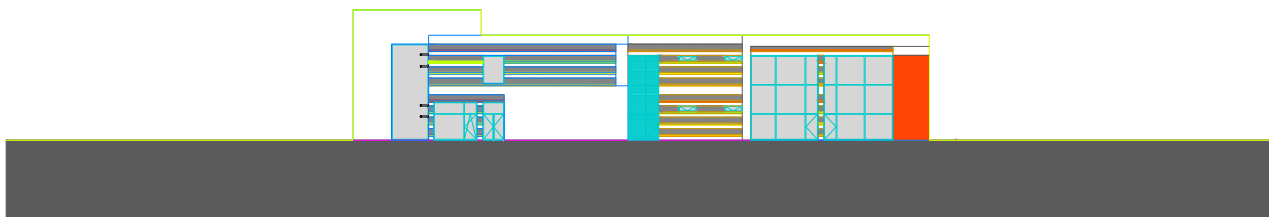


Figura 81 – Alçado Nascente - Centro Escolar do Sacapeito - Santarém (10)

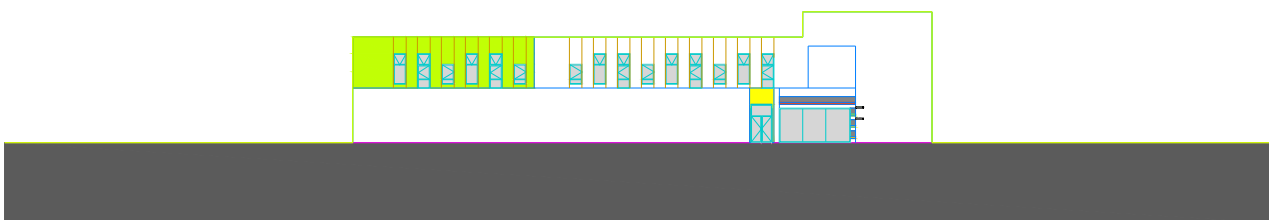


Figura 82 – Alçado Poente - Centro Escolar do Sacapeito - Santarém (10)

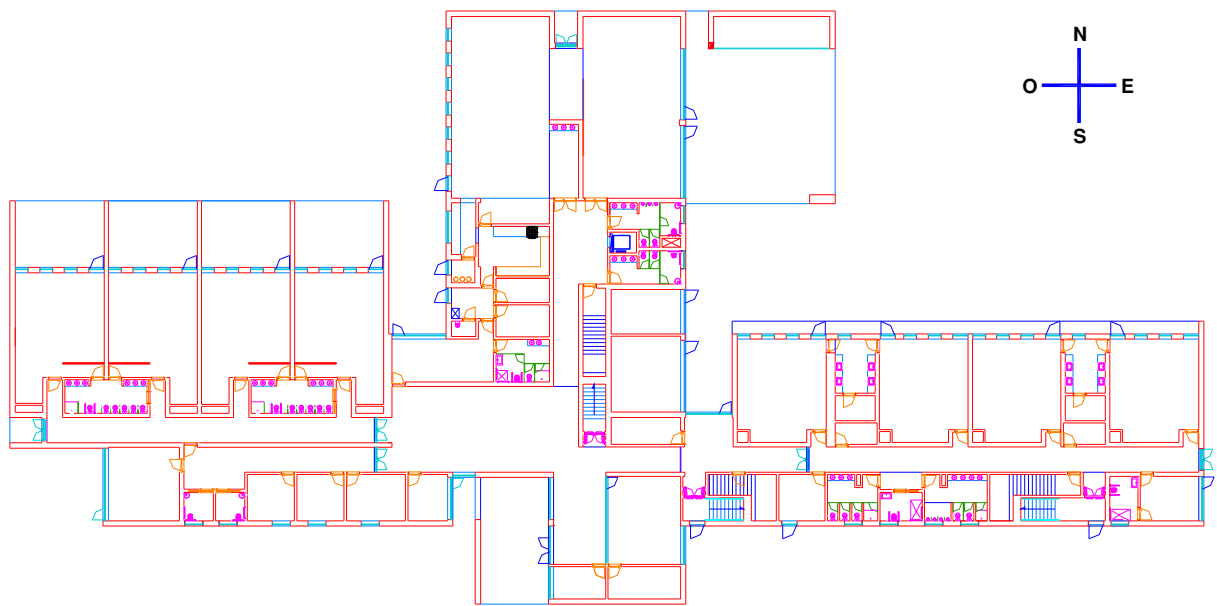


Figura 83 – Planta de Piso Térreo - Centro Escolar do Sacapeito - Santarém (10)

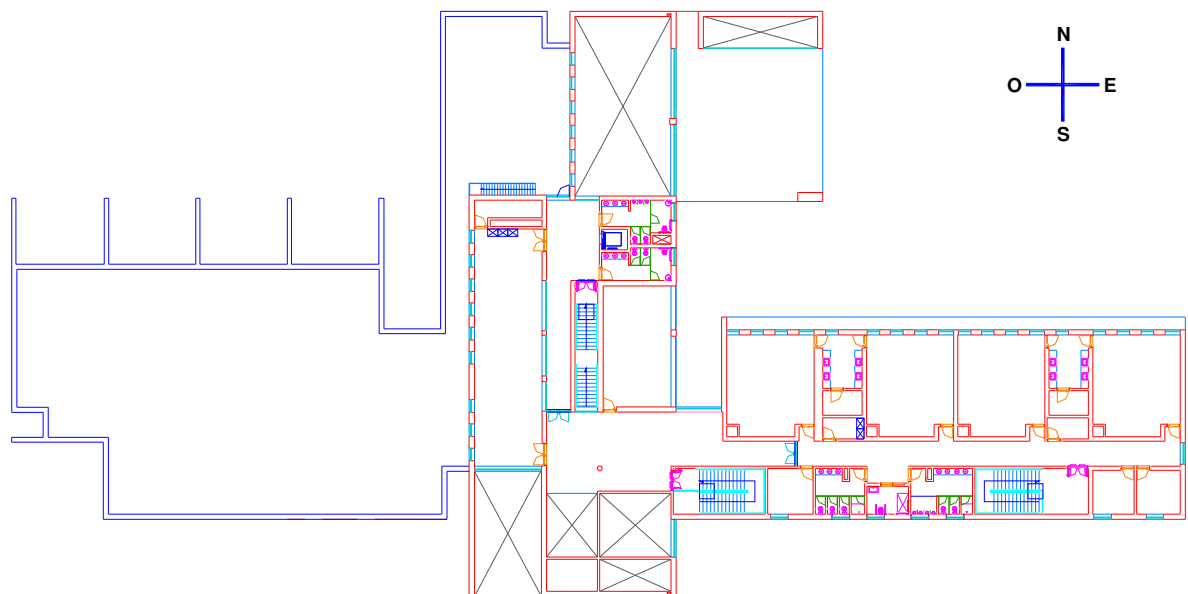


Figura 84 – Planta do Piso Superior - Centro Escolar do Sacapeito - Santarém (10)

3.2.3. Projecto Estrutural

Todos os dados apresentados neste capítulo, foram obtidos do “Projecto de Estruturas do Centro escolar do Sacapeito”:

3.2.3.1. Descrição da Estrutura

O projecto contempla a construção de um edifício que servirá de estrutura de apoio ao Centro Escolar do Sacapeito e construção de estruturas que tornam possível a utilização dos espaços exteriores. O edifício foi projectado para contemplar dois pisos, piso zero (R/ch) e piso superior (1º andar).

Segundo dados do projecto de estruturas, a solução estrutural adoptada no edifício consiste numa estrutura reticulada em betão armado, constituída verticalmente por pilares e horizontalmente por vigas, lajes maciças e lajes fungiformes com espessura de 25 cm, como se pode ver nas figuras 90 e 91 e anexo III – III.25.

O pavimento térreo é constituído por um ensoleiramento geral, figuras 85 e 86.

3.2.3.2. Fundações

As fundações do edifício são compostas por um ensoleiramento geral, com 400 mm de espessura e varões com diâmetro de 12 mm espaçados a 150 mm.

Não foi possível obter mais dados do projecto de ensoleiramento, figuras 85 e 86.

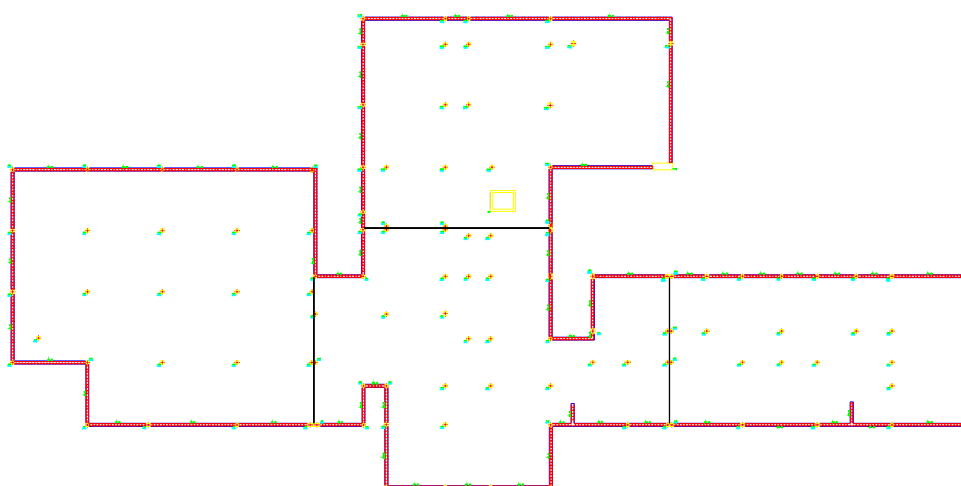


Figura 85 – Ensoleiramento geral - Laje de Piso. (11)

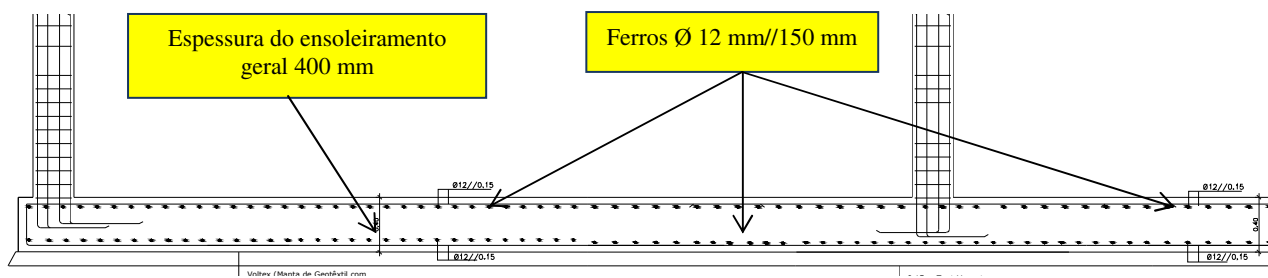


Figura 86 – Pormenor do Ensoleiramento geral. (11)

3.2.3.3. Pilares

Os pilares em betão armado são localizados e embetidos nas paredes, bem como nas posições previstas no projecto de arquitectura, apresentando dimensões variáveis, figura 87. Os únicos pilares metálicos (P114, P115) existentes no edifício, encontram-se na pala de entrada, servindo de suporte à mesma, figura 88.

No anexo III - III.24, encontra-se um esquema representativo da amarração dos pilares metálicos ao ensoleiramento geral.

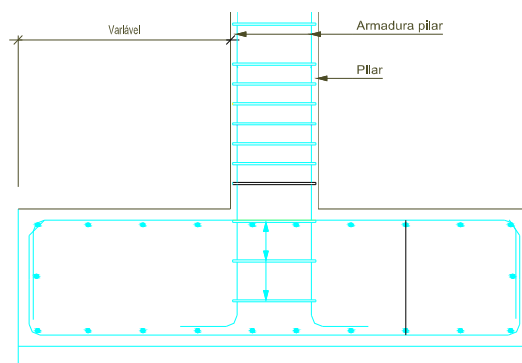


Figura 87 – Pormenor geral de ligação Pilar / Ensoleiramento geral. (11)

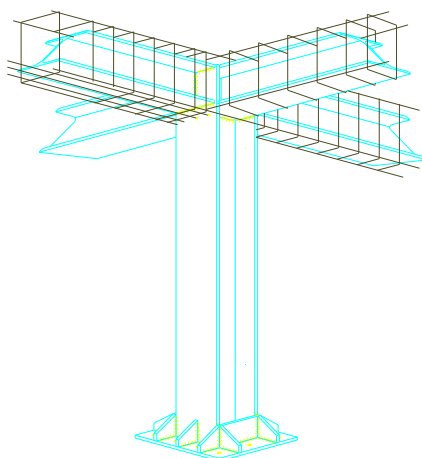


Figura 88 – Pormenor dos pilares metálicos P114 e P115 de suporte à pala de entrada do edifício. (11)

3.2.3.4. Vigas

As vigas servem de apoio às paredes, transmitindo os esforços destas para os pilares, desenvolvendo-se, na sua maioria, sob as paredes divisórias ou exteriores, figura 89.

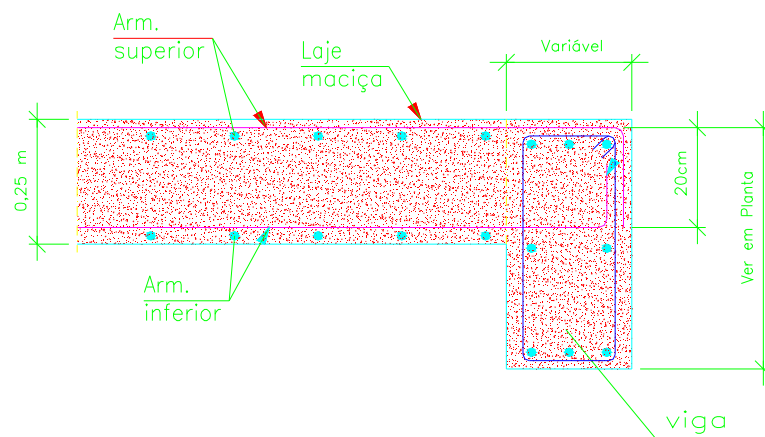


Figura 89 – Pormenor da ligação entre as lajes maciças e as vigas. (11)

3.2.3.5. Lajes

As lajes de cobertura do edifício são funjiformes com uma espessura de 0,25 m.

Nos pisos intermédios e laje de escada são executadas lajes maciças com uma espessura de 0,25 m, como se pode ver nas figuras 90 e 91 e anexo III – III.25.

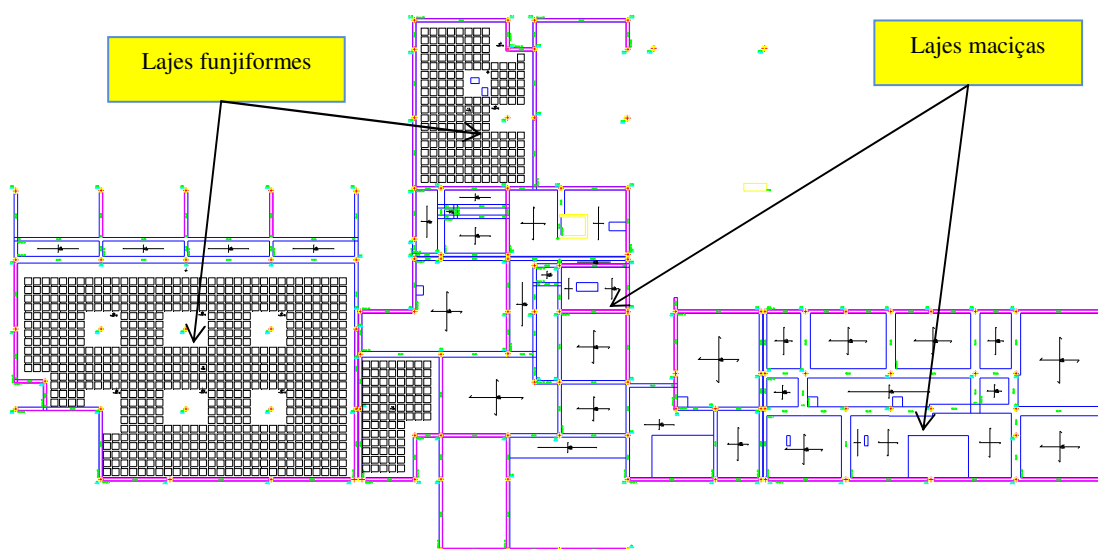


Figura 90 – Planta de tectos do Piso Térreo. (11)

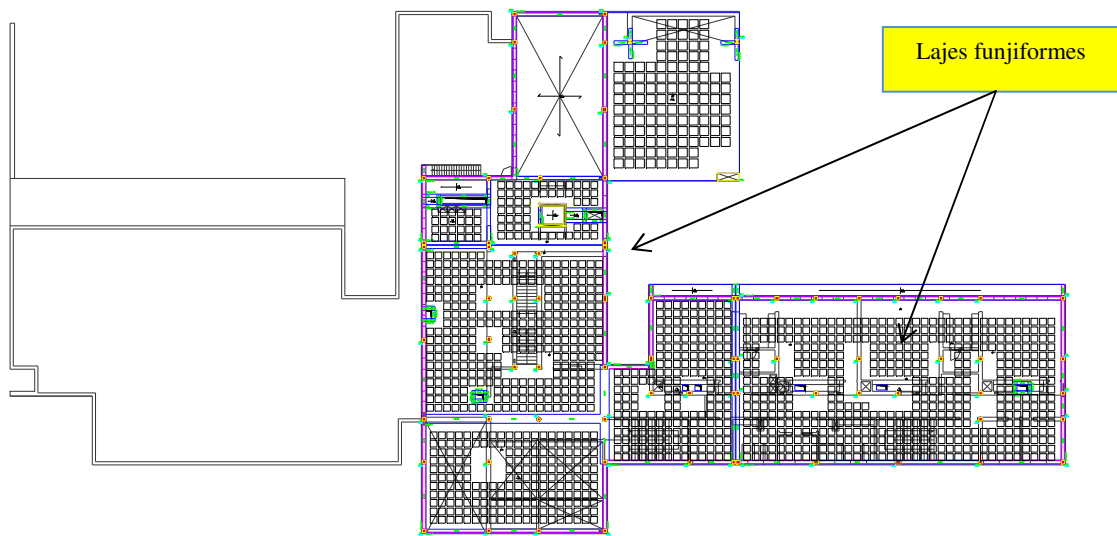


Figura 91 – Planta de tectos do Piso Superior. (11)

3.2.4. Descrição da Obra após o Abatimento do Solo

A obra encontra-se com o projecto de estruturas executado, alvenarias e rebocos exteriores e interiores executados a 90%, rede de águas/esgotos/gás/electricidade executadas a 70%.

O abatimento do solo teve origem no alçado norte do edifício, numa das ligações do ensoleiramento geral, como se pode ver no registo fotográfico, anexo IV - IV.35 a IV.38.

A análise do projeto e a observação no local permitem expressar uma opinião sobre o modo como se construiu o ensoleiramento geral deste edifício. Segundo informação obtida da equipa de fiscalização da obra (Câmara Municipal de Santarém) e posteriormente confirmada, o ensoleiramento do edifício foi repartido em quatro pequenos ensoleiramentos interligados entre si, conforme esquema representativo, figura 94.

Das opiniões recolhidas através do contacto com vários técnicos e do conhecimento adquirido ao longo da formação académica pode-se concluir, que este ensoleiramento não será geral, mas sim um conjunto de quatro ensoleiramentos interligados entre si, pois é justamente numa das ligações que se dá o abatimento e o assentamento do edifício, mais precisamente entre a ligação da zona 1 com a zona 2, como se pode ver na figura 94, e no registo fotográfico, anexo IV - IV.35 a IV.39.

A ligação não suportou e cedeu. Um ensoleiramento geral não apresentaria este comportamento, pois todo o ensoleiramento funcionaria como um bloco compacto na absorção dos esforços, como se pode ver na figura 92.

Na figura 92 está representado um bom comportamento de um ensoleiramento geral, quando se dá um abatimento de solo.

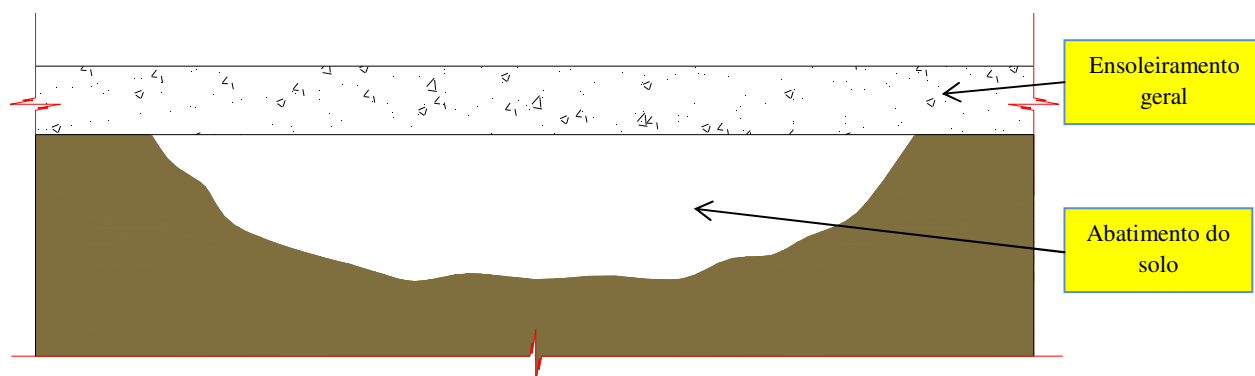


Figura 92 – Bom comportamento do ensoleiramento geral.

Na figura 93 está representado, um mau comportamento de um ensoleiramento geral, quando se dá um abatimento de solo, neste caso como ocorrido no Centro Escolar do Sacapeito.

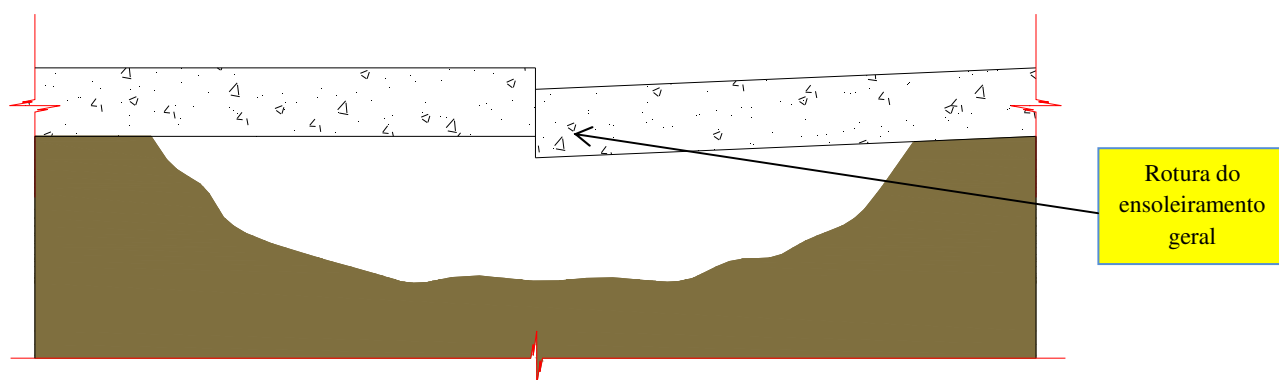


Figura 93 – Mau comportamento do ensoleiramento geral.

O abatimento deu origem a graves danos em toda a estrutura, como se pode ver no registo fotográfico, anexo IV - IV.35 a IV.71.

- Fissuração diversa em vários panos de parede;
- Pilares desalinhados e fissurados;
- Pavimento desnivelado;
- Rotura no ensoleiramento geral.

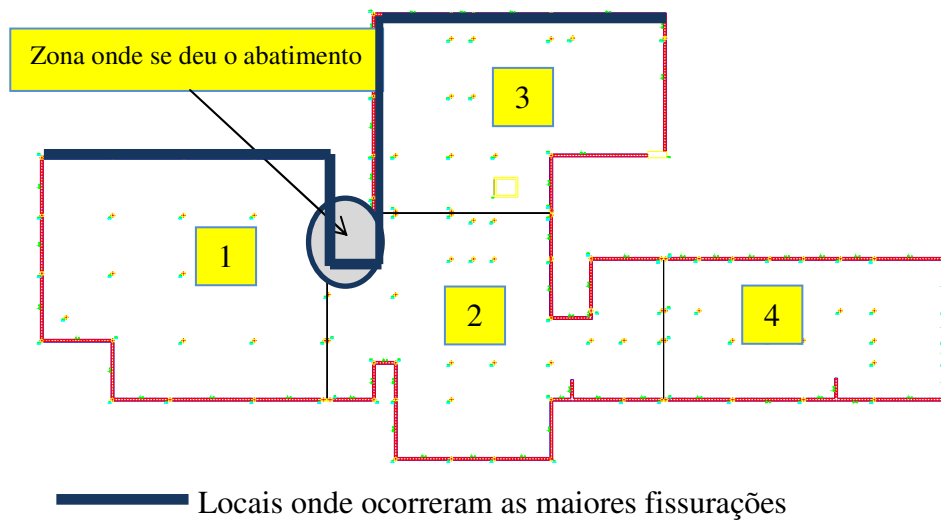


Figura 94 – Ensoleiramento geral – Zona do abatimento de solo.



Figura 95 – Alçado Norte – Local onde é mais visível a fissuração.



Figura 96 – Alçado Norte – Abatimento do solo – Fissuração generalizada.

3.2.5. Estudo Geológico e Geotécnico

3.2.5.1. Introdução

Todos os dados apresentados neste capítulo, foram obtidos do “Estudo Geológico-Geotécnico realizado ao Centro Escolar do Sacapeito”:

O Centro Escolar do Sacapeito sofreu um abatimento de solo que provocou assentamento diferencial em parte significativa da estrutura. De forma a tentar-se compreender a causa desse abatimento foi solicitado à empresa “JETSJ – Geotecnia” a realização de um estudo geológico e geotécnico dos terrenos onde se encontra implantado o Centro Escolar.

Os trabalhos de campo decorreram entre o dia doze e o dia vinte de Dezembro de 2012 em condições meteorológicas húmidas caracterizadas por períodos de pluviosidade moderada e ocasionalmente intensa. Os trabalhos consistiram na execução de seis sondagens mecânicas à rotação com recolha de amostras e ensaios de penetração dinâmica, realizados “in situ” no interior dos furos de sondagem.

3.2.5.2. Enquadramento

O Centro Escolar de Sacapeito encontra-se projetado em terrenos inseridos dentro do perímetro urbano da cidade de Santarém, pertencentes à União de Freguesias de Santarém (Marvila) e numa zona denominada como Sacapeito, nome dado ao Centro Escolar.

É uma zona, outrora composta por terrenos baldios que ao longo dos anos e com o crescimento da cidade foram sendo massivamente ocupados por edifícios, sendo que na actualidade é uma zona predominantemente habitacional, com algum comércio e serviços.



Figura 97 – Vista aérea do local da intervenção. (12)

3.2.5.3. Caracterização dos Terrenos

- Geomorfologia

Do ponto de vista geomorfológico a zona é caracterizada por uma superfície aplanada, horizontal, aproximadamente à cota 95 m, que constitui uma zona de cabeceira de duas ribeiras afluentes do Ribeiro das Fontainhas e que drenam as águas superficiais para o quadrante oeste.

- Litologia

De acordo com a nota explicativa da folha 31-A da Carta Geológica de Portugal, litoestratigraficamente, o Centro Escolar do Sacapeito encontra-se implantado numa zona onde ocorrem terrenos Pliocénicos, caracterizados por litologias calcárias (P^2 - Calcários de Santarém), que ocorrem em grande parte da cidade de Santarém e litologias areno-argilosas de tonalidade claras (P^1 - Grés e Argila da Nossa senhora da Saúde e do Vale de Santarém). Os Calcários de Santarém cobrem todo o planalto de Santarém bem como algumas elevações vizinhas. Correspondem a uma série de litologias, essencialmente carbonatadas, compactas a topo e margosas na base de tonalidade brancas acinzentadas, com intercalações arenosas e argilosas. Os Grés e Argilas do Vale de Santarém correspondem a uma sucessão de argilas, areias-argilosas e areias, de tonalidades amarelas a cinzento amareladas com palhetas de micas, concreções calcárias dispersas e intercalações de diatomitos e lignitos. No conjunto, esta série sedimentar apresenta cerca de 80 m de espessura com variações laterais de litologias, conforme notícia explicativa da carta geologica de Santarem.

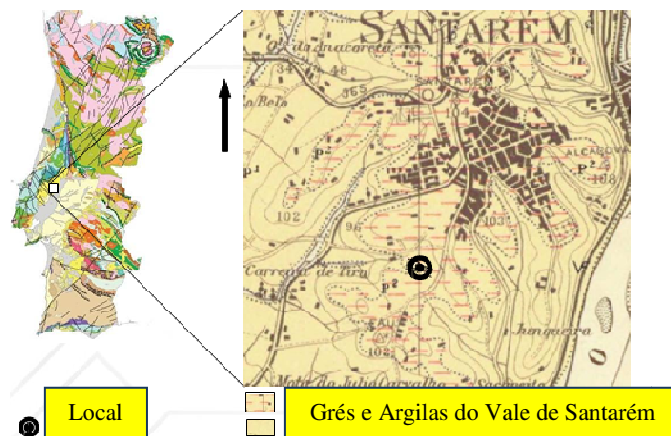


Figura 98 – Extrato da folha 31-A da Carta Geológica de Portugal, publicada pelos Serviços Geológicos de Portugal. (12)

3.2.5.4. Trabalhos de Campo Realizados

No âmbito do presente estudo foram realizados trabalhos de prospecção com o intuito de reconhecer e caracterizar geológica e geotecnicamente os terrenos intersectados pelo projecto do Centro Escolar de Sacapeito.

Este reconhecimento incluiu a realização de seis sondagens mecânicas à rotação com recolha contínua de amostra e a realização de ensaios de penetração dinâmica (SPT-Standart Penetration Test), figuras 99 a 105.

- Ensaios de Penetração Dinâmica (SPT)

Os ensaios de penetração dinâmica “in situ” consistem em cravar no fundo de um furo de sondagem, devidamente limpo, um amostrador normalizado (pilão com 63,5 kg de massa e altura de queda de 76 cm) e contar o número de pancadas necessárias para a cravação de 45 cm, sendo a progressão da furação espaçada cada 1,5 m. São ensaios simples e pouco dispendiosos, mas de extrema importância no conhecimento geotécnico dos maciços. No entanto embora sejam ensaios que representam as reais condições do terreno deve-se sempre ter em conta a sua representatividade face à totalidade do maciço. Em termos práticos as pancadas necessárias para cravar os primeiros 15 cm são ignoradas contabilizando-se somente as pancadas necessárias para cravar os últimos 30 cm.

O ensaio é realizado em duas fases com penetrações de 15 cm, respectivamente.

1ª Fase - O amostrador é cravado 15 cm, registando-se o respectivo número de pancadas; a esta fase correspondem em regra solos remexidos pelo que o valor obtido nesta fase é meramente indicativo.

2ª Fase - O amostrador é cravado mais 30 cm, sendo o resultado do ensaio SPT o número de pancadas (N) obtido. Se após 60 pancadas, a penetração não atingir os 30 cm, termina-se o ensaio medindo a penetração obtida.

- Pontos de Sondagem

No dia 10 de dezembro de 2012, técnicos da empresa “JETSJ – Geotecnia” em conjunto com o representante do dono de obra (Câmara Municipal de Santarém) procederam à marcação dos seis pontos de sondagens (SC) definidos no plano de trabalhos, como se pode ver nas figuras 99 a 105.

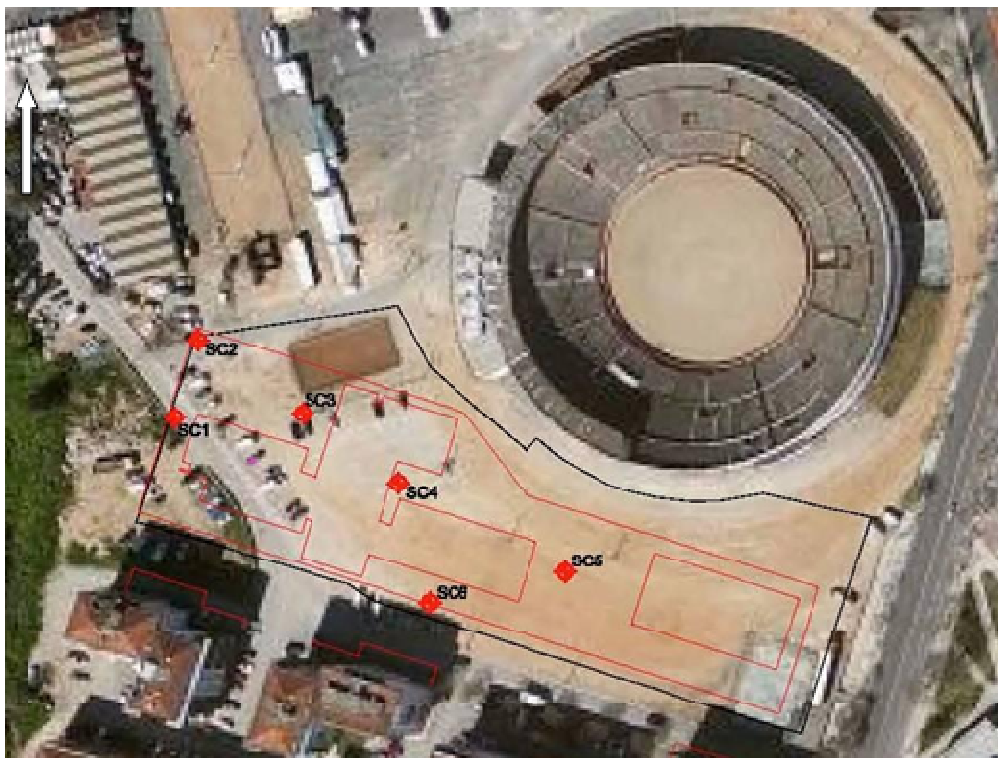


Figura 99 – Localização dos pontos de sondagem sobre fotografia aérea. (12)



Figura 100 – Localização da sondagem SC1. (12)



Figura 101 – Localização da sondagem SC2. (12)



Figura 102 – Localização da sondagem SC3. (12)



Figura 103 – Localização da sondagem SC4. (12)



Figura 104 – Localização da sondagem SC5. (12)



Figura 105 – Localização da sondagem SC6. (12)

- Equipamento Utilizado

O equipamento usado nos trabalhos de furação foi uma sonda de marca OXIDRLL, modelo OG150 com lagartas, como se pode ver na figura 106.

- Método de Furação

O método utilizado foi o da rotação com recurso a amostrador duplo com diâmetro de furação 86 mm. A progressão do furo é feita por intermédio da ação rotativa transmitida pela cabeça do equipamento de perfuração ao conjunto de varas e ponteira.

Nas figuras 106 a 110 pode-se ver vários aspectos relacionados com a realização da furação e ensaio SPT.



Figura 106 – Sonda de perfuração OXIDRLL, modelo OG150



Figura 107 – Ponteira de perfuração. (12)



Figura 108 – Ensaio SPT - Varas de ligação. (12)



Figura 109 – Ensaio SPT – Amostra. (12)



Figura 110– Ensaio SPT
Medição da Penetração no sol.(12)

O quadro 1 apresenta uma comparação entre os ensaios de penetração dinâmica propostos no programa de prospeção e os efectivamente realizados no terreno. Conforme se pode verificar, apenas duas das seis sondagens não cumpriram o inicialmente estipulado. A sondagem SC1 foi necessário realizar mais um ensaio e na sondagem SC5 menos um ensaio.

Quadro 1 – Resumo da quantidade de ensaios propostos e realizados. (12)

SONDAGENS	Quantidades propostas no plano inicial (un)	Quantidades realizadas (un)
SC1	9	10
SC2	9	9
SC3	9	9
SC4	9	9
SC5	9	8
SC6	9	9
Total	54	54

O quadro 2 apresenta uma comparação entre o comprimento de perfuração proposto no programa de prospeção e o comprimento efectivamente realizado. Conforme se pode verificar apenas duas das seis sondagens não cumpriram o inicialmente estipulado. Na sondagem SC1 foi necessário perfurar mais 1,5 m e na SC5 foi necessário perfurou-se menos 1,5 m.

Quadro 2 – Resumo da quantidade de furação proposta e realizada. (12)

SONDAGENS	Quantidades propostas no plano inicial (m)	Quantidades realizadas (m)
SC1	13,5	15,0
SC2	13,5	13,5
SC3	13,5	13,5
SC4	13,5	13,5
SC5	13,5	12,0
SC6	13,5	13,5
Total	81	81

No quadro 3 é apresentado o resumo dos resultados obtidos relativamente à cravação dos últimos 30 cm do amostrador. Conforme se pode verificar apenas a sondagem SC5 apresenta resultados distintos das restantes, tendo sido atingida a nega nos primeiros 6 m de profundidade.

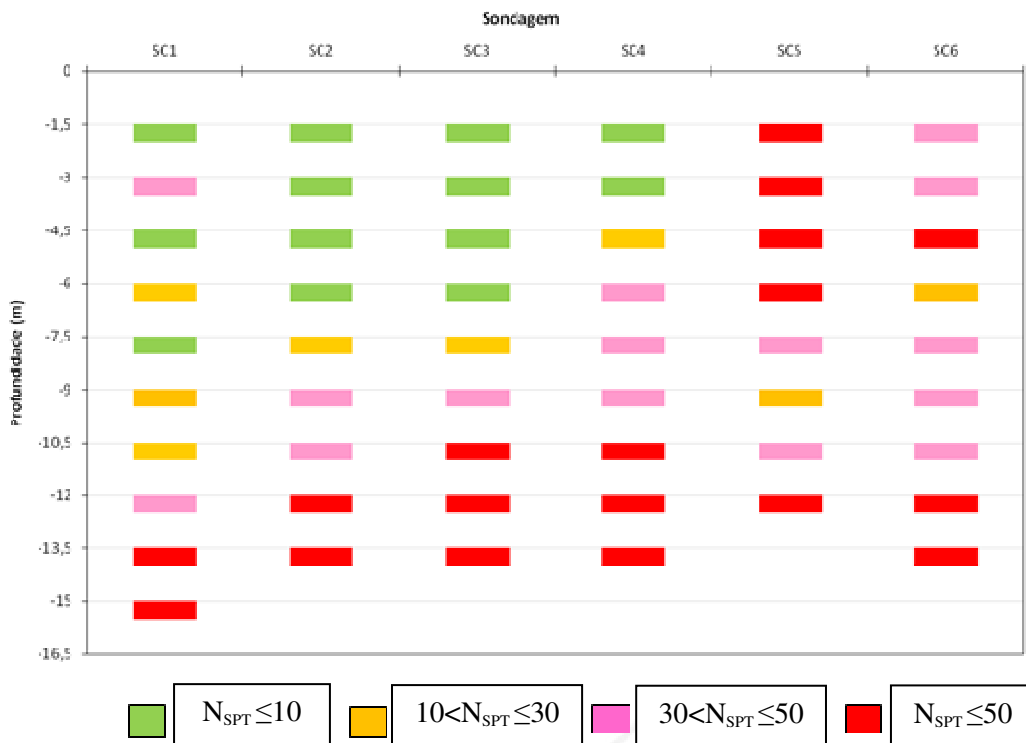
Quadro 3 – Resumo dos resultados dos ensaios (SPT). (12)

Profundidade de ensaio (m)	-1,5	-3,0	-4,5	-6,0	-7,5	-9,0	-10,5	-12,0	-13,5	-15,0
Sondagem										
SC1	2	40	9	12	9	27	18	36	58	60
SC2	3	6	7	10	25	43	35	60	60	
SC3	2	5	7	7	11	27	51	60	60	
SC4	1	5	24	39	33	30	58	60	60	
SC5	60	60	60	60	31	29	30	50		
SC6	45	33	52	24	35	34	36	60	60	

Nega de ensaio ($N_{SPT} > 60$)

No quadro 4 exibem-se os resultados N_{SPT} obtidos.

Quadro 4 – Grafico dos resultados dos ensaios (SPT). (12)



- Modelo Geológico e Geotécnico

De acordo as características dos materiais intersectados no decorrer das sondagens e tendo em conta os resultados dos ensaios de penetração dinâmica (SPT), conceptualiza-se um modelo geológico e geotécnico constituído por duas unidades geológicas-geotécnicas distintas UG1 e UG2, como se pode ver na figura 111.

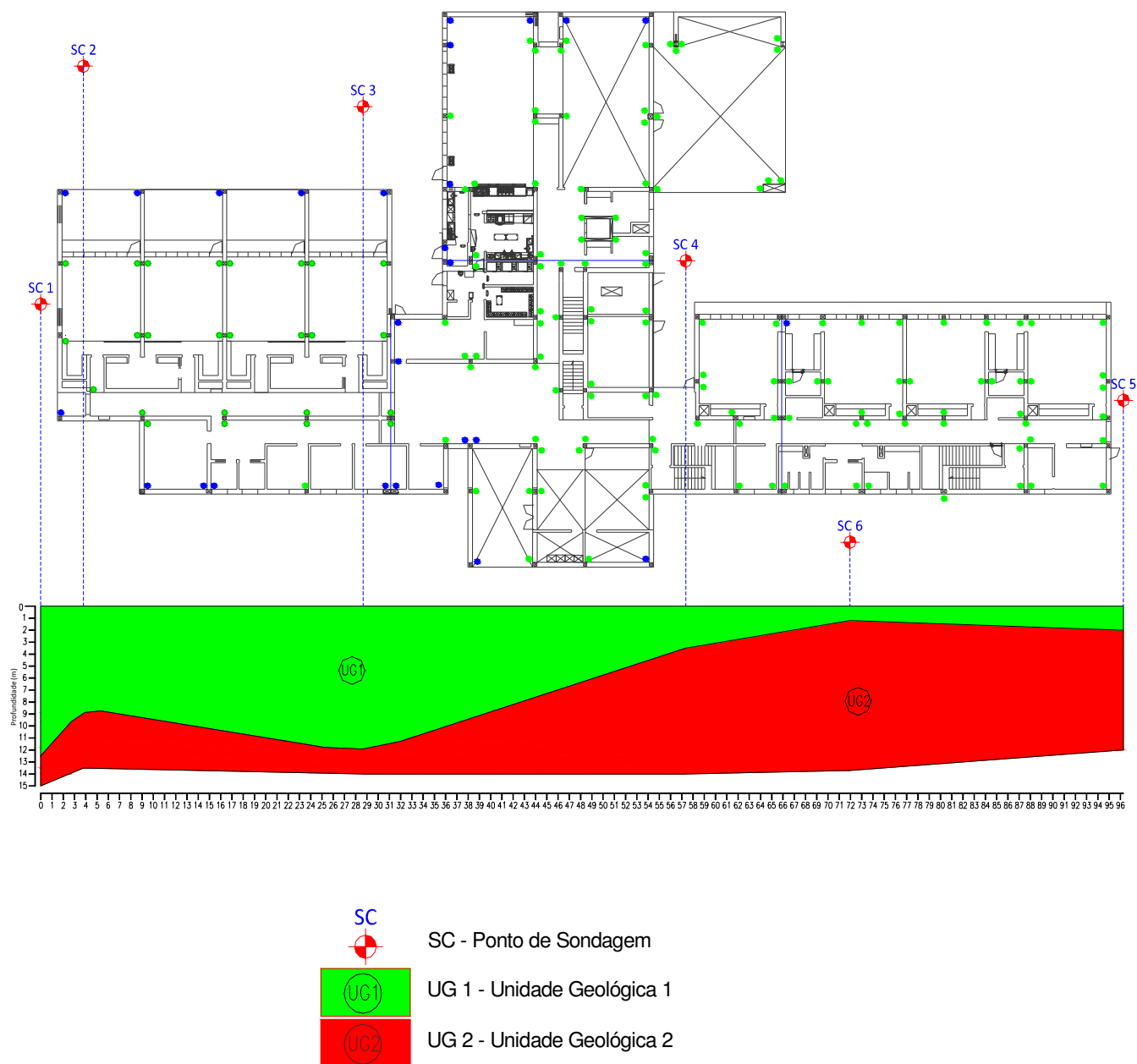


Figura 111 – Perfil Geológico-Geotécnico - Unidades Geotécnicas.

A Unidade Geotécnica 1 (UG1), corresponde a materiais de cobertura caracterizados como entulho, aterro areno-argiloso e solo residual. A espessura nas sondagens é variável entre os 2 e os 12,3 m. Os valores de N_{SPT} nesta unidade são muito variáveis e característicos de aterros muito heterogêneos e sem controle de compactação.

No Quadro 5 apresenta-se a profundidade estimada de ocorrência da UG1 em cada uma das sondagens.

Quadro 5 – Resumo da unidade geotécnica UG1. (12)

Sondagem	Profundidade (m)	Nspt (mín-máx)	Espessura (m)
SC1	0,0 – 12,5	2 – 40	12,5
SC2	0,0 – 8,5	3 - 25	8,5
SC3	0,0 – 12,30	2 - 51	12,30
SC4	0,0 – 3,5	1 -5	3,5
SC5	0,0 – 2,0	-	2,0
SC6	0,0 – 1,2	-	1,2

A Unidade Geotécnica 2 (UG2), corresponde a materiais pliocênicos, carbonatados e areno-argilosos com tonalidade castanho amareladas, esbranquiçados e por vezes acastanhados. Esta unidade corresponde ao substrato geológico no qual foi sobreposto o aterro (Unidade Geotécnica 1) onde ocorrem valores de N_{SPT} entre 24 e 60, com espessuras que variam entre os 1,7 m e os 12,5 m.

Na transição entre as duas unidades, nem sempre evidente, ocorre um nível de material orgânico, de natureza argilo-arenosa, de tonalidade cinzenta escura,

No Quadro 6 apresenta-se a profundidade estimada de ocorrência da UG2 em cada uma das sondagens.

Quadro 6 – Resumo da unidade geotécnica UG2. (12)

Sondagem	Profundidade (m)	Nspt (mín-máx)	Espessura (m)
SC1	12,5 – 15,0	58 – 60	2,5
SC2	8,5 – 13,5	35 - 60	5,0
SC3	12,3 – 14,0	60	1,7
SC4	3,5 – 14,0	24 -60	10,5
SC5	2,0 – 12,0	29 – 60	10,0
SC6	1,20 – 13,70	24 – 60	12,5

No âmbito das considerações relativas às condições geotécnicas verificadas nos locais em estudo, foi elaborado um modelo para cada sondagem, consistindo na definição de três zonas geotécnicas (ZG) que têm por base os resultados dos ensaios SPT, como se pode ver na figura 112.

Desta forma, pretendeu-se uma normalização das zonas geotécnicas nas seis sondagens pelo que se definiram os seguintes critérios:

Quadro 7 – Critério de zonamento. (12)

Zona Geotécnica	N _{SPT}
ZG3	<30
ZG2	30-50
ZG1	>50

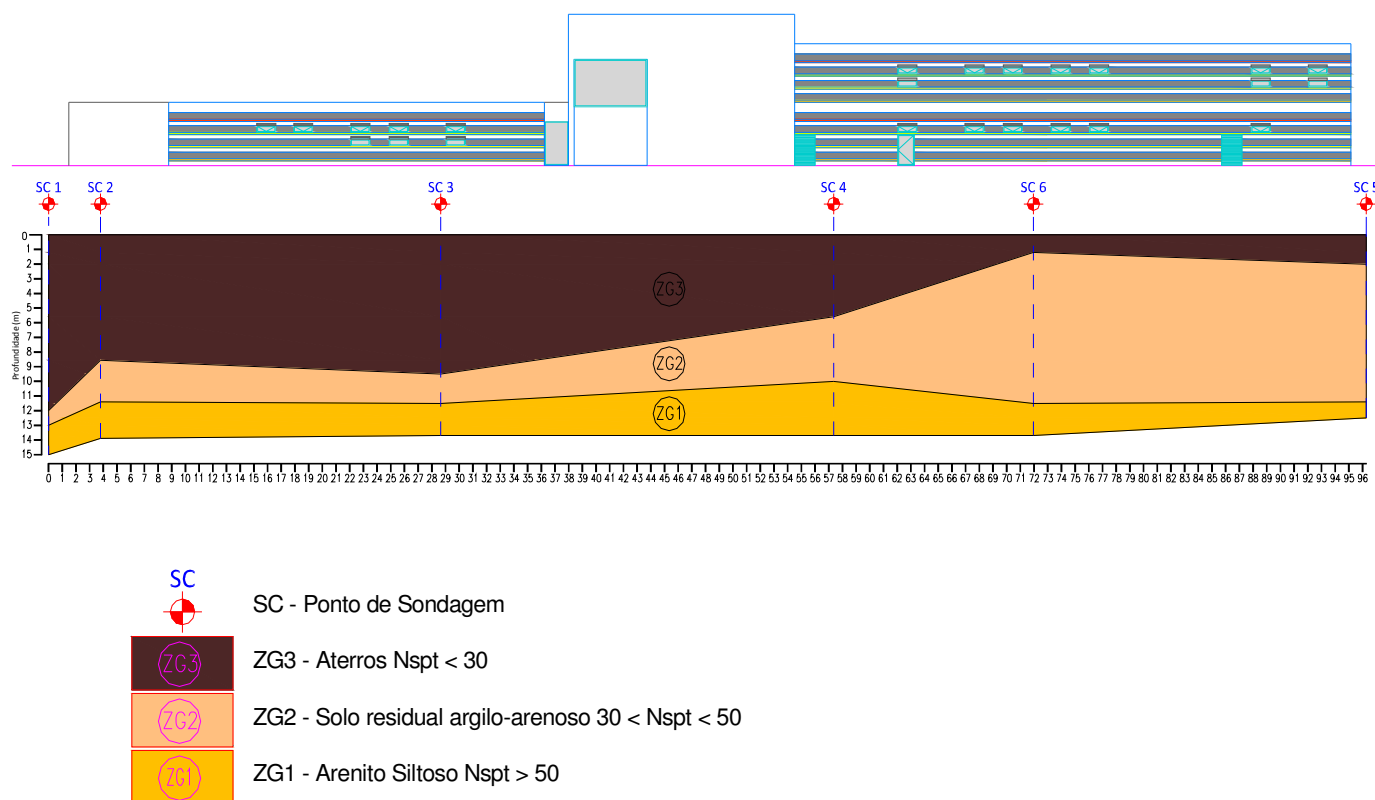


Figura 112 – Perfil Geológico-Geotécnico – Zonamentos.

- Solos de Fundação

Existem três tipos de solos de fundação, Rochas, Solos Incoerentes e Solos Coerentes.

Rochas são sólidos consolidados, formadas por matéria mineral sólida e contínua.

Existem três tipos de rochas:

- **Rochas Magmáticas (ígneas ou vulcânicas)**

São rochas maciças de resistência elevada, resultantes da solidificação do magma (exemplos: granito, basalto, dioritos, etc).

- **Rochas Sedimentares**

São rochas resultantes da deposição de sedimentos de resistência média a alta (exemplos: argilistos, siltitos, calcários).

- **Rochas Metamórficas**

São rochas de resistência média a alta, resultantes de rochas magmáticas, sedimentares e metamórficas que sofreram alteração por agentes de metamorfismo, alterando as suas características (exemplos: xisto, ardósia).

- **Solos Incoerentes**

São solos normalmente grosseiros de baixa resistência, formados, maioritariamente por partículas arenoso-cascalhentas. (exemplos: cascalho, areias).

- **Solos Coerentes**

São solos normalmente finos de baixa a média resistência, formados, maioritariamente por partículas de pequena dimensão do tipo silto-argiloso (exemplos: argilas).

Quadro 8 – Ensaio SPT, Consistência dos solos. (13)

	Consistência	Muito mole	Mole	Média	Duro	Muito duro	Rijo
Terrenos coerentes	N.º de pancadas no ensaio SPT	< 2	2 - 4	4 - 8	8 - 15	15 - 30	> 30
	Tensão de cálculo à compressão simples (N/cm ²)	< 2,5	2,5 - 5,0	5,0 - 10	10 - 20	20 - 40	> 40
Terrenos incoerentes	Compacidade relativa	Muito solto	Solto	Medianamente compacto		Compacto	Muito compacto
	N.º de pancadas no ensaio SPT	0 - 4	4 - 10	10 - 30		30 - 50	> 50

- Sondagens

No anexo III – III.26 a III.31, são apresentados os resultados das seis sondagens realizadas. O valor de N_{SPT} de 40, obtido aos 3 m de profundidade na sondagem SC1 é considerado anômalo, em comparação com os restantes valores obtidos.

Os valores de N_{SPT} obtidos na SC6, à profundidade de 1,5 m e 4,5 m, deverão corresponder a zonas mais carbonatadas ocorrentes no nível margoso, anexo III – III.31.

- Síntese das Características do Terreno

O quadro 9 apresenta de uma forma sintetizada, o resultado das análises das sondagens.

Quadro 9 – Resumo das características das sondagens. (12)

Sond	Geologia			
	Prof. (m)	Prof. de ocorrência (m)	Materiais	Enquadramento estratigráfico
SC1	15	0 - 10	Aterro heterogéneo	Recente
		10 - 11	Aterro Argiloso	Recente
		11 - 12,5	Solo Residual	Holocénico
		12,5 - 15,5	Arenito Siltoso	Pliocénico
SC2	13,5	0 - 6	Aterro heterogéneo	Recente
		6 - 8,5	Aterro Siltoso	Recente
		8,5 - 12	Silte Arenoso	Pliocénico
		12 - 14	Arenito Siltoso	Pliocénico
SC3	13,5	0 - 9,5	Aterro heterogéneo	Recente
		9,5 - 12,30	Solo Residual	Holocénico
		12,3 - 14,0	Arenito Siltoso	Pliocénico
SC4	13,5	0 - 3,5	Aterro heterogéneo	Recente
		3,5 - 7,6	Marga	Pliocénico
		7,6 - 13,0	Silte argiloso	Pliocénico
		13,0 - 14,0	Arenito siltoso	Pliocénico
SC5	12,0	0 - 2,0	Aterro heterogéneo	Recente
		2,0 - 8,0	Marga	Pliocénico
		8,0 - 12,0	Silte Argiloso	Pliocénico
SC6	13,5	0 - 1,2	Aterro heterogéneo	Recente
		1,2 - 7,7	Marga	Pliocénico
		7,7 - 14,0	Silte Argiloso	Pliocénico

- Análise dos Resultados

Da análise realizada às sondagens efectuadas, verifica-se que as sondagens SC1, SC2 e SC3 são as que apresentam resultados mais baixos de SPT (< 30), até uma profundidade média de cerca de 9 m, como se pode ver no anexo III - III.26 a III.28.

A sondagem SC4 apresenta valores de SPT (< 30) até uma profundidade de cerca de 5 m, enquanto as sondagens SC5 e SC6 apresentam resultados elevados de SPT em quase todos os zonamentos, como se pode ver no anexo III - III.29 a III.31.

No local onde ocorreu o abatimento de solo, cuja sondagem mais próxima é a SC3, pode-se constatar, que de todas as sondagens, é a que apresenta valores de SPT mais baixos, variando entre $2 < SPT < 27$ até uma profundidade de 9 m. Desta forma, conclui-se, que este é o local mais instável onde o centro escolar está implantado, anexo III, III.28.

Estes resultados tornam-se mais evidentes quando analisamos o perfil geológico e de zonamento transversais, onde é bem visível a discrepância de valores de SPT entre os pontos de sondagem SC1, SC2, SC3 e os restantes, como se pode ver na figura 112 e anexo III - III.26 a III.28.

3.2.5.5. Conclusão

A conclusão que podemos retirar das sondagens efectuadas, é que o solo de fundação onde se encontra implantado o Centro Escolar, é constituído por aterro, muito heterogéneo, instável e sem controlo de compactação. É de salientar, que todo o espaço em estudo foi criado para a instalação da feira nacional da agricultura. Trata-se de terrenos que durante décadas eram anualmente remexidos, ou seja, todos os anos havia a necessidade de adaptar o espaço a novas construções provisórias, umas de pequeno porte e fundações a pouca profundidade, outras de maior volume e fundações mais profundas. Essas estruturas eram utilizadas uma vez por ano, no período da feira (cerca de 15 dias). No final do período de duração da feira eram removidas, na íntegra, e os terrenos novamente aterrados e nivelados, sem o mínimo de critério.

No local onde foram realizadas as sondagens SC5 e SC6, esteve durante muitos anos implantado um edifício tipo hangar/pavilhão para exposições. A estrutura deste edifício era composta por fundações em betão armado e perfis metálicos, daí, por ventura, a diferença de resultados do SPT em relação às restantes sondagens. Toda esta informação é de extrema importância e deveria ser considerada na análise do solo de fundação. No entanto,

e pelo que se apurou na análise dos projectos disponibilizados, esta informação não constou no estudo geológico apresentado.

3.2.5.6. Proposta Final

Tendo por base o exposto no presente relatório e face às patologias observadas nos edifícios do Centro Escolar do Sacapeito, assentamentos diferenciais, incluindo a respectiva evolução com o avanço da obra, considera-se que a principal razão para as mesmas estará associada às inadequadas condições de fundação dos edifícios, em particular na zona Poente: fundações directas mobilizando a unidade geotécnica UG1, constituída por materiais de entulho excessivamente deformáveis e com espessura variável. Para correcção das patologias e antes da continuação dos trabalhos na obra, é sugerido pela empresa “JETSJ – Geotecnia” o tratamento/recalçamento das fundações, de modo a que as cargas transmitidas e a transmitir pelos edifícios possam passar a mobilizar os terrenos competentes da unidade geotécnica UG2, onde ocorrem valores de N_{SPT} entre 24 e 60. As soluções de tratamento/recalçamento das fundações deverão ser desenvolvidas através de Projecto específico para o efeito.

3.2.6. Projecto de Recalçamento das Fundações

3.2.6.1. Introdução

Todos os dados apresentados neste capítulo, foram obtidos do “Projecto de Estabilização de fundações do Centro Escolar do Sacapeito”:

Dando seguimento ao estudo geológico e às recomendações nele produzidas, foi solicitado à empresa “JETSJ – Geotecnia” que prosseguisse o trabalho até aqui realizado e que apresentasse um projecto de recalçamento de fundações de forma a solucionar as patologias verificadas no Centro Escolar.

3.2.6.2. Condicionamentos

As soluções propostas deverão permitir, do ponto de vista técnico e económico, a execução da obra dentro dos prazos estipulados, sem comprometer a segurança dos trabalhos. Se justificável, poderá ser prevista a sobreposição de actividades com os trabalhos de construção civil, a realizar após o reforço das fundações.

3.2.6.3. Soluções Propostas

Tendo por base o cenário geológico do local da obra, a tipologia estrutural e a volumetria dos edifícios a recalçar, assim como o valor e o tipo de cargas a transmitir às fundações, propõe-se a realização de uma solução de reforço por recalçamento de fundações através de colunas de calda de cimento, com 150 mm de diâmetro, armadas com microestacas de varão A500, do tipo GEWI, ou equivalente, seladas na zona do comprimento de selagem e encabeçadas na laje de ensoleiramento geral dos edifícios a recalçar.

Esta solução é concebida de forma a assegurar que todos os elementos estruturais dos edifícios ficarão fundados, em condições de segurança, ao nível do substrato competente, ZG2 e ZG1, em terrenos com adequada deformabilidade e não afectados por eventuais fenómenos de erosão superficial ($N_{SPT} > 30$ pancadas).

Ressalva-se, ainda, a importância do cumprimento do projecto de drenagem e de arranjos exteriores, de forma a minimizar a infiltração de água em torno do edifício (através da zona revestida prevista para a maior parte do perímetro) e de forma a criar caminhos de circulação e encaminhamento preferenciais da água infiltrada (através dos geodrenos previstos). Estes aspectos, não sendo determinantes para a verificação de todos os critérios de segurança inerentes à solução proposta, permitem minimizar os efeitos nefastos da percolação de água na degradação das propriedades geomecânicas do terreno sobre o edifício.

3.2.6.4. Microestacas

- Definição

Elemento de elevada esbelteza que faz parte da estrutura e que transmite ao solo, fundamentalmente, por atrito lateral, mas também por ponta, as solicitações que lhe são impostas.

- Constituição da Microestaca

- Armadura Principal - Tubo de enchimento
- Armadura Secundária – Varão
- Calda de Cimento

Na figura 113, ilustra-se a constituição de uma microestaca:

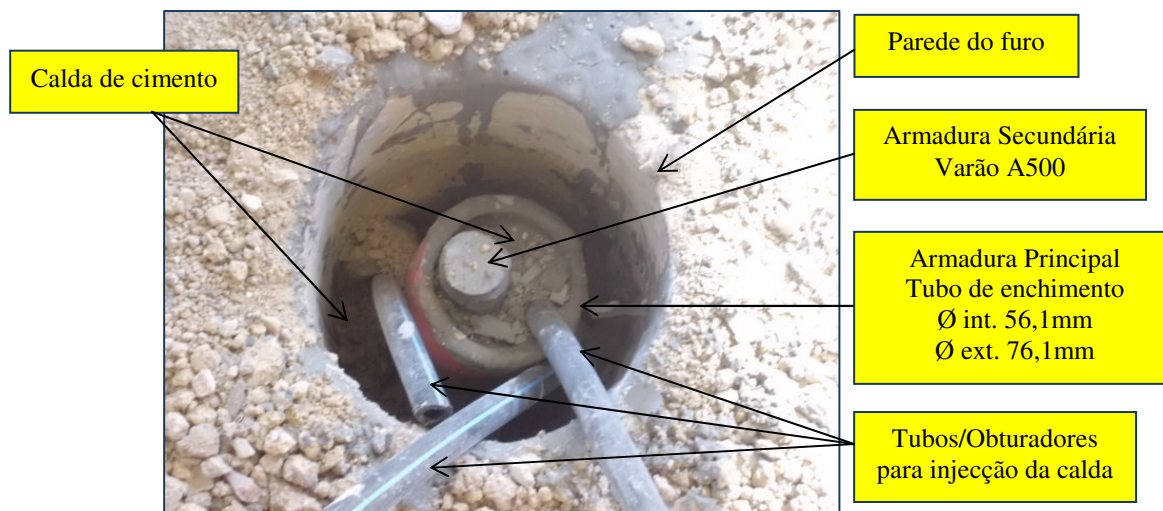


Figura 113 – Constituição da microestaca

- Fases de Execução

- 1) Marcação/Implantação;
- 2) Perfuração;
- 3) Colocação da armadura principal;
- 4) Colocação da armadura secundária;
- 5) Injecção da calda;

- Tipos de Microestacas

Existem dois tipos de microestacas:

1) Microestacas do tipo I:

- A injeção das caldas é feita por baixa pressão ou por gravidade;
- Furação entubada provisoriamente;
- A extracção do tubo faz-se em simultaneo com a injeção da calda;
- Baixa aplicabilidade.

2) Microestacas do tipo II:

- A injeção das caldas é feita por alta pressão, 20 a 40 bar;
- Maior eficiência devido à melhor qualidade da injeção da calda;
- Grande aplicabilidade.

No nosso caso de obra foram utilizadas, microestacas do tipo II, injectadas por alta pressão.

- Campos de Aplicação

- Recalce de fundações;
- Reforço de fundações;
- Fundações em terrenos difíceis/instáveis;
- Consolidação de terrenos;
- Contenções;
- Entre outros.

No nosso caso de obra foi utilizado como recalce de fundações.

- Vantagens

- Podem ser atingidas grandes profundidades;
- Diâmetros reduzidos (10 a 20 cm);
- Pode ser aplicado em qualquer tipo de terreno;
- Capacidade de carga relativamente elevada mesmo em solos de características fracas ou impermeáveis;
- Funciona à tracção ou compressão;
- Possível colocação em qualquer direcção (entre 0 a 90⁰);
- Vibrações e ruído reduzidos;
- Rapidez e facilidade de execução;
- Economia de mão de obra e tempo.

- Desvantagens

- Limitação da capacidade de carga, devido aos pequenos diâmetros;
- Reduzida capacidade para transmitir cargas de ponta;
- Em solos com zonas ocas ou vazios, limitação à encurvadura, devido à sua esbelteza;
- Necessidade de se recorrer a empresas da especialidade;
- Mão de obra especializada.

3.2.6.5. Equipamento

O equipamento utilizado em obra foi na sua totalidade de pequeno porte dado o espaço por vezes diminuto para circulação:



Figura 114 – Gerador.



Figura 115 – Caroteadora.



Figura 116 – Perfuradora.



Figura 117 – Trados..



Figura 118 – Varas.



Figura 119 – Cabeças de furação.



Figura 120 – Misturadora com bomba injectora.

3.2.6.6. Materiais

Os materiais utilizados no recalçamento das fundações são de prática corrente neste tipo de intervenções e consistem:

- **Microestacas**

Varões metálicos em aço A500, Ø32 e Ø25, tensão de cedência superior a 500 MPa.

- **Argamassa de selagem**

Tipo Sika Grout, ou equivalente de retração compensada.

Este produto compensa eventuais retrações plásticas da argamassa devido à perda de água. A argamassa que se obtém, após endurecimento, apresenta-se densa, compacta e extremamente resistente.

- **Calda de Cimento**

A calda que constitui o bolbo de selagem das microestacas deverá ser injectada através de tubo multi-válvulas (válvulas anti-retorno e obturador simples) e dispor das seguintes características:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| • Injecção de selagem | Relação Água/Cimento = 1litro/2,5Kg |
| • Injecção a alta pressão (> 3,0MPa) | Relação Água/Cimento = 1litro/2,3Kg |
| • Resistência à compressão simples (7 dias) | 27 MPa |
| • Cimento | CEM II / B-L 42,5 R |

Este tipo de cimento tem como principal característica, um desenvolvimento rápido da resistência mecânica à compressão, por este facto é muito utilizado para trabalhos de geotécnia e fundações:

- | | |
|------------------------------------|----------|
| • Resistência mecânica aos 2 dias | 20 MPa |
| • Resistência mecânica aos 28 dias | 42,5 MPa |

Para aumentar a trabalhabilidade destas caldas é comum possuírem maiores relações água/cimento que as adoptadas nos outros tipos de injeções. Todavia, é defendido que o excesso de água destas misturas é expelido, acabando por se infiltrar no solo, o que resulta numa argamassa com uma percentagem de água inferior e, consequentemente, uma resistência superior.

3.2.6.7. Recalçamento das Fundações

O recalçamento das fundações passará pela execução de 174 microestacas distribuídas por vários pontos do edifício, sendo que 147 serão de diâmetro 32 mm a uma profundidade que varia entre os 6 m e os 15 m, com cerca de 5m de bolbo de selagem e 27 de diâmetro 25 mm a uma profundidade que varia entre os 9 m e os 15 m, com cerca de 3m de bolbo de selagem, como se pode ver nos quadros, anexo III - III.32 e III.33.

Todas as microestacas encontram-se localizadas no interior do edifício. A única exceção é junto ao pilar 18, onde se encontra implantada uma microestaca (127) na parte exterior, como se pode ver na figura 124.

Nos escassos documentos que foram facultados, não existe nenhum dado que esclareça a razão desta situação. Quem acompanha a obra também não prestou qualquer esclarecimento, figuras 124 a 131.

Para melhor visualização da implantação das microestacas, foi dividido o edifício em três zonas distintas, como se pode ver nas figuras 121 a 124.

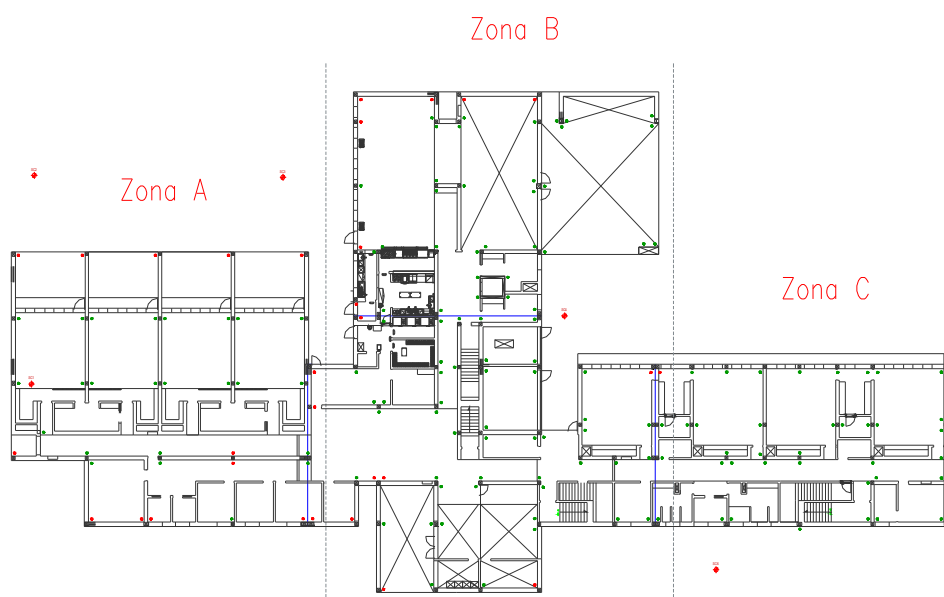


Figura 121– Planta, dividida em três zonas (A, B e C).

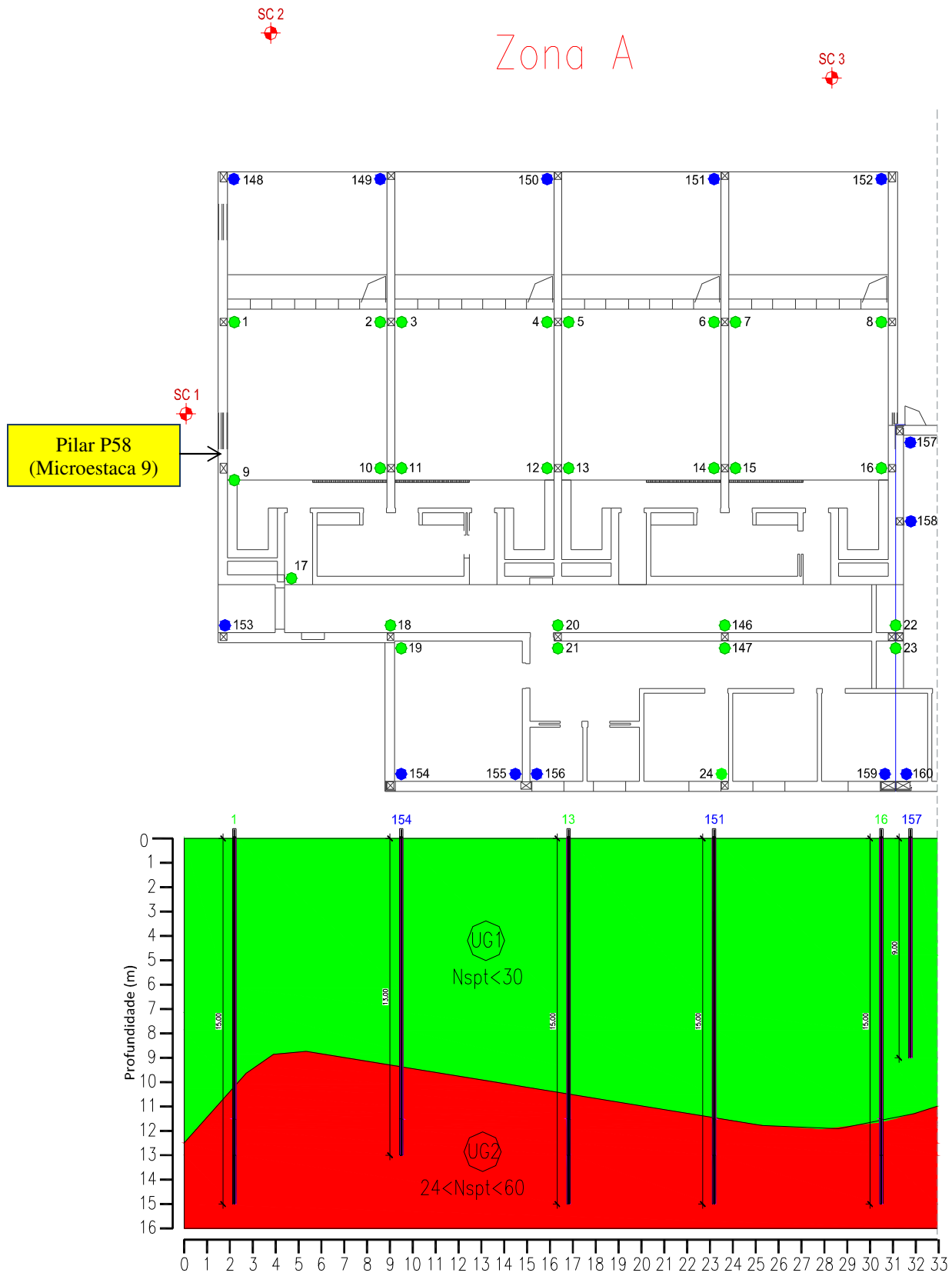


Figura 122 – Planta e Perfil – Zona A - Localização das microestacas.

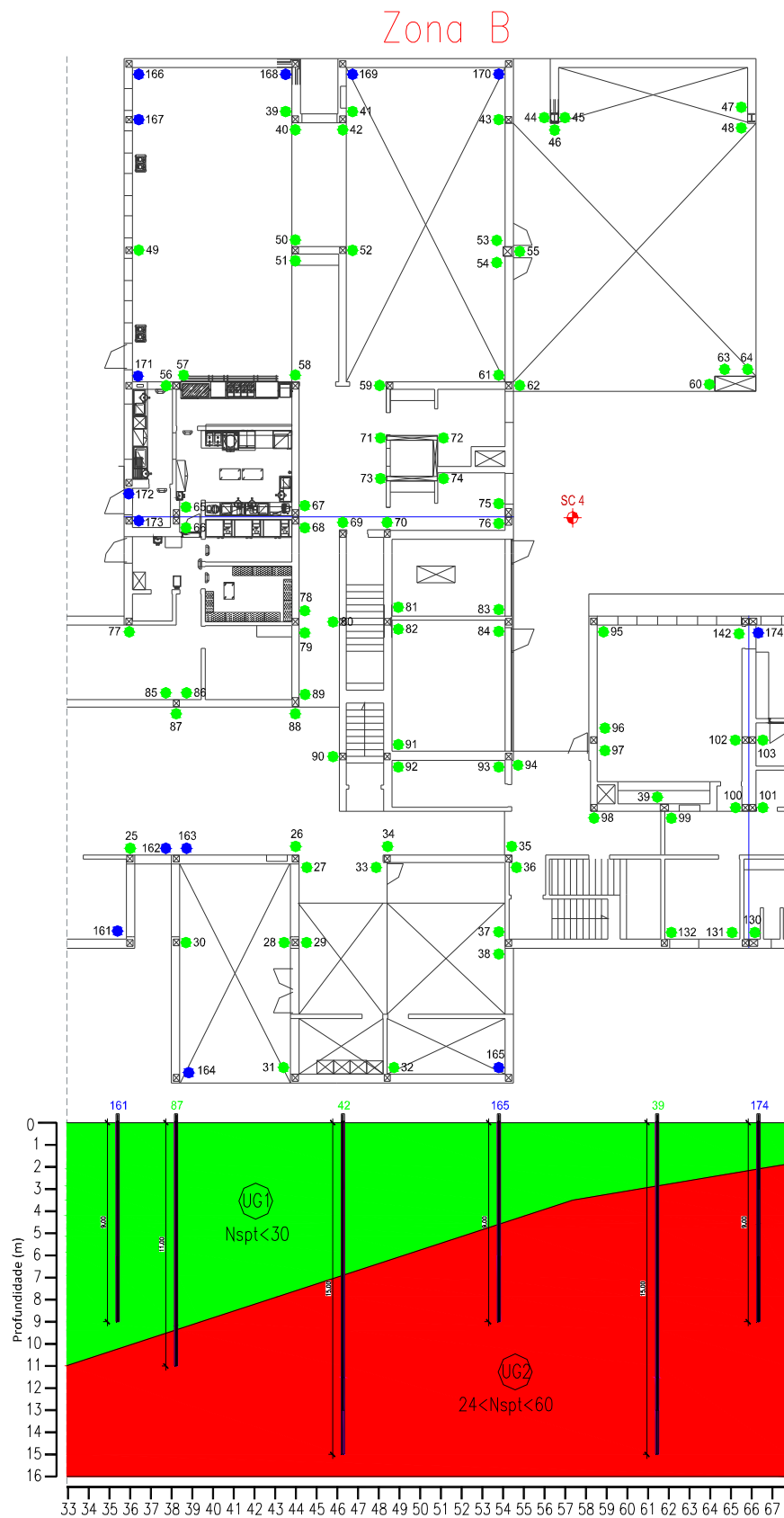


Figura 123 – Planta e Perfil – Zona B - Localização das microestacas.

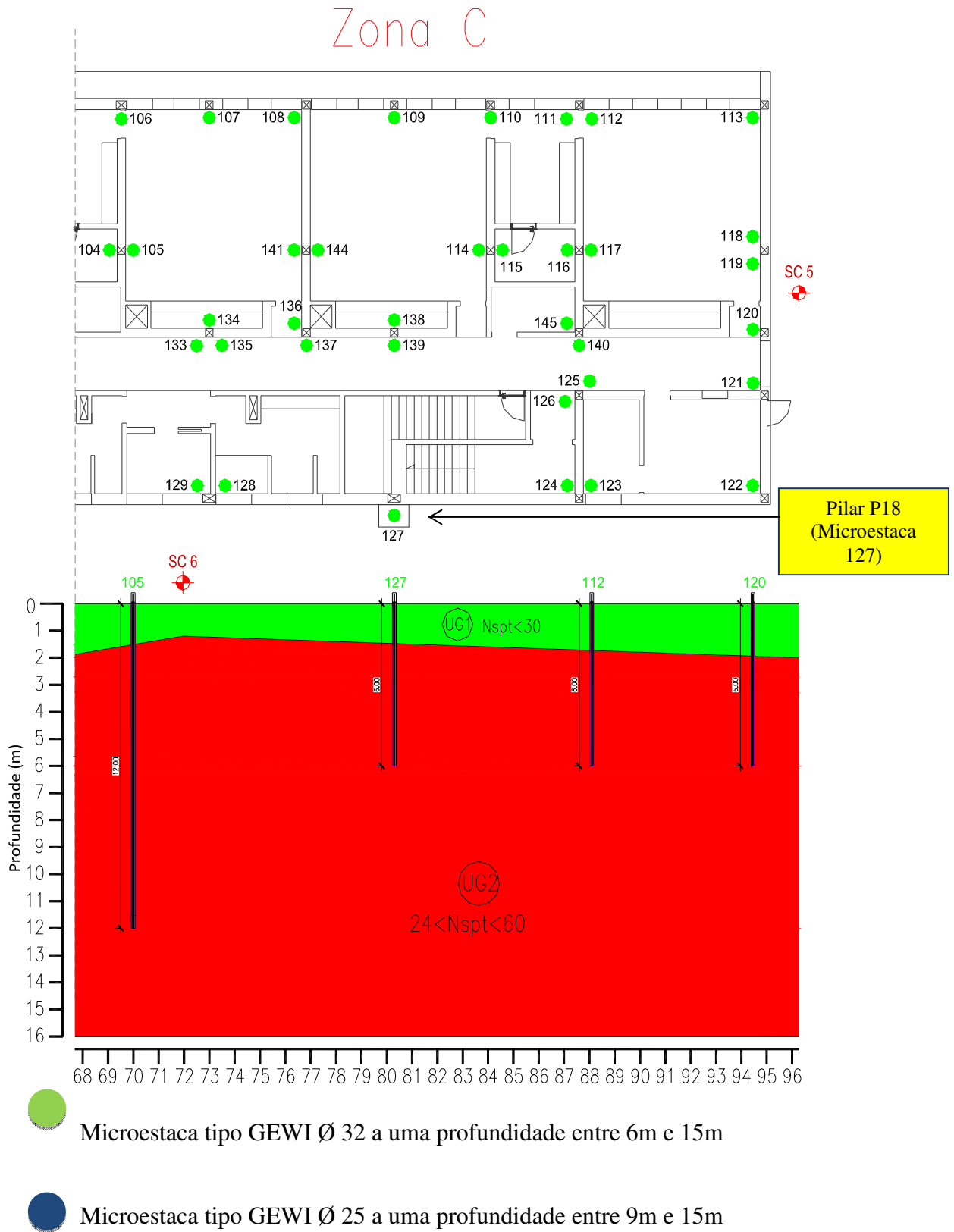


Figura 124 – Planta e Perfil – Zona C - Localização das microestacas.

Na figura 125, pode-se ver-se um corte vertical com a implantação das microestacas.

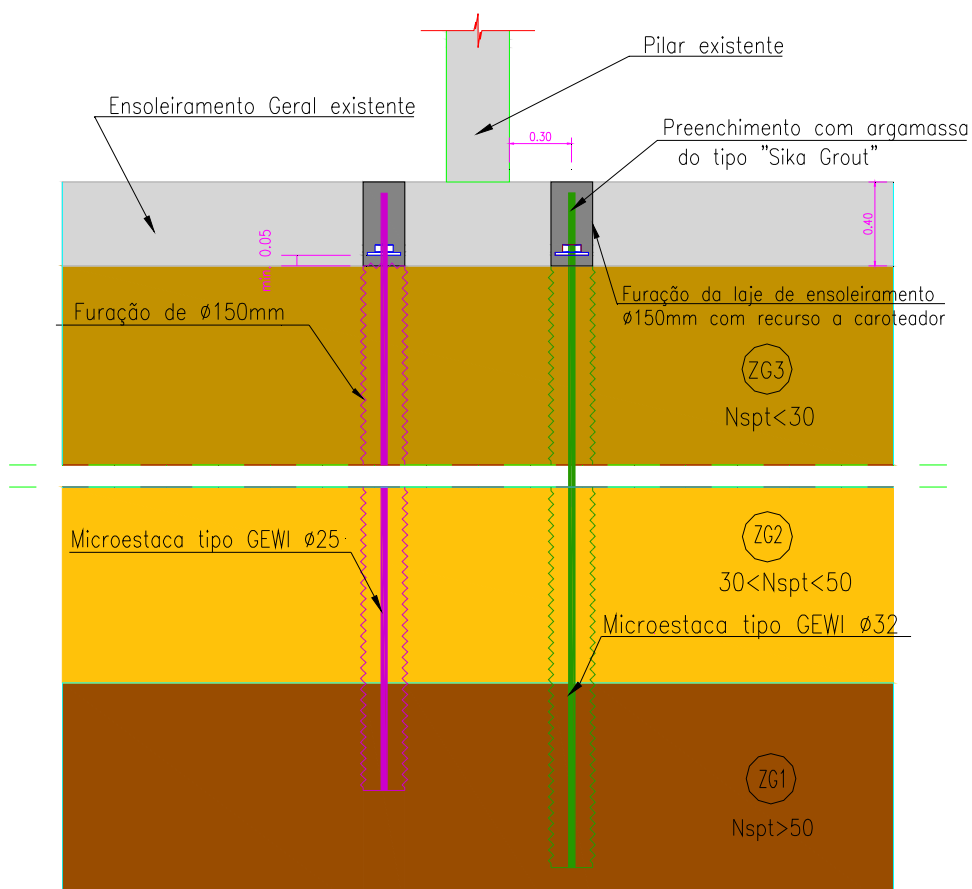


Figura 125 – Corte vertical da fundação. (14)

Na figura 126 pode ver-se o pormenor tipo da solução de recalçamento.

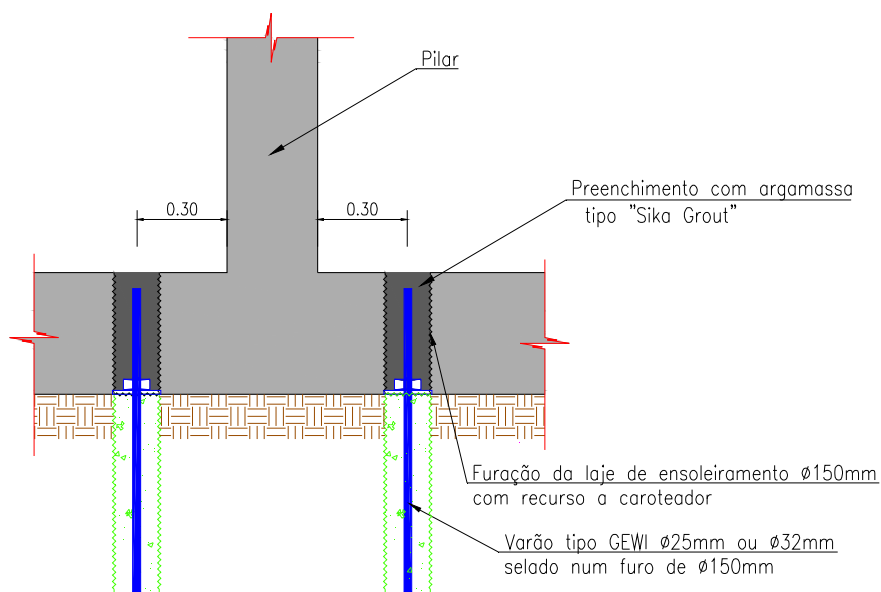


Figura 126 – Pormenor tipo da solução de recalçamento. (14)

3.2.6.8. Amarração das Microestacas

A amarração da maior parte das microestacas, à exceção da microestaca (127) junto ao Pilar 18 e da microestaca (9) junto ao Pilar 58, é feita através de uma chapa circular com um Ø 130 mm e uma espessura de 20 mm, por sua vez é introduzida no varão a uma altura 50 mm da base do ensoleiramento. O aperto da chapa é feito através de uma porca de fixação colocada na parte inferior da chapa e outra na parte superior, sendo posteriormente cheia a carote com a introdução de massa tipo Sika Grout até à superfície da laje, conforme se pode ver na figura 127.

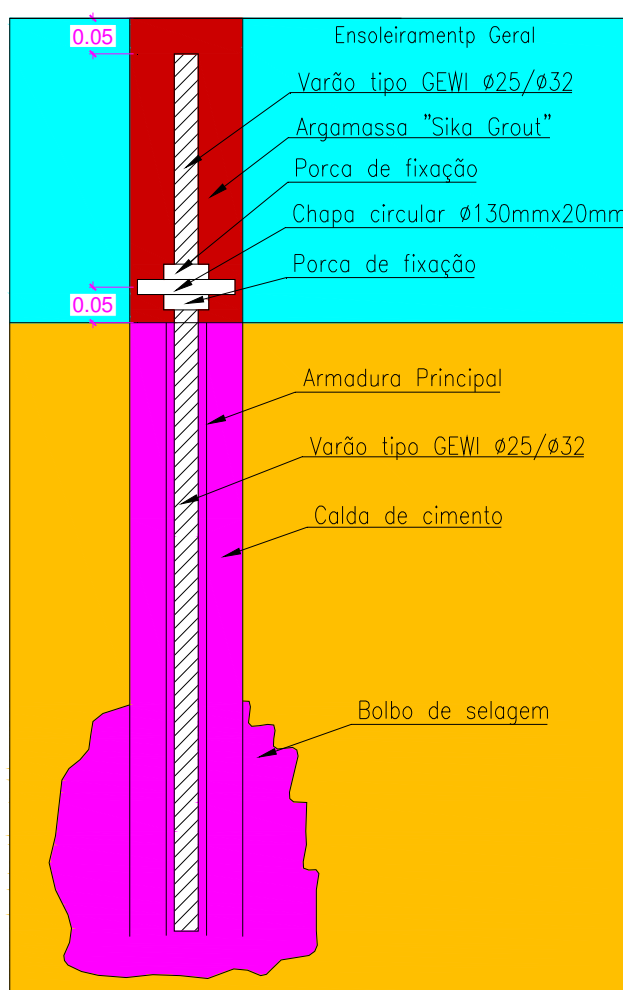


Figura 127 – Pormenor da microestaca com amarração do varão. (14)

3.2.6.9. Amarração da Microestaca (127) ao Pilar 18

A microestaca (127) é a única no exterior do edifício, sendo a sua amarração completamente diferente das outras. A amarração é feita através de uma armação composta por ferros de diâmetro 10 mm e 12 mm que por sua vez é amarrada à microestaca e chumbada ao ensoleiramento geral através de buchas epóxi, como se pode ver nas figuras 128 a 131.

Nos documentos que foram disponibilizados pela fiscalização do dono de obra (CMS), não existe referência ao modo como será realizado o enchimento da armação.

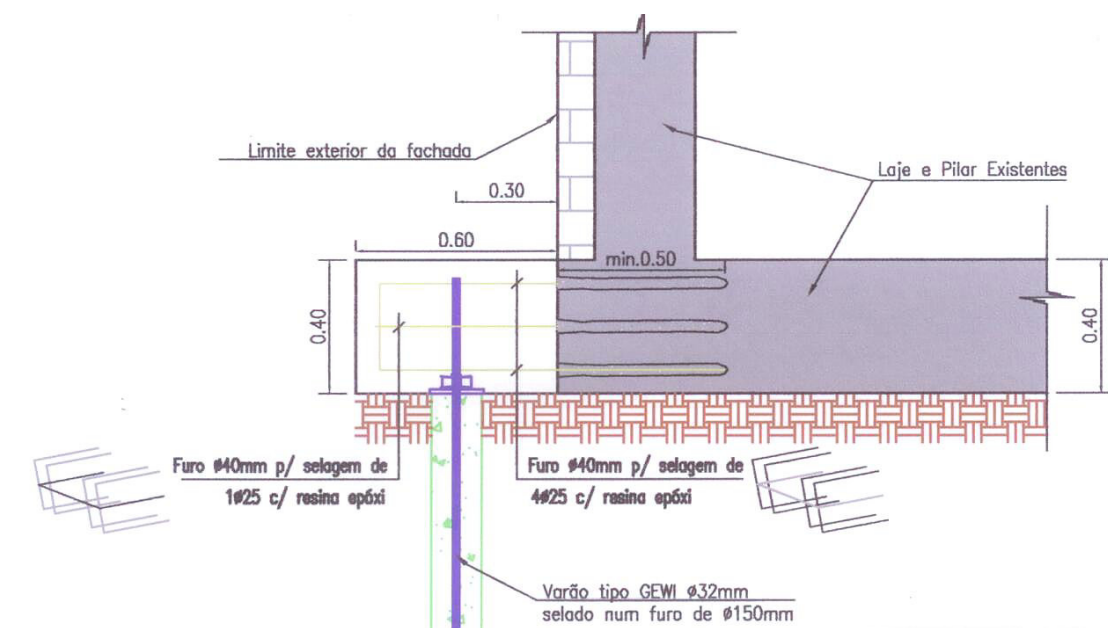


Figura 128 – Corte - Pormenor da amarração da microestaca (127) ao Pilar P18. (12)

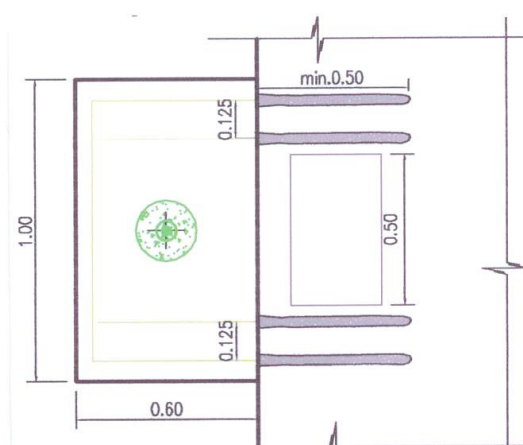


Figura 129 – Planta - Pormenor da amarração da microestaca (127) ao Pilar P18. (14)

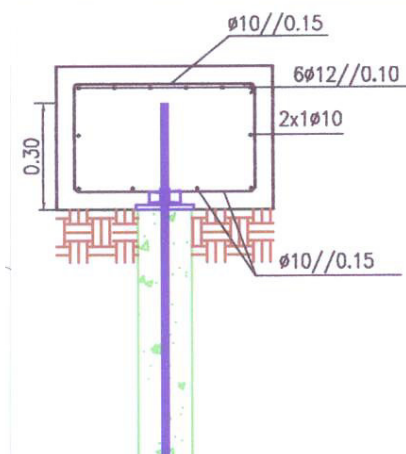


Figura 130 – Corte - Pormenor da amarração da microestaca (127) ao Pilar P18. (14)



Figura 131 – Pormenor da armadura de amarração da microestaca (127) ao Pilar P18.

3.2.6.10. Amarração da Microestaca (9) ao Pilar 58

A amarração da microestaca (9) é realizada recorrendo-se à abertura de quatro furos com diâmetro 50 mm na fachada do edifício onde é introduzido um varão GEWI diâmetro 30 mm com chapa para ligação à estaca. A selagem dos furos é realizada recorrendo à injeção de massa tipo Sika Grout ou equivalente.

Nas figuras 132 a 135 pode ver-se a planta, o corte e duas imagens do pormenor da amarração da microestaca.

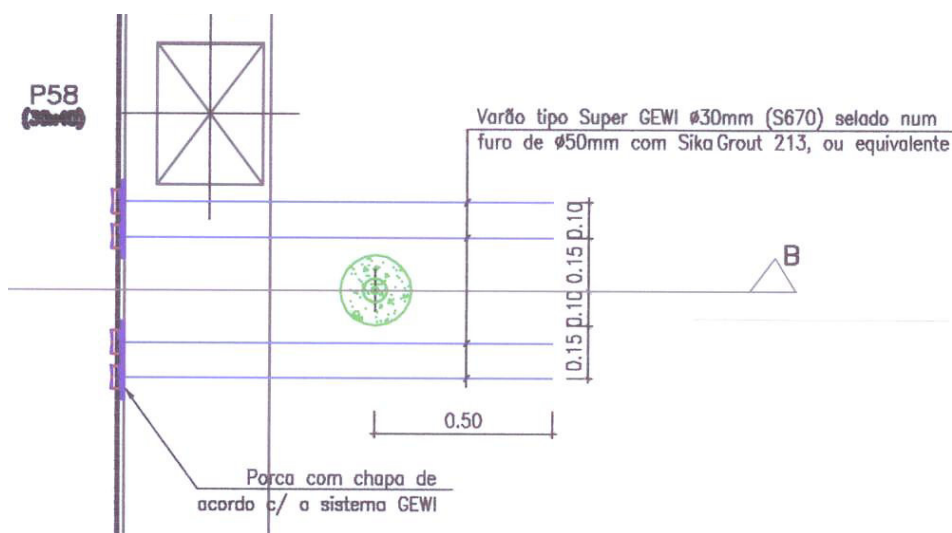


Figura 132 – Planta - Pormenor da amarração da microestaca (9) ao Pilar P58. (14)

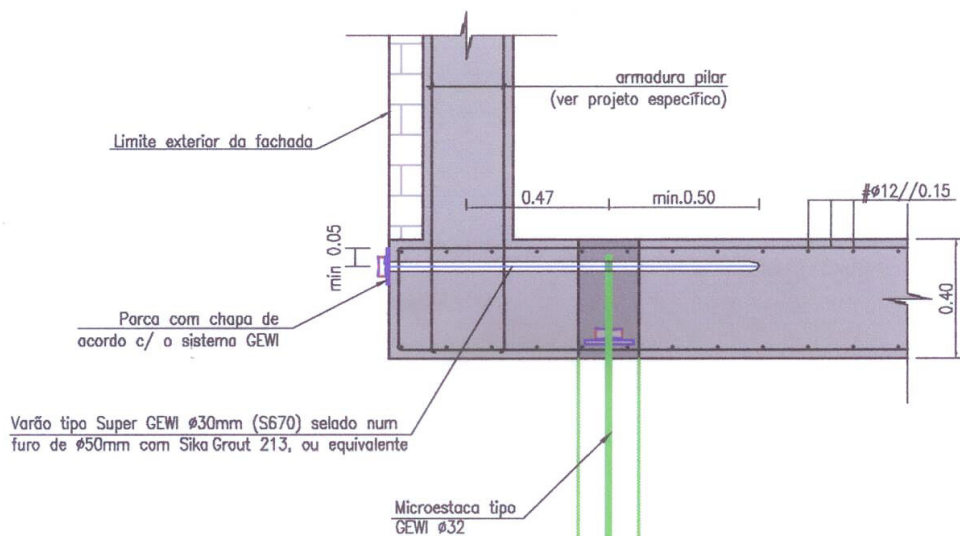


Figura 133 – Corte - Pormenor da amarração da microestaca (9) ao Pilar P58. (14)



Figura 134 e 135 – Pormenores da amarração da microestaca.

3.2.6.11. Processo Construtivo

O processo construtivo proposto, no âmbito das soluções definidas, engloba as seguintes etapas:

- 1) Limpeza de todo o espaço a intervencionar, figura 136.



Figura 136 – Limpeza geral da obra.

- 2) Marcação dos locais, onde vão ser realizados os furos para execução das microestacas, neste caso foram marcados com a ajuda de meios topográficos e sinalizados com tinta, figura 137.



Figura 137 – Marcação das microestacas.

- 3) Execução de carotagens nas lajes de ensoleiramento para realização, através das mesmas, das colunas de calda de cimento, armadas com microestacas, de recalçamento dos edifícios. Se justificável, poderão ser realizados demolições pontuais nas paredes de alvenaria para facilitar o posicionamento dos equipamentos de furação, figuras 138 a 139.



Figura 138 – Abertura das carotes.



Figura 139 – Pormenor do interior da carote.

- 4) Perfuração até à cota de projecto:

Existem dois sistemas de perfuração, com o trado ou varas e bits, neste caso de obra foram utilizados ambos os sistemas de perfuração, dependendo dos terrenos a perfurar. Foi utilizado o trado na perfuração de terrenos argilosos e arenosos e as varas com cabeça de corte em terrenos mais calcários, figuras 140 e 141.

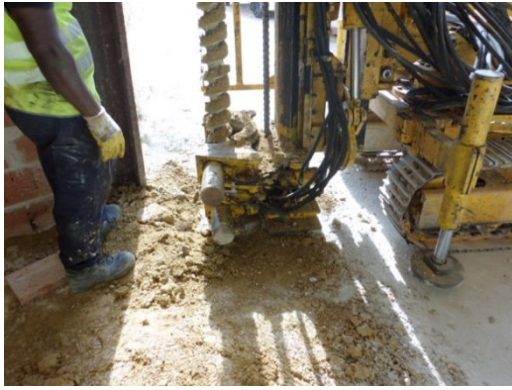


Figura 140 – Perfuração com trado



Figura 141 – Perfuração com varas.

5) Colocação da armadura principal, secundária e tubos para injeção da calda de cimento: [Figuras 142 a 145]



Figura 142 – Armadura principal.



Figura 143 – Armadura principal com os obturadores ara injeção das caldas.



Figura 144 – Armadura secundária – Varão

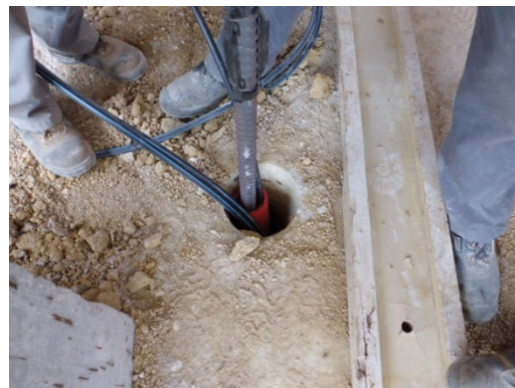


Figura 145 – Colocação da armadura secundária



Figura 146 – Cimento – Preparação da calda de cimento



Figura 147 – Água – Preparação da calda de cimento

6) Execução da calda de cimento:

Colocação do cimento e da água na misturadora, agitar até obter uma mistura homogênea, figuras 146 a 149.

Dos dados disponibilizados pela fiscalização da obra, nenhum documento fazia referência às dosagens utilizadas para a obtenção das caldas.



Figura 148 – Misturadora com bomba injectora – Preparação da calda de cimento.

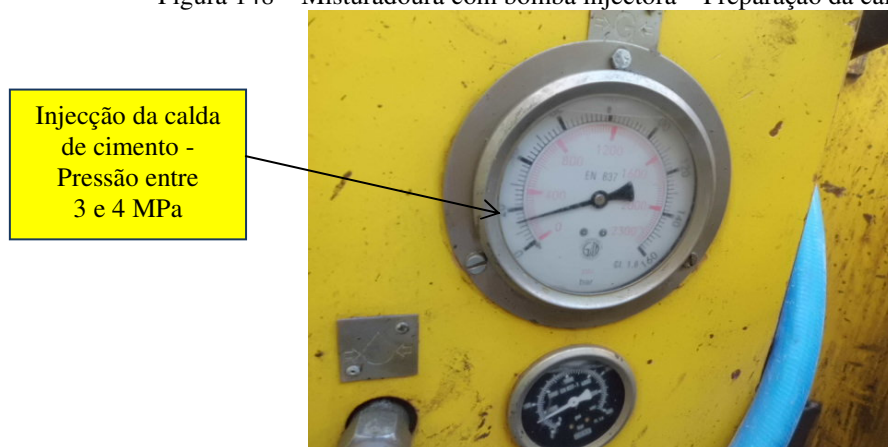


Figura 149 – Pressão - Bomba injectora – Preparação da calda de cimento.

7) Injecção da calda de cimento.

- 1º É realizada uma injecção de preenchimento, executada de baixo para cima sem pressão.
 - 2º Após um período de tempo entre 15 a 20 minutos, antes da primeira calda ter endurecido totalmente, é realizada nova injecção de selagem, com calda de cimento, sob pressão ($<3\text{MPa}$). A injecção faz-se através de obturadores localizados nas secções, ao nível do bolbo de selagem.
- 8) Colocação das porcas de aperto no topo da microestaca e selagem das zonas caroteadas das lajes, com recurso a argamassa do tipo Sika Grout, figura 150.



Figura 150 – Selagem das zonas caroteadas.

3.2.6.12. Plano de Instrumentação e Observação

Como forma de validar o bom desempenho das soluções propostas, foi elaborado e aplicado um Plano de Instrumentação e Observação.

O Plano de Instrumentação e Observação proposto, ferramenta particularmente vocacionada para a prevenção e para a gestão de riscos, tem como objectivos:

- garantir a realização em condições de segurança e de economia, dos trabalhos relativos ao reforço por recalçamento dos edifícios;
- analisar o comportamento durante e após a execução da obra.

- Grandezas a Medir

O Plano de Instrumentação e Observação proposto deve permitir a medição, dos deslocamentos verticais das estruturas recalçadas, depois dos trabalhos relativos à execução das operações de recalçamento.

- Meios de Medição

Os meios utilizados na medição das grandezas descritas no ponto anterior são vinte réguas topográficas em aço inox, fixas na vertical nos pilares a recalçar. A fixação das réguas é feita com recurso a resina, a cerca de 1,5 m de altura, figuras 151 e 152.



Figura 151 – Régua topográfica.



Figura 152 – Pormenor, régua topográfica.

- Localização dos Meios de Medição

As réguas topográficas foram colocadas à volta do edifício de forma a abranger todo o perímetro do mesmo, permitindo a realização de leituras e uma análise mais fidedigna, figura 153.

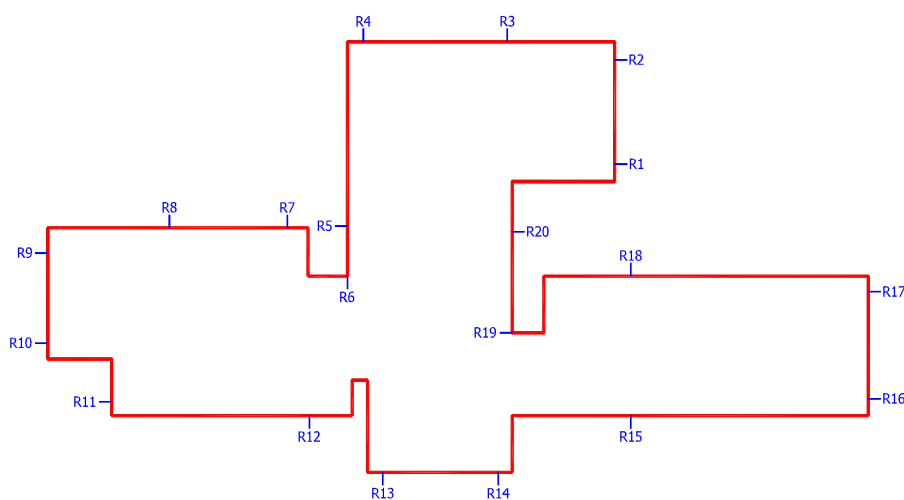


Figura 153 – Localização das réguas topográficas.

- Frequência das leituras

Atendendo às características da obra e ao seu desenvolvimento, preconiza-se que a leitura das réguas topográficas seja realizada com uma frequência não superior a 15 dias.

- Critérios de Alarme

Tendo por base o comportamento estimado para a estrutura recalçada, são propostos os seguintes critérios de alerta e de alarme:

- a) Critério de alerta: deslocamentos verticais superiores a 20 mm;
- b) Critério de alarme: deslocamentos verticais superiores a 40 mm.

- Medidas de Reforço

Caso haja necessidade de medidas de reforço, por terem sido atingidos os critérios de alarme, estas devem ser analisadas individualmente, mas poderão compreender entre outras, execução adicional de microestacas ou o reforço do sistema de drenagem periférico do edifício.

- Análise das Leituras de Monitorização

Após a colocação das réguas topográficas, foram realizadas seis leituras, tendo a primeira ocorrido no dia treze de Dezembro de 2013, e a última no dia dezassete de Março de 2014, como se pode ver no quadro, anexo III - III.34.

Da análise às leituras, anexo III – III.34, podemos concluir, que o edifício nunca estabilizou, pois os valores obtidos foram sempre diferentes. No entanto, nada de muito significativo, pois não foram atingidos os limites de alerta e alarme.

Verificando os valores absolutos máximos respeitantes à leitura final (diferença entre a primeira leitura e a última leitura), verifica-se que foi na zona onde se encontra colocada a régua topográfica R19 que o deslocamento vertical foi menor, com um valor absoluto máximo de cerca 0,5 mm, enquanto na zona da régua topográfica R4, foi onde se verificou um deslocamento vertical maior, com valores absolutos máximos de 5 mm.

A projecção dos valores obtidos nas leituras da régua R4 encontram-se projectados no gráfico da figura 154.

Na figura 155 pode ver-se um dos testemunhos colocados para medição da evolução das fissuras.

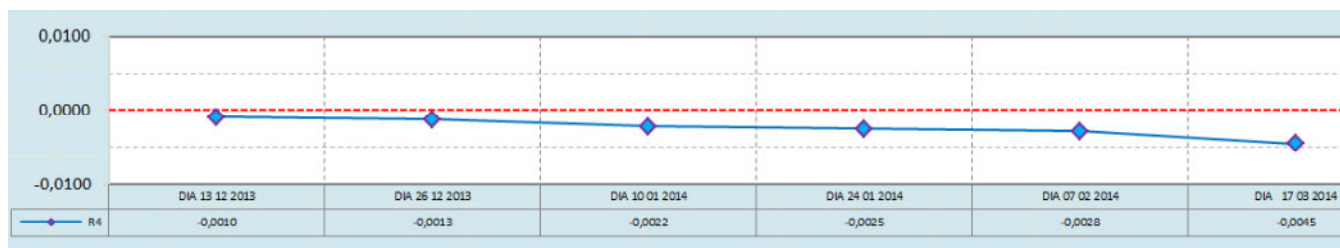


Figura 154 – Monitorização da régua topográfica R4. (14)



Figura 155 – Testemunho em gesso colocado na zona de régua topográfica R14

3.2.6.13. Conclusões

Tendo por base o descrito anteriormente, considera-se que as soluções de reforço, por recalçamento, das fundações adoptadas nos edifícios do Centro Escolar do Sacapeito, apresentam, até à data, um desempenho positivo, de acordo com o estimado na fase de projecto. No entanto, embora os deslocamentos verticais estejam longe dos valores de alerta, seria conveniente, prolongar as monitorizações por mais algum tempo, como forma de assegurar que o edifício estabiliza definitivamente.

Reforça-se que o edifício está implantado em solos bastante instáveis, e se a opção for de prosseguir com a obra antes da estabilização, poderão ocorrer incidentes no futuro com acréscimo de custos e riscos materiais.

3.2.6.14. Análise ao Projecto de Recalçamento de Fundações

Da análise ao projecto de recalçamento ficam algumas dúvidas sobre a eficácia da solução e sobre a coerência do projecto.

Nas recomendações finais do estudo geológico-geotécnico é sugerido o tratamento/recalçamento das fundações, recorrendo a microestacas de modo a que as cargas transmitidas e a transmitir pelos edifícios possam passar a mobilizar os terrenos competentes da unidade geotécnica UG2, onde ocorrem valores de N_{SPT} entre 24 e 60.

No entanto, ao analisar o perfil Geológico-Geotécnico verifica-se que existem algumas microestacas que não mobilizam terrenos competentes da unidade geotécnica UG2, ficando pela UG1, onde os valores de N_{spt} são baixos. Mais concretamente as microestacas 157, 158, 159, 161, 162, 163 e 164 implantadas a uma profundidade de 9m, como se pode ver nas figuras 156 e 157. É de realçar que as microestacas 157 e 158 ficam muito próximas da zona onde ocorreu o abatimento de solo.

Assim, pode-se concluir que algumas das microestacas, nomeadamente as referidas anteriormente, podem não estar a fazer o efeito desejável, de reforço da fundação.

A amarração das microestacas ao ensoleiramento geral, apenas feito através da argamassa de selagem do tipo Sika Grout ou equivalente, parece ser insuficiente. Como foi referido anteriormente os solos de fundação são muito instáveis, caso haja a ocorrência de um abalo sísmico, esta solução poderá ser insuficiente, havendo grande probabilidade das microestacas se soltarem.

A análise que se faz ao projecto de recalçamento das fundações é baseada em documentos disponibilizados pelo fiscal da empreitada e representante do dono de obra (Câmara Municipal de Santarém).

Na figura 156 e 157 pode ver-se, com clareza que as microestacas 157, 158, 159, 161, 162, 163 e 164 implantadas a uma profundidade de 9 m, não mobilizam terrenos competentes da unidade geotécnica UG2, não cumprindo as recomendações finais da proposta de melhoramentos.

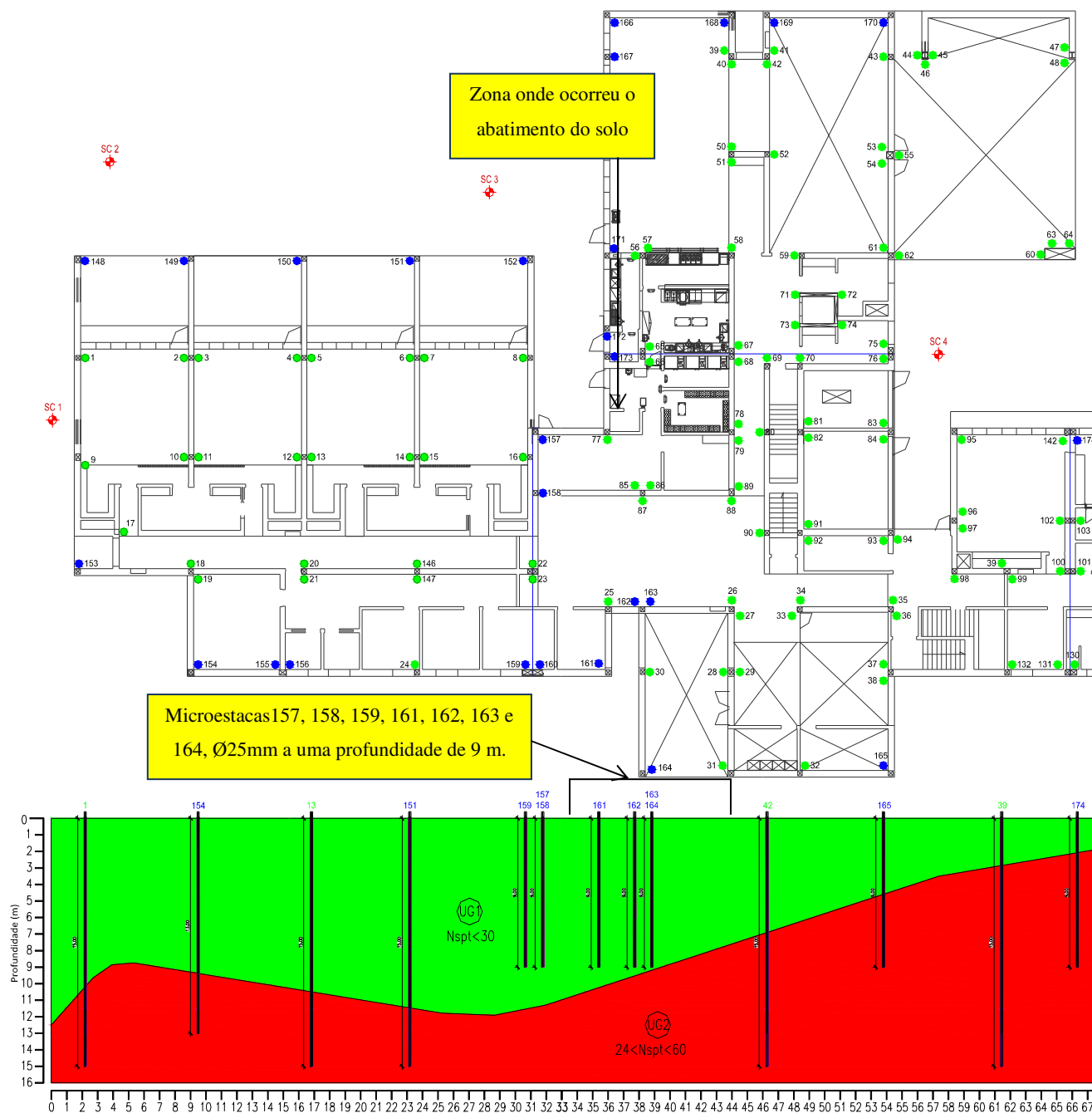


Figura 156 – Planta e perfil geológico-geotécnico com a marcação das microestacas 157, 158, 159, 161, 162, 163 e 164, profundidade de 9 m.

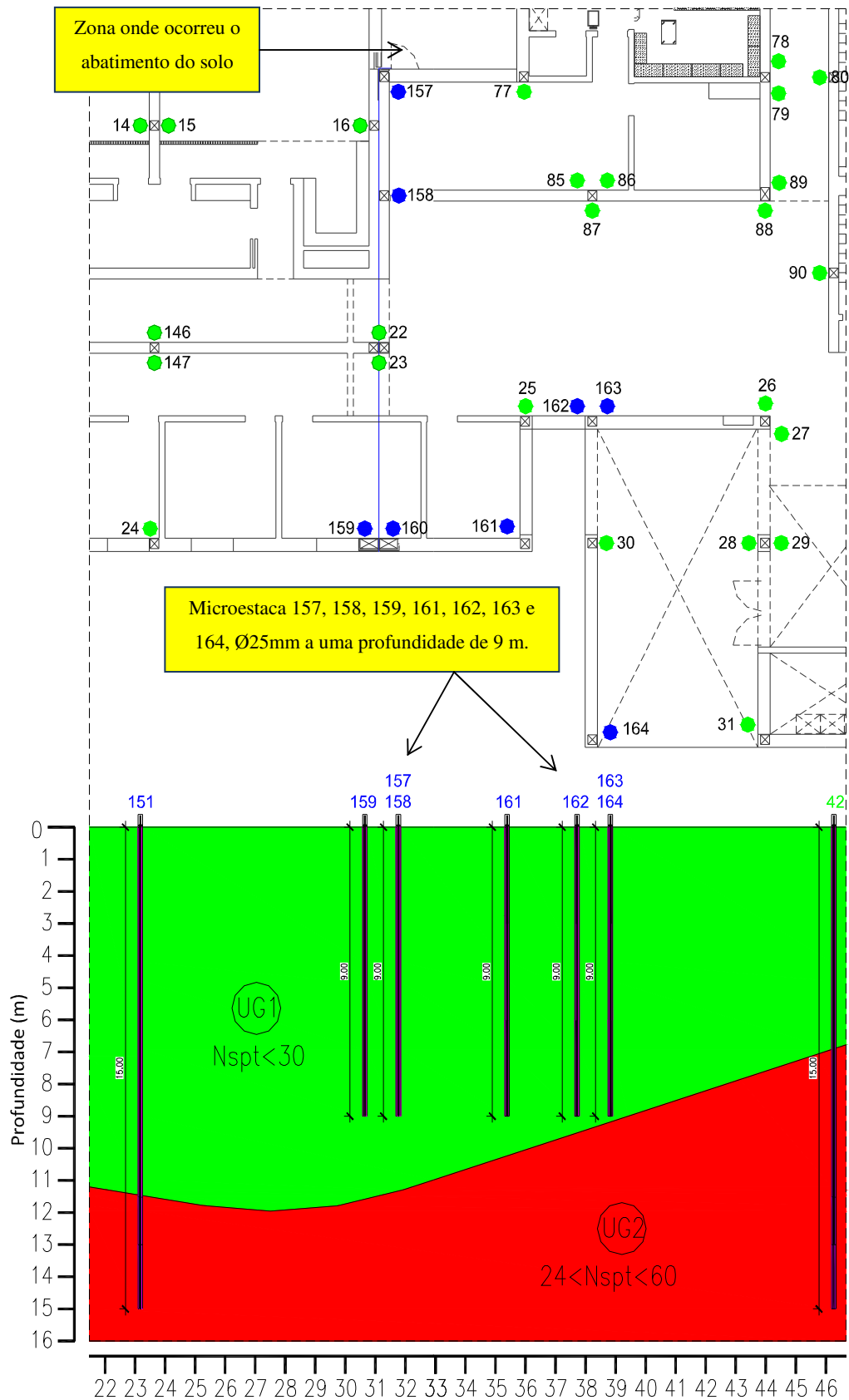


Figura 157 – Pormenor – Planta e perfil geológico-geotécnico com a marcação das microestacas 157, 158, 159, 161, 162, 163 e 164, profundidade de 9 m.

3.2.6.15. Proposta de Melhoramento

- Sondagens

Das seis sondagens efectuadas, não foi realizada nenhuma sondagem no local do abatimento. Talvez fossem úteis pelo menos mais duas sondagens, uma mais próximo do local onde ocorreu o abatimento, e outra junto ao alçado sul. Com estas duas sondagens seria possível obter uma informação mais real e fidedigna, tanto da zona onde ocorreu o abatimento como de zonas limitrefes.

Na figura 158 é apresentada uma planta com a marcação dos dois pontos de sondagem propostos.

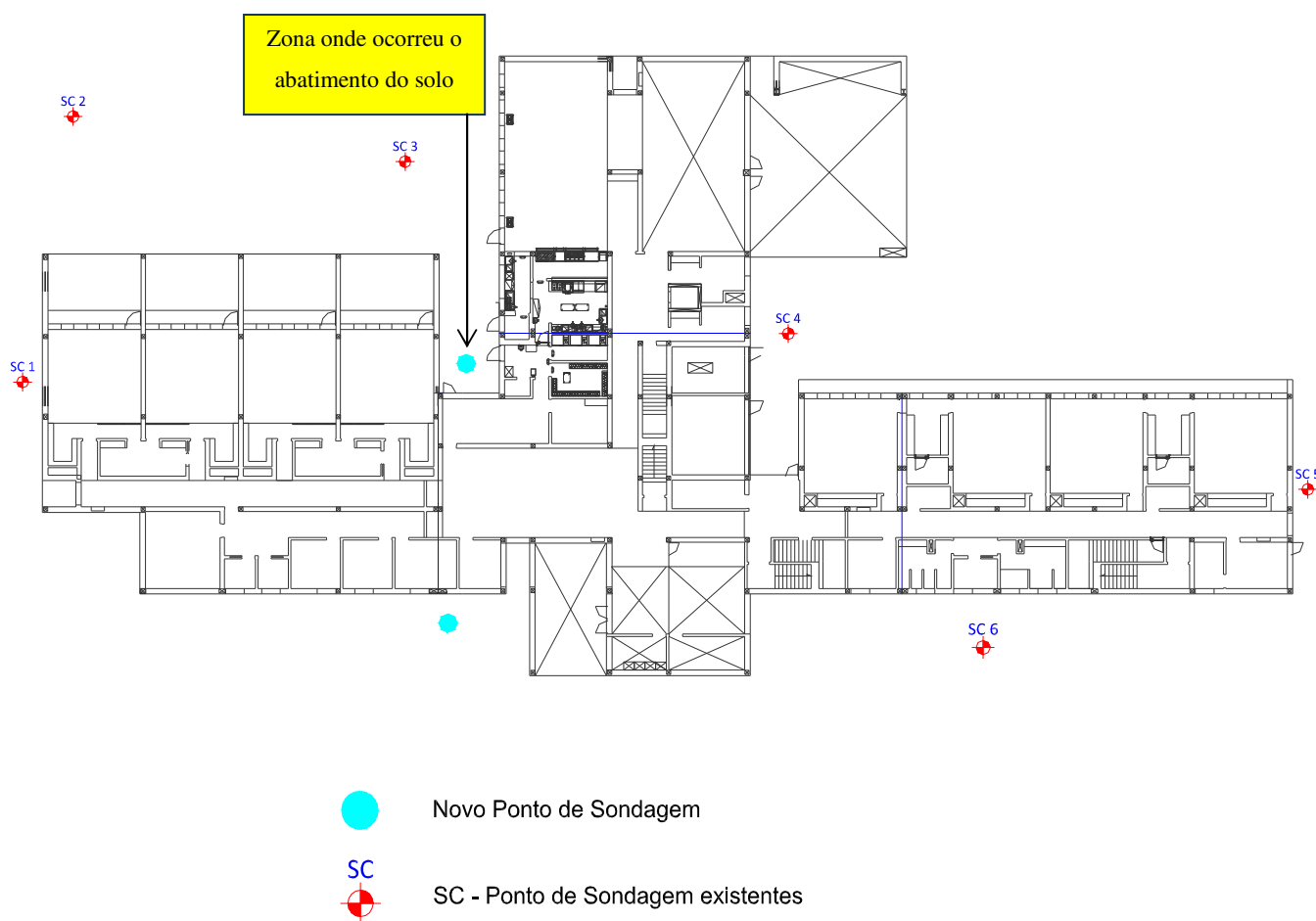


Figura 158 – Localização dos novos pontos de sondagem.

- Recalçamento das Fundações

Da análise ao projecto de tratamento/recalçamento das fundações conclui-se que as microestacas deveriam mobilizar os terrenos competentes da unidade geotécnica UG2, onde ocorrem valores de N_{SPT} entre 24 e 60, conforme recomendações finais do estudo geológico-geotécnico. Assim, deveria manter-se o projecto de execução inicial de 174 microestacas distribuídas por vários pontos do edifício executado, apenas com a alteração das microestacas implantadas a 9 m de profundidade, passando para 14 m de profundidade. Na figura 159 é apresentada uma planta com a marcação das microestacas a 14 m de profundidade.

- Amarração das Microestacas

Na amarração das microestacas ao ensoleiramento geral, uma das soluções possíveis, seria a abertura de uma carote com um diâmetro e a uma profundidade de 300 mm, colocação de uma chapa metálica de diâmetro 280 mm e espessura 20 mm em torno do varão e esta amarrada ao ensoleiramento geral através de parafusos e buchas químicas epoxy, como se pode ver nas figuras 160 e 161.

- Amarração da Microestaca (127) ao Pilar 18

A microestaca (127) é a única no exterior do edifício, sendo a sua amarração completamente diferente das outras. A amarração é feita através de uma armação composta por ferros de diâmetro 10 mm e 12 mm que por sua vez é amarrada à microestaca e chumbada ao ensoleiramento geral através de buchas epóxi. Conforme se pode verificar pelas fotos (tiradas no dia dois de Setembro de 2014), esta encontra-se por concluir, faltando a ligação à superestrutura (ensoleiramento geral), como se pode ver na figura 131. Estranha-se este facto, pois o processo de monitorização foi realizado entre Dezembro de 2013 e Março de 2014, levando-me a concluir que esta microestaca, de momento, nada faz na obra, nem entrou nas leituras de monitorização. Nos documentos disponibilizados pela fiscalização do dono de obra (CMS) não existe referência ao procedimento para execução do enchimento da armação. Uma das soluções possíveis passaria por fazer a amarração da microestaca com ferros diâmetro 10 mm, colocação de uma cofragem (tipo caixa) em redor da armação, sendo posteriormente cheia até à cota superior do ensoleiramento geral com massa tipo Sika Grout, como se pode ver nas figuras 162 a 164.

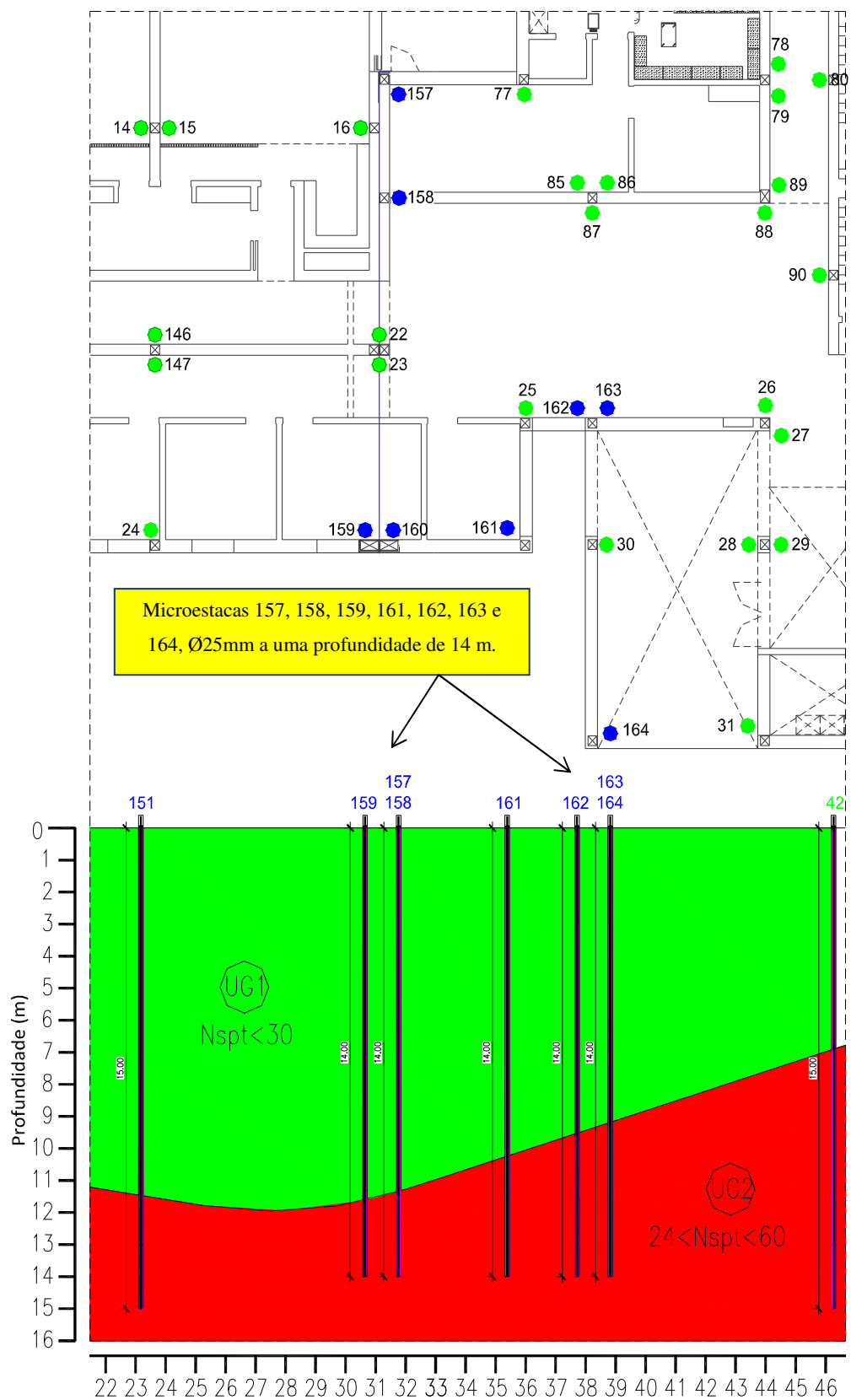


Figura 159 – Pormenor – Proposta de melhoria - Planta e perfil geológico-geotécnico com a marcação das microestacas implantadas a uma profundidade de 14 m.

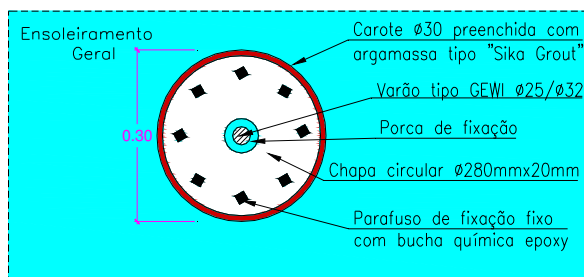


Figura 160 – Planta – Pormenor da amarração da microestaca – Poposta melhoramento.

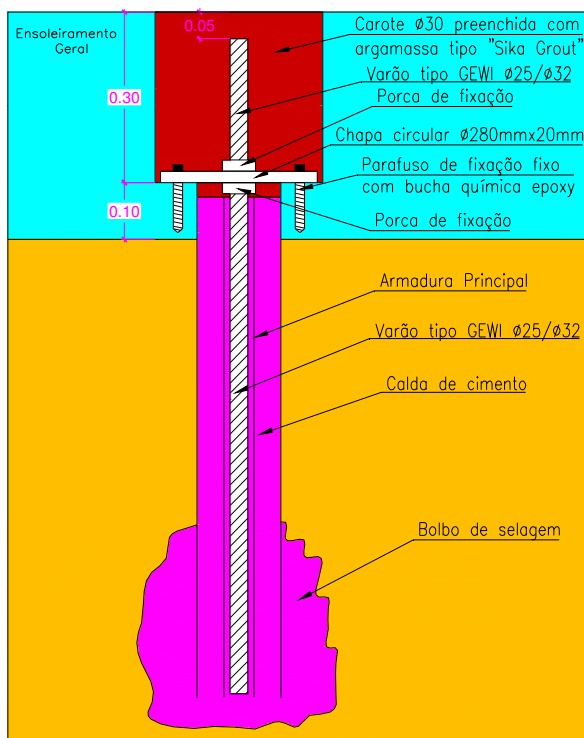


Figura 161 – Perfil – Pormenor da amarração da microestaca – Proposta melhoramento.

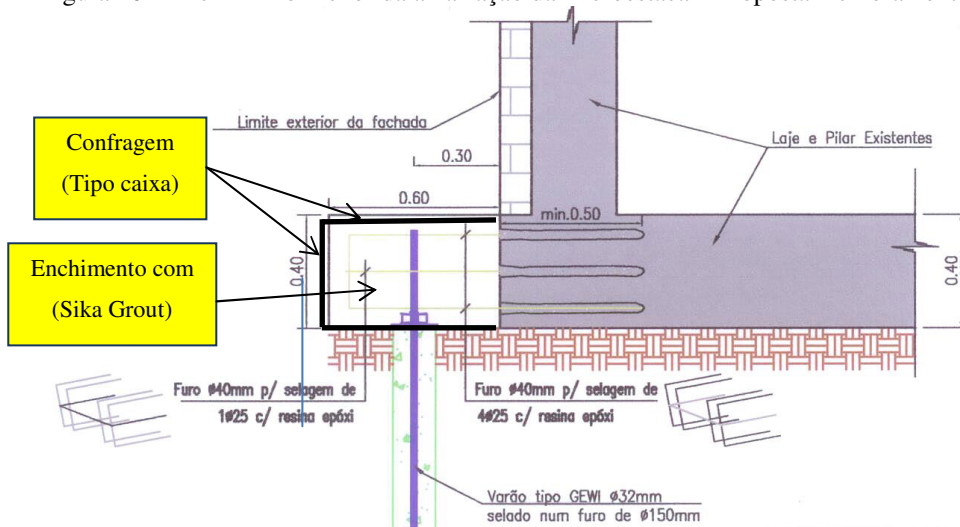


Figura 162 – Corte – Pormenor da amarração da microestaca (127) ao Pilar P18 – Proposta melhoramento
[131]

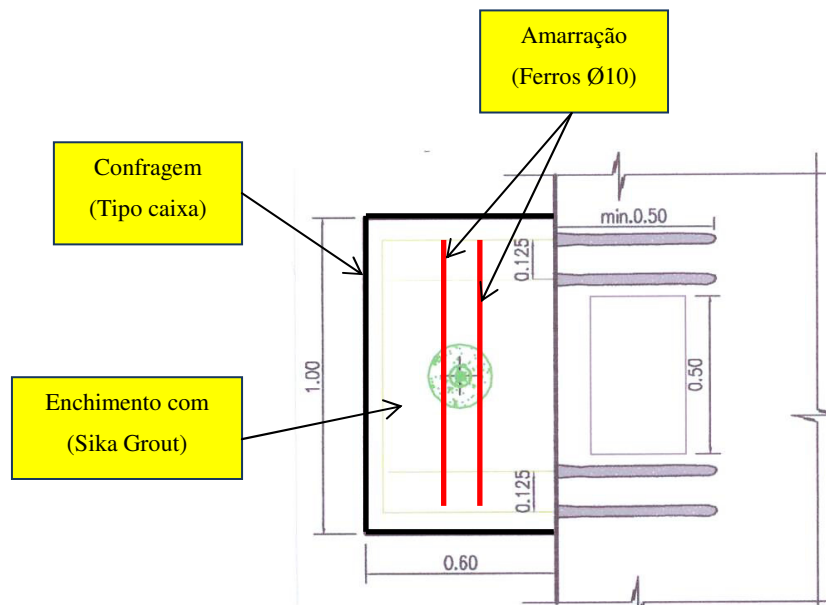


Figura 163 – Planta – Pormenor da amarração da microestaca (127) ao Pilar P18 – Proposta melhoramento [132, 133]

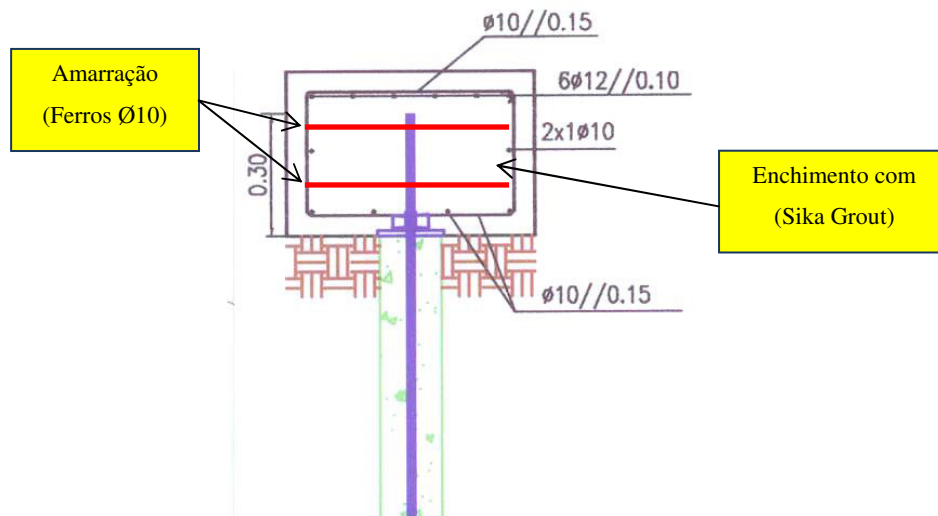


Figura 164 – Corte – Pormenor da amarração da microestaca (127) ao Pilar P18 – Proposta melhoramento [132]

4. Conclusão

Santarém sempre teve um papel primordial na história de Portugal, dada à sua centralidade no país e localização, sobre uma encosta que a tornava quase inacessível para quem a almejasse conquistar. Ao longo dos anos foi perdendo sua importância, muito devido ao desenvolvimento das vias e à aproximação de Lisboa, que arrastou grande parte do tecido industrial para lá, contudo, como cidade capital nunca deixou de ter um papel fundamental na região do ribatejo. Santarém fica assente sobre um maciço calcário, terreno de base sólida para construção, não sendo necessárias grandes profundidades para se atingir um bom solo de fundação. Contudo, com o crescimento da construção principalmente nos últimos 50 anos, e com a escassez de terrenos propícios para esse fim, foi-se construindo nas encostas e feito aterros como forma de combater essa mesma escassez. Os aterros nem sempre foram feitos da melhor forma, com a base, pouco sólida e mal compactada, viu crescer construções sem a preocupação de um estudo geológico-geotécnico aprofundado.

A instabilidade das encostas tem sido uma preocupação permanente para autarcas e população há várias décadas. O projecto que aqui se apresenta, tem o mérito de ser global, na expectativa de resolver situações mais urgentes que já envolvem risco para populações e infraestruturas.

O Centro Escolar do Sacapeito é um perfeito exemplo da realidade que se descreve. Foi um edifício projectado e construído numa zona de aterro, sem um estudo geológico-geotécnico inicial profundo. Durante a fase de construção sofreu um abatimento do solo que provocou variados danos em toda a estrutura, o que atrasou e encareceu a obra ao ponto da população não acreditar na sua conclusão. A maior parte dos projectos desenvolvidos por todo o país, salvo raras excepções, dispensa um estudo geológico-geotécnico dos terrenos, muito devido à cultura dos construtores e alguns agentes ligados ao sector, cuja principal preocupação é a de construir a baixo custo deixando de parte a qualidade das construções. Aos poucos já se começa a sentir o reverso desta situação, devido à maior exigência da legislação, assim como à maior informação do comprador/utilizador, que cada vez mais procura a qualidade em detrimento do barato.

Como em todos os trabalhos este também apresentou dificuldades que não queria deixar de salientar. A falta de apoio, e as dificuldades no acesso à obra, impediram o acompanhamento da empreitada do Centro Escolar do Sacapeito de forma tão assídua e regular como eu tinha planeado e gostaria de ter concretizado.

Referências Bibliográficas

- (1) Câmara Municipal de Santarém, “Cidade e as suas muralhas, história de um povo”, 1995
- (2) Intranet, Câmara Municipal de Santarém (acedido em setembro 2013).
- (3) Câmara Municipal de Santarém, “Urbi Scallabis”, 2009
- (4) Google Earth.
- (5) CCDR-LVT, “A Região de Lisboa e Vale do Tejo em Números”, Dezembro 2009, Nuts III.
- (6) Instituto Nacional de Estatística (INE) - Censos 2011
- (7) Câmara Municipal de Santarém, “Olhar o Concelho”, estudo estatístico.
- (8) Plano Director Municipal de Santarém, “Relatório”, Março 1995
- (9) JETSJ, Geotecnia, “Projecto Global de Estabilização das Encostas de Santarém”
- (10) MENDONÇA, Pedro, Implénitus, “Projecto de Arquitectura do Centro Escolar do Sacapeito”
- (11) ISAQUE, Samuel, “Projecto de Estruturas do Centro Escolar do Sacapeito”
- (12) JETSJ – Geotecnia, “Estudo Geológico-Geotécnico do Centro Escolar do Sacapeito”
- (13) ROCHA, Manuel, “Mecânica das Rochas”, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1981.
- (14) Geocontrolo, Geotécnica e Estruturas de Fundação, SA, “Projecto de Estabilização das Fundações do Centro Escolar do Sacapeito”
- (15) CARDOSO, Mário Sousa, “As Muralhas de Santarém – Interpretação e Enquadramento Histórico – Arqueológico”, Câmara Municipal de Santarém, 2001.
- (16) COELHO, Silvério, “Tecnologia de Fundações”, edições EPGE.
- (17) Eurocódigo 2, “Projecto de Estruturas de Betão”,
- (18) Eurocódigo 7, “Projecto Geoténico”.

- (19) Eurocódigo 8 “Projecto de Estruturas para Resistência aos Sismos”, EN1998-5: Fundações, estruturas de contenção e aspectos geotécnicos.
- (20) BRITO, José Luís Welwy de, “Fundações do Edifício”, São Paulo. EPSUSp, 1987.
- (21) APPLETON, Júlio, “Estruturas de Betão”, Volume 1. Editora Orion., 2013.
- (22) MASCARENHAS, Jorge, “Sistemas de Construção” - Volume II, 5ª ed., Livros Horizonte, 2007.
- (23) Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de água e de Drenagem de Águas Residuais.
- (24) Available: <http://www.ttt.ipt.pt/index.php?nivel=2&m=49#>. [Acedido em 29 Março 2013].
- (25) Available: <http://www.canonigos.org/2010/11/09-novembro-2010-santa-iria/>. [Acedido em 29 Março 2013].
- (26) Decreto n.º 35 532, DG, I Série, n.º 55, de 15-03-1946.
- (27) Available: <http://tcliente.tecnocrete.pt/listagemmateriais.asp>. [Acedido em 12 Abril 2013].
- (28) Projeto de Intervenção do Convento de Santa Iria, 2012.

Anexos

Anexo I

Mapas com a caracterização de Santarém/Concelho

 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Caracterização de Santarém/Concelho	Anexo I.1
 Mapa com os vários distritos de Portugal Continental. (2)		

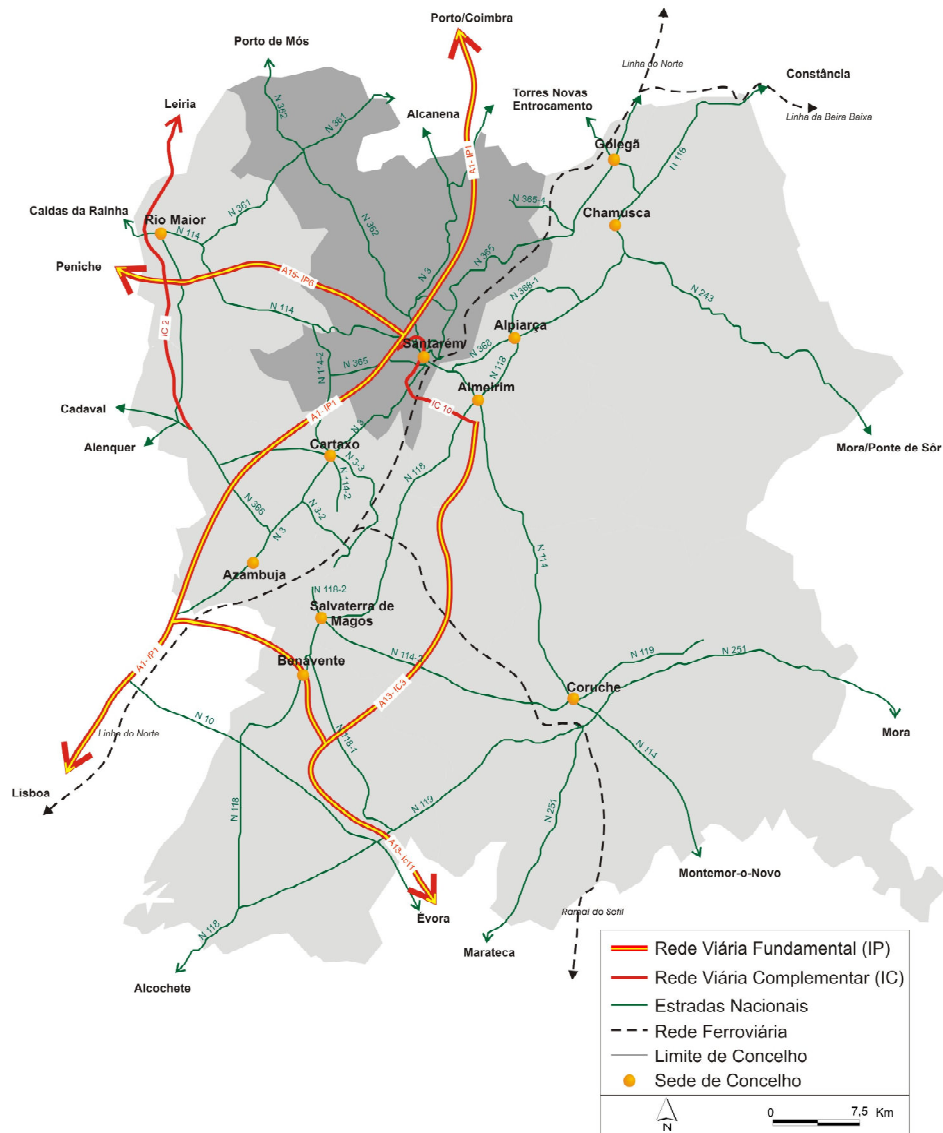




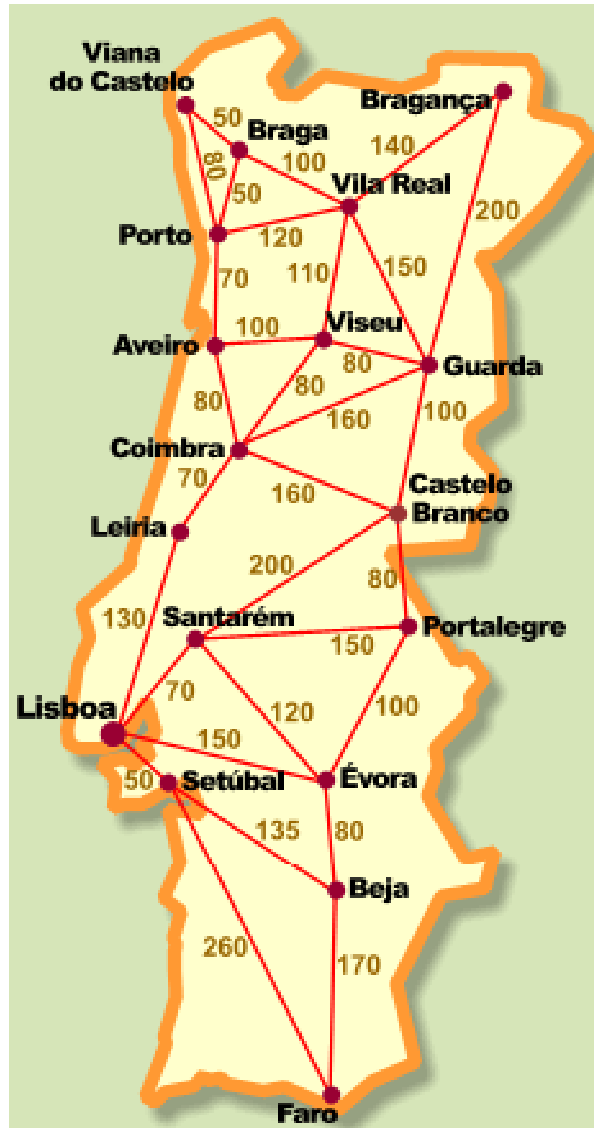
Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Caracterização de Santarém/Concelho

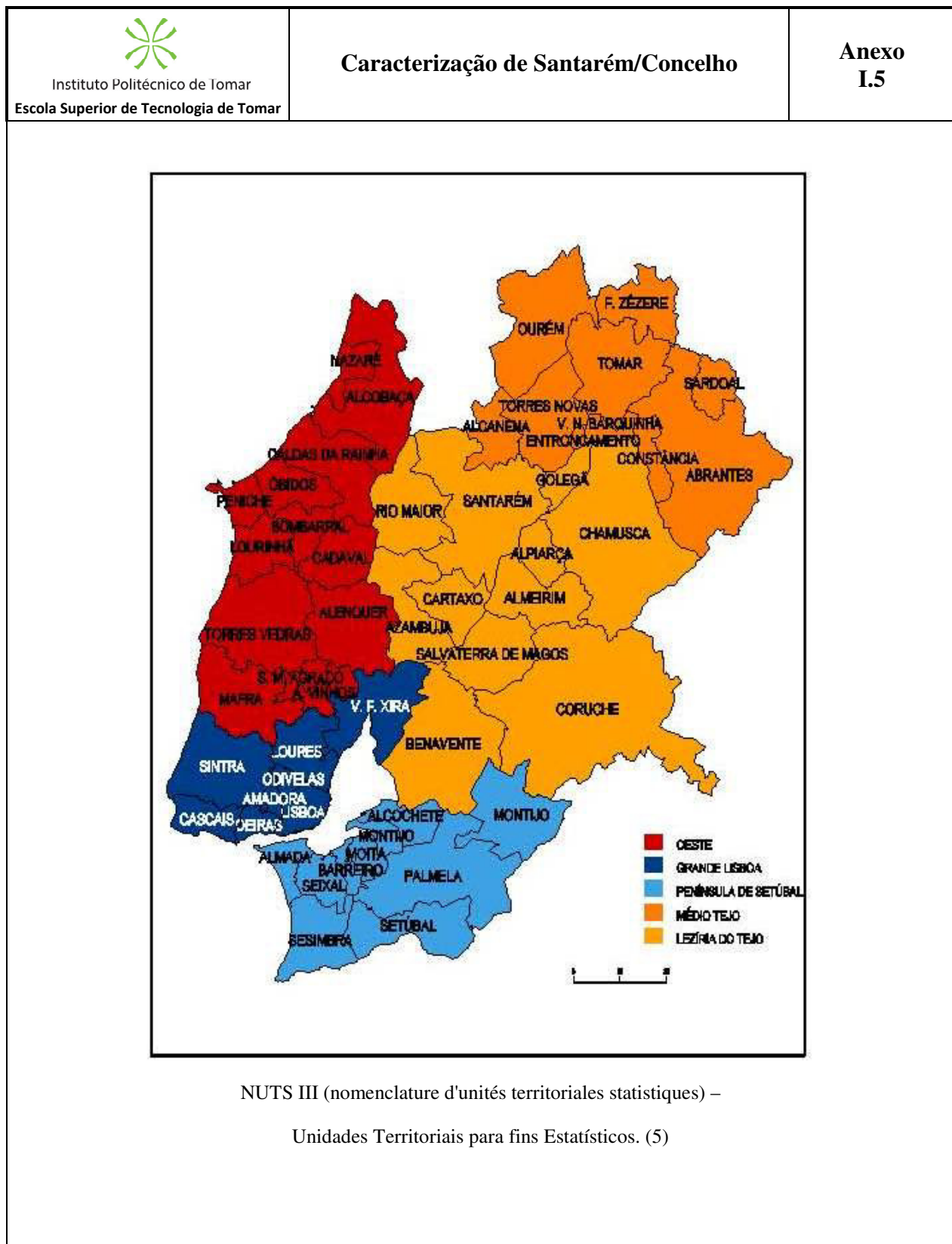
Anexo
I.3



Mapa com as principais vias que atravessam Santarém. (2)



Mapa com as principais cidades do país e distancias entre elas. (2)





Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Caracterização de Santarém/Concelho

Anexo
I.6



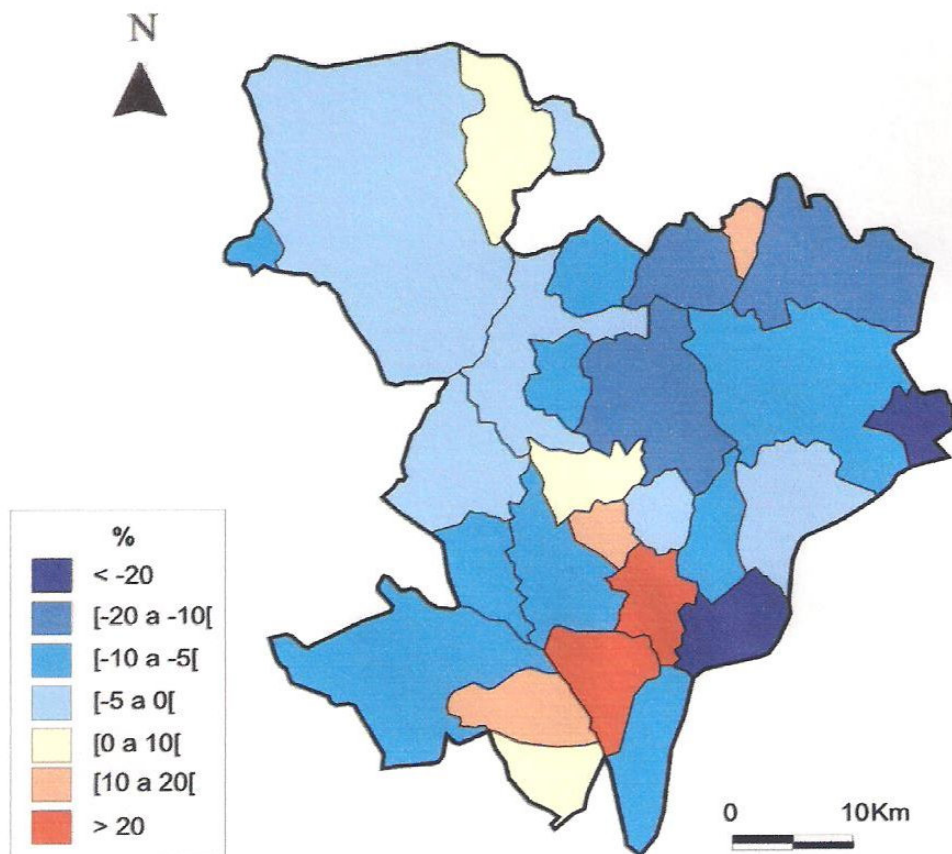
Mapa de freguesias do concelho de Santarém 2013. (7)



Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Caracterização de Santarém/Concelho

**Anexo
I.7**



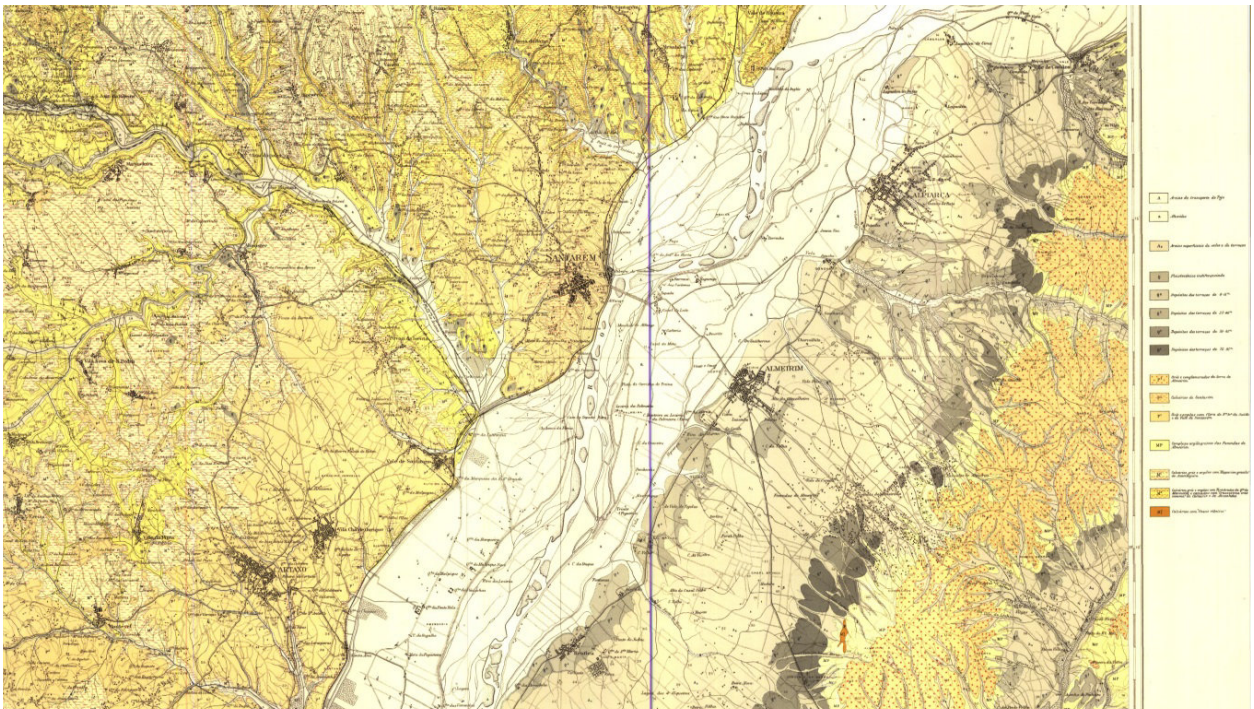
Variação da população por freguesia. (7)



Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

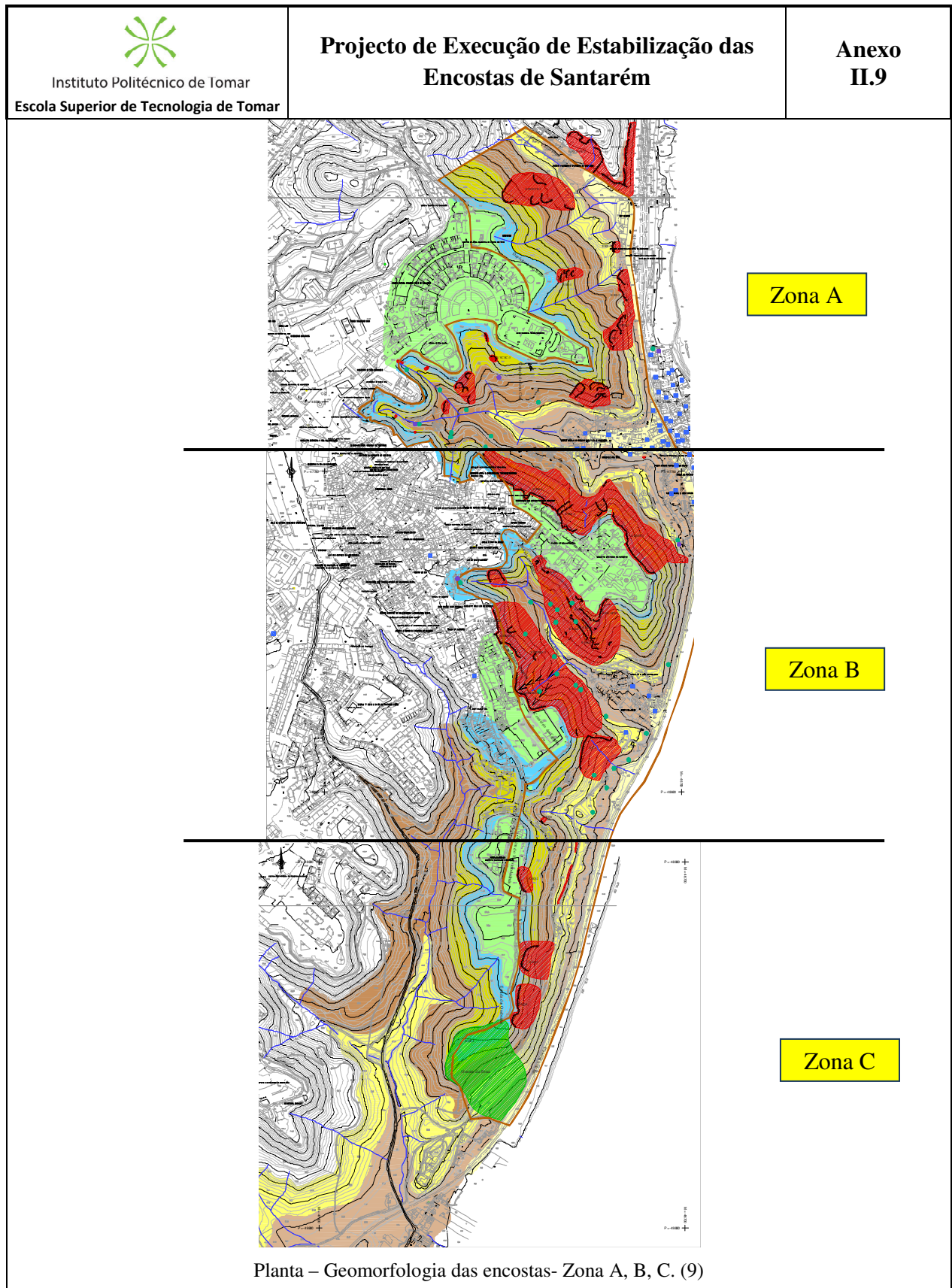
Caracterização de Santarém/Concelho

Anexo I.8



Carta Geológica de Santarém, publicada pela Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos. (9)

Anexo II
Plantas da Geomorfologia das Encostas de Santarém
Planta de localização das Encostas de Santarém
Plantas, Cortes e Pormenores – Projecto de execução das
Encostas de Santarém

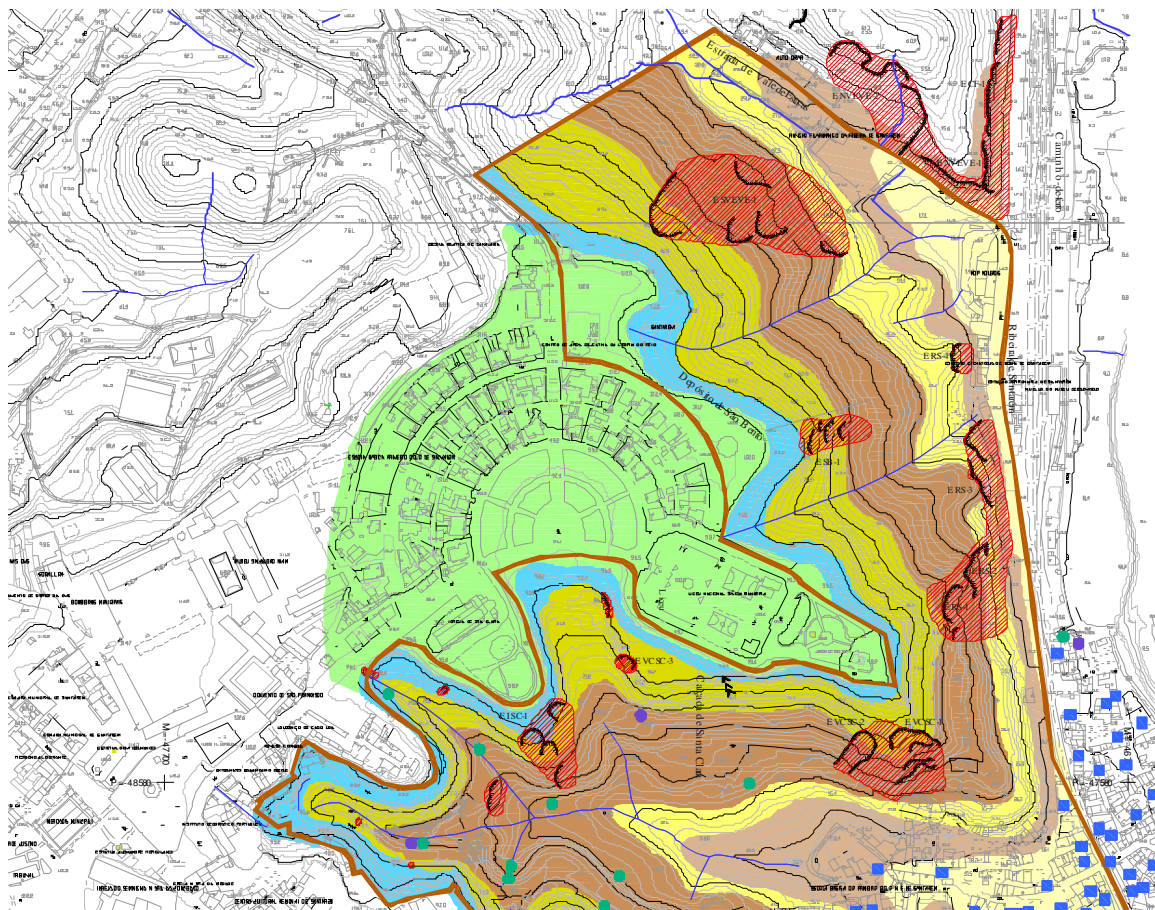




Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Projecto de Execução de Estabilização das Encostas de Santarém

Anexo
II.10



Legenda

	CALCÁRIOS		AREIAS MÉDIAS A GROSSEIRAS
	MARGAS COM NÍVEIS ARGILOSOS NA BASE		ARGILAS COM NÍVEIS DE AREIAS RAROS
	AREIAS ESBRANQUIÇADAS COM INTERCALAÇÕES DE NÍVEIS GROSSEIROS E DE NÍVEIS ARGILOSOS		AREIAS ESSENCIALMENTE FINAS
	ARGILAS COM NÍVEIS DE AREIAS FINAS E NÓDULOS MARGOSOS		

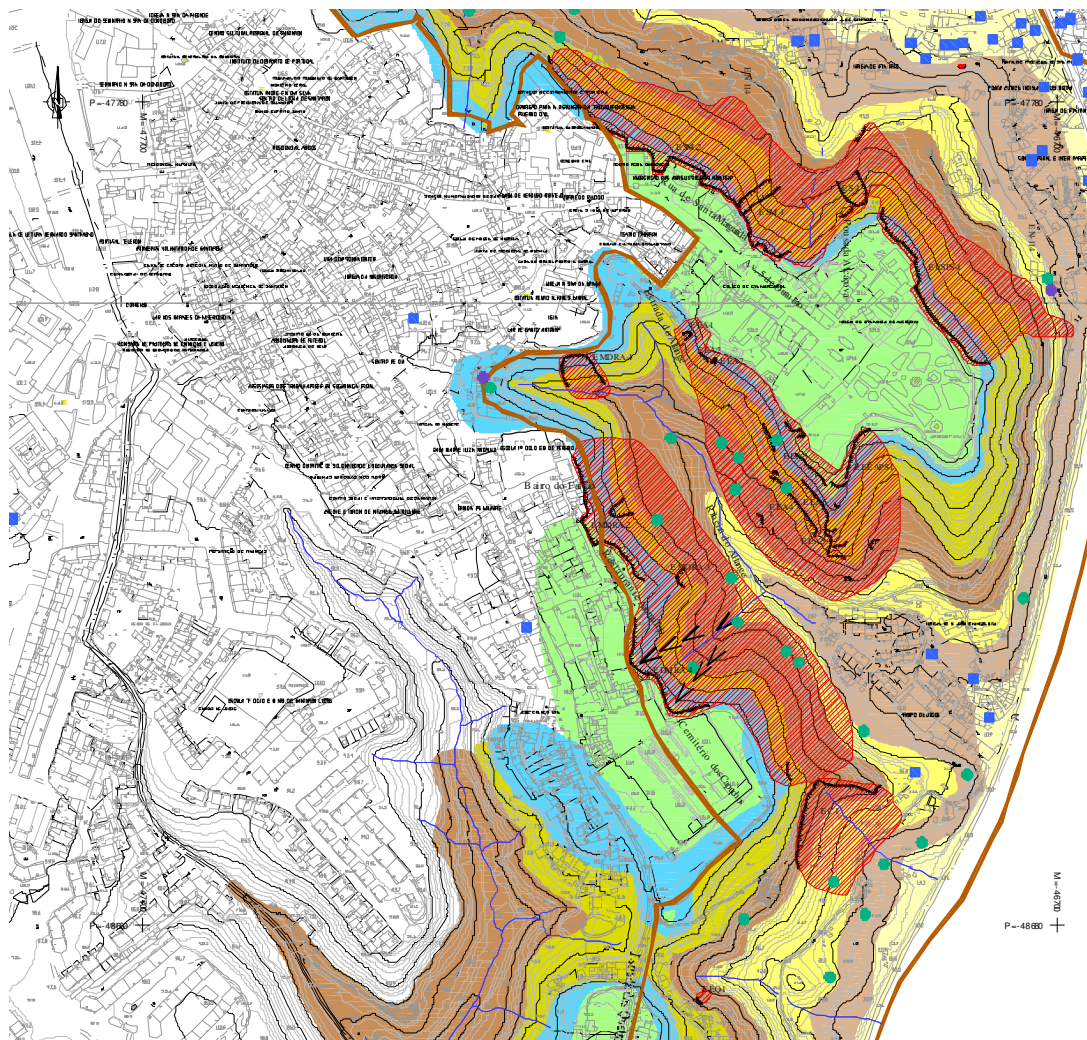
Pormenor – Zona A – Geomorfologia das encostas. (9)



Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Projecto de Execução de Estabilização das Encostas de Santarém

Anexo
II.11



Legenda

	CALCÁRIOS		AREIAS MÉDIAS A GROSSEIRAS
	MARGAS COM NÍVEIS ARGILOSOS NA BASE		ARGILAS COM NÍVEIS DE AREIAS RAROS
	AREIAS ESBRANQUIÇADAS COM INTERCALAÇÕES DE NÍVEIS GROSSEIROS E DE NÍVEIS ARGILOSOS		AREIAS ESSENCIALMENTE FINAS
	ARGILAS COM NÍVEIS DE AREIAS FINAS E NÓDULOS MARGOSOS		

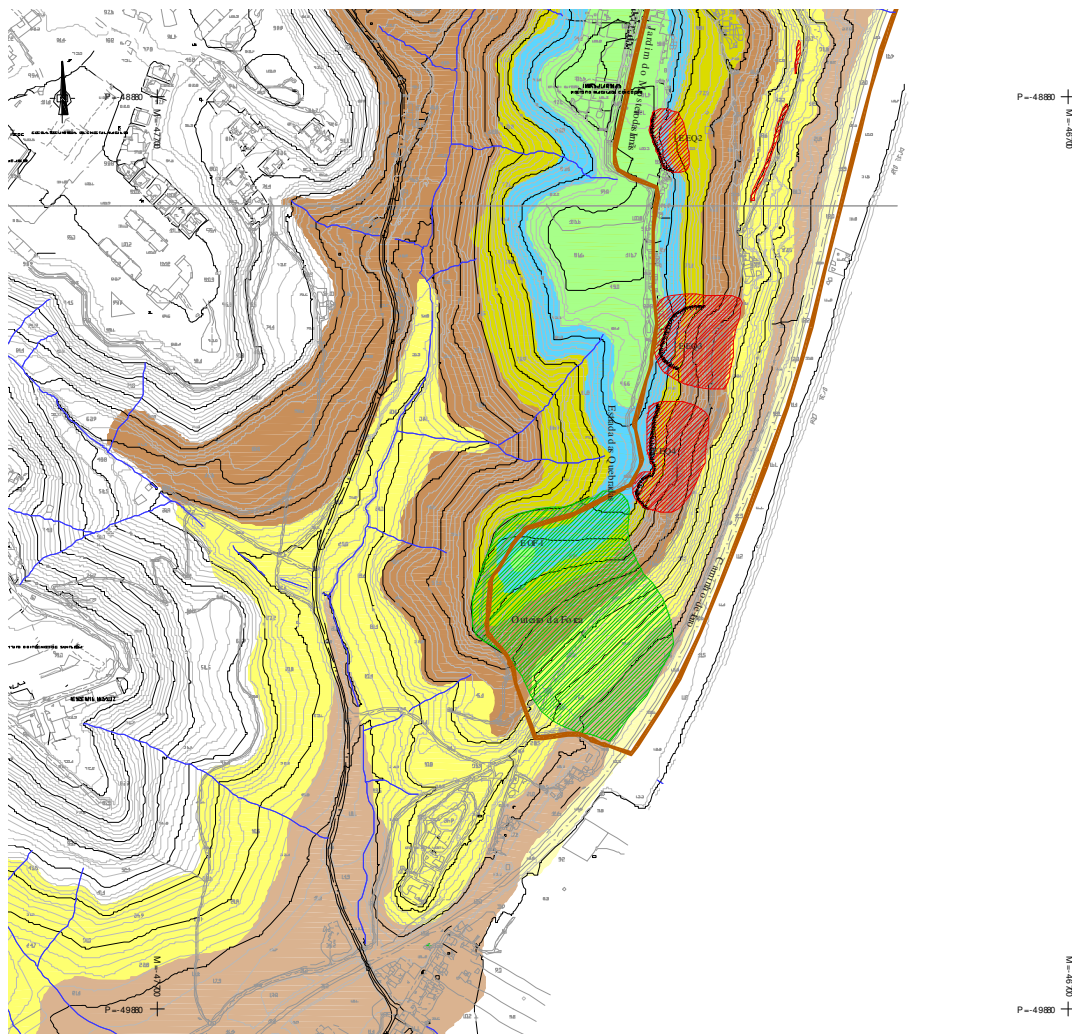
Pormenor – Zona B – Geomorfologia das encostas. (9)



Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Projecto de Execução de Estabilização das Encostas de Santarém

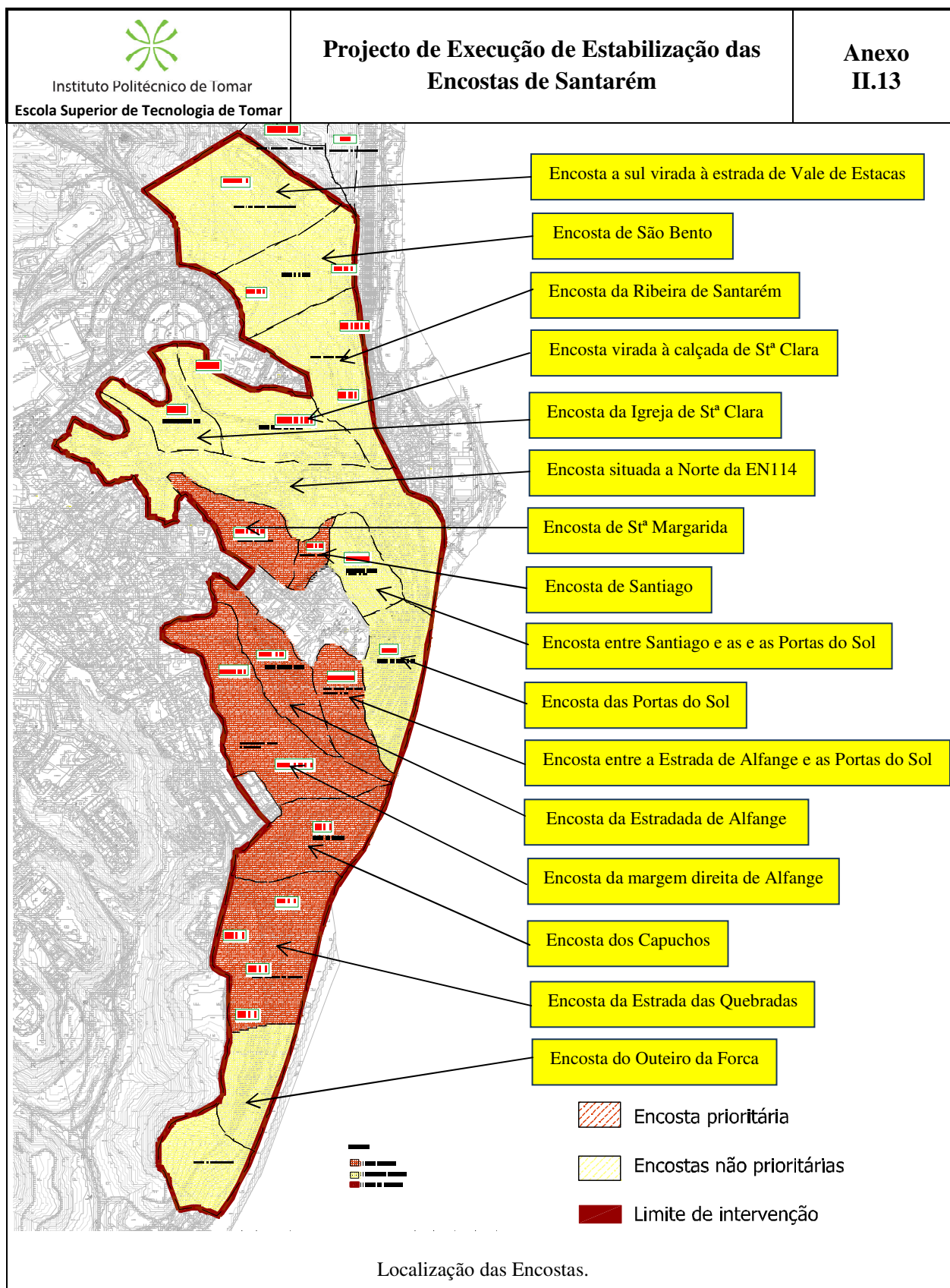
Anexo
II.12

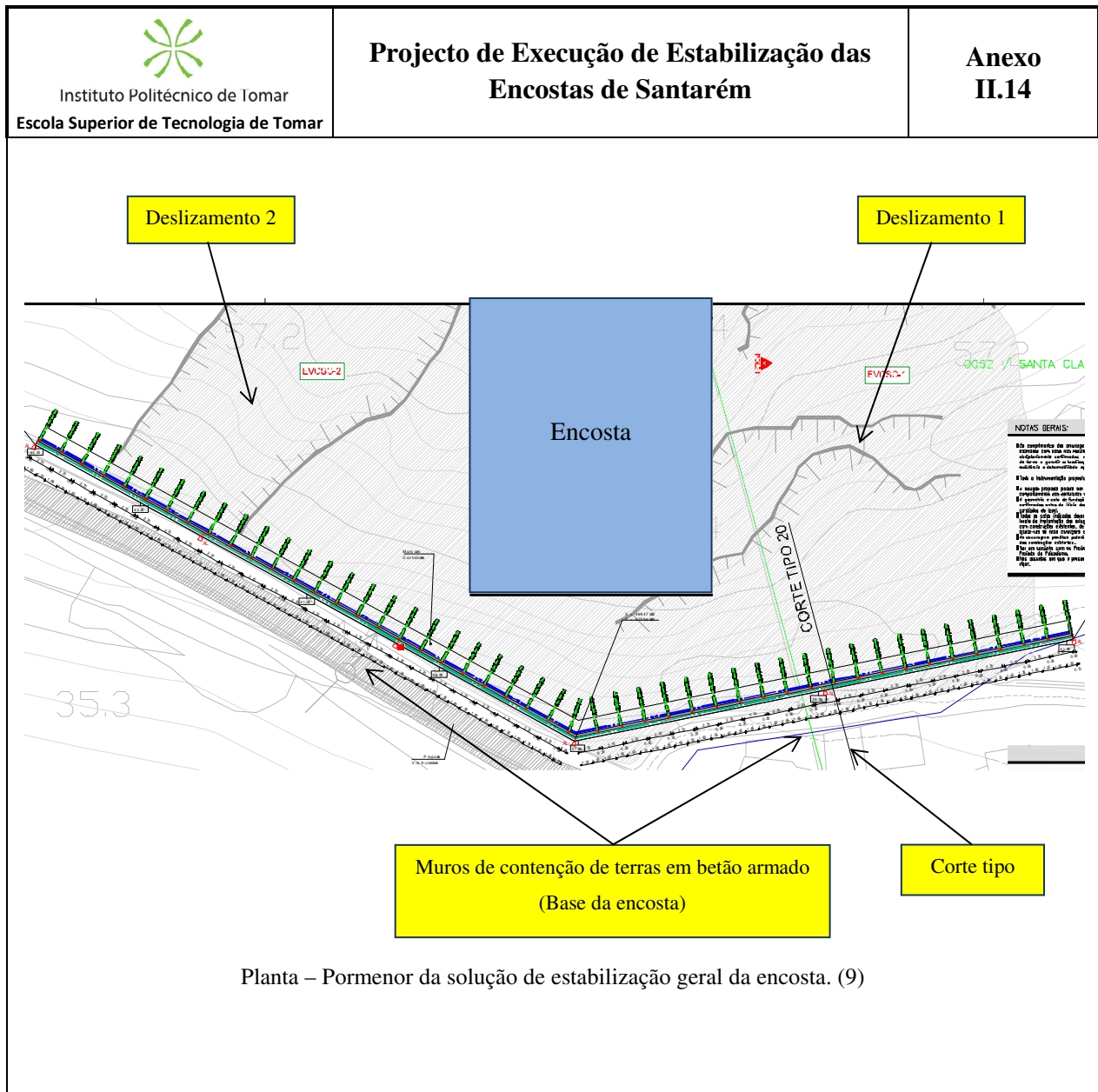


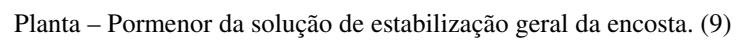
Legenda

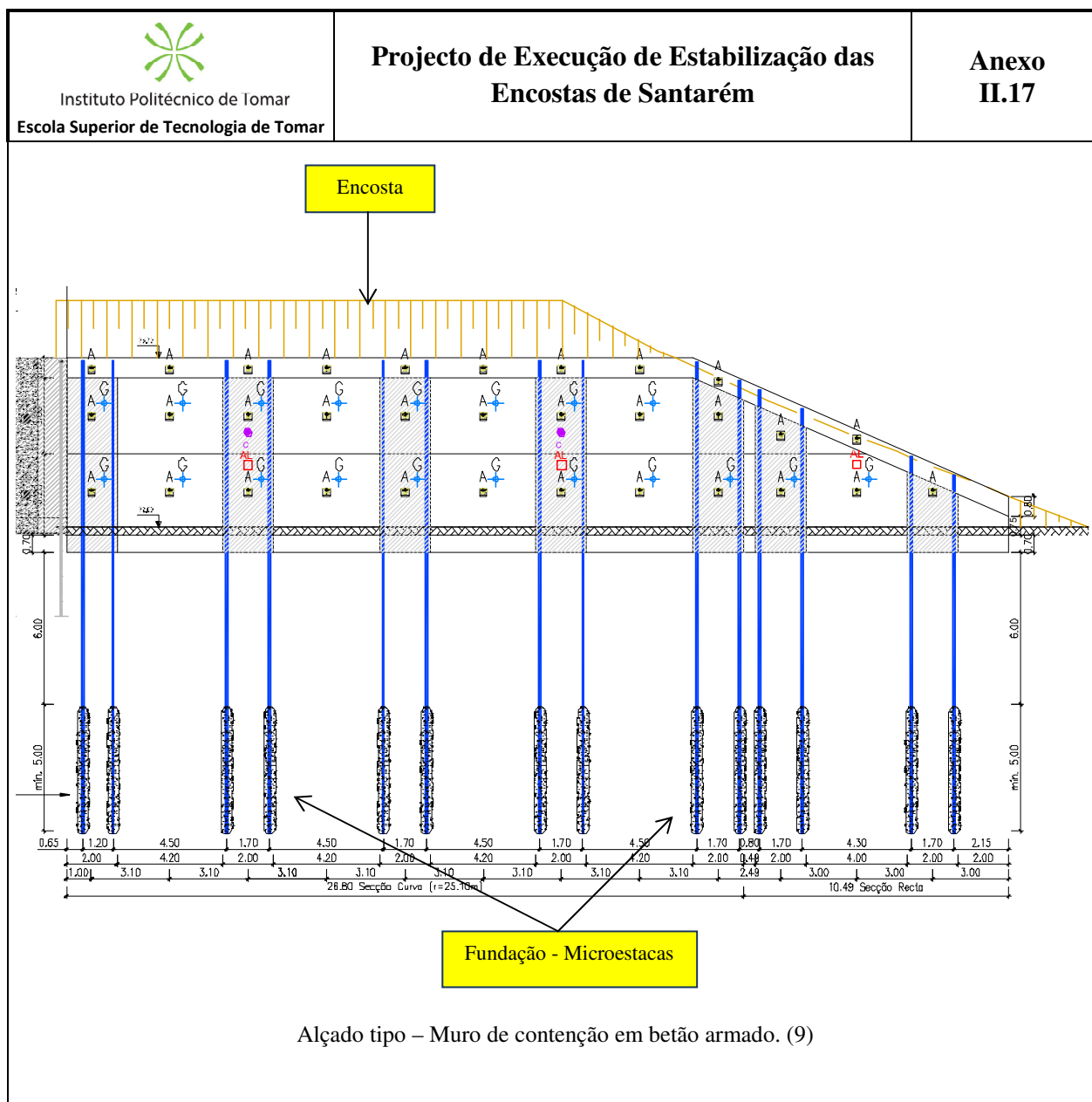
 CALCÁRIOS	 AREIAS MÉDIAS A GROSSEIRAS
 MARGAS COM NÍVEIS ARGILOSOS NA BASE	 ARGILAS COM NÍVEIS DE AREIAS RAROS
 AREIAS ESBRANQUIÇADAS COM INTERCALAÇÕES DE NÍVEIS GROSSEIROS E DE NÍVEIS ARGILOSOS	 AREIAS ESSENCIALMENTE FINAS
 ARGILAS COM NÍVEIS DE AREIAS FINAS E NÓDULOS MARGOSOS	

Pormenor – Zona C – Geomorfologia das encostas. (9)







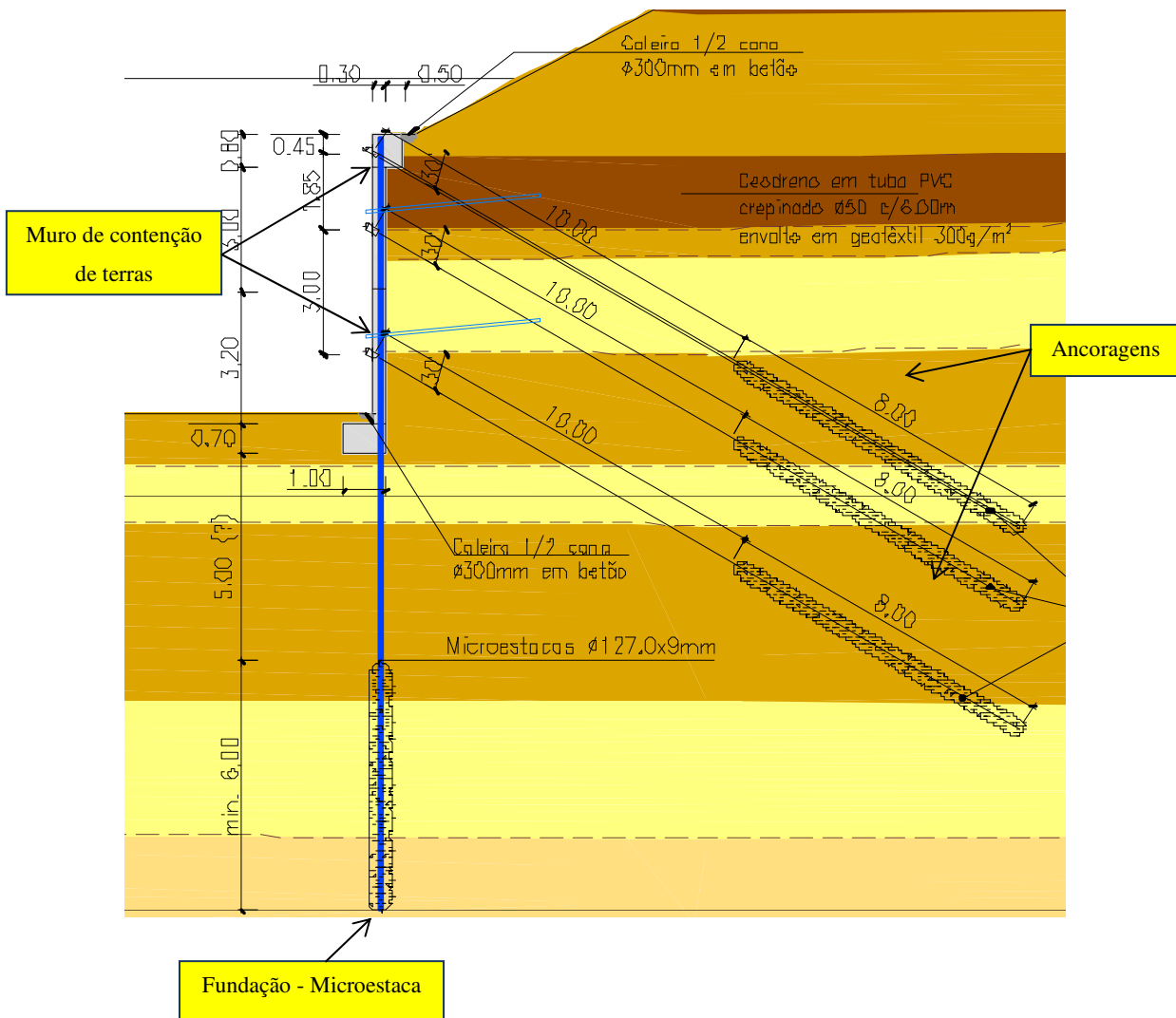




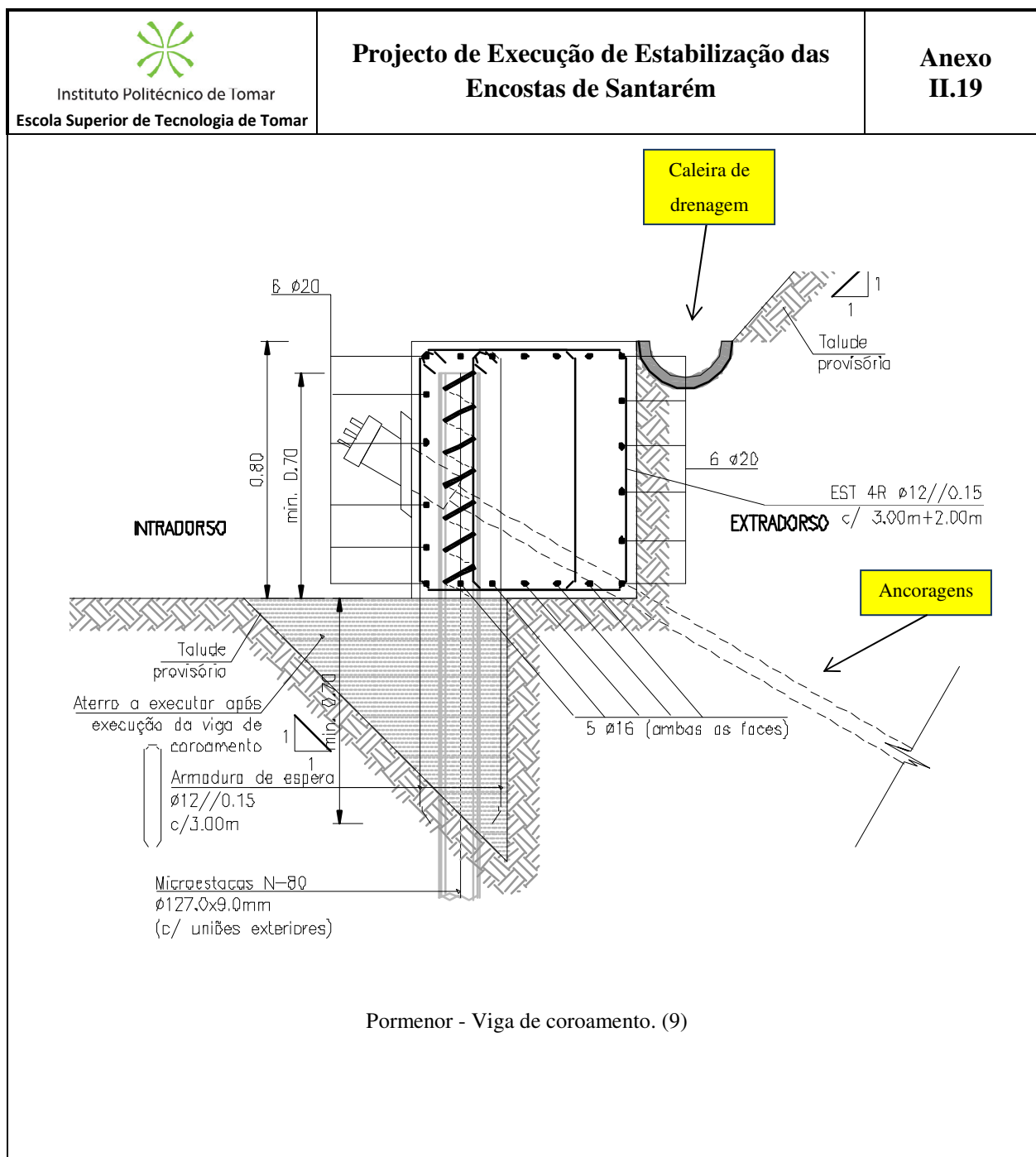
Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

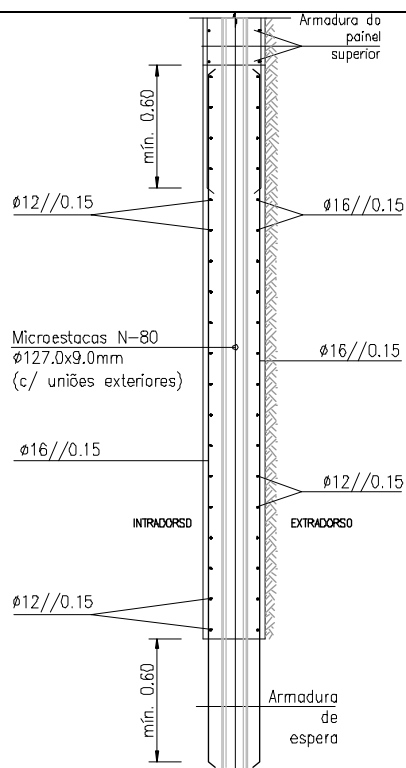
Projecto de Execução de Estabilização das Encostas de Santarém

Anexo
II.18

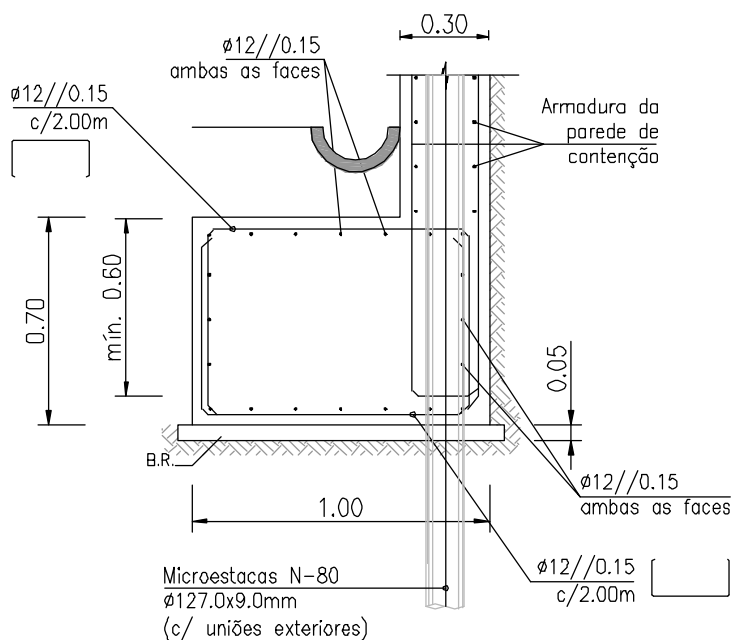


Corte tipo 25 – Perfil do terreno com muro de contenção de terras, micoestaca e ancoragens. (9)





Pormenor – Muro de contenção de terras. (9)



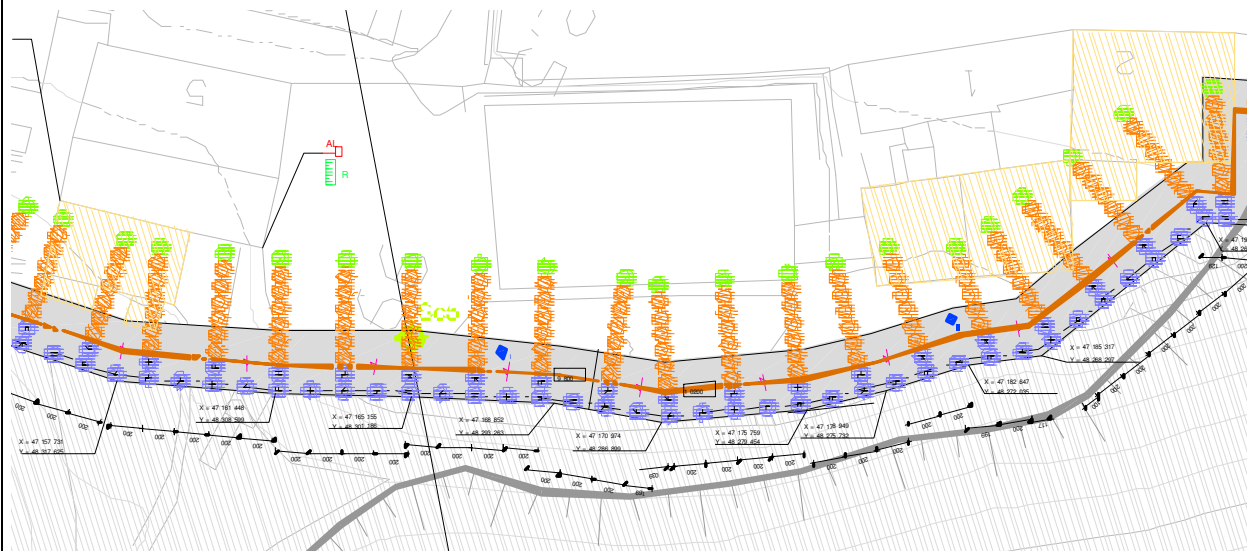
Pormenor – Sapata, muro de contenção de terras. (9)



Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Projecto de Execução de Estabilização das Encostas de Santarém

Anexo
II.21



Legenda:



Área livre de construções



Estrutura de contenção



Colunas de Jet Grouting $\phi 1000$ armadas com N80 $\phi 139.7 \times 9 \text{ mm}$

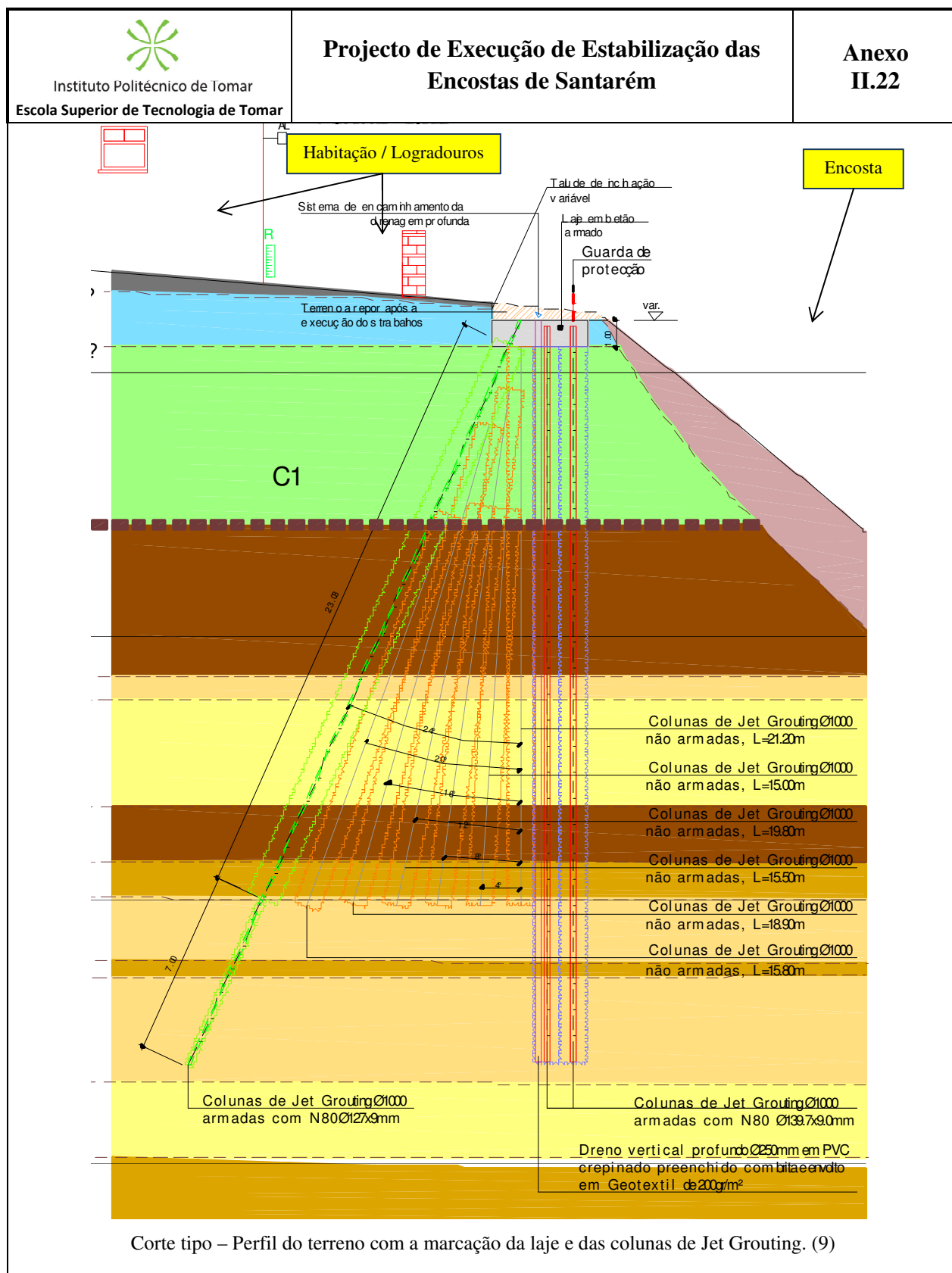


Colunas de Jet Grouting $\phi 1000$ não armadas



Colunas de Jet Grouting $\phi 1000$ armadas com N80 $\phi 127 \times 9 \text{ mm}$

Planta – Pormenor da solução de estabilização geral da encosta. (9)

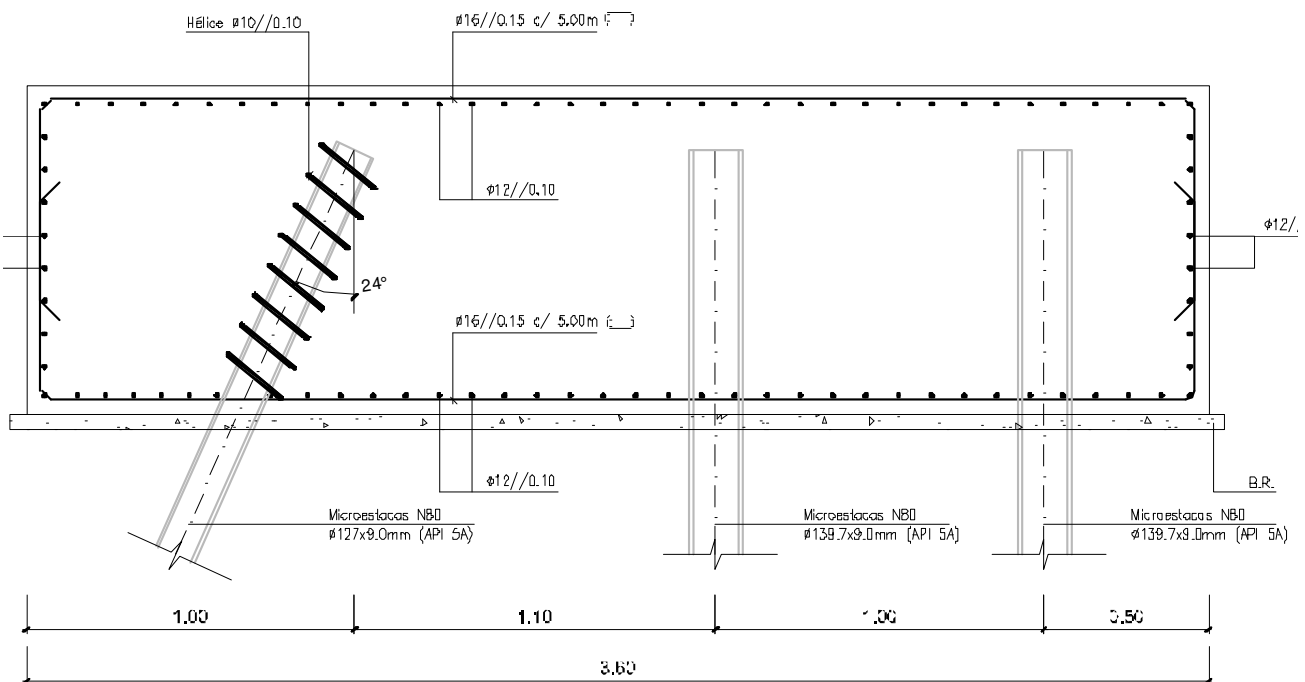




Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Projecto de Execução de Estabilização das Encostas de Santarém

Anexo
II.23



Pormenor – Laje de betão armado, topo da encosta. (9)

Anexo III
Pormenor da Amarração dos Pilares Metálicos
Sondagens Geotécnicas
Microestacas – Resumo
Leituras das réguas topográficas – Resumo



Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

“Centro Escolar do Sacapeito”

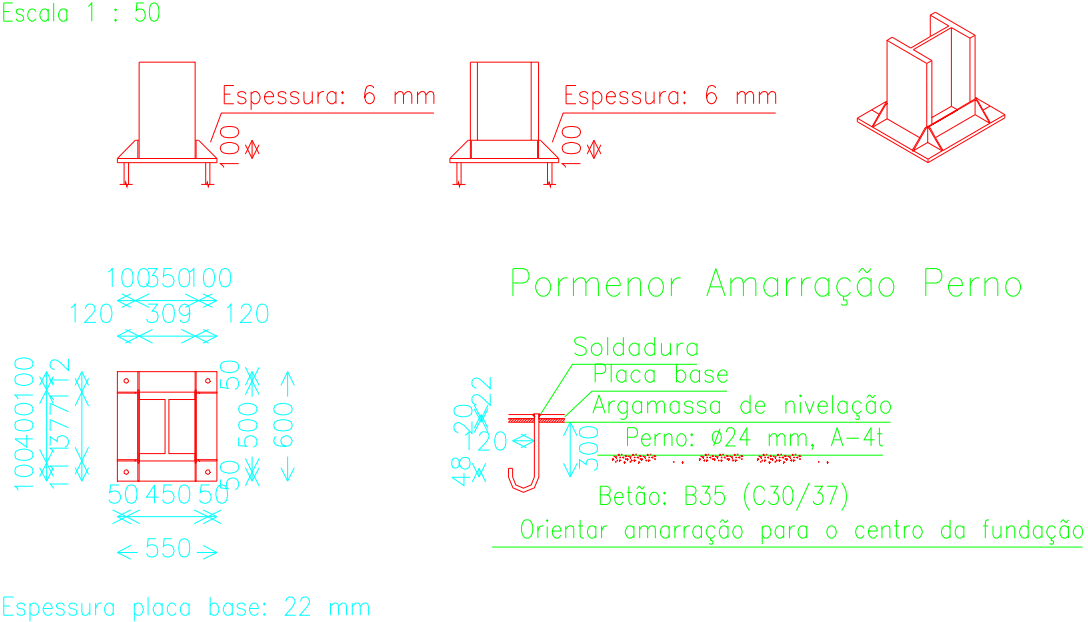
Anexo
III.24

Dimensões Placa = 550x600x22 mm (Fe 430)

Pernos = 4Ø24 mm, A-4t

Ref. pilares : P114

Escala 1 : 50



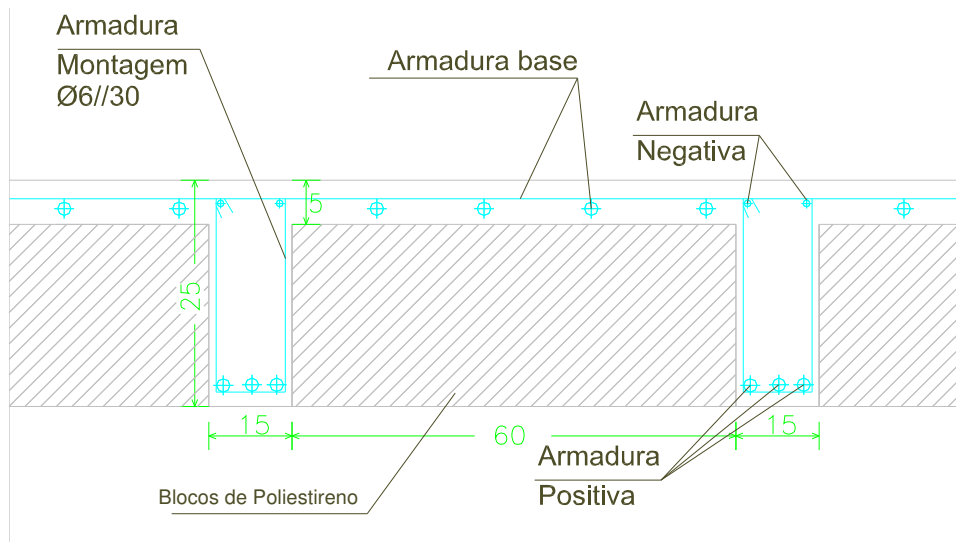
Pormenor construtivo da amarração dos pilares metálicos P114 e P115 de suporte à pala de entrada do edifício ao ensoleiramento geral. (11)



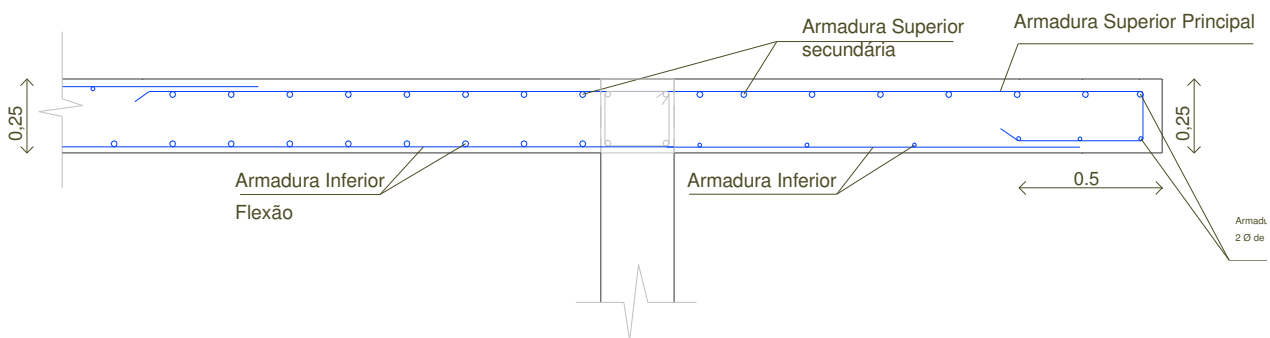
Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

“Centro Escolar do Sacapeito”

Anexo
III.25



Pormenor das lajes funjiformes F1, F2, F3 - Tectos do Piso Térreo. [37]



Corte transversal das lajes maciças - Tectos do Piso Térreo. (11)



Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

“Centro Escolar do Sacapeito”

Anexo
III.26

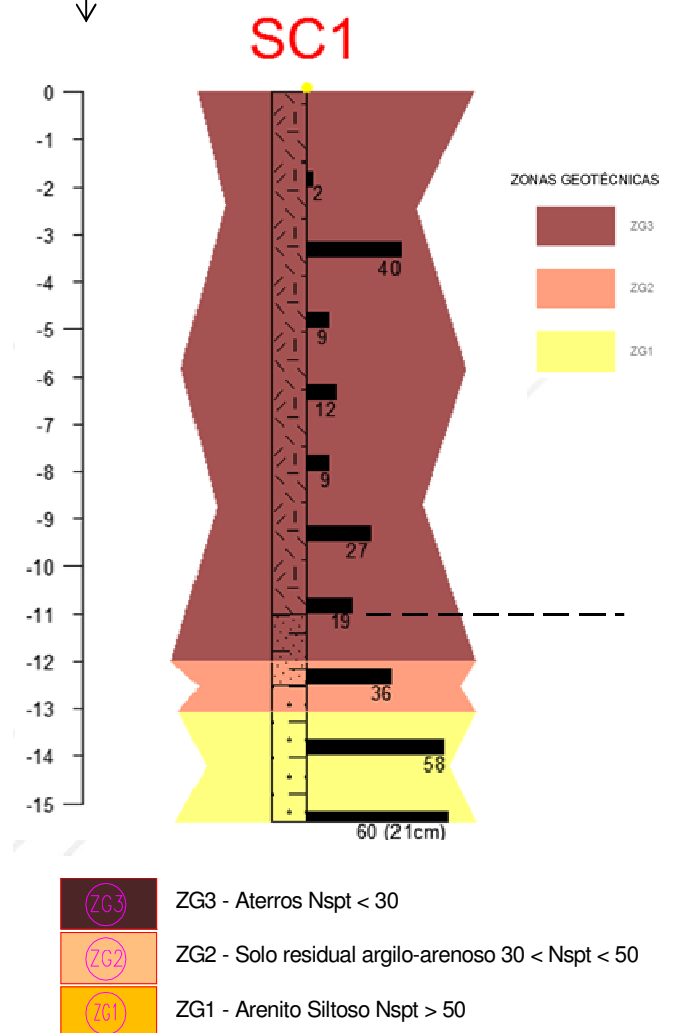
Sondagem SC1

O valor de N_{SPT} de 40 obtido aos 3,0 metros de profundidade no aterro é considerado anómalo.

Quadro 10 – Zonamento geotécnico da sondagem SC1. (12)

Zona Geotécnica	N_{SPT}	Profundidade de ocorrência (m)
ZG3	2 -40	0 – 12,0
ZG2	36	12,0 – 13,0
ZG1	> 50	13,0 – 15,0

Profundidade (m) ↓



Modelo Geológico-Geotécnico para a sondagem SC1. (12)



Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

“Centro Escolar do Sacapeito”

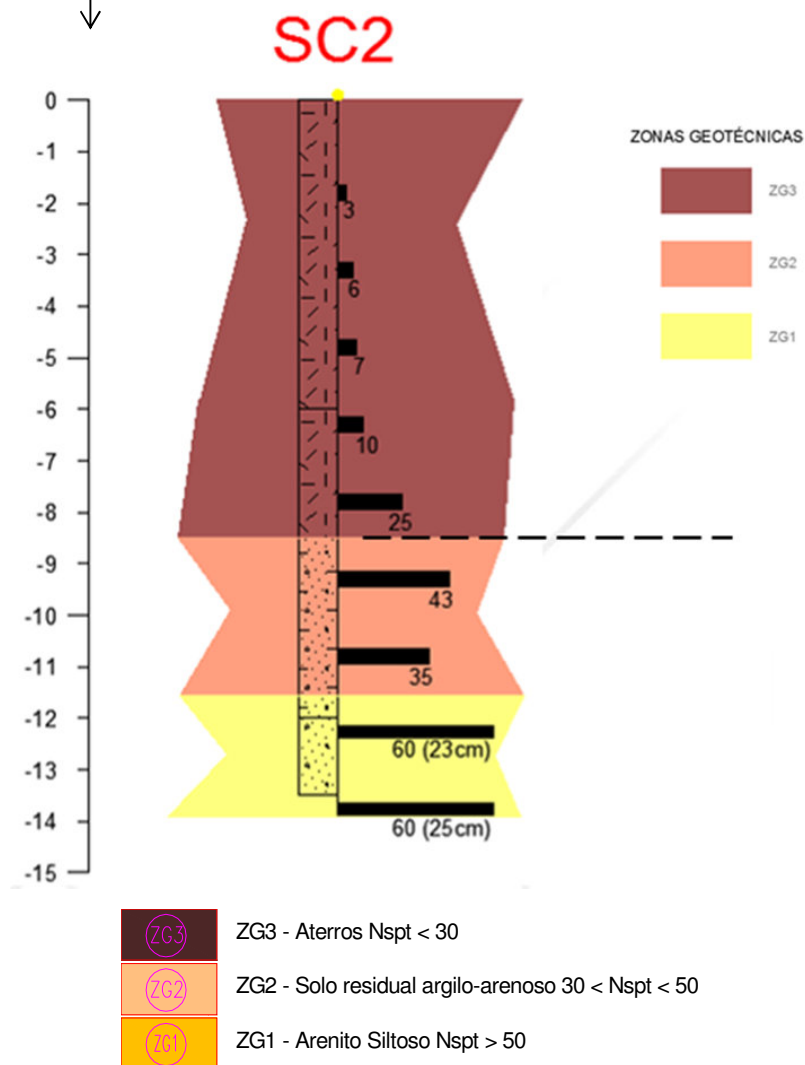
Anexo
III.27

Sondagem SC2

Quadro 11 – Zonamento geotécnico da sondagem SC2. (129)

Zona Geotécnica	N _{SPT}	Profundidade de ocorrência (m)
ZG3	3 - 25	0 – 8,5
ZG2	35 - 43	8,5 – 11,4
ZG1	60	11,4 – 13,9

Profundidade (m) ↓



Modelo Geológico-Geotécnico para a sondagem SC2. (12)



Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

“Centro Escolar do Sacapeito”

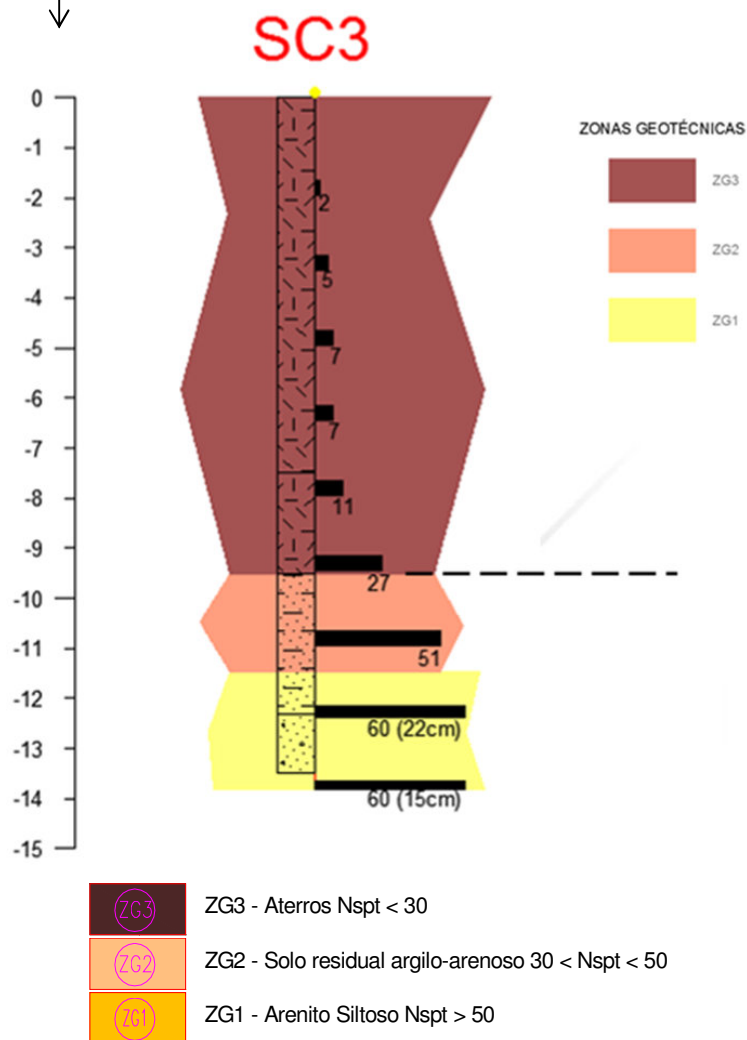
Anexo
III.28

Sondagem SC3

Quadro 12 – Zonamento geotécnico da sondagem SC3. (12)

Zona Geotécnica	N _{SPT}	Profundidade de ocorrência (m)
ZG3	2 -27	0 - 9,5
ZG2	51	9,5 – 11,5
ZG1	60	11,5 – 13,7

Profundidade (m) ↓



Modelo Geológico-Geotécnico para a sondagem SC4. (12)



Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

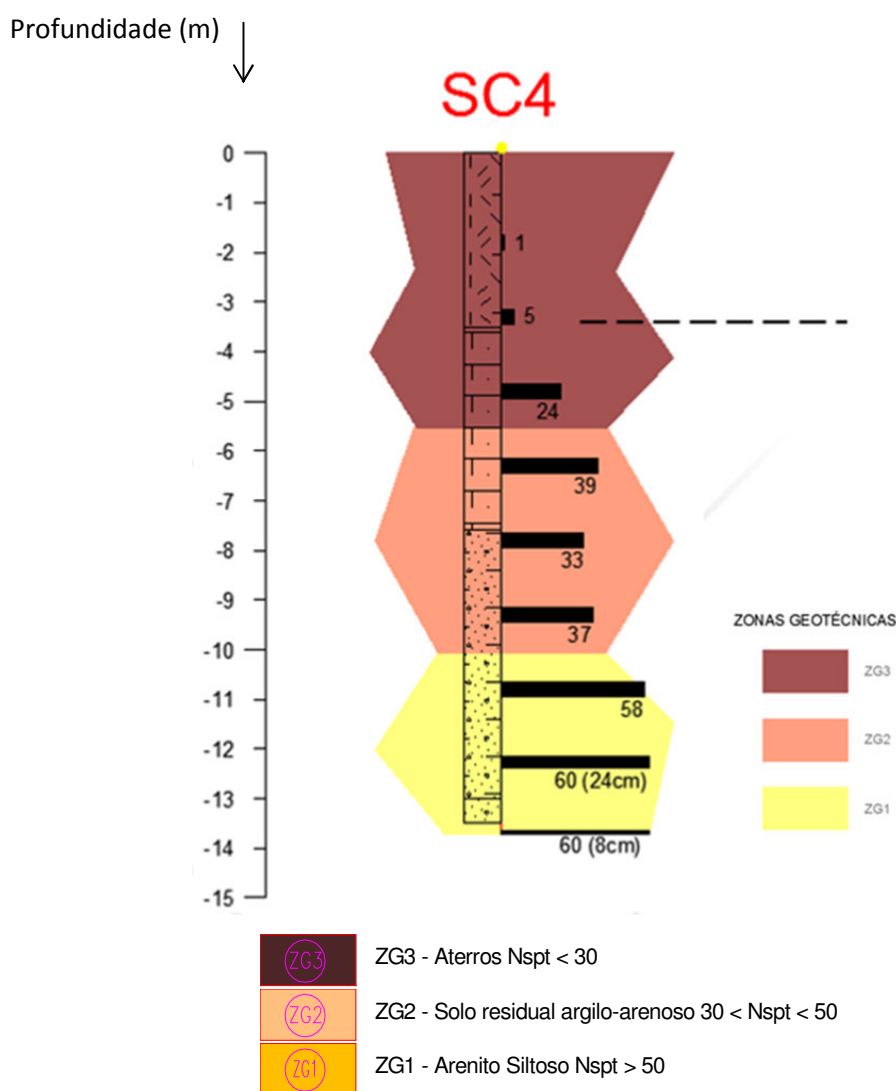
“Centro Escolar do Sacapeito”

Anexo
III.29

Sondagem SC4

Quadro 13 – Zonamento geotécnico da sondagem SC4. (12)

Zona Geotécnica	N _{SPT}	Profundidade de ocorrência (m)
ZG3	1 - 24	0 – 5,6
ZG2	33 - 39	5,6 – 10,0
ZG1	58 - 60	10,0 – 13,7



Modelo Geológico-Geotécnico para a sondagem SC4. (12)



Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

“Centro Escolar do Sacapeito”

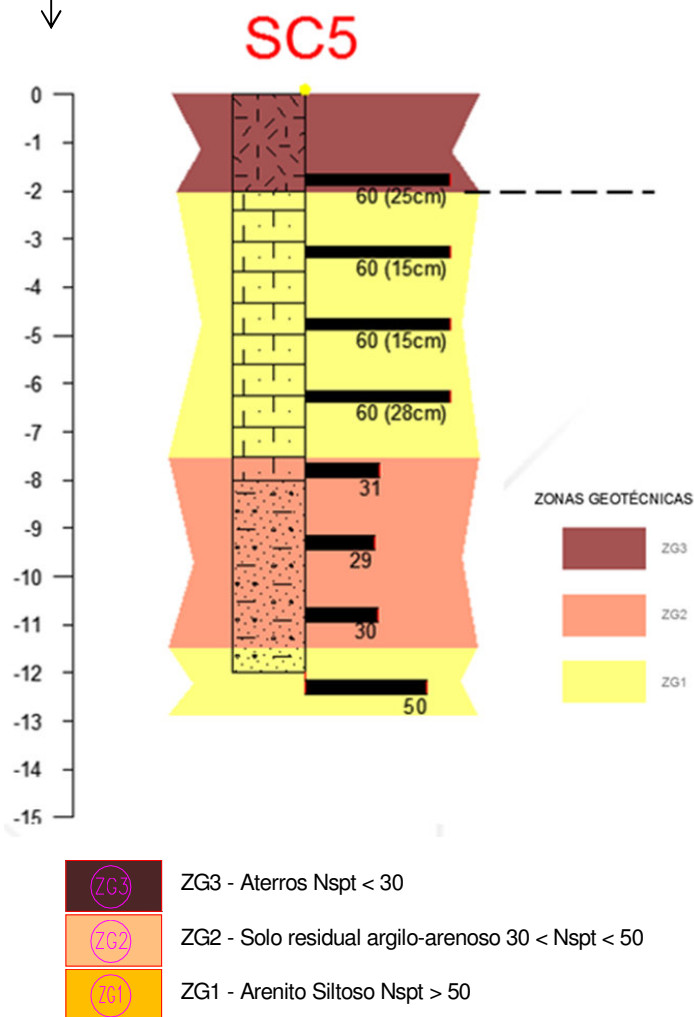
Anexo
III.30

Sondagem SC5

Quadro 14 – Zonamento geotécnico da sondagem SC5. (12)

Zona Geotécnica	N _{SPT}	Profundidade de ocorrência (m)
ZG3		0 – 2,0
ZG2	29 - 31	7,5 – 11,4
ZG1	50 - 60	2,0 – 7,5 11,4 – 12,5

Profundidade (m) ↓



Modelo Geológico-Geotécnico para a sondagem SC5. (12)



Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

“Centro Escolar do Sacapeito”

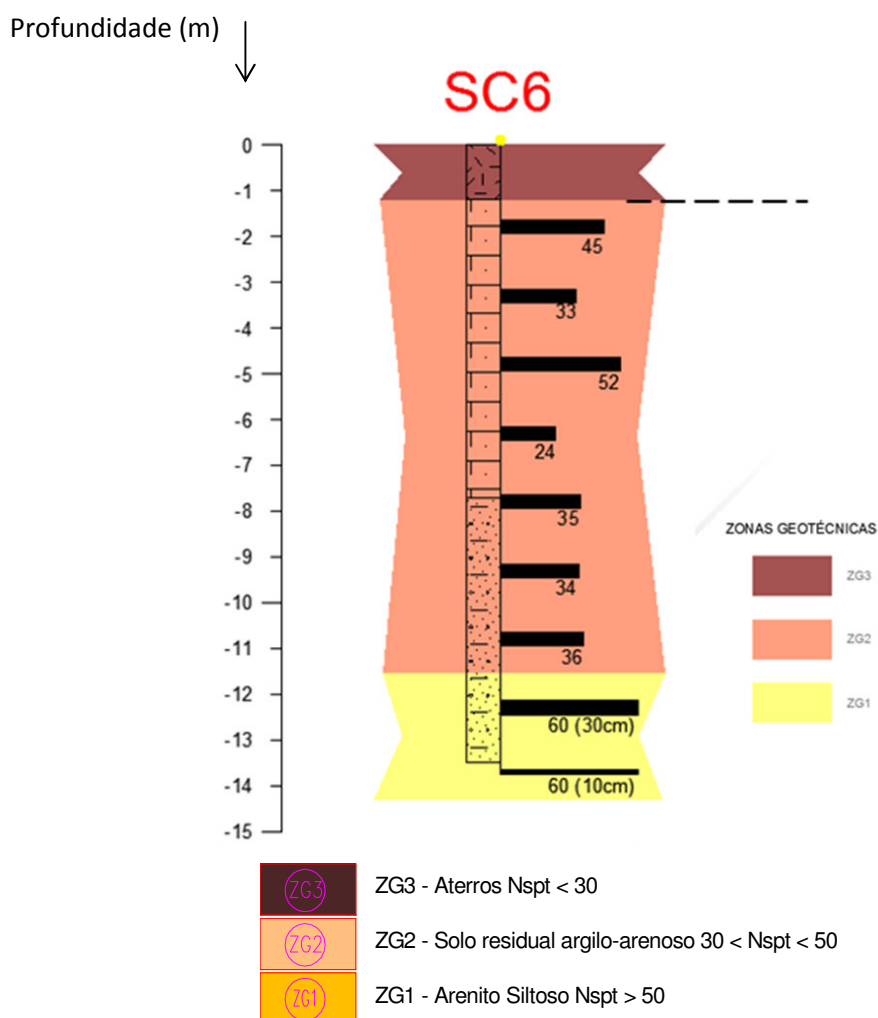
Anexo
III.31

Sondagem SC6

Os valores de N_{spt} obtidos na SC6, à profundidade de 1,5 m e 4,5 m, deverão corresponder a zonas mais carbonatadas ocorrentes no nível margoso.

Quadro 15 – Zonamento geotécnico da sondagem S6. (12)

Zona Geotécnica	N_{SPT}	Profundidade de ocorrência (m)
ZG3	-	0 – 1,2
ZG2	24 - 52	1,2 – 11,5
ZG1	60	11,5 – 13,70



Anexo III.32

Quadro 16 – Microestacas Ø32 mm – Resumo. (14)

	MICROESTACA	CAROTAGEM	COMPRIMENTO (m)	DATA CONCLUSÃO
Ø32mm	1	0,40	15,00	18-Out-13
	2	0,40	15,00	16-Out-13
	3	0,40	15,00	16-Out-13
	4	0,40	15,00	24-Out-13
	5	0,40	15,00	16-Out-13
	6	0,40	15,00	16-Out-13
	7	0,40	15,00	15-Out-13
	8	0,40	15,00	15-Out-13
	9	0,40	14,00	24-Out-13
	10	0,40	15,00	18-Out-13
	11	0,40	15,00	16-Out-13
	12	0,40	15,00	16-Out-13
	13	0,40	15,00	16-Out-13
	14	0,40	15,00	16-Out-13
	15	0,40	15,00	16-Out-13
	16	0,40	15,00	15-Out-13
	17	0,40	15,00	22-Out-13
	18	0,40	15,00	22-Out-13
	19	0,40	14,00	25-Out-13
	20	0,40	15,00	22-Out-13
	21	0,40	15,00	22-Out-13
	22	0,40	13,00	22-Out-13
	23	0,40	13,00	25-Out-13
	24	0,40	15,00	25-Out-13
	25	0,40	11,00	9-Out-13
	26	0,40	11,00	9-Out-13
	27	0,40	11,00	9-Out-13
	28	0,40	11,00	8-Out-13
	29	0,40	11,00	8-Out-13
	30	0,40	11,00	8-Out-13
	31	0,40	11,00	8-Out-13
	32	0,40	11,00	24-Out-13
32mm	33	0,40	11,00	9-Out-13
	34	0,40	11,00	22-Out-13
	35	0,40	11,00	24-Out-13
	36	0,40	11,00	31-Out-13
	37	0,40	11,00	8-Out-13
	38	0,40	11,00	8-Out-13
	39	0,40	15,00	11-Out-13
	40	0,40	15,00	11-Out-13
	41	0,40	15,00	2-Out-13
	42	0,40	15,00	15-Out-13
	43	0,40	14,00	2-Out-13
	44	0,40	14,00	2-Out-13
	45	0,40	14,00	2-Out-13
	46	0,40	14,00	2-Out-13
	47	0,40	14,00	2-Out-13
	48	0,40	14,00	2-Out-13
	49	0,40	15,00	11-Out-13
	50	0,40	15,00	11-Out-13
	51	0,40	15,00	11-Out-13
	52	0,40	15,00	2-Out-13
	53	0,40	14,00	27-Set-13
	54	0,40	14,00	27-Set-13
	55	0,40	14,00	27-Set-13
	56	0,40	14,00	31-Out-13
	57	0,40	15,00	11-Out-13

Ø32mm	58	0,40	15,00	11-Out-13
	59	0,40	15,00	15-Out-13
	60	0,40	14,00	1-Out-13
	61	0,40	14,00	27-Set-13
	62	0,40	14,00	27-Set-13
	63	0,40	14,00	1-Out-13
	64	0,40	14,00	1-Out-13
	65	0,40	14,00	31-Out-13
	66	0,40	14,00	31-Out-13
	67	0,40	15,00	9-Out-13
	68	0,40	15,00	17-Out-13
	69	0,40	15,00	8-Out-13
	70	0,40	14,00	31-Out-13
	71	0,40	15,00	9-Out-13
	72	0,40	13,00	31-Out-13
	73	0,40	15,00	31-Out-13
	74	0,40	13,00	31-Out-13
	75	0,40	13,00	31-Out-13
	76	0,40	13,00	31-Out-13
	77	0,40	13,00	31-Out-13
	78	0,40	13,00	17-Out-13
	79	0,40	13,00	17-Out-13
	80	0,40	13,00	17-Out-13
	81	0,40	13,00	31-Out-13
	82	0,40	13,00	31-Out-13
	83	0,40	13,00	31-Out-13
	84	0,40	13,00	31-Out-13
	85	0,40	11,00	31-Out-13
	86	0,40	11,00	31-Out-13
	87	0,40	11,00	8-Out-13
	88	0,40	11,00	9-Out-13
	89	0,40	11,00	18-Out-13
	90	0,40	11,00	9-Out-13
	91	0,40	11,00	31-Out-13
	92	0,40	11,00	31-Out-13
Ø32mm	93	0,40	11,00	31-Out-13
	94	0,40	11,00	22-Out-13
	95	0,40	9,00	31-Out-13
	96	0,40	9,00	31-Out-13
	97	0,40	9,00	31-Out-13
	98	0,40	11,00	8-Nov-13
	99	0,40	9,00	8-Nov-13
	100	0,40	9,00	8-Nov-13
	101	0,40	9,00	8-Nov-13
	102	0,40	9,00	8-Nov-13
	103	0,40	9,00	8-Nov-13
	104	0,40	9,00	8-Nov-13
	105	0,40	12,00	24-Out-13
	106	0,40	12,00	24-Out-13
	107	0,40	12,00	24-Out-13
	108	0,40	12,00	24-Out-13
	109	0,40	9,00	8-Nov-13
	110	0,40	6,00	24-Out-13
	111	0,40	6,00	24-Out-13
	112	0,40	6,00	16-Out-13
	113	0,40	6,00	16-Out-13
	114	0,40	9,00	24-Out-13
	115	0,40	6,00	24-Out-13
	116	0,40	6,00	24-Out-13
	117	0,40	6,00	18-Out-13
	118	0,40	6,00	18-Out-13
	119	0,40	6,00	18-Out-13

Ø32mm	120	0,40	6,00	24-Out-13
	121	0,40	6,00	24-Out-13
	122	0,40	6,00	24-Out-13
	123	0,40	6,00	24-Out-13
	124	0,40	6,00	8-Nov-13
	125	0,40	6,00	8-Nov-13
	126	0,40	6,00	8-Nov-13
	127	0,40	6,00	8-Nov-13
	128	0,40	9,00	8-Nov-13
	129	0,40	9,00	8-Nov-13
	130	0,40	9,00	8-Nov-13
	131	0,40	9,00	8-Nov-13
	132	0,40	9,00	9-Out-13
	133	0,40	9,00	8-Nov-13
	134	0,40	12,00	24-Out-13
	135	0,40	9,00	8-Nov-13
	136	0,40	9,00	8-Nov-13
	137	0,40	9,00	8-Nov-13
	138	0,40	9,00	8-Nov-13
	139	0,40	9,00	8-Nov-13
	140	0,40	6,00	12-Nov-13
	141	0,40	12,00	24-Out-13
	142	0,40	9,00	12-Nov-13
	143	0,40	9,00	12-Nov-13
	144	0,40	9,00	12-Nov-13
	145	0,40	6,00	12-Nov-13
	146	0,40	15,00	22-Out-13
	147	0,40	14,00	25-Out-13

Anexo III.33

Quadro 17 – Microestacas Ø25 mm – Resumo. (14)

	MICROESTACA	CAROTAGEM	COMPRIMENTO (m)	DATA CONCLUSÃO
Ø25mm	148	0,40	15,00	16-Out-13
	149	0,40	15,00	16-Out-13
	150	0,40	15,00	16-Out-13
	151	0,40	15,00	16-Out-13
	152	0,40	15,00	15-Out-13
	153	0,40	13,00	24-Out-13
	154	0,40	13,00	22-Out-13
	155	0,40	13,00	22-Out-13
	156	0,40	13,00	29-Out-13
	157	0,40	9,00	24-Out-13
	158	0,40	9,00	25-Out-13
	159	0,40	9,00	25-Out-13
	160	0,40	9,00	25-Out-13
	161	0,40	9,00	25-Out-13
	162	0,40	9,00	8-Out-13
	163	0,40	9,00	8-Out-13
	164	0,40	9,00	8-Out-13
	165	0,40	9,00	24-Out-13
	166	0,40	13,00	15-Out-13
	167	0,40	13,00	11-Out-13
	168	0,40	13,00	15-Out-13
	169	0,40	13,00	15-Out-13
	170	0,40	13,00	15-Out-13
	171	0,40	13,00	15-Out-13
	172	0,40	12,00	24-Out-13
	173	0,40	12,00	24-Out-13
	174	0,40	9,00	24-Out-13

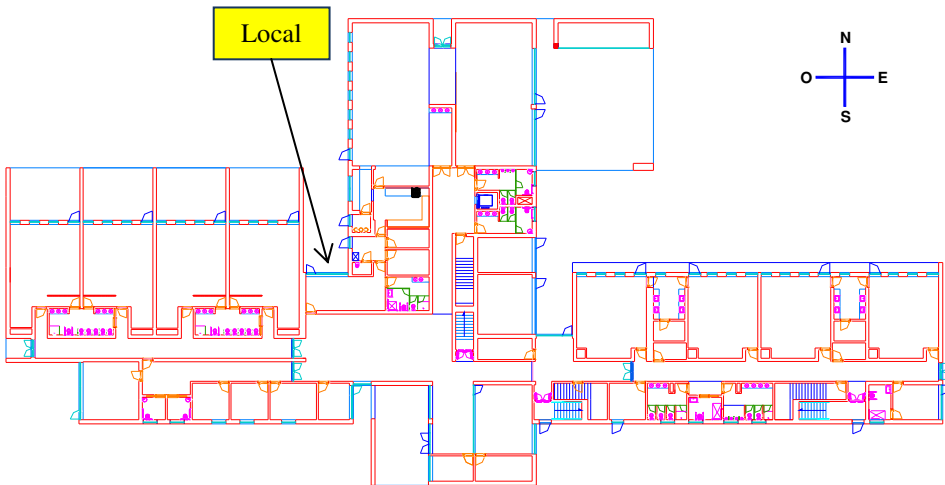
Anexo III.34

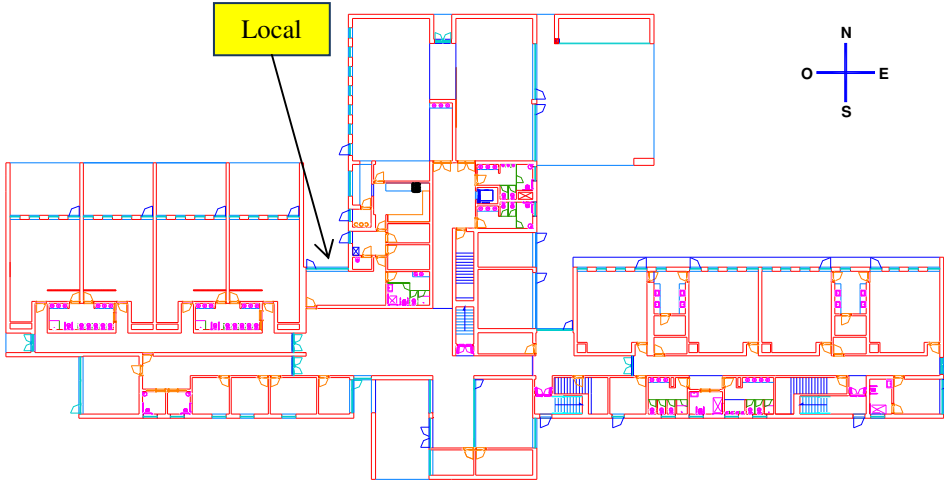
Quadro 18 – Leituras das réguas topográficas – Resumo. (14)

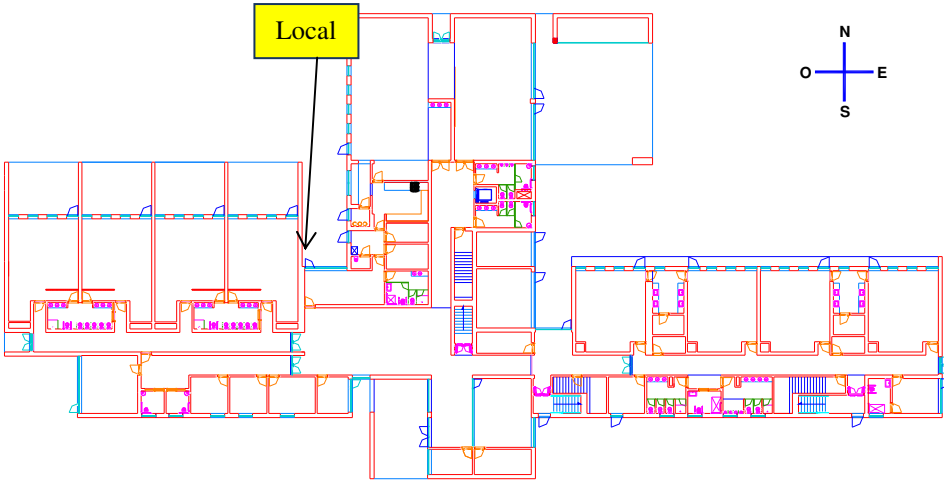
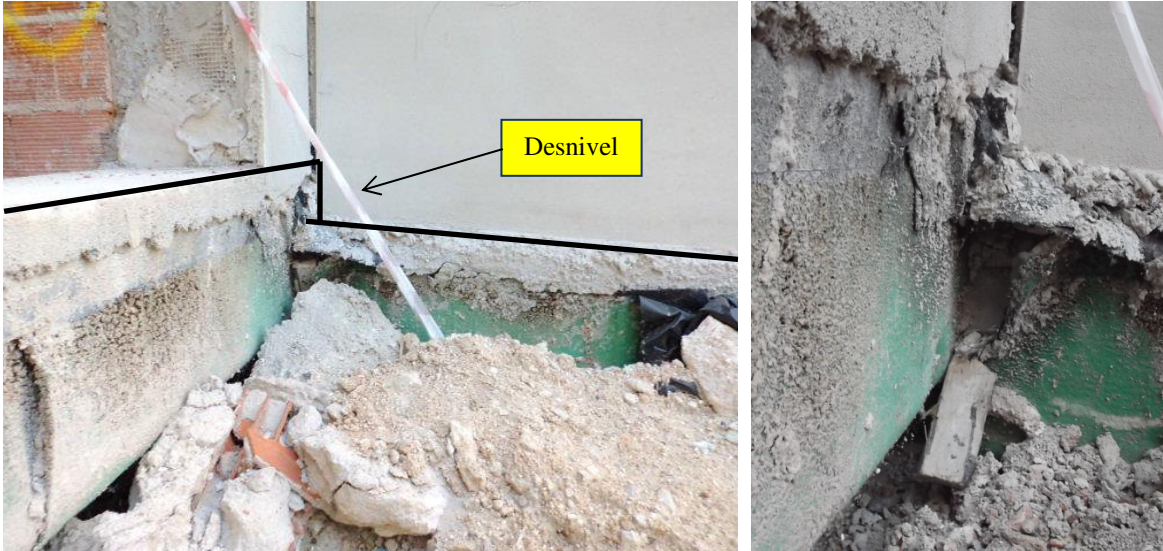
Valores das leituras de monitorização efectuadas em seis dias diferentes								
LEITURAS HORIZONTAIS	(Zeragem)	1ª Leitura (Dia 13/12/2013)	2ª Leitura (Dia 26/12/2013)	3ª Leitura (Dia 10/01/2014)	4ª Leitura (Dia 24/01/2014)	5ª Leitura (Dia 07/02/2014)	6ª Leitura (Dia 17/03/2014)	Diferença final de LEITURAS (mm)
R 1	153,2435	153,2432	153,2406	153,2424	153,2421	153,2426	153,2414	-0,0021
R 2	153,2420	153,2417	153,2411	153,2413	153,2413	153,2414	153,2394	-0,0026
R 3	153,2680	153,2681	153,2668	153,2657	153,22660	153,2664	153,22639	-0,0041
R 4	153,3227	153,3267	153,3264	153,3255	153,3252	153,3249	153,3232	-0,0045
R 5	153,3326	153,3312	153,3341	153,3306	153,3304	153,3300	153,3308	-0,0018
R 6	153,3331	153,3320	153,3327	153,3314	153,3311	153,3307	153,3292	-0,0039
R 7	153,3354	153,3342	153,3337	153,3329	153,3333	153,3331	153,3310	-0,0044
R 8	153,3361	153,3348	153,3345	153,3341	153,3344	153,3340	153,3339	-0,0022
R 9	153,3066	153,3055	153,3049	153,3043	153,3044	153,3040	153,3025	-0,0041
R 10	153,2835	153,2826	153,2819	153,2812	153,2815	153,2812	153,2792	-0,0043
R 11	153,2957	153,2946	153,2940	153,2932	153,2935	153,2939	153,2922	-0,0035
R 12	152,9445	152,9438	152,9439	152,9438	152,9444	152,9434	152,9417	-0,0028
R 13	153,0113	153,0103	153,0099	153,0102	153,0109	153,0094	153,0070	-0,0043
R 14	153,2724	153,2722	153,2718	153,2729	153,2715	153,2721	153,2698	-0,0026
R 15	153,2364	153,2357	153,2354	153,2349	153,2355	153,2356	153,2338	-0,0026
R 16	153,3329	153,3327	153,3318	153,3317	153,3321	153,3335	153,3317	-0,0012
R 17	153,3309	153,3312	153,3298	153,3295	153,3301	153,3305	153,3292	-0,0017
R 18	153,2378	153,2381	153,2364	153,2364	153,2371	153,2385	153,2372	-0,0006
R 19	153,2760	153,2759	153,2747	153,2743	153,2752	153,2763	153,2756	-0,0004
R 20	153,2303	153,2304	153,2289	153,2284	153,2291	153,2305	153,2292	-0,0011

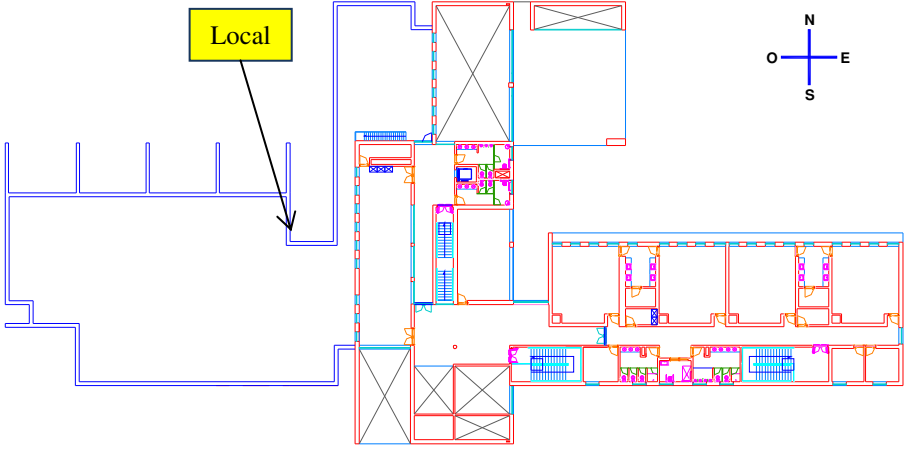
Anexo IV

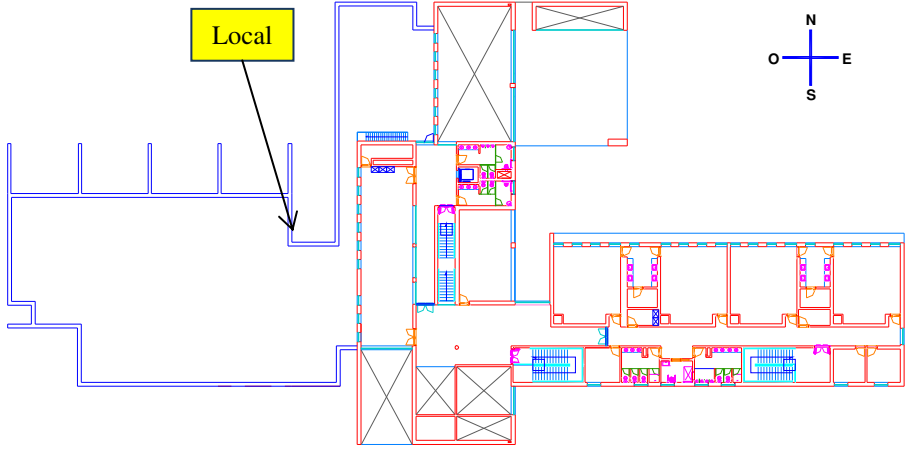
Registo fotográfico das patologias ocorridas no Centro Escolar do Sacapeito

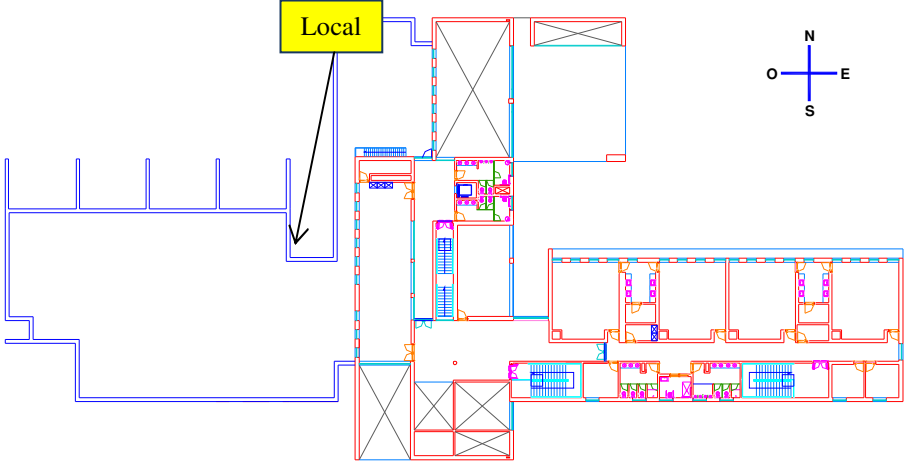
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.35
Descrição da Patologia:		
- Abatimento de solo com rotura do ensoleiramento geral entre a zona 1 e a zona 2, originando um desnível de cerca de 30 cm.		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		

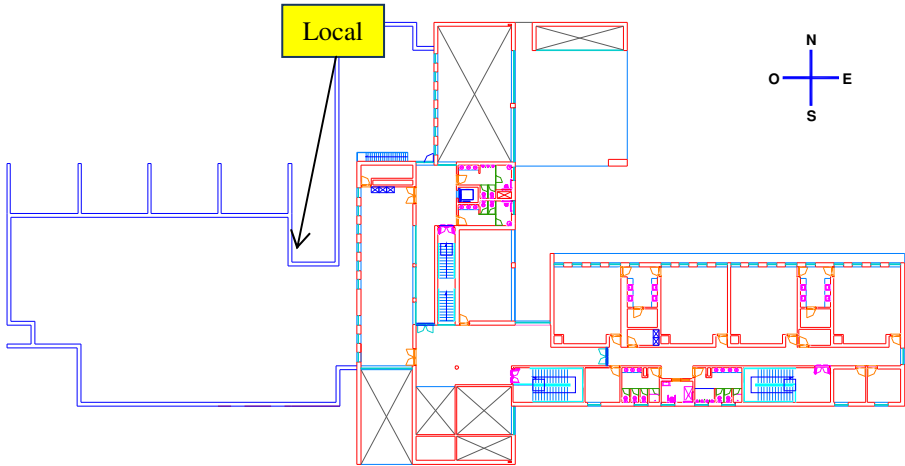
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.36
Descrição da Patologia:		
- Abatimento do solo com cerca 30cm.		
Localização: Alçado Norte (Piso térreo)		
		
Registo fotográfico:		
		

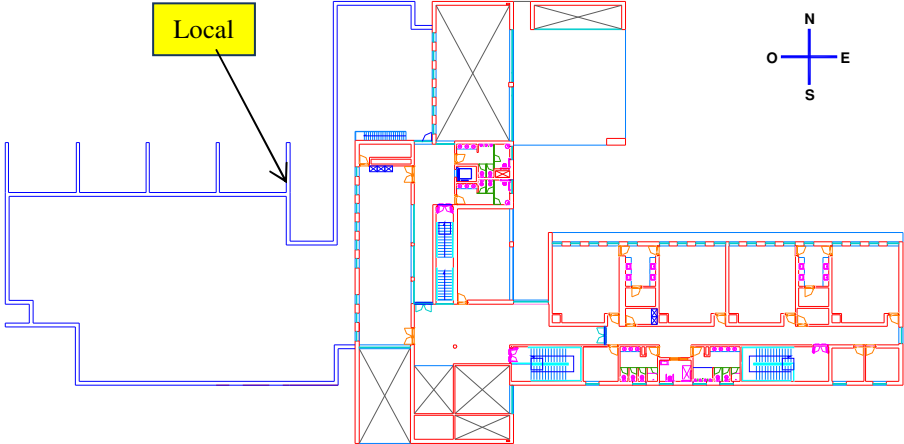
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.37
Descrição da Patologia:		
- Abatimento de solo com rotura do ensoleiramento geral entre a zona 1 e a zona 2, originando um desnível de cerca de 30 cm .		
Localização: Alçado Norte (Piso térreo)		
		
Registo fotográfico:		
		

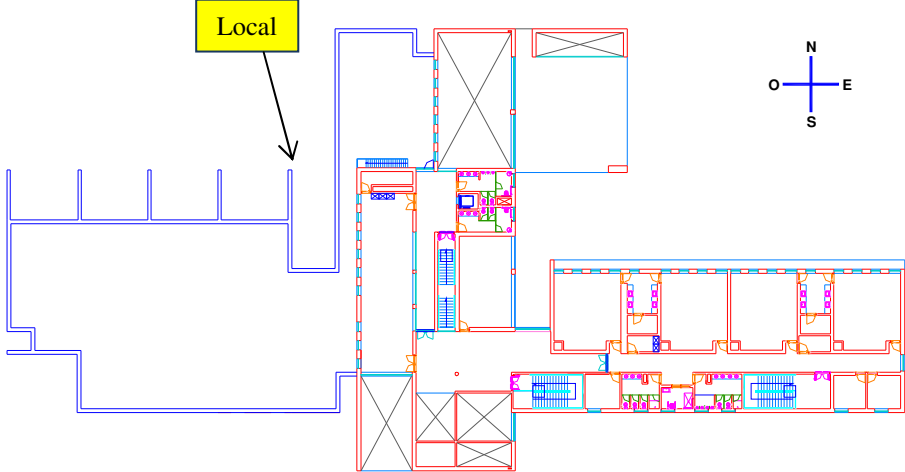
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.38
Descrição da Patologia:		
- Rotura no vão de parede (cunhal), originando um desnível de cerca de 30cm.		
Localização: Alçado Norte (Cobertura)		
		
Registo fotográfico:		
		

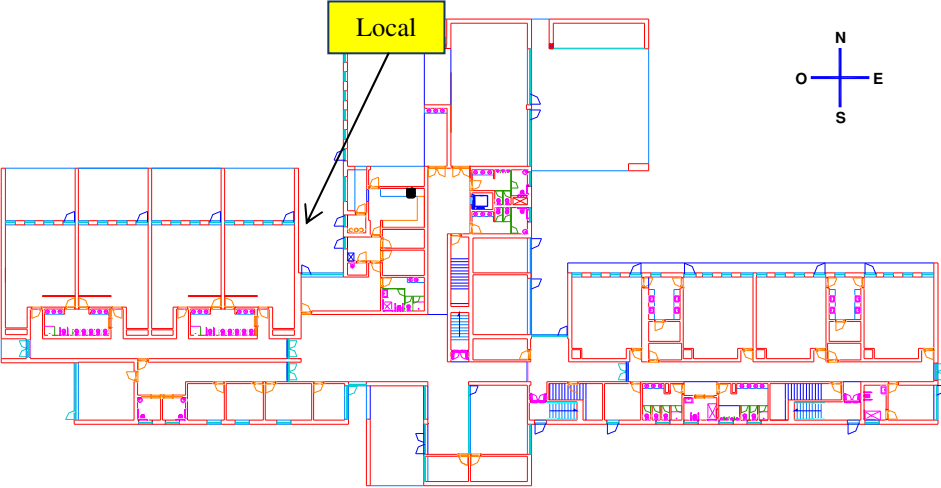
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.39
Descrição da Patologia:		
- Rotura no vão de parede (cunhal), originando um desnível de cerca de 30cm.		
Localização: Alçado Norte (Cobertura)		
		
Registo fotográfico:		
		

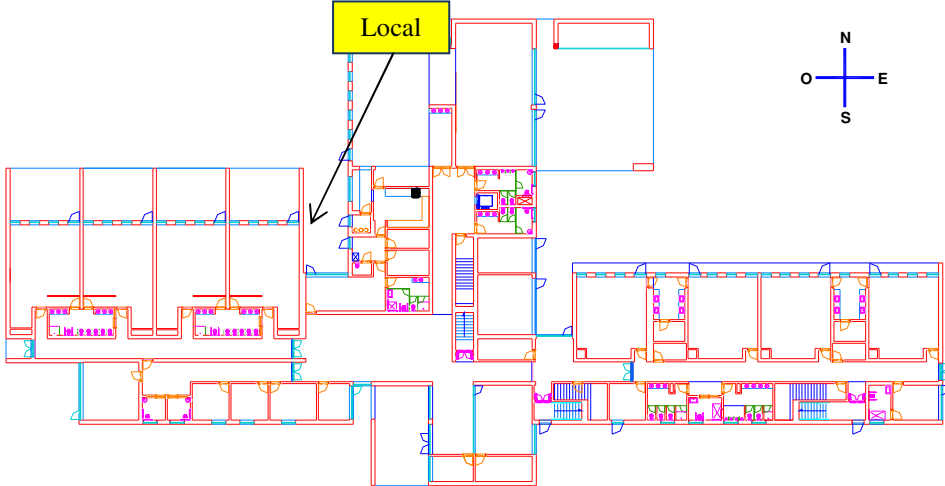
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.40
Descrição da Patologia:		
- Rotura no vão de parede (cunhal), com descolamento dos elementos verticais. - Rotura no vão de parede (cunhal), originando um desnível de cerca de 30cm (cobertura). - Fissuração horizontal e vertical (45⁰) acompanhando toda a extensão do vão de parede.		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		

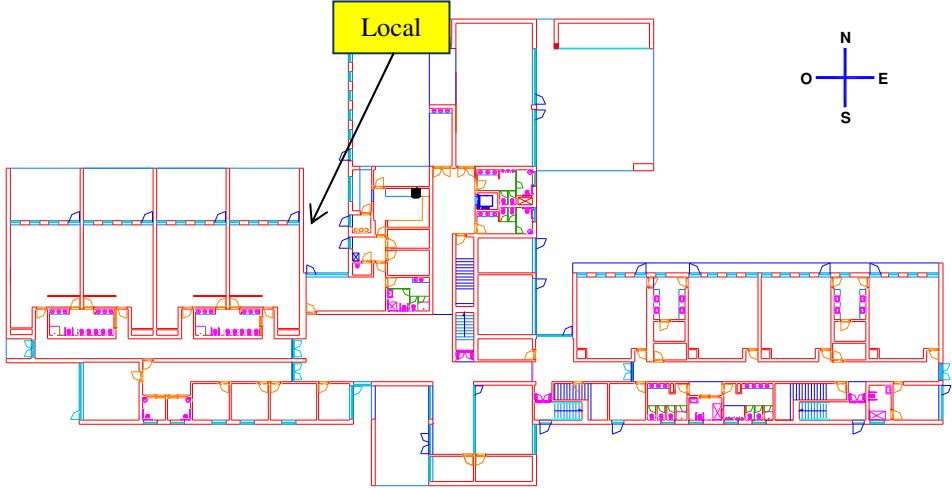
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.41
Descrição da Patologia: - Rotura no vão de parede (cunhal), com descolamento dos elementos dos elemetos verticais. - Fissuração horizontal e vertical (45°) acompanhando toda a extensão do vão de parede.		
Localização: Alçado Norte (Cobertura) 		
Registo fotográfico: 		

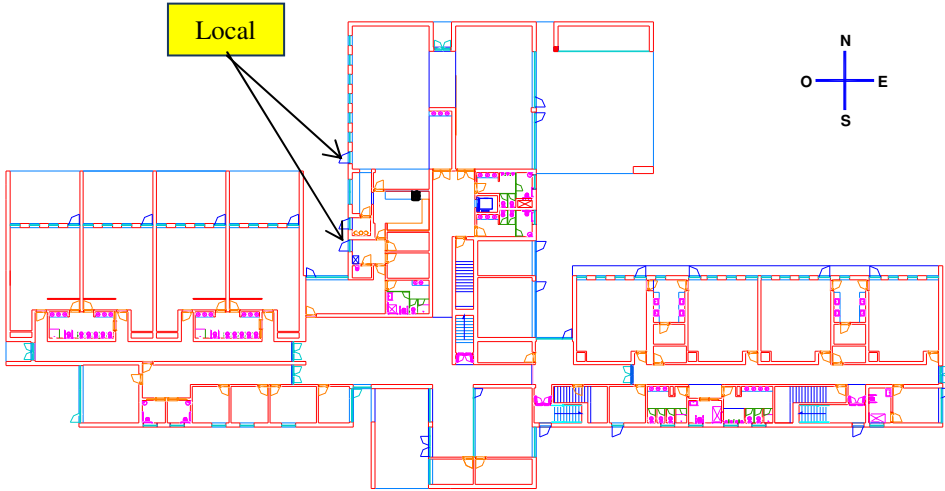
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.42
Descrição da Patologia:		
- Fissuração horizontal com cerca de 5cm de largura localizada na parte superior do vão de parede.		
Localização: Alçado Norte (Cobertura)		
		
Registo fotográfico:		
		

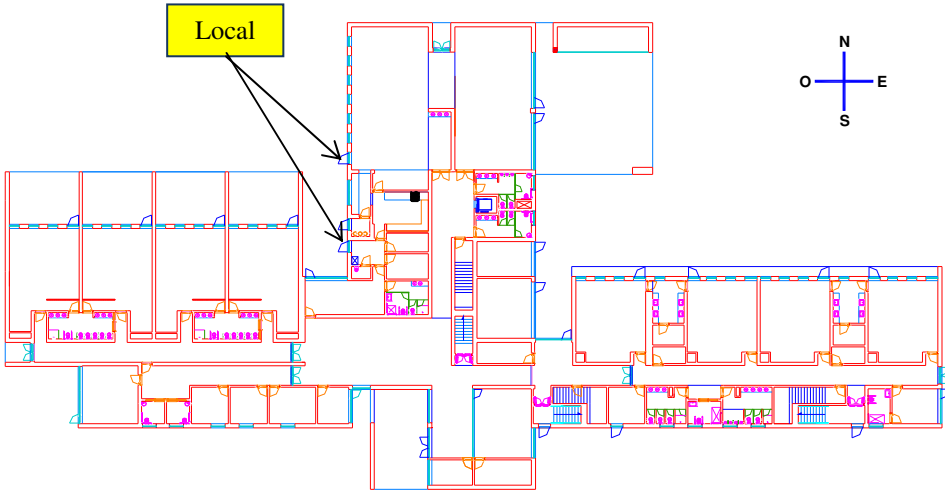
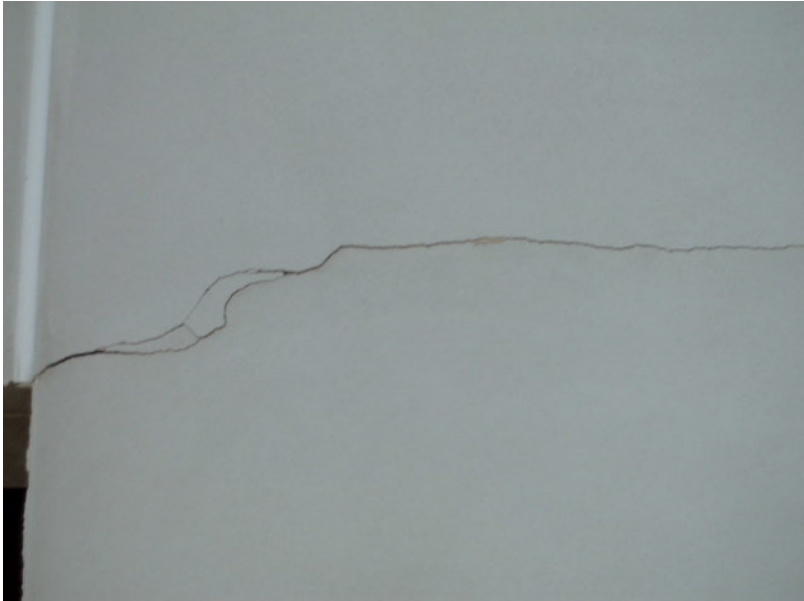
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.43
Descrição da Patologia:		
- Fissuração vertical extensa localizada no topo do vão de parede.		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		

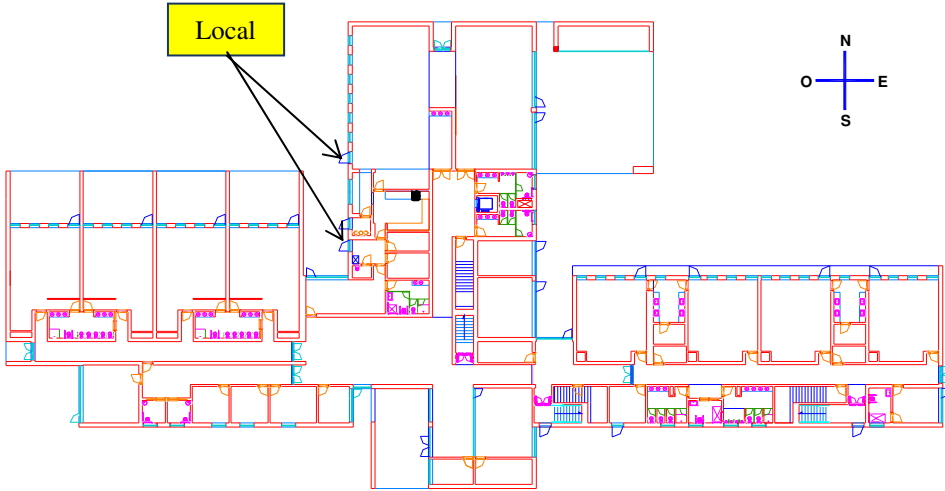
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.44
Descrição da Patologia:		
- Fissuração horizontal e vertical (45^0) acompanhando toda a extensão do vão de parede.		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		

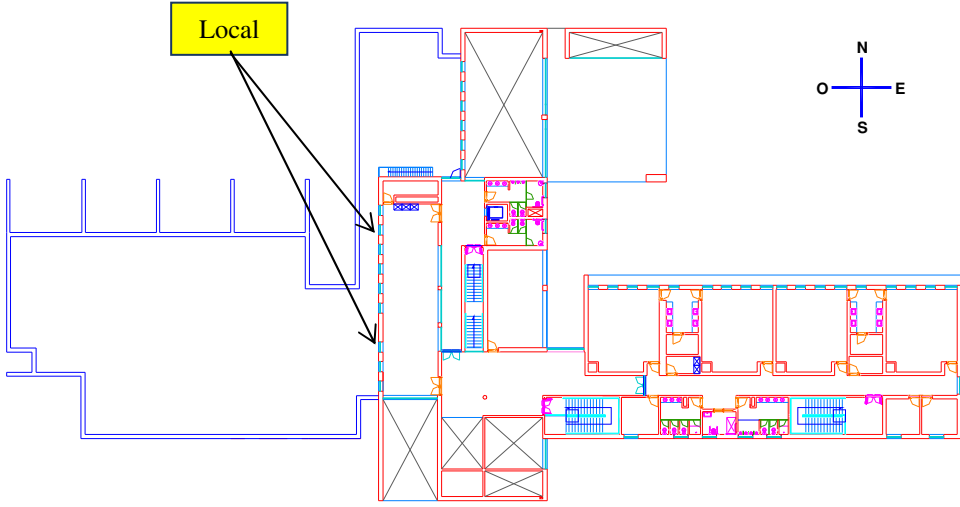
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.45
Descrição da Patologia:		
- Fissuração horizontal e vertical (45^0) acompanhando toda a extensão do vão de parede.		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		

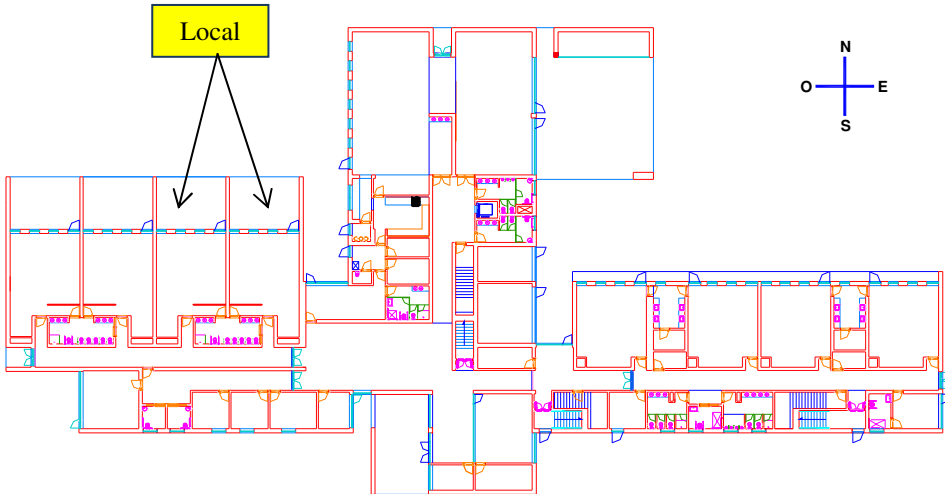
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.46
Descrição da Patologia:		
- Fissuração horizontal e vertical (45^0) acompanhando toda a extensão do vão de parede.		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		

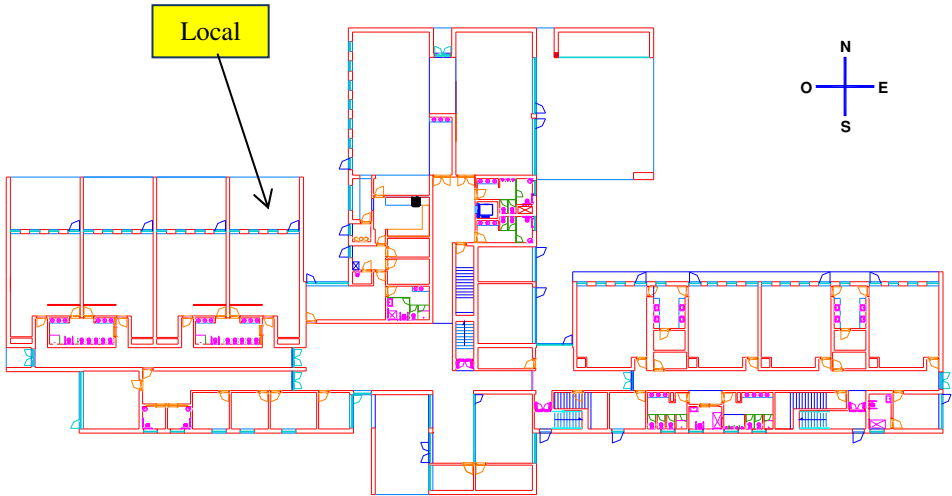
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.47
Descrição da Patologia:		
- Fissuração horizontal e vertical (45^0) nos cantos superiores e inferiores das ombreiras (Portas e janelas).		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		

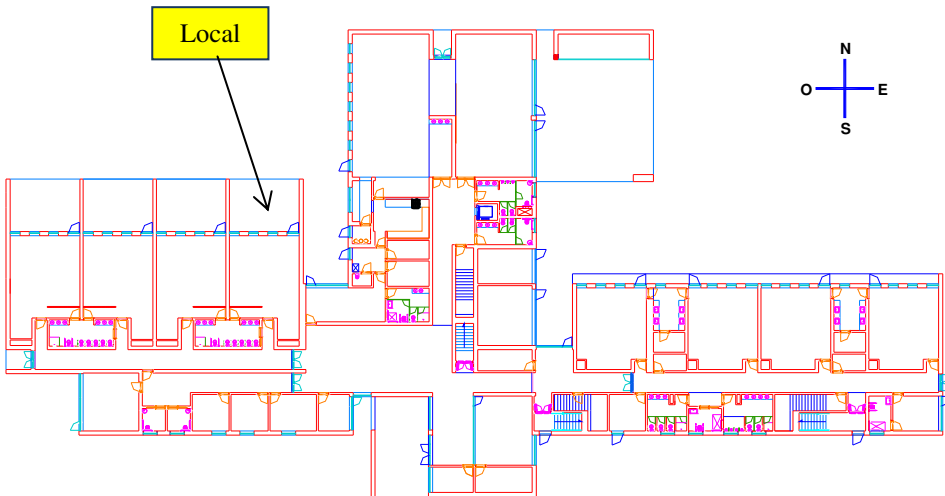
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.48
Descrição da Patologia:		
- Fissuração horizontal e vertical a 45° com perlongamento dos cantos da padieira (Portas e janelas) até à cobertura.		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		

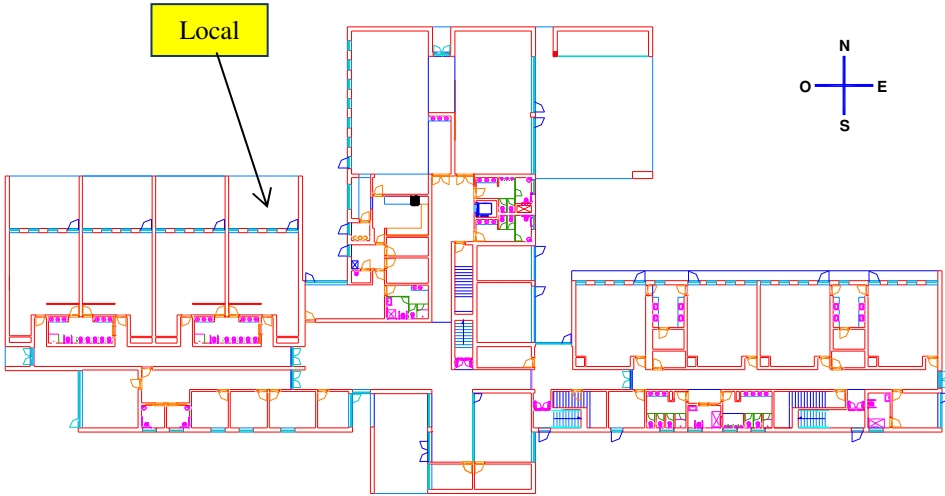
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.49
Descrição da Patologia:		
- Fissuração vertical a 45⁰ com perlongamento do canto inferior das ombreiras das janelas até ao piso térreo (solo).		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		

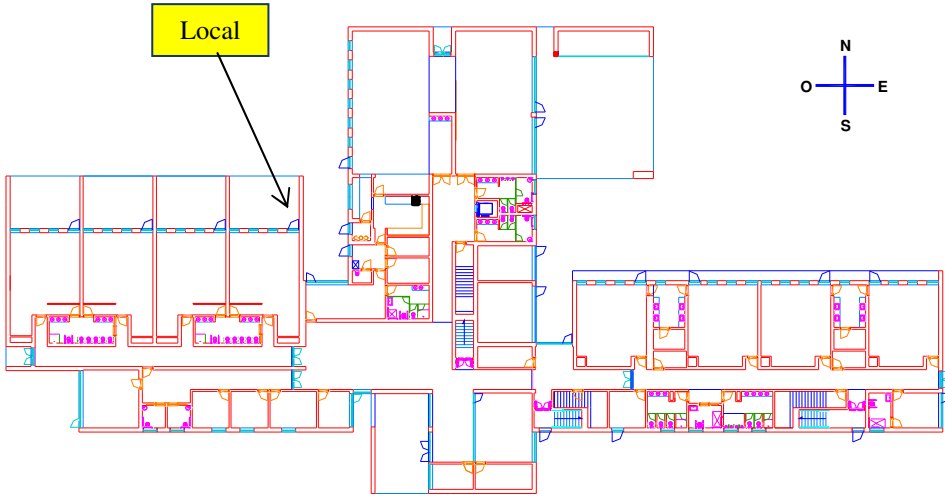
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.50
Descrição da Patologia:		
- Fissuração horizontal e vertical (45^0) nos cantos superiores e inferiores das ombreiras (Portas e janelas).		
Localização: Alçado Norte – Piso Superior		
		
Registo fotográfico:		
		

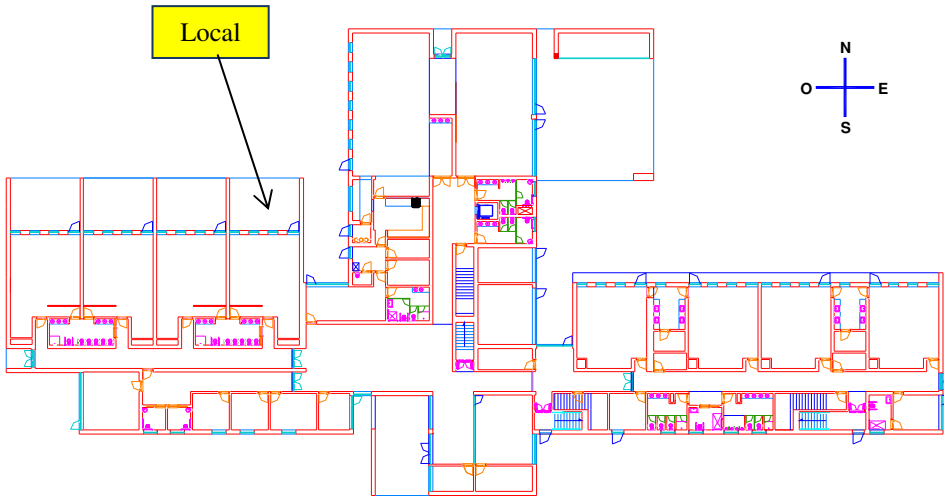
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.51
Descrição da Patologia:		
- Fissuração generalizada horizontal e vertical (45^0) em toda a extensão dos vãos de parede. - Rotura parcial ou total dos elementos que compõe os vãos de parede.		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		

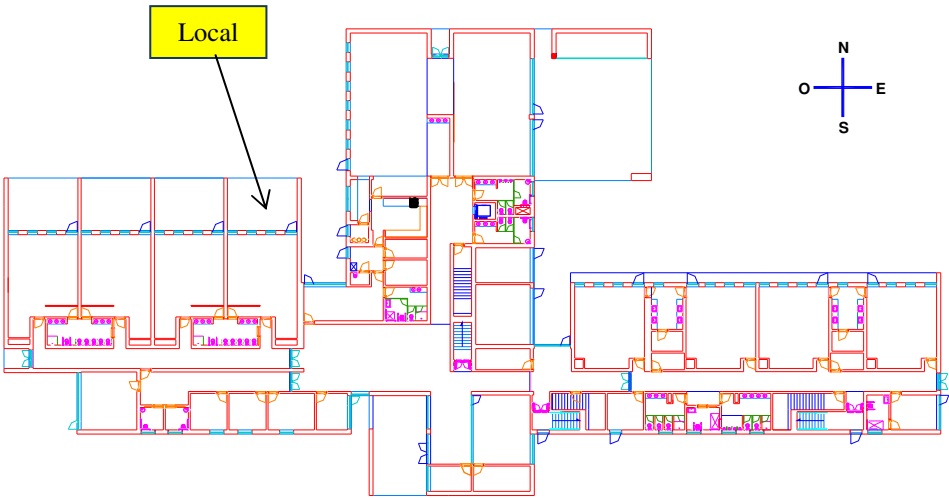
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.52
Descrição da Patologia:		
- Fissuração generalizada horizontal e vertical (45^0) em toda a extensão dos vãos de parede. - Rotura parcial ou total dos elementos que compõe os vãos de parede.		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		

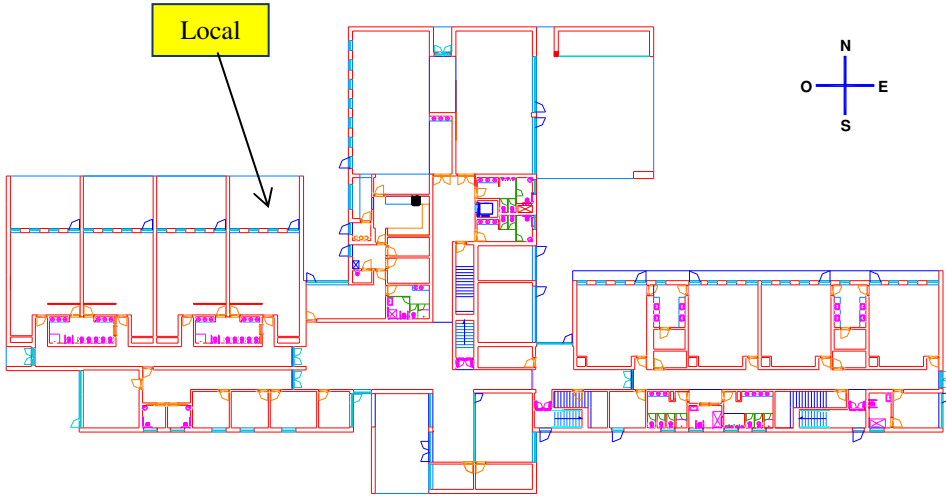
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.53
Descrição da Patologia:		
- Fissuração generalizada horizontal e vertical (45°) em toda a extensão dos vãos de parede. - Rotura parcial ou total dos elementos que compõe os vãos de parede.		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		

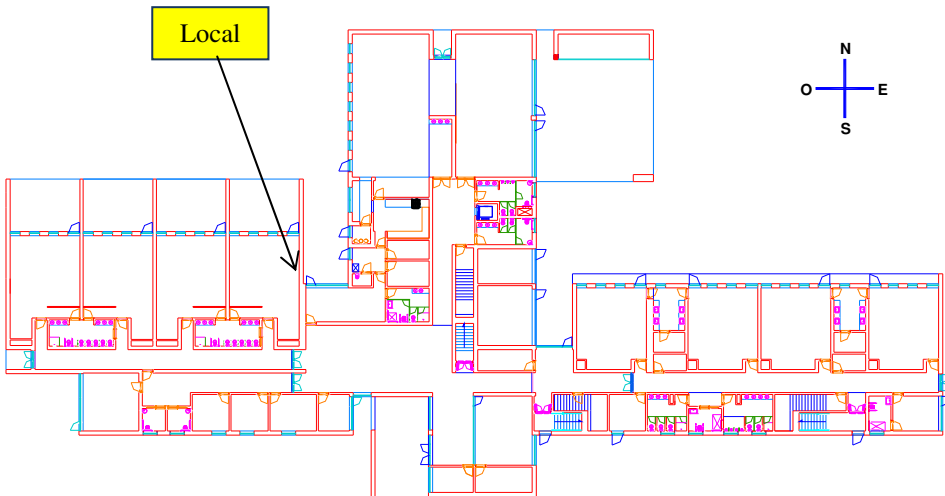
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.54
Descrição da Patologia:		
- Fissuração generalizada horizontal e vertical (45°).		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		

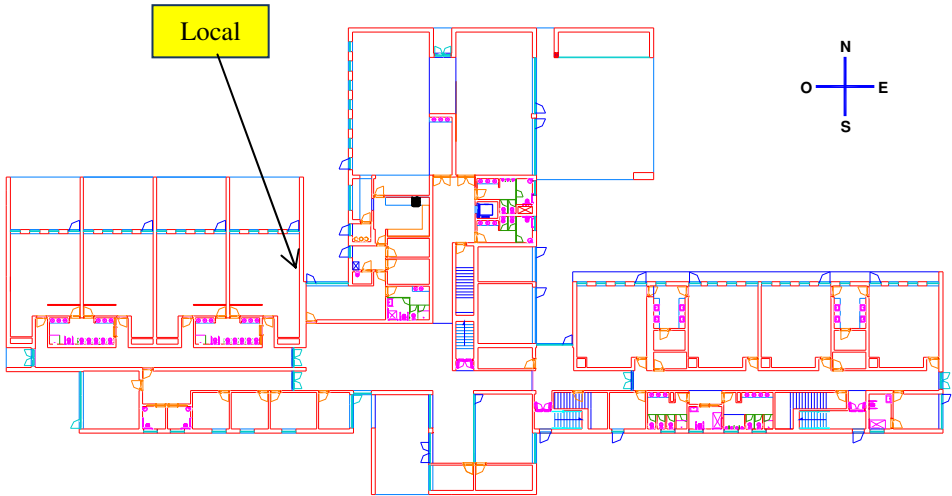
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.55
Descrição da Patologia:		
- Fissuração generalizada horizontal e vertical.		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		

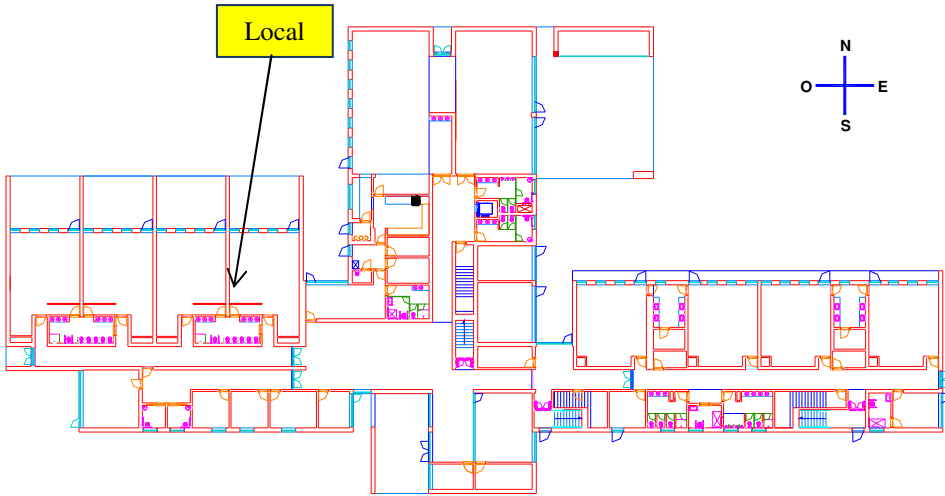
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.56
Descrição da Patologia: - Rotura parcial dos elementos que compõe o vão de parede.		
Localização: Alçado Norte 		
Registo fotográfico:		
 Vista Exterior	 Vista Interior	

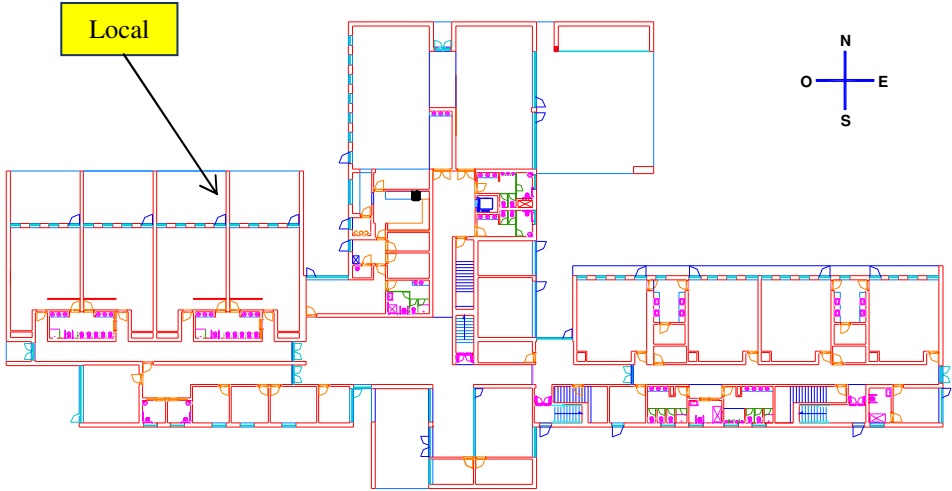
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.57
Descrição da Patologia: - Rotura total dos elementos que compõe o vão de parede.		
Localização: Alçado Norte Local 		
Registo fotográfico:  Vista Exterior  Vista Interior		

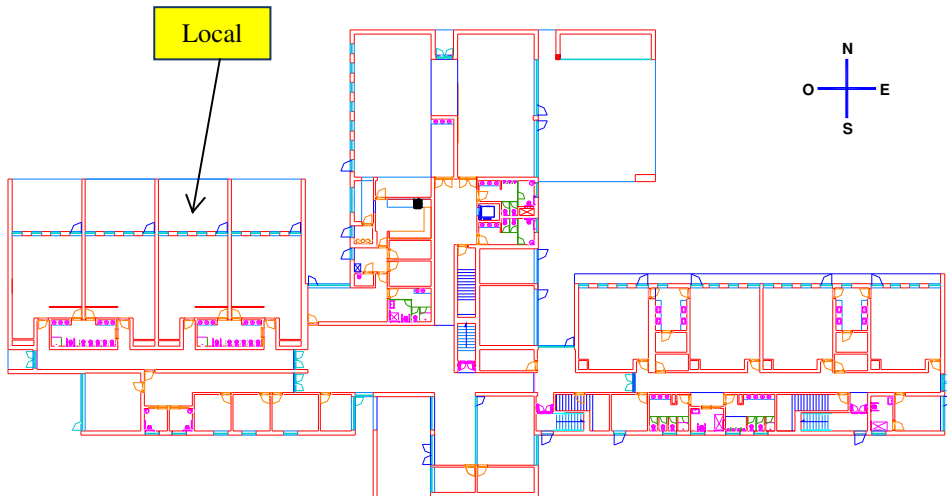
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.58
Descrição da Patologia:		
- Rotura total dos elementos que compõe o vão de parede.		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
 Vista Exterior	 Vista Interior	

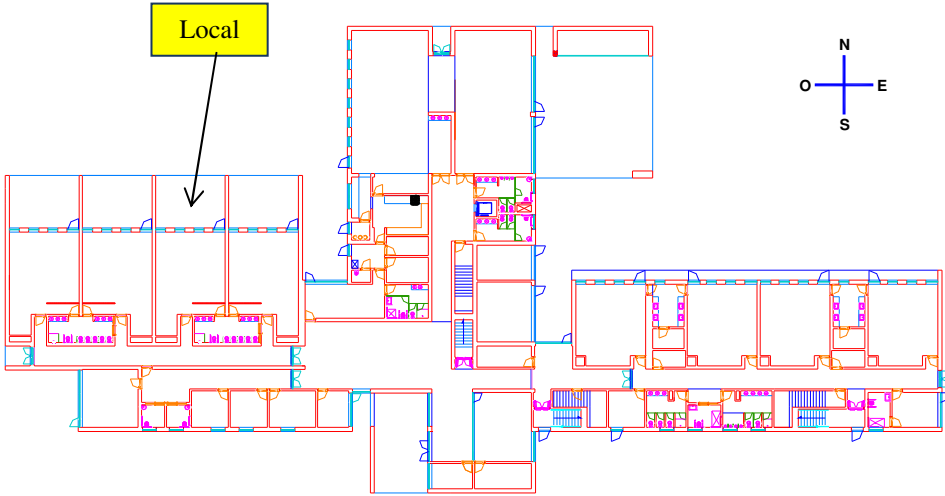
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.59
Descrição da Patologia:		
- Fissuração generalizada horizontal e vertical (45°). - Esmagamento dos elementos de alvenaria.		
Localização: Interior		
		
Registo fotográfico:		
		

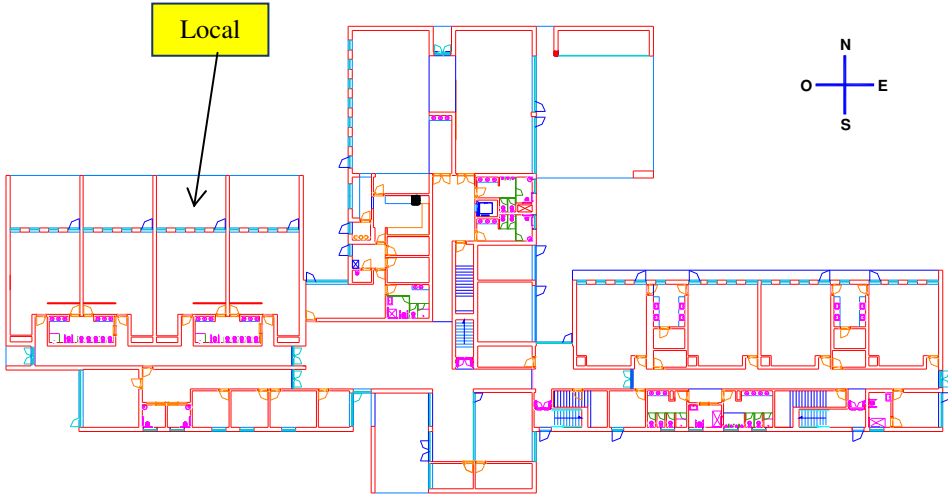
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.60
Descrição da Patologia:		
- Fissuração vertical (45^0). - Esmagamento dos elementos de alvenaria.		
Localização: Interior		
		
Registo fotográfico:		
		

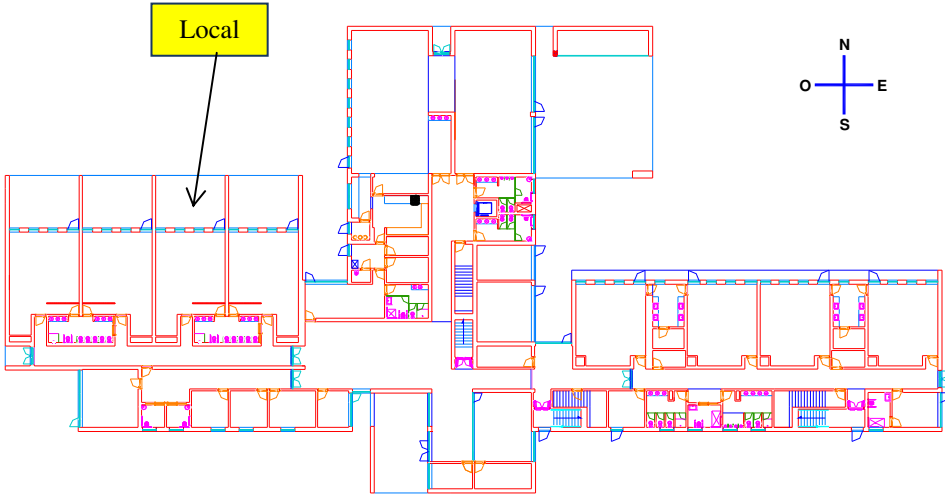
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.61
Descrição da Patologia:		
- Fissuração vertical (45^0).		
Localização: Interior		
		
Registo fotográfico:		
		

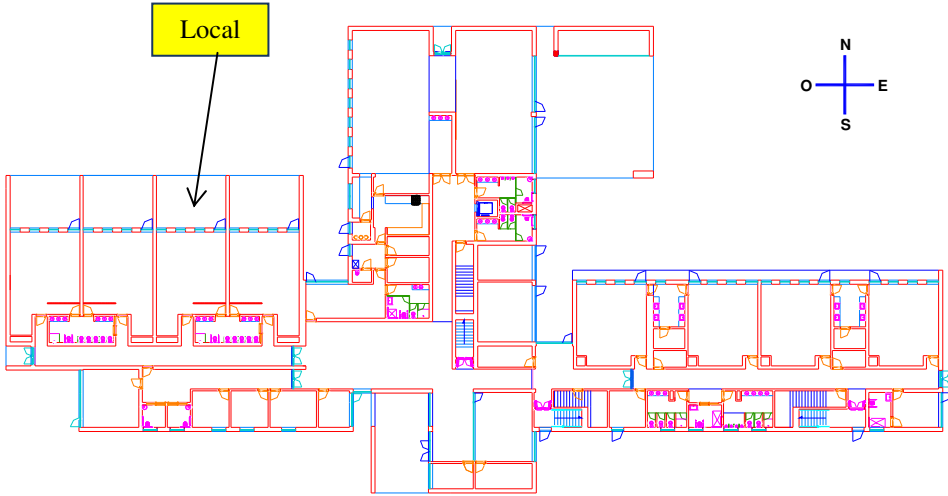
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.62
Descrição da Patologia: - Fissuração generalizada horizontal e vertical (45^0) em toda a extensão dos vãos de parede.		
Localização: Alçado Norte 		
Registo fotográfico: 		

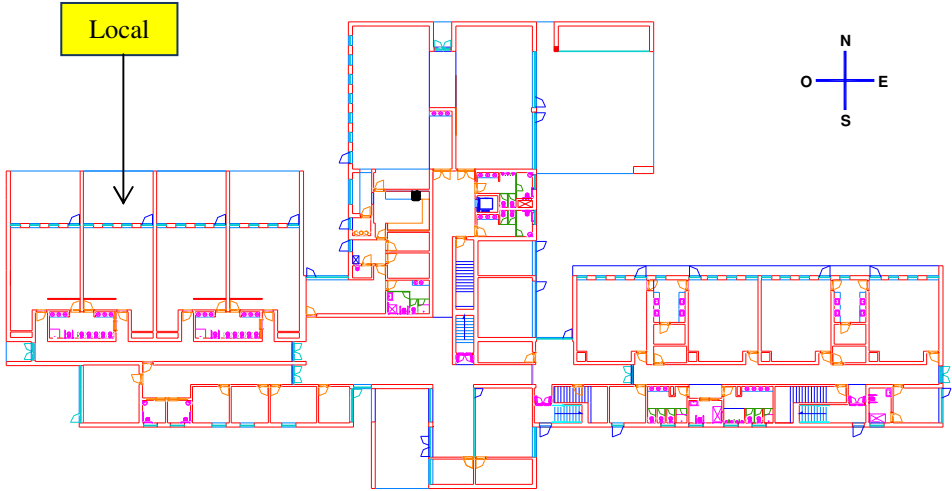
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.63
Descrição da Patologia:		
- Fissuração generalizada horizontal e vertical (45^0) em toda a extensão dos vãos de parede. - Rotura parcial ou total dos elementos que compõe os vãos de parede.		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		

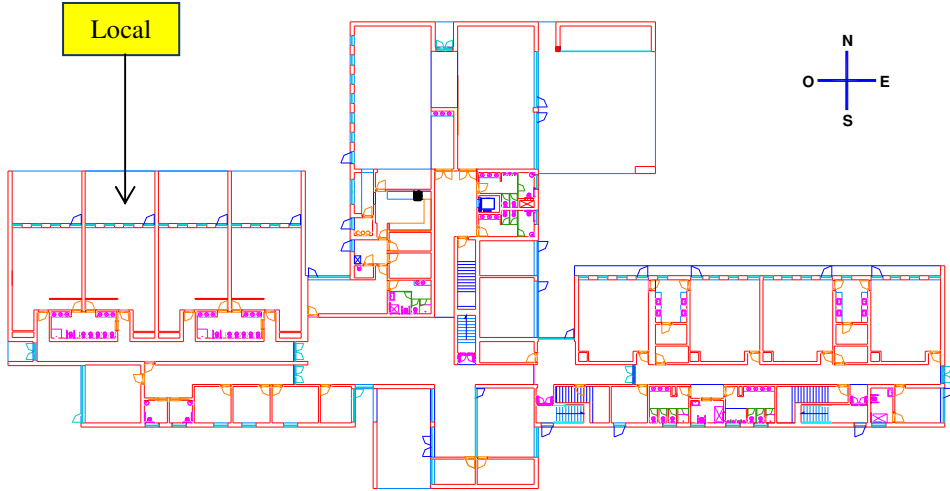
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.64
Descrição da Patologia:		
- Pormenor, rotura total dos elementos que compõe os vãos de parede.		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		

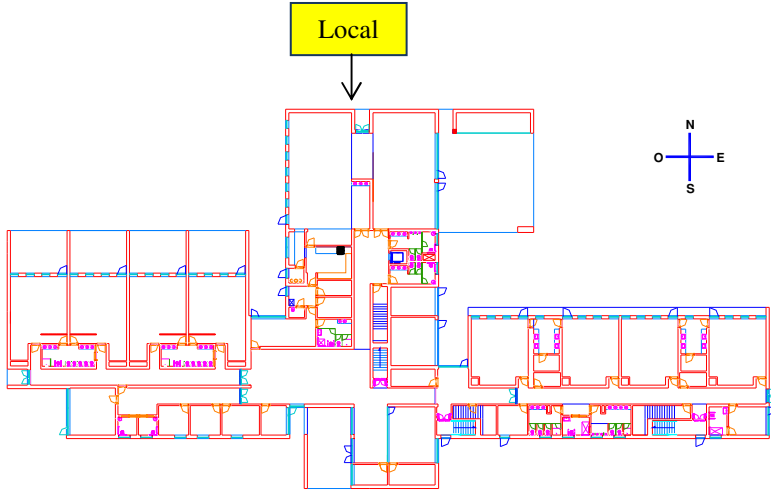
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.65
Descrição da Patologia:		
- Fissuração horizontal e vertical (Pormenor).		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		

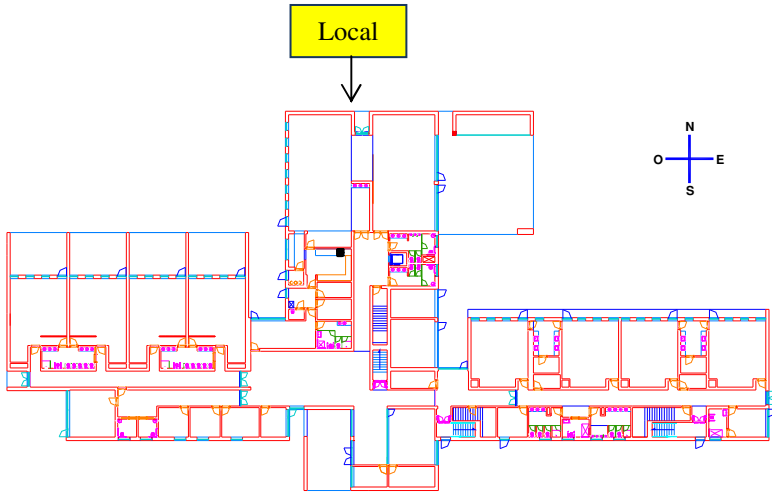
 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.66
Descrição da Patologia:		
- Fissuração generalizada na ombreira e padeira do vão de janela (Pormenor).		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		

 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.67
Descrição da Patologia:		
- Fissuração generalizada na ombreira e padeira do vão de janela (Pormenor).		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		

 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.68
Descrição da Patologia: - Fissuração generalizada horizontal e vertical (45^0) em toda a extensão dos vãos de parede.		
Localização: Alçado Norte 		
Registo fotográfico: 		

 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.69
Descrição da Patologia:		
- Fissuração generalizada horizontal e vertical (45°) - Pormenor		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		

 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.70
Descrição da Patologia: - Fissuração generalizada horizontal e vertical (45°).		
Localização: Alçado Norte 		
Registo fotográfico: 		

 Instituto Politécnico de Tomar Escola Superior de Tecnologia de Tomar	Centro Escolar do Sacapeito Registo Fotográfico	Anexo IV.71
Descrição da Patologia:		
- Fissuração horizontal.		
Localização: Alçado Norte		
		
Registo fotográfico:		
		