Acompanhamento da instalação de um sistema de rega localizada num amendoal

Manuel Maria Brito de Lima Sousa Louro

Relatório de estágio para obtenção de Grau de Mestre em

Engenharia Agronómica

Orientador(es): Doutora Isabel Maria Cerqueira Lopes Alves

Engenheiro António Miguel Tavares

Júri:

Presidente: Doutor João Rui Rolim Fernandes Machado Lopes, Professor auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutora Maria do Rosário da Conceição Cameira, Professora associada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Doutora Isabel Maria Cerqueira Lopes Alves, Professora associada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

2023

Dedico este trabalho ao meu avô e melhor amigo Eng. Manuel Bravo Lima. Que Nossa Senhora no Céu o guarde na Glória de Deus.

Agradecimentos

Aproveito o concretizar deste trabalho para fazer vários agradecimentos e referências merecidas ao longo da vida académica, pessoal, estes últimos 8 meses de estágio e 2 anos de enorme privilégio no acompanhamento por perto da *Sysmart.*

Ao Instituto Superior de Agronomia, que me formou, proporcionou as melhores memórias que tenho como estudante e me deu o privilégio de ter vivido o que vários familiares próximos também viveram nesta instituição no passado.

Ao Engenheiro Miguel Tavares, vão sempre faltar palavras para poder agradecer, já com saudade, a enorme amizade que comigo fez, a paciência e os ensinamentos que me deu todos os dias a nível profissional como pessoal. A integridade, profissionalismo, seriedade, brio e entusiasmo com que encara o trabalho e as relações humanas são e serão um exemplo.

Ao Engenheiro José Basto, agradeço a paciência e ensinamentos que me deu nestes meses. Um exemplo de humildade e que desejarei preservar por muitos anos.

À Doutora Professora Isabel Alves, pelas sugestões dadas neste percurso e por ter despertado nas aulas de Mestrado o especial gosto pela área de Hidráulica.

Ao David Pallarès, que desde o início me possibilitou ver de perto todo os projectos e trabalhos desenvolvidos pela *AWA – Agro Water Almonds*. Agradeço disponibilidade, amizade e exemplo de resiliência.

Ao Gustavo Caetano e ao António Coimbra, da AgroAnalítica, agradeço a honra de com eles poder ter aprendido bem como apoio de excelência na elaboração deste relatório.

A toda a equipa da *AWA – Agro Water Almonds,* agradeço o exemplo de dedicação e alegria com que sempre encararam os desafios nos encontros e visitas em que estive presente.

Ao meu pai Diogo, mãe Sofia, Rosarinho e Mafalda, dou graças a Deus por os ter na minha vida. Agradeço-lhes tudo o que sou hoje, tudo o que tenho e o seu exemplo de santidade.

À Nena, pela paciência, carinho e apoio incondicional que me dá no dia-a-dia.

À minha avó Té, que desde pequeno é grande incentivadora dos meus entusiasmos e sonhos, agradeço o exemplo de uma vida de generosidade, caridade e simplicidade.

Ao todos os meus amigos, em especial os do Instituto Superior de Agronomia, SAIREF, CRÊCÊ e Missão País, agradeço-lhes o privilégio da amizade e lealdade nos bons e maus momentos.

Resumo

Este trabalho contempla uma descrição completa de um projecto de rega gota-a-gota desenvolvido durante um estágio realizado na empresa *Sysmart Water & Energy Systems* para uma área total de 162,6 hectares de amendoal na região do Ladoeiro, em Idanha-a-Nova, tendo como base várias dimensões climáticas, agronómicas e hidráulicas.

O crescimento do regime de regadio e gota-a-gota conduz proporcionalmente ao aumento das necessidades de apoio e aconselhamento antes, durante e após a instalação de um pomar.

Ao longo do acompanhamento do projecto de rega deste amendoal do grupo *AWA – Agro Water Almonds,* entre Fevereiro 2021 e Outubro de 2023, estão descritas as etapas, os diversos trabalhos, levantamentos de necessidades, pressupostos, fotografias, análises críticas e conclusões que se consideraram relevantes agrupar e interligar no presente relatório em conjunto com a *AWA – Agro Water Almonds, Sysmart Water & Energy Systems* e AgroAnalítica.

O trabalho guiou-se pela vontade de atender às necessidades reais da cultura do amendoal, de forma integrada com os desejos do cliente, todas as partes envolvidas no projecto, instalação e o anseio de alcançar uma agricultura mais tecnológica, sustentável e productiva.

Como conclusões destacou-se a importância de conciliar o trabalho agronómico e hidráulico para a elaboração do projecto, bem como as tomada de decisões sempre técnicas ao invés de financeiras na maioria das situações.

Os métodos de trabalho na fase de pré-projecto bem como o dimensionamento hidráulico feito em *IrriCAD* geraram uma poupança significativa de recursos e custos, que se deve também ao facto de o cliente ter recorrido a um projectista independente, neste caso a empresa *Sysmart Water & Energy Systems.* Por fim, outra grande vantagem para o cliente foi a reduzida taxa de perda de árvores, cerca de 3%, que se afigura já como um dos primeiros indicadores de sucesso do projecto de rega e do acompanhamento agronómico.

Palavras-chave: projecto de rega gota-a-gota; dimensionamento hidráulico; sistema de rega; amendoal; agricultura tecnológica

NOTA: escrito segundo o antigo acordo ortográfico

Abstract

This work contains a complete description of a drip irrigation project developed during an internship at Sysmart Water & Energy Systems for a total area of 162,6 acres of almond groves in Ladoeiro, region of Idanha-a-Nova, and was based on various climatic, agronomic, and hydraulic dimensions.

The growth of irrigation and drip irrigation has led to a proportional increase in the need for support and advice before, during and after the installation of an orchard.

Throughout the monitoring of this almond orchard irrigation project by the AWA - Agro Water Almonds group, between February 2021 and October 2023, this report describes the stages, the various works, needs surveys, assumptions, photographs, critical analyses, and conclusions that we considered relevant to group and interconnect in this report together with AWA - Agro Water Almonds, Sysmart Water & Energy Systems and AgroAnalítica.

This work was made with the desire to meet the real needs of the almond crop, in an integrated way with the wishes of the client, all the parties involved in the project, installation and the desire to achieve a more technological, sustainable, and productive agriculture.

The conclusions highlighted the importance of reconciling agronomic and hydraulic work when drawing up the project, as well as always making technical decisions rather than financial ones in most situations.

The working methods in the pre-project phase, as well as the hydraulic dimensioning done in IrriCAD, generated significant savings in terms of resources and costs, which is also due to the fact the client used an independent designer, in this case the company Sysmart Water & Energy Systems. Finally, another major advantage for the client was the low rate of tree loss, around 3%, which is already one of the first indicators of the success of the irrigation project and agronomic monitoring.

Keywords: drip irrigation project; hydraulic dimensioning; irrigation system; almonds; technological agriculture

Índice

Agradecimentos iii
Resumo iv
Abstract v
Siglas e Abreviaturas xiv
1. Introdução 1
1.1. Contextualização e objectivos 1
1.2. Caracterização da empresa de acolhimento 2
2. Contextualização 3
2.1. Projecto de rega gota-a-gota 3
2.2. Dimensionamento de um sistema de rega 5
3. Dados e informação do projecto realizado 6
3.1. Premissas definidas com o promotor da obra 6
3.2. Local 7
3.2.1. Áreas a implantar 8
3.3. Infraestruturas existentes 9
3.3.1. Perímetro de regadio 9
3.3.2. Fontes de água e energia utilizadas para o projecto 10
3.4. Levantamento topográfico 14
3.5. Modelo do terreno e rede drenagem 15
3.5.1. Condutividade eléctrica 16
3.5.2. Classificação das famílias de solo e perfis 17
3.6. Variedade escolhida 19
3.6.1. Dados meteorológicos 20
3.6.2. Necessidades hídricas e de rega 22
3.6.3. Consumos da cultura 27
3.6.4. Modo e sistema de condução 27
3.7. Projecto de rega: etapas da sua realização e métodos adoptados 29

3.7.1. Versões e alterações no software *IrriCAD* 35
3.7.2. Softwares utilizados para construção do projecto 36
3.7.3. Elementos e dados do projecto de rega 37
3.8. Modo de apresentação da proposta 38
3.9. Pressupostos e considerações 38
3.10. Natureza e requisitos dos materiais a utilizar 40
4. Sistema de rega 41
4.1. Plano geral 41
4.2. Sectores de rega 42
4.3. Preparação e arranque dos trabalhos e da obra 44
4.4. Acompanhamento de obra e trabalhos realizados 45
4.5. Área de trabalho 48
4.6. Quadros, comandos e automatização 49
4.6.1. Programador 49
4.6.2. Plataforma AGRONIC APP e AGRONIC Web 50
4.7. Bombas e motores 50
4.7.1. Sistema de comando dos grupos de bombagem 51
4.7.2. Características das electrobombas 51
4.7.3. Eficiência, poupança e curvas carcaterísticas das bombas 51
4.7.4. Arrancadores e respectivos quadros 54
4.8. Sistema de filtragem 55
4.8.1. Diferencial de pressão nos filtros 56
4.8.2. Retro-lavagem automática 56
4.9. Equipamentos de fertilização e bombas doseadoras 57
4.10. Outros equipamentos de apoio 60
4.10.1. Caudalímetros e manómetros 60
4.10.2. Equipamento para injecção de peróxido de hidrogénio 60
4.11. Conduta principal 62
4.12. Conduta secundária 63

4.13. Abertura e tapamento de valas 64
4.14. Ligação entre condutas 65
4.15. Acessórios complementares 67
4.15.1. Válvulas de ar de triplo efeito 67
4.16. Electroválvulas 67
4.16.1. Cabo eléctrico para comando das electroválvulas 67
4.16.2. Módulos *AGRONIC* Monocabo (MAM) 68
4.16.3. Regulação das electroválvulas 68
4.16.4. Pressostato de mínima das peças de ligação entre condutas 69
4.17. Linhas de gotejadores e emissores escolhidos 69
4.18. Acessórios das linhas de rega 70
4.19. Distribuição das linhas de rega 71
4.20. Purgas de limpeza 71
5. Conclusões 73
5.1. Sugestões e pontos de melhoria 73
5.2. Considerações finais 74
6. Referências bibliográficas 77
7. Anexos 80

Índice de Figuras

Figura 1. Exemplo de um projecto de uma charca e estação de filtragem 3
Figura 2. Localização da Propriedade. Fonte: Google Maps 7
Figura 3. Portão de entrada da propriedade. 7
Figura 4. Área total (1:10 000) do projecto implantado (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart*). 8
Figura 5. Barragem Marechal Carmona (fonte: www.arbi.pt). 9
Figura 6. Canal da ARBI e respectiva ligação à charca 10
Figura 7. Posto de transformação da propriedade. 11
Figura 8. Fotografia da charca e respectivo desenho em projecto. 12
Figura 9. Vista de frente para o grupo de bombagem na charca. 12
Figura 10. Levantamento topográfico da propriedade e respectiva escala obtidos em *QGIS* – Herdade da rebela (fornecido pela AgroAnalítica). 14
Figura 11. Modelo 3D com rede de drenagem natural - Herdade da Rebela (fornecido pela AgroAnalítica). 15
Figura 12. Condutividade eléctrica aparente da propriedade – Herdade da Rebela (fornecido pela AgroAnalítica). 16
Figura 13. Classificação de solos de uma das partes da propriedade- Herdade da Rebela (fornecido pela AgroAnalítica). 17
Figura 14. Amendoeiras plantadas na 1º fase do projecto. 19
Figura 15. Amendoeiras plantadas na 2ª fase do projecto. 19
Figura 16. Gráfico temperaturas mínimas, médias e máximas. 20
Figura 17. Precipitação média mensal no período entre 1971 e 2000. 21
Figura 18. Distribuição da precipitação por estações do ano. 21
Figura 19. Gráfico com a curva de valores de ETo mensais obtidos da série de 1971-2020 23
Figura 20. Valores de Kc escolhidos e restantes valores segundo diferentes autores (Doll, 2020). 24
Figura 21. Curva dos Kc Goldhamer (1996). 24
Figura 22. Gráfico com valores da evapotranspiração cultural obtida com o Kc Goldhamer (1996). 25
Figura 23. Terreno recém-plantado e instalado com compasso 5,5 x 4,0 m. 28
Figura 24. Terreno e plantação ao dia de hoje. 28
Figura 25. Modelo 3D do terreno feito pelo software *IrriCAD*. 29
Figura 26. Layout com blocos, sentidos de plantação e válvulas definidos inicialmente (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – Sysmart). 30

Figura 27. Janela com as características e definições dos blocos e respectivas válvulas (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart*).. 30
Figura 28. Layout dos blocos de rega com a janela de configuração das laterais e tubo gotejador (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart*). 31
Figura 29. Janela com as características e definições das laterais e tubo gotejador (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart*). 31
Figura 30. Layout com a tabela de configuração da pressão de cada válvula e as pressões máxima e mínima de cada bloco (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart*). 32
Figura 31. Janela apresentada para a configuração da pressão de cada válvula e visualização da correspondente pressão máxima e mínima de cada bloco (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart*). 32
Figura 32. Janela para indicação do número de sectores de rega (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart*). 33
Figura 33. Layout com a janela para a escolha do número de sectores (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart*). 33
Figura 34. Layout com a informação da pressão, perda de carga, variação de elevação, caudal de entrada, de saída e velocidade (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart*).34
Figura 35. Janela de informação e dados dos sectores (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart*). 34
Figura 36. Detalhes e versão do programa *IrriCAD*. 37
Figura 37. Plano geral da 1ª fase (à esquerda) e da 2ª fase (à direita), fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart.* 41
Figura 38. Plano dos sectores de rega na casa dos quadros eléctricos. 42
Figura 39. Sectores de rega Herdade da Rebela plano completo.....42
Figura 40. Cortes de camalhões numa das zonas da propriedade. 46
Figura 41. Passagem com grade americana. 46
Figura 42. Conduta principal em PVC espalhada e pronta a ser enterrada. 47
Figura 43. Plantas *Lauranne* prontas a plantar. 47
Figura 44. Plantação das amendoeiras com auxílio de tractor.....47
Figura 45. Vista para o interior da casa de filtragem e fertilização. 48
Figura 46. Exterior da casa e PT. 48
Figura 47. Quadro com programador e interruptores. 49
Figura 48. Programador Agronic 4000 instalado.....49
Figura 49. Jangada com grupo bombagem e flutuadores. 50
Figura 50. Cabeçal da bombagem com colector galvanizado, válvulas de ar, válvulas retenção bi-partidas e borboleta com desmultiplicador. 50

Figura 51. Características do motor e de funcionamento da bomba (retirados da ficha técnica da *CAPRARI*). 52
Figura 52. Curvas da altura manométrica, NPSH, rendimento e potência absorvida (retiradas do catálogo da *CAPRARI).* 53
Figura 53. Variadores de velocidade *SCHNEIDER* colocados no interior dos quadros.....54
Figura 54. Sistema de filtragem de anéis.....55
Figura 55. Instalação dos depósitos de 5 000 litros dentro da bacia de retenção. 57
Figura 56. Depósitos instalados ao dia de hoje. 57
Figura 57. Soprador e respectivo troço em ferro dentro da casa de fertilização. 58
Figura 58. Sistema de enchimento dos depósitos e tubo para enchimento dos pulverizadores no exterior. 59
Figura 59. Caudalímetro dentro da casa de filtragem. 60
Figura 60. Manómetro junto a válvula reguladora de pressão. 60
Figura 61. Sistema de injecção de peróxido de hidrogénio. 61
Figura 62. Colocação da conduta principal à saída da casa. 62
Figura 63. Vala aberta com condutas, cabo e tubos de protecção para as laterais. 63
Figura 64. Vala secundária numa das extremidades de uma parcela. 64
Figura 65. Ligação entre condutas em fase de instalação. 65
Figura 66. Desenho em *AutoCAD* da ligação entre condutas. 65
Figura 67. Desenho feito em *AutoCAD* de uma válvula de ar e respectiva ligação à conduta. 67
Figura 68. Válvula reguladora de pressão em ferro fundido da marca DOROT. 68
Figura 69. Solenóide latch Aquative Plus DC. 68
Figura 70. Dados técnicos com comprimento máximo das laterais do tubo de 16 mm (em metros) com diferentes pressões de entrada e inclinações (Netafim, s.d.). 69
Figura 71. Dados técnicos com comprimento máximo das laterais do tubo de 20 mm (em metros) com diferentes pressões de entrada e inclinações (Netafim, s.d.). 70
Figura 72. Rolos dos tubos gotejadores 16 mm e 20 mm antes de serem instalados. 71
Figura 73. Ilustração do colector de limpeza e a correspondente válvula. 72
Figura 74. Vista completa de uma purga de limpeza antes de instalada. 72
Figura 75. Purga de limpeza enterrada e instalada no fim de linha. 72

Índice de Quadros

Quadro 1. Potências necessárias a cada uma das componentes. 11
Quadro 2. Características principais da charca. 13
Quadro 3. Descrição das classes de solos. 18

Quadro 4. Distribuição mensal temperaturas (ºC) entre 1971 e 2000. 20
Quadro 5. Valores de ETo obtidos pelo método de Hargreaves-Samani. 23
Quadro 6. Valores de ETc calculados com Kc de Goldhamer (1996). 25
Quadro 7. Velocidade do vento, altura árvore, HR média e mínima, Kc mid ETo e ETc calculadas. .. 26
Quadro 8. Comparação entre cálculos obtidos com Kc (Goldhamer 1996) e Kc mid (Rallo et al., 2021). 26
Quadro 9. Registo dos consumos mensais em m3 para os anos de 2022 e 2023 27
Quadro 10. Tabela com sectores, blocos e respectivos caudais e pressões de trabalho correspondentes a 1 linha de rega. 43
Quadro 11. Resumo das características do sistema instalado. 44

Índice de Anexos

Anexo 1. Projecto da charca construída. .....
Anexo 2. Declive da propriedade. .....
Anexo 3. Rede de drenagem natural e linhas de drenagem construídas. .....
Anexo 4. Plano geral da 1ª fase. .....
Anexo 5. Plano geral da 2ª fase. .....
Anexo 6. Sectores de rega e respectivas áreas. .....
Anexo 7. Condutas principais instaladas na 1ª fase. .....
Anexo 8. Condutas principais instaladas na 2ª fase. .....
Anexo 9. Mapa de medições conduta principal 1ª fase. .....
Anexo 10. Mapa de medições conduta principal 2ª fase. .....
Anexo 11. Condutas secundárias instaladas na 1ª fase. .....
Anexo 12. Condutas secundárias instaladas na 2ª fase. .....
Anexo 13. Mapa de medições conduta secundária 1ª fase. .....
Anexo 14. Mapa de medições conduta secundária 2ª fase. .....
Anexo 15. Medições de tubo gotejador instalado na 1ª fase. .....
Anexo 16. Medições de tubo gotejador instalado na 2ª fase. .....
Anexo 17. Desenhos e planos da bombagem. .....
Anexo 18. Desenho e plano da casa de filtragem e fertilização. .....
Anexo 19. Cabos eléctricos instalados na 1ª fase. .....
Anexo 20. Cabos eléctricos instalados na 2ª fase. .....
Anexo 21. Desenhos e planos ligações entre condutas .....
Anexo 22. Abertura e tapamento de valas na 1ª fase. .....

Anexo 23. Abertura e tapamento de valas na 2ª fase. .....
Anexo 24. Desenhos e planos maciços de amarração. .....
Anexo 25. Desenhos e planos de atravessamento de condutas .....
Anexo 26. Imagem aérea captada por drone 7 Janeiro 2021. .....
Anexo 27. Imagem aérea captada por drone 8 Junho 2022. .....
Anexo 28. Fotografia aérea de drone charca + plano Oeste-Este de 2021. .....
Anexo 29. Fotografia aérea de drone plano NE-SO de 2021. .....
Anexo 30. Fotografia aérea nº2 de drone início de 2023: 1ª e 2ª fase de plantação. .....
Anexo 32. Fotografia nº1 aérea de drone início de 2023: 1ª e 2ª fase de plantação. .....

Siglas e Abreviaturas

W - Watts

Hz - Hertz

ARBI – Associação de Regantes da Beira Interior

CEa – Condutividade Eléctrica Aparente

DN – Diâmetro Nominal

ETo – Evapotranspiração de Referência

ETc – Evapotranspiração Cultural

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations

Ha - Hectares

Kc – Coeficiente Cultural

Mca – Metros de Coluna de Água

NPSH – Net Positive Suction Head

PE - Polietileno

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PEBD – Polietileno de Baixa Densidade

PN – Pressão Nominal

PT – Posto de Transformação

Rpm – Rotações por minuto

1. Introdução

O relatório aqui apresentado possui uma descrição e caracterização completa do trabalho desenvolvido em estágio na empresa *Sysmart Water & Energy Systems* sobre um projecto de rega gota-a-gota de amendoal.

A janela temporal deste trabalho foi, no entanto, superior aos 8 meses oficialmente indicados na duração do estágio para efeitos de dissertação, uma vez que voluntariamente e em conjunto com a empresa, o estágio "voluntário" e o acompanhamento deste projecto de rega começaram em Fevereiro de 2021 coincidindo com o início de todo este processo.

Houve por isso um acompanhamento privilegiado a nível de escritório e dia-a-dia de trabalho na empresa, mas também várias reuniões e visitas de campo com o cliente e a empresa AgroAnalítica que esteve fortemente envolvida neste projecto, o que possibilitou uma aprendizagem mais detalhada de tudo o que foi feito. A grande maioria das decisões e trabalhos realizados por todos os intervenientes, ao longo destes 2 anos, foi acompanhada por perto e está descrita neste relatório da forma mais completa que foi possível realizar durante os 8 meses de estágio.

1.1. Contextualização e objectivos

Uma vez que o projecto realizado contemplou o dimensionamento de um sistema de rega automatizado gota-a-gota para uma área de 162,6 hectares de amendoal instalado na região do Ladoeiro, no Concelho de Idanha-a-Nova, o objectivo deste relatório foi o melhor acompanhamento e caracterização possível da instalação realizada nas suas vertentes agronómicas e hidráulicas. O conjunto de capítulos, dados, descrições, fotografias e anexos que foram aqui escritos e colocados, fazem este trabalho contemplar tudo o que feito desde o pré-projecto até à entrega do mesmo e o próprio do funcionamento e realidade ao dia de hoje deste amendoal.

Apresentou-se neste trabalho também o enquadramento e características da zona, dados e métodos utilizados ao longo do processo de trabalho, os estudos efectuados antes do projecto de rega, as componentes agronómicas, edafo-climáticas e hidráulicas, imagens recolhidas ao longo da instalação, descrições dos materiais e opções tomadas ao nível da rega e, ainda, as conclusões retiradas no fim deste relatório.

Todo o trabalho feito seguiu uma lógica de corresponder às necessidades da cultura do amendoal e foi alinhado aos pressupostos definidos com o cliente e demais intervenientes em todo este projecto, AgroAnalítica e *Sysmart Water & Energy Systems.*

1.2. Caracterização da empresa de acolhimento

A empresa *Sysmart Water & Energy Systems* com sede em Queluz de Baixo, Lisboa, trabalha nos sectores da energia e da água, estando envolvida em diversos projectos em Portugal e no estrangeiro. Fornece serviços técnicos de engenharia e hidráulica, apresentando assim soluções inovadoras e eficientes para os seus clientes bem como respostas a necessidades e problemas do dia-a-dia.

Ao nível dos projetos hidráulicos, destacam-se projetos de rega nas mais variadas culturas (principal actividade da empresa), bem como outros trabalhos dentro do sector da água entre os quais canais, charcas, barragens, tratamentos de água e águas residuais.

A empresa tem por objetivo fortalecer-se cada vez mais nestas áreas e participar em projetos empreendedores, tecnológicos e sustentáveis que possibilitem estabelecer-se como um parceiro seguro nestas áreas da água e energia, realizando 3 000 a 4 000 hectares por ano de área de projectos.

A sua equipa profissional é altamente habilitada para a gestão operacional de toda a prestação de serviços, quer em projecto, quer em avaliação e controlo, quer na análise e definição dos procedimentos a adoptar para se chegar a um óptimo uso eficiente de água em todas as situações.

Em conjunto com a AgroAnalítica foram vários os projectos desenvolvidos em conjunto ao longo dos anos trabalhando com clientes como *Inspire Farms, AWA – Agro Water Almonds, SLM Partners, Nogam, Quinta da Cholda, Migdalo, Torriba, Herdade da Barrosinha, Campotec.*

Destacam-se ainda diversas actividades de formação, workshops e palestras em colaboração com instituições de ensino e outros eventos e empresas ao longo dos últimos anos.

Figura 1. Exemplo de um projecto de uma charca e estação de filtragem

2. Contextualização

2.1. Projecto de rega gota-a-gota

Um projecto de uma rede rega deve ter por base a aplicação da água de forma eficiente e uniforme usando para isso critérios específicos e adequados a cada caso, como os tipos de solos, tipo de cultura, declive, profundidade radicular, condições climáticas, fontes de água, entre outros (Oliveira, 2005).

A principal finalidade de um projecto será o fornecimento do volume de água necessário à cultura instalada sendo que, segundo o Oliveira (2005), devem-se ter em conta três pontos fundamentais: a instalação, manutenção e gestão.

Cabe por isso à empresa instaladora e a todas as partes envolvidas no processo de instalação, trabalhar segundo o que foi projectado bem como nesta etapa recorrer de forma activa ao projectista, por forma a alinhar todas as questões e imprevistos que possam surgir.

A manutenção de todo o sistema instalado deve ter como objectivo preservar as componentes instaladas e manter as condições necessárias do próprio sistema projectado para alcançar o máximo de eficiência possível a cada dia de trabalho.

Em conjunto com a instalação e a manutenção, terá de existir uma gestão eficiente e racional de todos os recursos envolvidos, sejam eles principais, secundários ou acessórios, devendo-se assegurar que o funcionamento do sistema seja sustentável a longo prazo.

O cumprimento destes pontos acima descritos será mais facilitado quanto mais completo e detalhado for o projecto de rega e o possa trabalho realizado pré e pós projecto.

Segundo Oliveira (2005), qualquer projecto de conversão ou reconversão ao regadio deve abranger informação das distintas vertentes, destacando-se as relacionadas com a terra, a drenagem, as fontes de água, a agronómica, os recursos humanos, a ambiental, a jurídica, a económica e financeira e a de engenharia.

Para além disto, há ainda outras finalidades que se podem frisar como importantes num projecto, entre as quais, suportar e justificar decisões por exemplo de licenças de uso de água ou construções de infra-estruturas, demonstrar que a rega implementada é gerida segundo a legislação e normas estabelecidas, suportar e ajudar a pedidos de financiamento, auxiliar no futuro a trabalhos de avaliação e auditoria do sistema de rega, cumprir as exigências do Plano Nacional da Água, Planos de Regadios, Planos de Bacia e vários planos ambientais (Oliveira, 2005).

Segundo Davis & Duke (2010) foi possível ver que o crescimento populacional é um factor que tem conduzido a um maior uso de sistemas de rega, sendo enfatizada também a importância de uma gestão adequada desses mesmos sistemas que consiga reduzir potencialmente a rega até 50 %. A determinação das necessidades de rega é também considerada fundamental, especialmente nas regiões onde ocorrem precipitações irregulares e fenómenos prolongados de seca.

É por estas questões que sobressai cada vez mais a importância de se olhar para o projecto de rega como um factor determinante para a poupança e gestão eficiente da água e, ainda, para uma maior eficácia na diminuição dos danos causados pela irregularidade e prolongamento de condições adversas às culturas, que têm sido comuns em vários locais onde se fazem novos investimentos e projectos agrícolas.

2.2. Dimensionamento de um sistema de rega

As tecnologias modernas e intensivas no uso de água e nutrientes, além de serem consideradas de baixo impacto ambiental, contribuem para aumentar a eficiência de utilização da água de rega e de aplicação de nutrientes necessários à cultura regada, o que possibilita economizar energia, água e fertilizantes (Antúnez et al., 2010).

Segundo (Oliveira, 2005) faz todo o sentido investir tempo e recursos no dimensionamento de um projecto. Não havendo um estudo sobre o que será feito haverá um desconhecimento daquilo que existe na realidade e, dificilmente, será possível controlar o que será projectado e posteriormente instalado. O uso de softwares não permite apenas realizar cálculos, mas dota o próprio projectista de uma maior capacidade de encontrar alternativas e soluções ao realizar o projecto, permitindo a seleção daquelas que melhor se adaptam às condições e necessidades reais.

O processo de elaboração do projecto e dimensionamento deve ter em conta factores prácticos como por exemplo garantir que os caudais e pressões necessárias estão asseguradas à entrada dos sectores por exemplo. Além disto, é ainda fundamental considerarem-se todos os factores económicos que possam estar em cima da mesa, principalmente os custos de instalação e operação, para que sejam minimizados os custos totais de toda a rede.

No dimensionamento de projectos de rega, será sempre essencial realizar cálculos precisos, ao invés de estimativas aproximadas.

O desenvolvimento do cálculo hidráulico de todo o sistema de rega, que foi projectado e dimensionado através do *IrriCAD*, permitiu optimizar os diâmetros das condutas bem como as pressões de funcionamento do sistema.

As perdas de carga obtidas pelo software calcularam-se com o auxílio da equação de *Hazen-Williams.* Segundo Liou (1998) esta é uma equação amplamente utilizada em engenharia para abastecimentos de água e saneamentos, usando para isso o coeficiente de *Hazen-Williams* C=150, que representa a rugosidade interna das condutas para PVC e polietileno, conforme considerado pelo software.

3. Dados e informação do projecto realizado

3.1. Premissas definidas com o promotor da obra

Foram tidos em conta pelo promotor da obra os pontos abaixo descritos:

- O compasso de plantação é de 5,5 metros x 4 metros, o que perfaz 454 árvores/ha;
- O sistema de rega é totalmente automatizado;
- O abastecimento do sistema de rega é feito a partir de uma charca com uma capacidade total de 28 000 m^3; a charca por sua vez é abastecida pelo canal principal da ARBI (Associação de Regantes da Beira Interior);
- A configuração dos blocos deve ser conservada segundo o projecto no que diz respeito a comprimentos, orientação, caminhos de acesso e às próprias linhas de água existentes;
- Os gotejadores são auto-compensantes com um caudal nominal de 1,6 l/h e com um espaçamento entre eles de 0.5 m;
- O diâmetro nominal (DN) dos tubos é de 16 e 20 mm, com uma espessura de parede de no mínimo 1,0 mm. A pressão nominal do tubo gotejador deverá ser no mínimo de 3,0 bar, sendo que a pressão mínima de funcionamento do gotejador de 0,4 bar;
- O projecto hidráulico foi dimensionado com duas linhas de tubo gotejador por cada linha de plantação;
- Na 1ª fase instalou-se apenas um tubo gotejador por linha de árvores, tendo sido posteriormente instalada a segunda linha de tubo;
- O sistema de rega encontra-se dimensionado para fornecer 7,0 mm (70 m^3/ha/dia) correspondentes a 154 litros/árvore/dia;
- Está colocado um pressostato de mínima por cada electroválvula de sector;
- O sistema de abertura e fecho das electroválvulas é feito através de monocabo;
- O sistema de filtragem é constituído por filtros de anéis;

3.2. Local

A entrada para a propriedade, encontra-se situada nas seguintes coordenadas 39°51'33.60"N 7°13'14.14"W e encontra-se numa região que apresenta uma nítida necessidade de recuperar o seu potencial de regadio e de encontrar alternativas depois do declínio da produção de tabaco no princípio deste século quando nessa altura representava a maior parte da produção nacional (Medeiros, 2008).

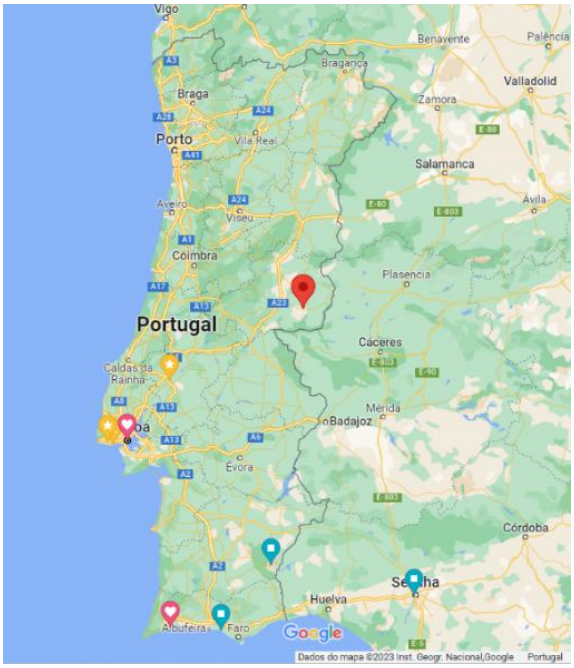


Figura 2. Localização da Propriedade. Fonte: Google Maps

Figura 3. Portão de entrada da propriedade.

3.2.1. Áreas a implantar

O projecto apresentado visou o dimensionamento e caracterização de um sistema de rega gota-a-gota automático, que beneficia uma área total de aproximadamente 162,6 ha (Figura 4).

O projecto foi feito em duas fases, sendo que numa primeira fase o projecto e instalação feitas beneficiaram uma área útil de 54,23 ha.

A obra e plantação desta primeira fase ficaram totalmente concluídas em meados de Outubro de 2021 e por uma questão de divisão temporal, e de obra, entre a fase 1 e a fase 2 optou-se por fazer dois projectos com nomes diferentes para cada uma das áreas, embora totalmente ligados hidráulica, agronómica e logisticamente.

As duas fases contemplam o todo do projecto aqui apresentado e fazendo parte da denominada Herdade da Rebela. Numa segunda fase, a área útil beneficiada foi de 86,86 ha.

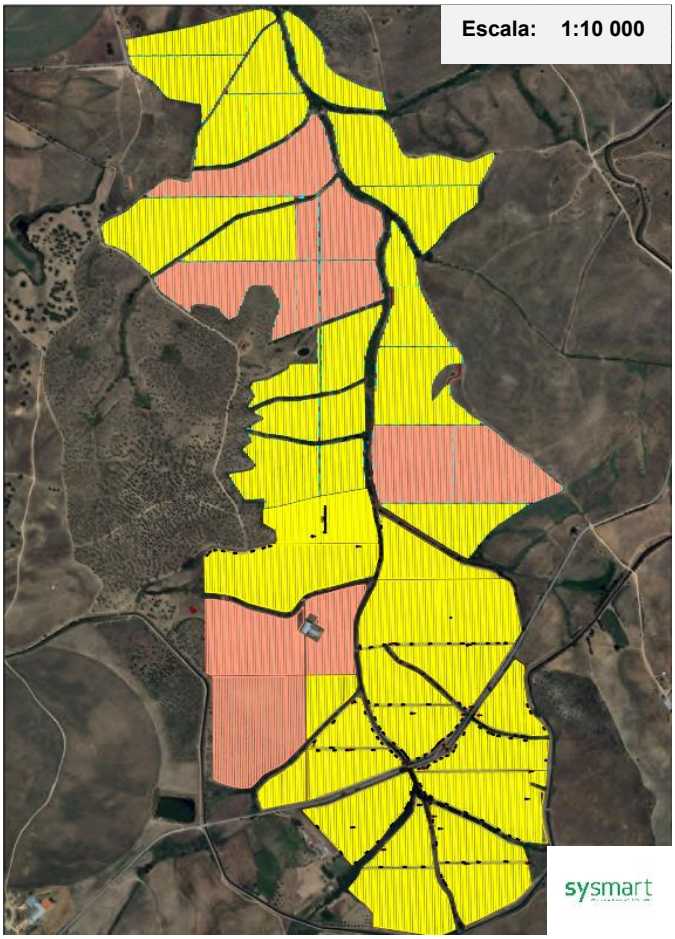


Figura 4. Área total (1:10 000) do projecto implantado (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart*).

3.3. Infraestruturas existentes

3.3.1. Perímetro de regadio

O Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova, que pertence ao Distrito de Castelo Branco está contemplado para abastecer as freguesias de Malpica do Tejo, Zebreira, Ladoeiro e Idanha-a-Nova. Segundo Caldas (1998) houve expectativa da área beneficiada chegar aos 20 000 ha mas acabou em torno dos 8 197 ha.

A barragem Marechal Carmona (Figura 5), de Idanha-a-Nova, é abastecida pelo rio Pônsul e está dimensionada para regar a área acima indicada. A sua área inundada são cerca de 678 ha, tem altura máxima de 44 metros e carga útil 77 300 000 m^3. A cota do seu nível pleno de abastecimento situa-se nos 255,5 metros.

No estudo exaustivo sobre a região realizado pela AgroAnalítica destacaram-se, com base na análise de dados, os anos de 1992, 1993, 1999 e 2005 como sendo aqueles com um volume mínimo da ordem dos 9%, 24% e 15% respetivamente e com volumes máximos atingidos em 41%, 66% e 63% respetivamente, instigado por anos com débil pluviosidade colocando o factor risco num percentual elevado, em 4 dos 30 anos estudados. Caso se verifique este regime de água disponível, considerou-se provável a barragem não ter capacidade de fornecer água para rega a todo o perímetro de regadio com os volumes necessários.

No entanto, considerou-se esta bacia hídrica com capacidade razoável de reposição pois na série de 30 anos, entre 1990-2020, garantiu uma média de volumes máximos de 91% da sua capacidade de pleno armazenamento, cerca de 71 000 dam^3. A média de volumes mínimos nos últimos 30 anos situou-se nos 47% da sua capacidade de pleno armazenamento, aproximadamente 37 000 dam^3.

Figura 5. Barragem Marechal Carmona (fonte: www.arbi.pt).

Os dados do volume de consumo apresentados pela AgroAnalítica dizem respeito a consumos de água dentro do perímetro de rega e foram confirmados e trabalhados em conjunto com as entidades oficiais necessárias.

Ainda sobre este perímetro de regadio e cerca de 80% desta área são solos pertencentes às classes I, II, III e IV e 20% às classes V, VI e VII da Carta de Aptidão para o Regadio do Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova (ARBI, 2023). As últimas classes representam solos por regra menos aptos para o regadio, pelo que esta zona tem maioritariamente solos de razoável a boa aptidão.

3.3.2. Fontes de água e energia utilizadas para o projecto

O canal da ARBI em conjunto com a charca (Figura 6) e o posto de transformação PT são os responsáveis pelo abastecimento de água e energia da propriedade respectivamente.

O funcionamento do sistema de distribuição da água pelo canal é controlado e accionado por um sistema automatizado na sede da ARBI. A água segue por distribuição gravitacional para jusante até chegar a um canal distribuidor ou regadeira (Figura 6), ou ser descarregada para uma linha de água através de um descarregador de superfície.

Dentro do sistema principal de canais, existem descarregadores frontais em formato de bico-de-pato e comportas de nível constante cuja função é manter o nível de água no troço imediatamente acima garantindo sempre condições hidráulicas para que o mecanismo funcione. Todo este sistema de regadio possui duas estações elevatórias, Aravil e Ladoeiro, que fornecem águas às respectivas zonas.

Figura 6. Canal da ARBI e respectiva ligação à charca

A nível eléctrico, a estabilidade do sistema depende de níveis adequados de tensão. A instalação de um posto de transformação, PT, desempenha o papel decisivo de diminuir a tensão de valores elevados para níveis utilizáveis pelo consumidor final.

O PT instalado junto à casa de filtragem é de 250 kVA tendo sido calculado para as potências necessárias do sistema que foram indicadas e pedidas em projecto. Na Figura 7 abaixo podemos observar a o sítio onde está instalado, neste caso colocado o mais próximo possível da casa para poupar o cabo eléctrico a usar.

Figura 7. Posto de transformação da propriedade.

O cálculo das potências que serviu o pedido de autorização foi feito em projecto e posteriormente aprovado para esta obra. Abaixo, no Quadro 1, estão as potências para cada um dos elementos considerados.

Quadro 1. Potências necessárias a cada uma das componentes (fornecido pelo Eng.Miguel Tavares – *Sysmart)*.

	sysmart
Potência necessárias	
Bombagens	184.0 kW
Iluminação	0.2 kW
Programador	0.2 kW
Soprador	2.2 kW
Doseadora	1.2 kW
Extractor	0.1 kW
Total	187.9 kW

A charca projectada e construída para esta obra (Figura 8) foi feita em aterro, possui perfil homogéneo e tem coordenadas 39º 51' 47" N, 07º 13' 46" O. O seu desenho para o projecto encontra-se no Anexo 1.

Figura 8. Fotografia da charca e respectivo desenho em projecto.

Figura 9. Vista de frente para o grupo de bombagem na charca.

No Quadro 2 resumem-se as principais características da obra, destacando-se a capacidade da albufeira a criar um volume que se estima de 12 420 m^3, a altura máxima de 4,15 m e a área máxima inundada 7 275 m^2.

Quadro 2. Características principais da charca.

sysmart		
Altura máxima	4,15	m
Cota do Coroamento	215,00	
Cota do Nível Pleno Armazenamento (NPA)	214,25	
Cota do Nível Máximo de Cheia (NMC)	214,40	
Cota mínima do terreno ao eixo	210,85	
Folga mínima acima do NMC adoptado	0,60	m
Comprimento do Coroamento	179,03	m
Largura do Coroamento	2,50	m
Inclinação do talude montante (h/v)	2,50/1	
Inclinação do talude jusante (h/v)	2,00/1	
Área Inundada	7 275	m^2

Destaca-se nas suas características uma altura máxima de 4,15 metros, uma largura do coroamento mínima de 2,50 metros e os taludes montante e jusante com inclinações de respectivamente 2,5/1 e 2/1.

Foi realizada a limpeza prévia da área de implantação do corpo da charca, com espessura adaptada às características dos solos descobertos, tendo como objectivo primordial remover todos os solos que apresentassem vestígios vegetais. Ao mesmo tempo foram também removidas todas as partes de solos que não apresentaram condições para suportar os aterros a executar, até profundidade igual ou superior à definida para a limpeza geral, quando necessário. Os solos assim alcançados foram então usados para o remate final do talude jusante uma vez que são os que apresentam as melhores características agronómicas para sustentar a sementeira da sua cobertura vegetal, permanecendo acima da linha de saturação da charca e, por isso, sem funções de impermeabilização do aterro.

A charca enquadra-se no Regulamento de Pequenas Barragens (DL n.º 21/2018), podendo ser objecto de algumas simplificações por ter uma altura máxima inferior a 5 metros.

Destina-se somente a armazenar caudais temporários fornecidos pelo perímetro de rega da barragem de Idanha-A-Nova no período estival, desviando-se todos os caudais pluviais que

possam ser provenientes de uma bacia hidrográfica muito pequena, através de uma vala periférica. Considerou-se desnecessária a execução de um descarregador de cheias pois a cota máxima de armazenamento é coincidente com o nível da água no canal de rega, canal esse para o qual a charca descarrega todos os caudais em excesso. Pelas mesmas razões não se instalou conduta de fundo ou filtro de pé nem nenhuma protecção do talude montante com enrocamento em pedra.

3.4. Levantamento topográfico

Tendo como grande finalidade calcular as posições relativas de vários pontos no solo foi feito pela empresa AgroAnalítica o levantamento topográfico da propriedade por drone.

A obtenção destes pontos é feita através de medições lineares e angulares, ligações entre pontos e por fim um processamento num determinado modelo (Gonçalves, 2016), neste caso realizado pelo drone e posteriormente trabalhado em *QGIS* pela empresa.

Foi possível perceber os declives e orografia suave na maior parte das parcelas no Anexo 2.

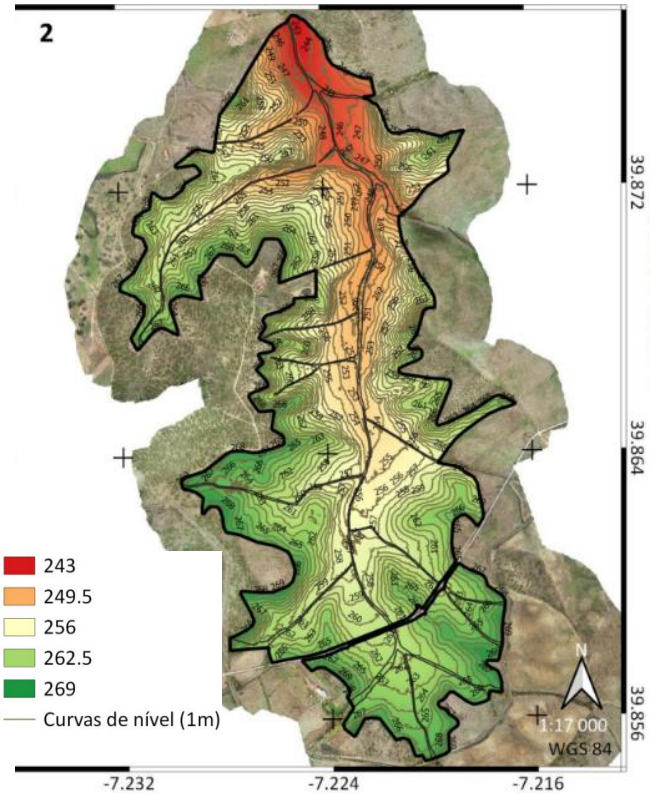


Figura 10. Levantamento topográfico da propriedade e respectiva escala obtidos em *QGIS* – Herdade da rebela (fornecido pela AgroAnalítica).

O trabalho de levantamento permitiu obter as curvas de nível do terreno, neste caso de 1,0 em 1,0 metro (Figura 10) e para facilitar a visualização fez-se uma escala de cores.

3.5. Modelo do terreno e rede drenagem

O processo de drenagem e o planeamento em projecto das linhas drenagens a construir inicia-se com a verificação da origem do excesso de água e com o levantamento topográfico do terreno, sabendo-se *a priori* que todos os tipos de solos estão sujeitos a uma rede de drenagem natural dependendo características edáficas de cada um (Moreira , 2018).

Para que fosse possível uma análise mais detalhada, foi feita uma modelação em *3D* do terreno contemplando as linhas de drenagem (Figura 11), onde foi possível interpretar o terreno segundo o seu relevo e linhas de água. A rede de drenagem natural foi reforçada com linhas de drenagem adicionais (Anexo 3) garantindo assim o escoamento de águas necessário para evitar problemas no futuro como asfixias radiculares, falta de capacidade de suporte do solo e até risco de salinidade ou doenças.

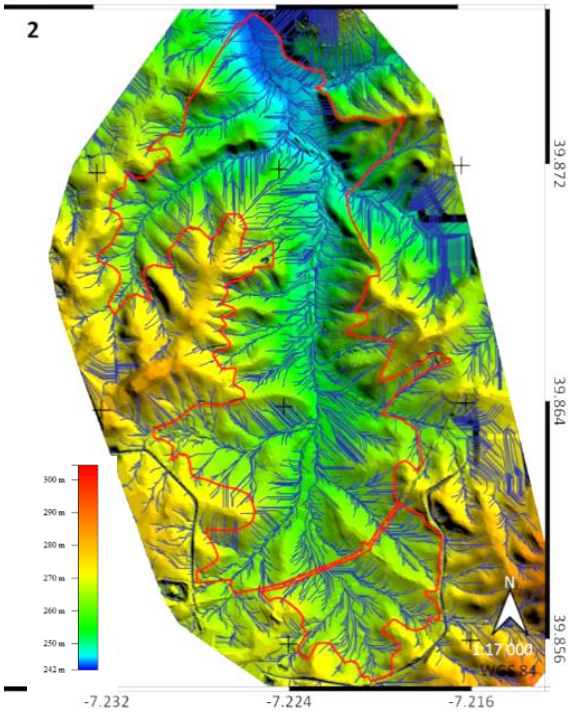


Figura 11. Modelo 3D com rede de drenagem natural - Herdade da Rebela (fornecido pela AgroAnalítica).

O tipo de solo encontrado em cada linha tem influência na velocidade de água que por ela é escoada e foi alvo de atenção especial quando se quando realizou este trabalho de pré-projecto por parte da AgroAnalítica bem como quando as movimentações de terra e obra estavam a acontecer.

Com o objectivo de evitar grandes velocidades da água nas linhas de drenagem e nos escorrimentos superficiais que possa haver no terreno, principalmente no Inverno, fizeram-se cortes de camalhões para “travar” a velocidade da água ao longo do percurso e ao mesmo

tempo evitar acumulações da mesma que possam causar deslocamentos de terras. Este tópico será mais bem abordado no capítulo 4.3. – Preparação e arranque dos trabalhos e da obra.

3.5.1. Condutividade eléctrica

A condutividade eléctrica aparente do solo CEa, trabalho realizado pela AgroAnalítica, foi um dos suportes principais do projecto de rega feito pela *Sysmart Water & Energy Systems* para a definição dos sectores de rega. Na Figura 12 apresenta-se o mapa das condutividades da propriedade.

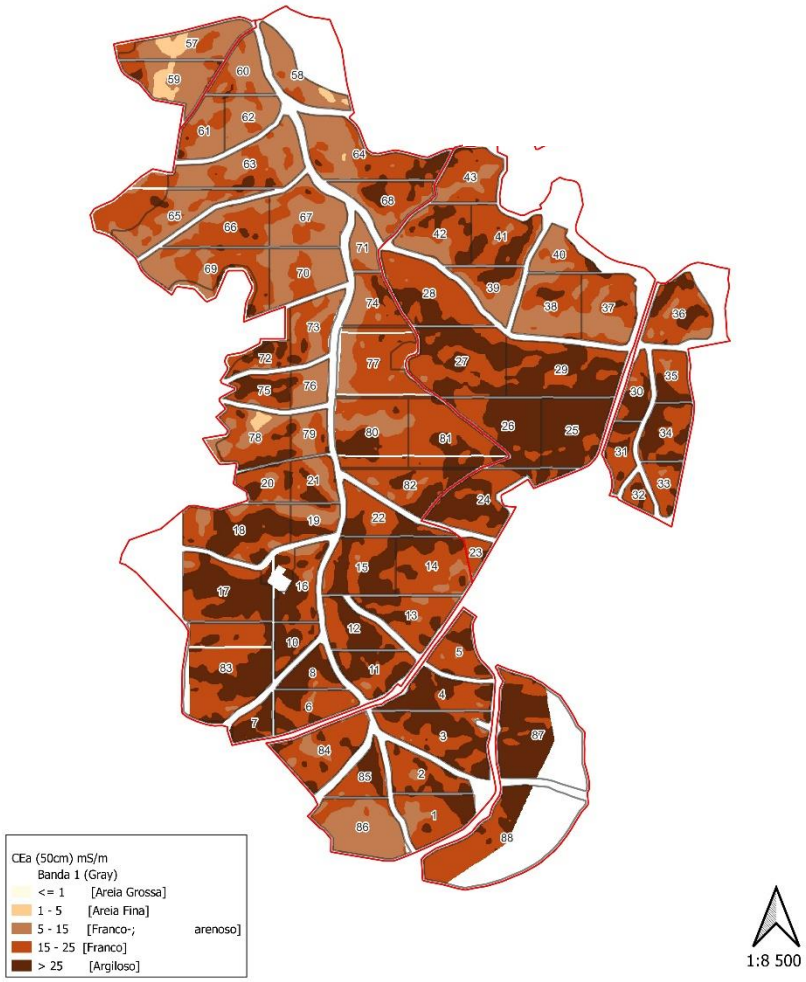


Figura 12. Condutividade eléctrica aparente da propriedade – Herdade da Rebela (fornecido pela AgroAnalítica).

A par dos sectores de rega serem definidos com base na condutividade, também será possível diferenciar e ajustar os tempos de rega.

Muitas vezes, as informações sobre o solo não estão disponíveis na resolução espacial necessária para os fins da agricultura de precisão. Por isso, a medição da condutividade elétrica aparente CEa é um método para obter dados de solo de alta resolução espacial que integra os efeitos de várias variáveis do solo que influenciam a sua fertilidade, entre outros. No entanto, a medição da CEa não é uma medida directa de um tipo ou unidade de solo (Mertens *et al*., 2008).

Segundo Simón *et al.,* (2013) os mapas de CEa permitem delimitar por zonas uma determinada área e, caso seja necessário realizar esse trabalho, possibilitam o planeamento das amostragens também por zonas sem perder informações sobre a variação espacial dos solos, o que reduz os custos de amostragem para o cliente no futuro. Num projecto desta dimensão os custos com este tipo de trabalhos deve ser o mais optimizado possível.

3.5.2. Classificação das famílias de solo e perfis

Foi feito um estudo dos solos da propriedade e foi possível verificar que se divide em 3 grandes Ordens de solos, como mostra a Figura 13.

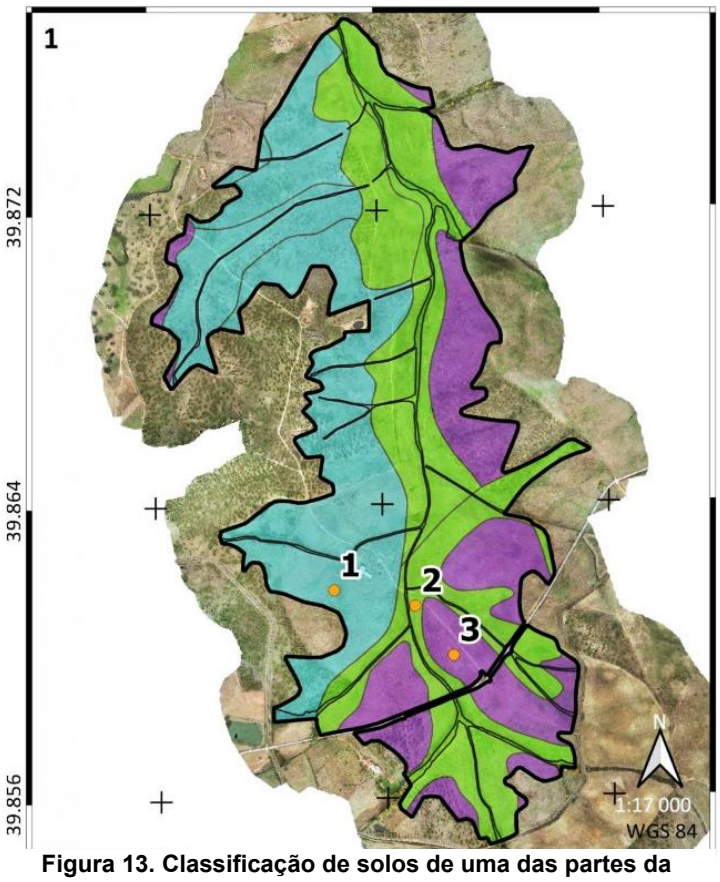


Figura 13. Classificação de solos de uma das partes da propriedade- Herdade da Rebela (fornecido pela AgroAnalítica).

Segundo Carvalho Cardoso (1973), na Classificação dos Solos de Portugal, é também possível descrever as subsequentes Sub-Ordens, Grupos, Sub-Grupos, Famílias e Séries de modo a se conseguir agrupar os solos que têm por base os mesmos horizontes, características essenciais, idênticas características genéticas e processos de formação, natureza litológica da rocha mãe, material originário e distribuição ao longo do perfil.

De acordo com o trabalho feito conseguiu-se obter então uma caracterização resumida dos solos, descrita com base na Classificação dos Solos de Portugal (Quadro 3).

Quadro 3. Descrição das classes de solos.

	Área (hectares)	Percentagem da área total	Classe de textura
(1) Solos Argiluviados Pouco Insaturados, Srt	38 ha	25,0%	Solos Mediterrâneos, Vermelhos ou Amarelos, de Materiais Não Calcários, Normais, de arenitos arcósicos ou arcoses
(2) Solos Litólicos	57 ha	37,0%	---
(2.1) Par	46 ha	30,0%	Solos Litólicos, Não Húmicos Pouco Insaturados, Normais, de materiais arenáceos pouco consolidados (de textura arenosa a franco-arenosa);
(2.2) Vt	11 ha	7,0%	Solos Litólicos Não Húmidos de outros arenitos.
(3) Solos Incipientes	59 ha	38,0%	---
(3.1) Sbl	26 ha	17,0%	Solos de Baixas (Coluviossolos), Não Calcários, de textura ligeira;
(3.2) A	23 ha	15,0%	Aluviossolos Modernos, Não Calcários, de textura mediana;
(3.3) Atl	10 ha	6,0%	Aluviossolos Antigos, Não Calcários, de textura ligeira.

Para se poder prever o comportamento geral do solo, foi importante conhecer a textura do solo. Por textura do solo compreende-se, a proporção em que se encontram na terra fina lotes

de partículas minerais elementares cujas dimensões se alteram dentro de certos limites, ou seja a proporção de areia, de limo e de argila dentro da terra fina (Pereira *et al.,* 2020).

Para maior simplificação e descrição facilitada dos solos do ponto de vista textural optou-se por agrupá-los em três grandes conjuntos principais, sendo eles texturas grosseiras, texturas médias e texturas finas.

As parcelas estudadas com base na análise das famílias de solos apresentaram características favoráveis à instalação da cultura da amêndoa, destacando-se a textura, profundidade e capacidade de drenagem natural dos solos como as principais.

3.6. Variedade escolhida

A variedade escolhida foi a *Lauranne* que resulta de um cruzamento entre a variedade *Ferragnes* e *Tuono* e é auto-fértil, de médio vigor e aberta no seu porte. É considerada uma variedade bastante produtiva e de floração tardia.

Cerca de 80% das árvores possuem o porta-enxerto GF e 20% o porta-enxerto GXN que apresenta maior resistência ao stress hídrico e foi colocado nas zonas mais altas (Figura 14 e 15).

Figura 14. Amendoeiras plantadas na 1º fase do projecto.

Figura 15. Amendoeiras plantadas na 2ª fase do projecto.

3.6.1. Dados meteorológicos

Para uma caracterização completa da zona onde foi instalado este projecto foi feito um estudo e análise sobre o período compreendido entre os anos de 1971 e 2000 para a zona do Ladoeiro, tendo sido feita uma triangulação entre 3 estações, Castelo Branco, Ladoeiro e Zebreira.

O período de análise de temperaturas entre 1971 e 2000 apresenta uma distribuição mensal refletida na Figura 16, sendo que para este período foi possível chegar aos valores médios anuais das temperaturas mínimas de 10,5 ºC, temperaturas médias de 15,7ºC e temperaturas máximas de 21,0ºC (Quadro 4).

Quadro 4. Distribuição mensal temperaturas (ºC) entre 1971 e 2000.

	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	**Anual**
Temp. mínima	11,6	7,7	5,6	3,9	5,2	7,5	8,0	11,2	14,6	17,9	17,2	15,2	**10,5**
Temp. média	16,3	11,7	9,0	7,9	9,6	12,7	13,1	16,8	21,0	25,0	24,4	21,3	**15,7**
Temp. máxima	21,0	15,7	12,5	11,8	14,0	18,0	18,6	22,3	27,3	32,1	31,6	27,3	**21,0**

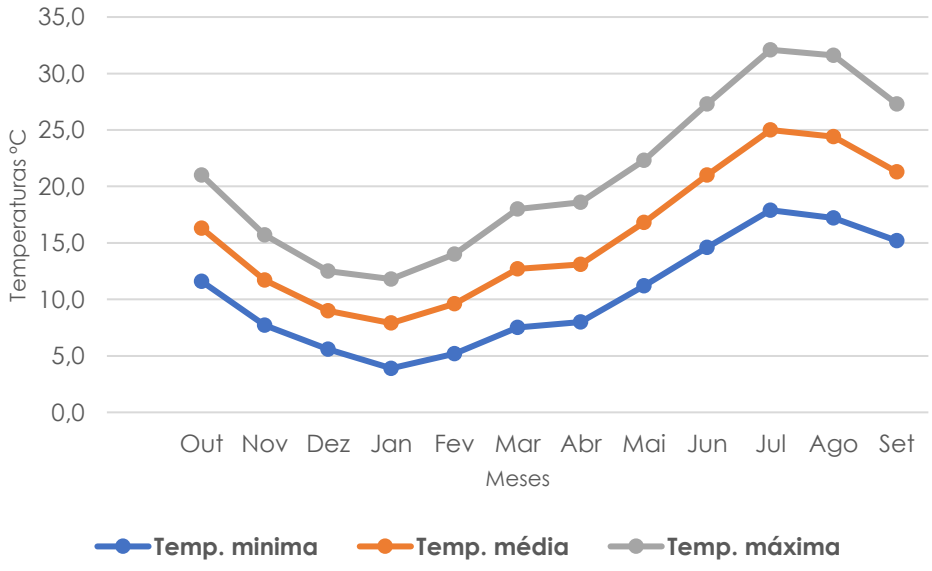


Figura 16. Gráfico temperaturas mínimas, médias e máximas.

Por cada mês do ano, para o mesmo período temporal, foi também feito um gráfico que retrata a precipitação média por cada mês entre 1971 e 2000 (Figura 17), tendo sido possível perceber a distribuição da precipitação anual pelas estações do ano (Figura 18).

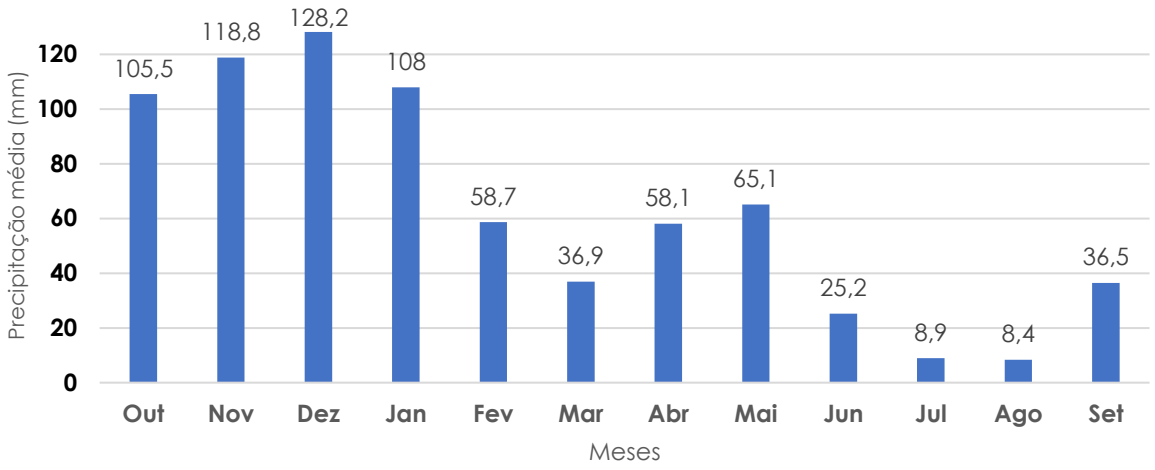


Figura 17. Precipitação média mensal no período entre 1971 e 2000.

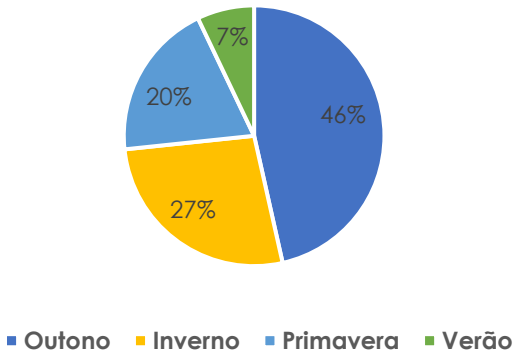


Figura 18. Distribuição da precipitação por estações do ano.

A precipitação mensal média em novembro, dezembro e janeiro demonstra que estes são os meses mais chuvosos, com médias de precipitação de 118,8 mm, 128,2 mm e 108 mm respetivamente, o que destaca para esta região a altura do inverno como a estação mais húmida na média deste período de 30 anos.

Os meses de Junho, Julho e Agosto têm as médias mais baixas de precipitação, variando entre os 8,4 mm e os 25,2 mm, o que confirma que o verão foi a época mais seca neste período.

Foi possível observar, que os dados obtidos revelam uma tendência sazonal na precipitação, uma vez que os meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro apresentaram os maiores valores de precipitação diária o que sugere eventos de chuva intensa durante o inverno nesta região. Outra observação importante é que as datas e meses associados aos maiores níveis diários de precipitação varia de ano para ano o que enfatiza a variabilidade climática da região, pois eventos de chuva intensa podem ocorrer em diferentes momentos ao longo dos anos.

Estas conclusões foram fundamentais para o entendimento do clima local e tiveram influência na escolha do local da propriedade e nas decisões agronómicas e hidráulicas que foram sendo tomadas antes do projecto de rega ser feito.

3.6.2. Necessidades hídricas e de rega

As necessidades de água para o crescimento das amendoeiras são determinadas pela quantidade de água que a cultura consome durante o seu período de crescimento e desenvolvimento. Esta quantidade de água é dada pela evapotranspiração cultural, ETc em mm, sendo que as necessidades podem ser calculadas usando coeficientes culturais Kc com valores tabelados e a evapotranspiração de referência ETo, em mm, calculada com base em dados climáticos como temperatura do ar, humidade relativa, radiação solar e velocidade do vento.

A equação de Hargreaves foi a escolhida para o cálculo da ETo. A eficácia dos seus resultados deve-se ao facto de ter uma correlação sólida com método de Penman-Monteith, que requer um conjunto mais abrangente de parâmetros (Allen et al., 1998; Shahidian et al., 2023). Esta equação foi usada para o cálculo de ETo e baseia-se na radiação extraterrestre que atinge o topo da atmosfera e ainda a temperatura média do ar. Dado que a zona onde se localiza o amendoal é considerada semi-árida, foi usado um valor de 0,17 como coeficiente de calibração para chegar ao valor de 0,0023 considerado na equação.

No Quadro 5 e na Figura 19 apresentam-se os valores médios de ETo obtidos para cada mês pela seguinte fórmula do método, onde as temperaturas e a radiação extraterrestre correspondem a T e Ra respectivamente, tendo como unidade mm/dia. Os dados foram trabalhados pela AgroAnalítica, tendo sido obtidos com base no IPMA.

$$ETo = 0{,}0023 * (T_{média} + 17{,}8) * (T_{máx} - T_{mín})^{0{,}5} * Ra$$

Quadro 5. Valores de ETo obtidos pelo método de Hargreaves-Samani.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
ETo (mm/mês)	40,6	52,2	89,5	111,9	146,1	174,4	197,1	178,3	131,8	82,0	48,4	36,5

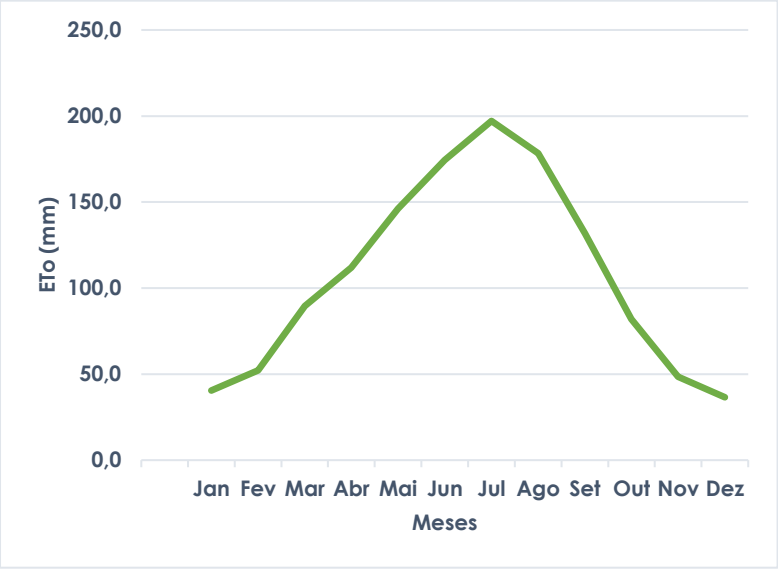


Figura 19. Gráfico com a curva de valores de ETo mensais obtidos da série de 1971-2020

Para a determinação dos coeficientes de cultura, Kc, é necessário ter em consideração a idade e o estado de desenvolvimento das amendoeiras, para posteriormente chegarmos às necessidades e exigências de rega da cultura (Drechsler et al., 2022).

O Kc é um coeficiente que indicará a relação entre o uso de água das amendoeiras e um relvado de referência sob condições óptimas totalmente regado (ETo). Valores menores do que 1 indicam que as amendoeiras consomem menos água que o valor de referência, enquanto valores de Kc maiores do que 1 indicam que as amendoeiras estão a utilizar mais água que esse valor.

Na Figura 20 apresentam-se os coeficientes culturais para o amendoal, obtidos por diversos métodos em diferentes contextos, estando sublinhado a amarelo os valores de Kc utilizados para este projecto. Os Kc escolhidos foram os do autor Goldhamer (1996), utilizados pela Universidade da Califórnia de Davis, resultado de um trabalho conjunto com a empresa AgroAnalítica. A curva dos Kc obtidos está representada no gráfico da Figura 21, observando-se desde logo para o mês de ponta, em Julho, um valor de 0,94.

TIME OF YEAR				
Northern Hemisphere	Southern Hemisphere	Doorenbos and Pruitt (1977)	Fereres and Puech (1981)	Goldhamer (1996)
Jan	July			
Feb	August			
Mar 1-15	Sept 1-15	0.50	0.60	
Mar 16-31	Sept 16-30	0.50	0.60	0.54
April 1-15	Oct 1-15	0.75	0.71	0.60
April 16-30	Oct 16-31	0.75	0.71	0.66
May 1-15	Nov 1-15	0.90	0.84	0.73
May 16-31	Nov 16-30	0.90	0.81	0.79
June 1-15	Dec 1-15	0.95	0.92	0.84
June 16-30	Dec 16-31	0.95	0.92	0.86
July	Jan	0.95	0.96	0.93
August	Feb	0.95	0.96	0.94
Sept 1-15	Mar 1-15	0.85	0.91	0.94
Sept 16-30	Mar 16-31	0.85	0.91	0.91
Oct 1-15	April 1-15	0.80	0.79	0.85
Oct 16-31	April 16-30	0.80	0.79	0.79
Nov	May	0.70		0.70
Dec	June			

Figura 20. Valores de Kc escolhidos e restantes valores segundo diferentes autores (Doll, 2020).

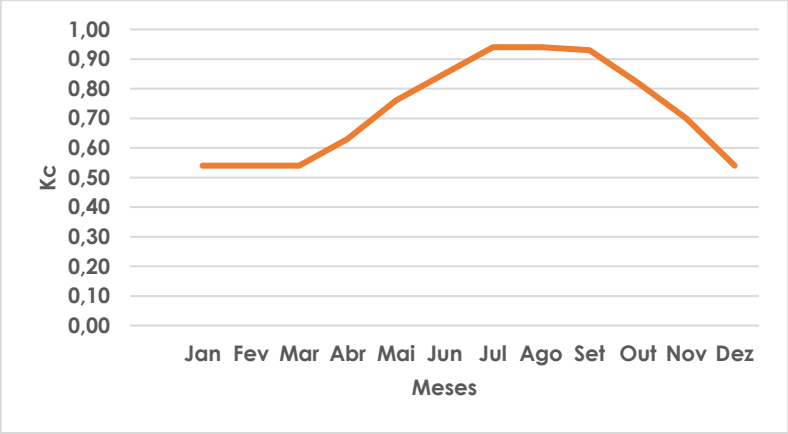


Figura 21. Curva dos Kc Goldhamer (1996).

Utilizando estes valores de Kc e multiplicando pelos valores de ETo, obtemos os valores que de ETc no Quadro 6 e o respectivo gráfico na Figura 22, que foram obtidos pela fórmula,

$$ETc = ETo * Kc$$

Quadro 6. Valores de ETc calculados com Kc de Goldhamer (1996).

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
ETo	40,6	52,2	89,5	111,9	146,1	174,4	197,1	178,3	131,8	82,0	48,4	36,5	1288,9
Kc	0,54	0,54	0,54	0,63	0,76	0,85	0,94	0,94	0,93	0,82	0,70	0,54	
ETc (mm/mês)	21,9	28,2	48,4	70,5	111,1	148,3	185,3	167,6	122,5	67,3	33,9	19,7	1024,6
ETc média Diária (mm/dia)	0,71	1,01	1,56	2,35	3,58	4,94	5,98	5,41	4,08	2,24	1,13	0,64	

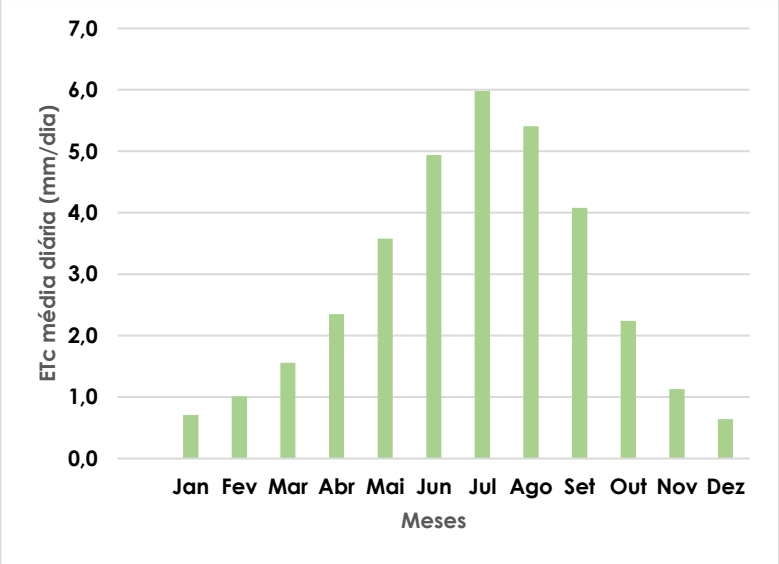


Figura 22. Gráfico com valores da evapotranspiração cultural obtida com o Kc Goldhamer (1996).

De forma a se poder fazer uma análise crítica e poder comparar os cálculos e valores que foram usados, optou-se também por fazer um cálculo com coeficientes culturais, Kc, mais recentes e estudados por outros autores. Os valores obtidos servirão também para se retirarem possíveis conclusões ou sugestões para ocasiões futuras, servindo eventualmente para melhorar os métodos de trabalho e elaboração de outros projectos.

Foi escolhido para os cálculos de comparação, o valor de Kc_{mid} de 0,90 indicado por Rallo et al., (2021) que é o correspondente e indicado ao período de ponta das culturas (Paço et al., 2019), correspondente a uma densidade alta com fracção de cobertura 0,5 a 0,6.

Considerou-se ajustar o valor de Kc_{mid} em função da seguinte equação,

$$Kc\ mid = Kc\ mid_{tabelado} + 0{,}04 * (u_2 - 2) - 0{,}004 * (HR_{min} - 45) * ({}^{h}/_{3})^{0{,}3}$$

O valor de u_2 (em m/s) representa a velocidade do vento a uma altura de 2,0 metros, h representa a altura da árvore e HR_{min} indica a humidade relativa mínima (em%) que deve ser 80% da humidade relativa média (Pimenta, 2021). Recorreu-se para obter estes valores aos dados da estação meteorológica do Cascalhal, a mais próxima da propriedade e cujos dados da série temporal de 10 anos (2014 a 2023) são disponibilizados pela ARBI.

Fazendo o mesmo cálculo de ETc com o valor de Kc_{mid} de 0,87 obtém-se um valor de ETc de 5,53 mm. Os valores apresentados no Quadro 7.

Embora não exista uma diferença muito significativa no valor de ETc para o período de ponta calculado para o projecto de 5,98 mm. Fez-se um quadro comparativo de análise entre os dois métodos de obtenção do ETc (Quadro 8). No capítulo 5 – Conclusões apresenta-se um comentário e análise a estes valores.

Quadro 7. Velocidade do vento, altura árvore, HR média e mínima, Kc mid ETo e ETc calculadas.

Velocidade do vento (m/s)	2,15
HR média (%)	68,53
HR mínima (%)	54,824
Altura árvore (m)	2,5
Kc mid	**0,87**
ETo mês de ponta (Julho) mm/dia	6,36
ETc calculado (mm/dia)	**5,53**

Quadro 8. Comparação entre cálculos obtidos com Kc (Goldhamer 1996) e Kc mid (Rallo et al., 2021).

(Goldhamer 1996)		(Rallo et al., 2021)	
ETo mês de ponta (mm/dia)	6,36	ETo mês de ponta (mm/dia)	6,36
Kc	**0,94**	Kc mid	**0,87**
ETc calculado (mm/dia)	**5,98**	ETc calculado (mm/dia)	**5,53**

3.6.3. Consumos da cultura

Os valores de consumo registados para a cultura em 2022 e 2023 (Quadro 9) estão em torno dos 1 355 e 1 418 m^3/ha e são relativamente próximos dado que no primeiro ano (2022) optou-se por regar mais para a água chegar às raízes das árvores, ainda pequenas, de forma ao bolbo húmido ser suficiente para assegurar todo o desenvolvimento radicular na fase inicial de desenvolvimento.

Quadro 9. Registo dos consumos mensais em m3 para os anos de 2022 e 2023

Local	Ano	Área Ha	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	m^3/Ha
Rebela	2022	162,60	0	44 521	76 008	118 219	162 240	210 312	220 270	1 355

Local	Ano	Área Ha	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	m^3/Ha
Rebela	2023	162,60	12 579	17 368	33 202	72 002	95 471	230 622			1 418

3.6.4. Modo e sistema de condução

O modo de condução intensivo teve como objectivo uma disposição das árvores que possibilitasse optimizar de forma eficiente o uso do espaço e dos recursos. Neste caso optou-se então por um espaçamento entre-linhas de 5,5 metros, enquanto o espaçamento entre as árvores ao longo da linha é de 4 metros (Figura 23 e 24). Conseguiu-se assim maximizar o número de árvores plantadas em toda a área pretendida, criando-se uma alta densidade de plantação, sendo já uma práctica comum nas culturas de amendoeira.

Ao nível dos camalhões, que é uma elevação de solo criada para as linhas de plantação, optou-se por uma largura de 30 cm, com corte feito pela grade americana a cada 20 metros. Os camalhões desempenham uma série de funções importantes, tais como, melhorar o sistema de drenagem, ajudar a controlar o crescimento de infestantes, facilitar as operações de manutenção e colheita e proteger as raízes das árvores contra excesso de água. A técnica da grade americana será explicada mais à frente.

O sentido adoptado foi o Norte-Sul e plantar no sentido norte-sul teve como objectivo garantir que as árvores recebessem uma distribuição uniforme de luz solar ao longo do dia, essencial no processo de fotossíntese e no crescimento saudável das culturas. A plantação foi realizada de forma manual numa das partes e mecanizada na outra. A manual envolveu algum trabalho de mão-de-obra, sendo que na plantação mecanizada, por outro lado, recorreu-se a uma máquina especializada para plantar as árvores de forma mais rápida e eficiente, dado ser uma área grande.

Figura 23. Terreno recém-plantado e instalado com compasso 5,5 x 4,0 m.

Figura 24. Terreno e plantação ao dia de hoje.

3.7. Projecto de rega: etapas da sua realização e métodos adoptados

De forma sucinta apresenta-se as etapas da elaboração do projecto de rega e os métodos por regra seguidos e aplicados:

- Recolha de dados e informações do Cliente e do Local e posterior levantamento de necessidades iniciais com visita ao local. Daqui surgem as áreas, compassos de plantação, necessidades hídricas, gotejadores e espaçamentos, entre outros.
- Processamento da informação e necessidades; início de projecto em *Google Earth*, *AutoCAD* e *Global Mapper*, com tratamento das curvas de nível, limites, obstáculos, sentidos de plantação, entre outros factores (por vezes já enviados e definidos *a priori* pelo cliente ou outra empresa a trabalhar no projecto). Toda a informação é guardada na pasta numerada a cada projecto.
- Seguimento do trabalho e elaboração do projecto no software *IrriCad,* que terá uma base de dados associada ao próprio projecto com os materiais possíveis de serem

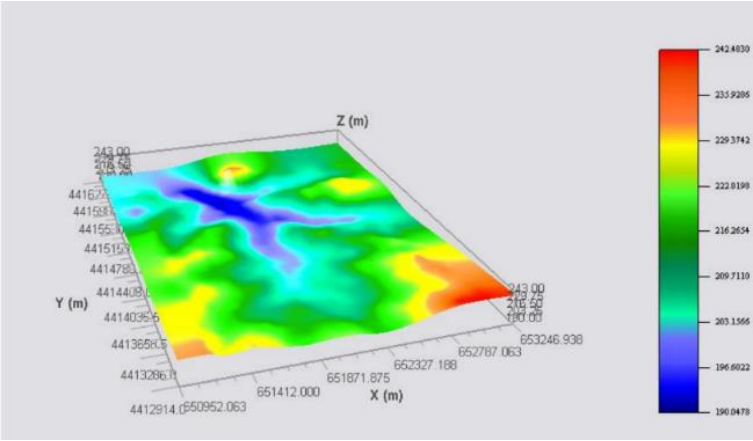


Figura 25. Modelo 3D do terreno feito pelo software *IrriCAD.*

usados; ao iniciar o trabalho de dimensionamento, é comum visualizar a modelação 3D feita pelo software numa janela apresentada pelo programa (Figura 25). Apresenta-se o perfil do terreno, que permitiu perceber as diferenças de cota existentes ao longo de todo-o-terreno a projectar. Apresentam-se de seguida várias janelas do programa com as diferentes etapas que foram sendo realizadas.

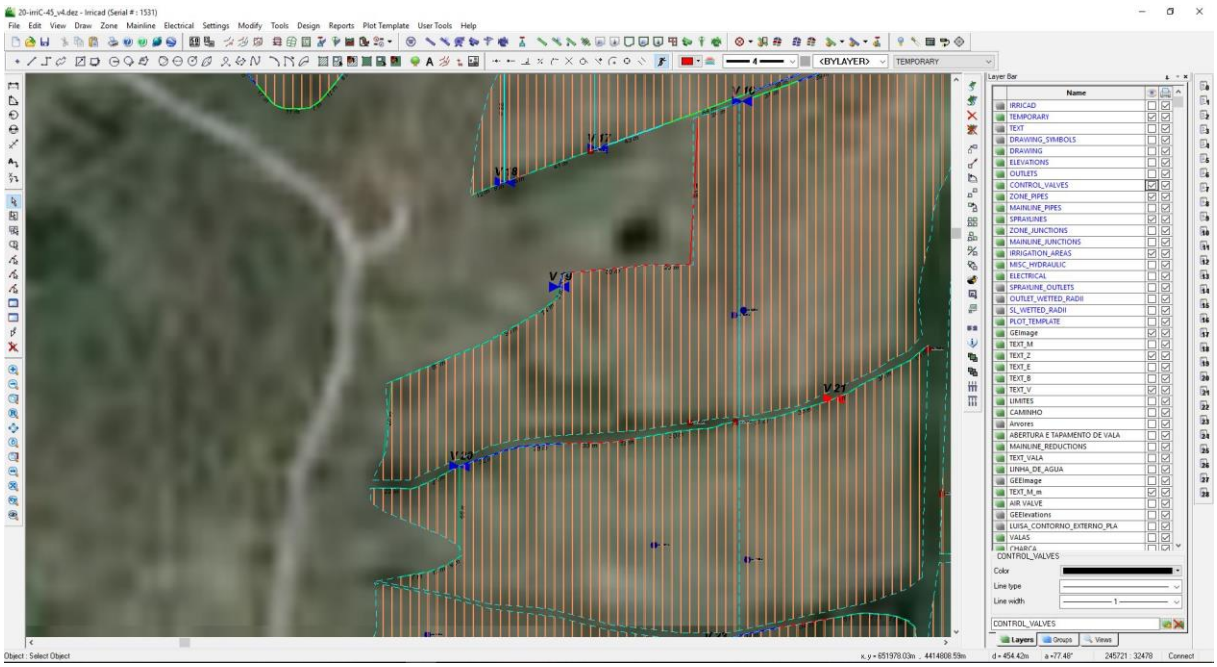


Figura 26. Layout com blocos, sentidos de plantação e válvulas definidos inicialmente (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – Sysmart).

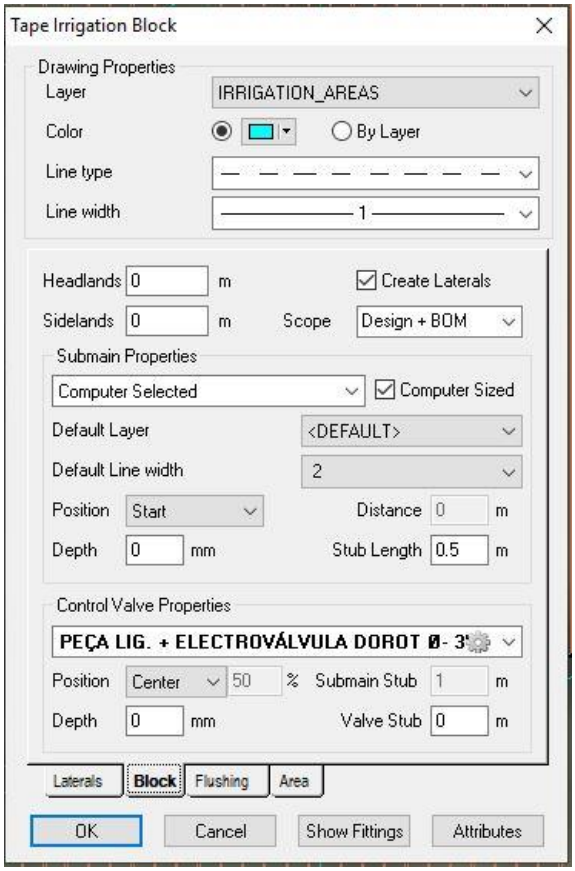


Figura 27. Janela com as características e definições dos blocos e respectivas válvulas (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart*)..

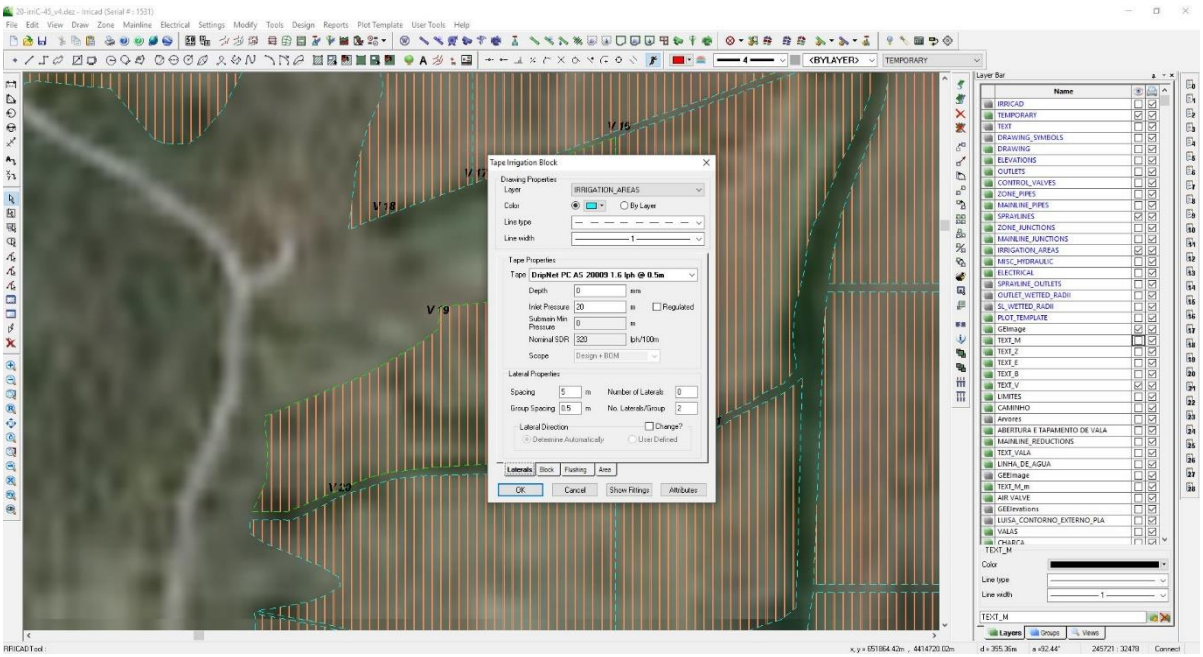


Figura 28. Layout dos blocos de rega com a janela de configuração das laterais e tubo gotejador (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart*).

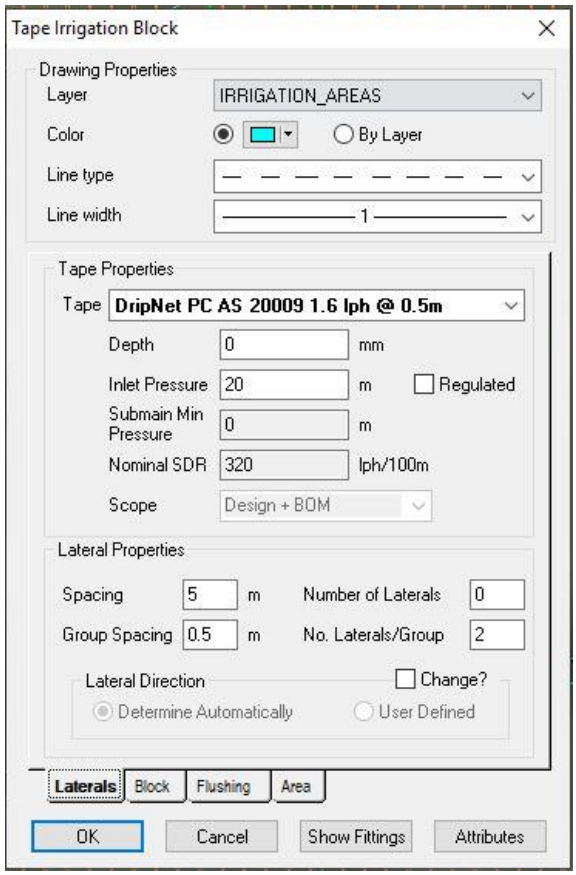


Figura 29. Janela com as características e definições das laterais e tubo gotejador (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart*).

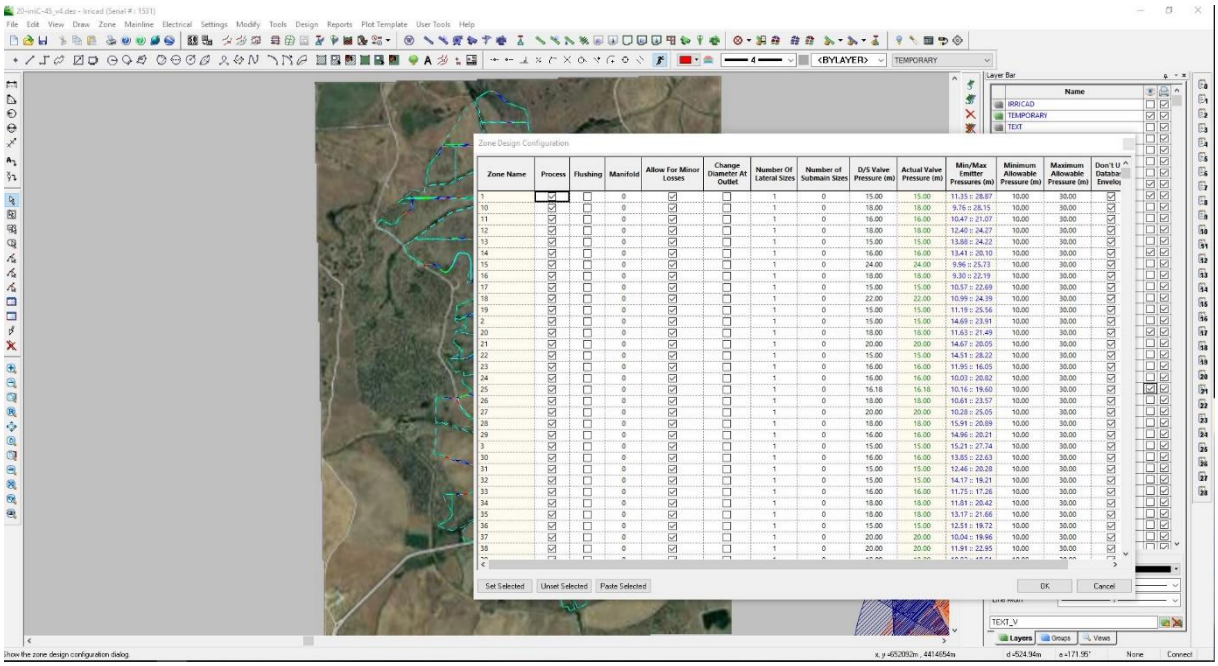


Figura 30. Layout com a tabela de configuração da pressão de cada válvula e as pressões máxima e mínima de cada bloco (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart*).

Zone Design Configuration

Zone Name	Process	Flushing	Manifold	Allow For Minor Losses	Change Diameter At Outlet	Number Of Lateral Sizes	Number of Submain Sizes	D/S Valve Pressure (m)	Actual Valve Pressure (m)	Min/Max Emitter Pressures (m)	Minimum Allowable Pressure (m)	Maximum Allowable Pressure (m)	Don't U Databas Envelo
1	☑	☐	0	☑	☐	1	0	15.00	15.00	11.35 :: 28.87	10.00	30.00	☑
10	☑	☐	0	☑	☐	1	0	18.00	18.00	9.76 :: 28.15	10.00	30.00	☑
11	☑	☐	0	☑	☐	1	0	16.00	16.00	10.47 :: 21.07	10.00	30.00	☑
12	☑	☐	0	☑	☐	1	0	18.00	18.00	12.40 :: 24.27	10.00	30.00	☑
13	☑	☐	0	☑	☐	1	0	15.00	15.00	13.88 :: 24.22	10.00	30.00	☑
14	☑	☐	0	☑	☐	1	0	16.00	16.00	13.41 :: 20.10	10.00	30.00	☑
15	☑	☐	0	☑	☐	1	0	24.00	24.00	9.96 :: 25.73	10.00	30.00	☑
16	☑	☐	0	☑	☐	1	0	18.00	18.00	9.30 :: 22.19	10.00	30.00	☑
17	☑	☐	0	☑	☐	1	0	15.00	15.00	10.57 :: 22.69	10.00	30.00	☑
18	☑	☐	0	☑	☐	1	0	22.00	22.00	10.99 :: 24.39	10.00	30.00	☑
19	☑	☐	0	☑	☐	1	0	15.00	15.00	11.19 :: 25.56	10.00	30.00	☑
2	☑	☐	0	☑	☐	1	0	15.00	15.00	14.69 :: 23.91	10.00	30.00	☑
20	☑	☐	0	☑	☐	1	0	18.00	18.00	11.63 :: 21.49	10.00	30.00	☑
21	☑	☐	0	☑	☐	1	0	20.00	20.00	14.67 :: 20.05	10.00	30.00	☑
22	☑	☐	0	☑	☐	1	0	15.00	15.00	14.51 :: 28.22	10.00	30.00	☑
23	☑	☐	0	☑	☐	1	0	16.00	16.00	11.95 :: 16.05	10.00	30.00	☑
24	☑	☐	0	☑	☐	1	0	16.00	16.00	10.03 :: 20.82	10.00	30.00	☑
25	☑	☐	0	☑	☐	1	0	16.18	16.18	10.16 :: 19.60	10.00	30.00	☑
26	☑	☐	0	☑	☐	1	0	18.00	18.00	10.61 :: 23.57	10.00	30.00	☑
27	☑	☐	0	☑	☐	1	0	20.00	20.00	10.28 :: 25.05	10.00	30.00	☑
28	☑	☐	0	☑	☐	1	0	18.00	18.00	15.91 :: 20.89	10.00	30.00	☑
29	☑	☐	0	☑	☐	1	0	16.00	16.00	14.96 :: 20.21	10.00	30.00	☑
3	☑	☐	0	☑	☐	1	0	15.00	15.00	15.21 :: 27.74	10.00	30.00	☑
30	☑	☐	0	☑	☐	1	0	16.00	16.00	13.85 :: 22.63	10.00	30.00	☑
31	☑	☐	0	☑	☐	1	0	15.00	15.00	12.46 :: 20.28	10.00	30.00	☑
32	☑	☐	0	☑	☐	1	0	15.00	15.00	14.17 :: 19.21	10.00	30.00	☑
33	☑	☐	0	☑	☐	1	0	16.00	16.00	11.75 :: 17.26	10.00	30.00	☑
34	☑	☐	0	☑	☐	1	0	18.00	18.00	11.81 :: 20.42	10.00	30.00	☑
35	☑	☐	0	☑	☐	1	0	18.00	18.00	13.17 :: 21.66	10.00	30.00	☑
36	☑	☐	0	☑	☐	1	0	15.00	15.00	12.51 :: 19.72	10.00	30.00	☑
37	☑	☐	0	☑	☐	1	0	20.00	20.00	10.04 :: 19.96	10.00	30.00	☑
38	☑	☐	0	☑	☐	1	0	20.00	20.00	11.91 :: 22.95	10.00	30.00	☑

Set Selected | Unset Selected | Paste Selected | OK | Cancel

Figura 31. Janela apresentada para a configuração da pressão de cada válvula e visualização da correspondente pressão máxima e mínima de cada bloco (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart*).

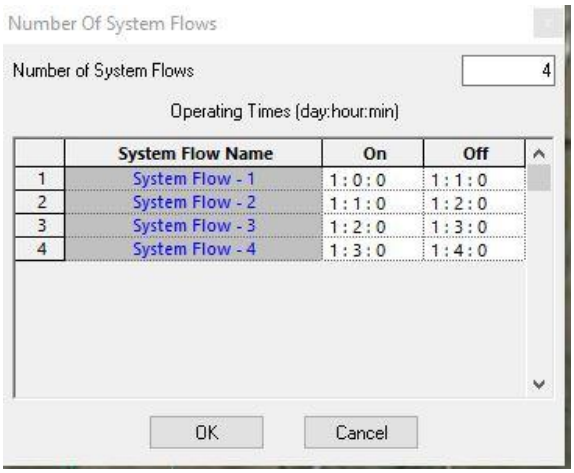


Figura 32. Janela para indicação do número de sectores de rega (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart*).

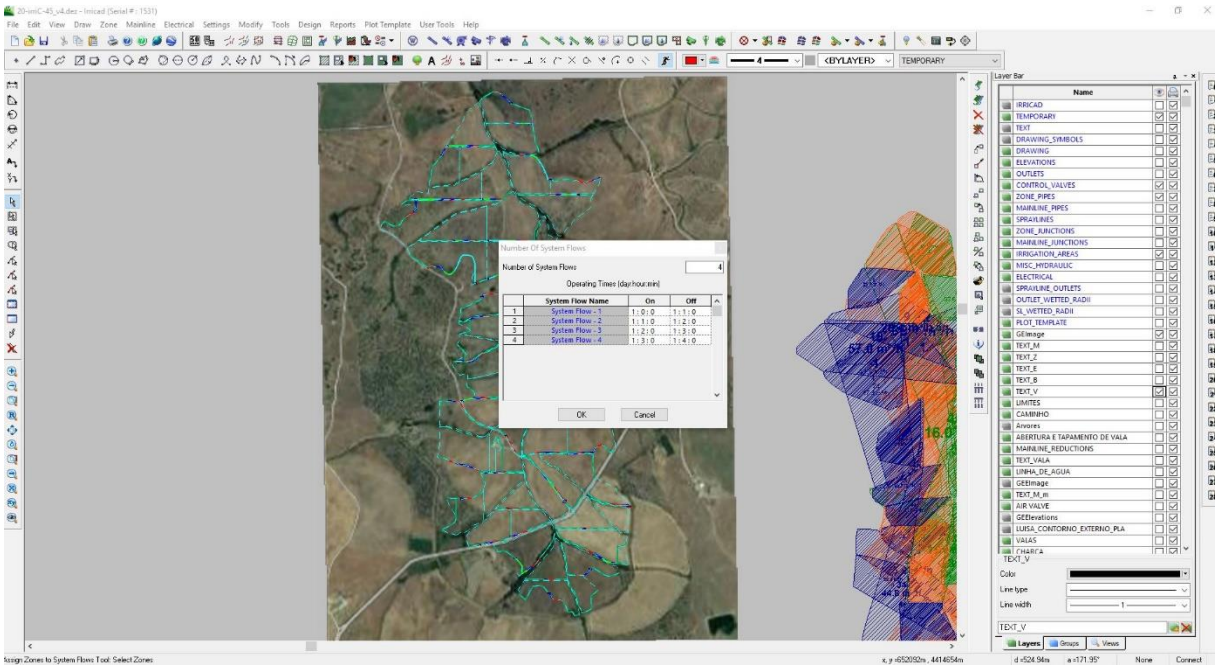


Figura 33. Layout com a janela para a escolha do número de sectores (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart*).

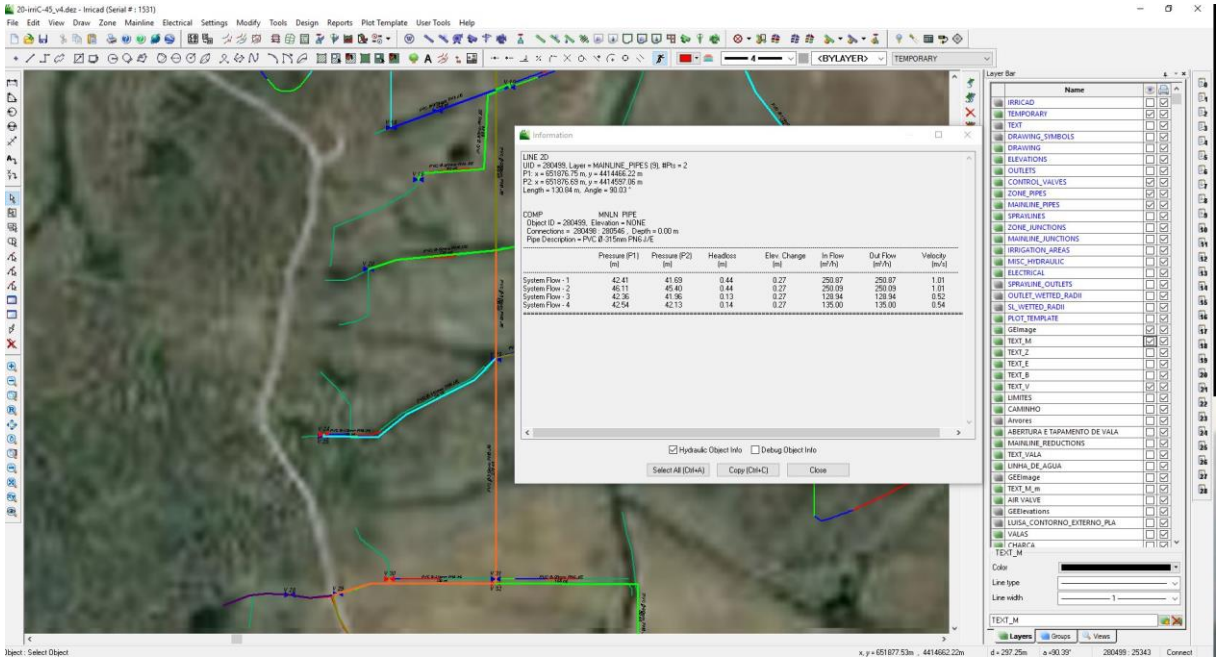


Figura 34. Layout com a informação da pressão, perda de carga, variação de elevação, caudal de entrada, de saída e velocidade (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart*).

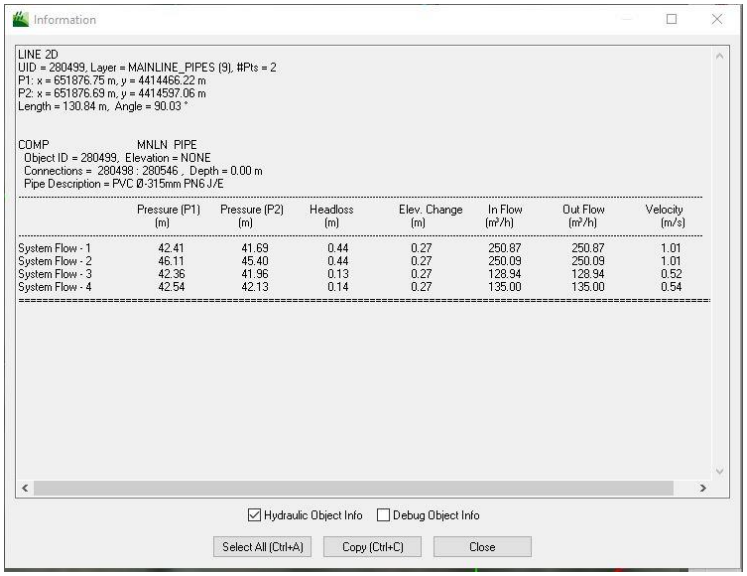


Figura 35. Janela de informação e dados dos sectores (fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart*).

- Posteriormente às etapas apresentadas e ao cálculo de outras componentes em falta como uniões, reduções, tês, peças de ligação, anéis de fim de linha, etc., foram geradas e guardadas várias Tabelas Técnicas com dados e cálculos hidráulicos gerados pelo programa;
- Obteve-se também o Mapa de Medições necessário à instalação, organizado por capítulos com a descrição e respectiva medição de cada componente, peça, conduta, abertura de vala, etc. É comum haver alguma folga para algumas das componentes;
- Foi escrita uma Memória Descritiva e um Caderno Técnico de Encargos com os detalhes, descrições e explicações daquilo que foi decidido, projectado e que posteriormente será instalado. Foram posteriormente definidos alguns pressupostos e condições para as empresas intervenientes em obra, o cliente e a própria *Sysmart – Water & Energy Systems*;
- Criou-se uma pasta de Desenhos e Planos que contém diversos desenhos e representações de várias partes do projecto saído do *IrriCAD* tais como o Plano Geral, a Conduta Principal, a Conduta Secundária, os Cabos Elétricos, as Aberturas e Tapamentos de Valas, o Sistema de Bombagem, as Conexões entre Condutas e os Maciços de Ancoragem (Anexos 5 – 26);
- Por fim foi enviado o projecto para o cliente.

3.7.1. Versões e alterações no software *IrriCAD*

O projecto feito no I*rriCAD* passou por várias versões à medida que o projecto foi sendo feito e os pressupostos com o cliente e a AgroAnalítica iam sendo definidos e/ ou alterados.

A primeira versão foi denominada de “irriCAD_V1”. Todas as versões de alteração terão esta designação com o respectivo número. Nesta primeira fase foi realizado o pré-projecto e incluiu-se dados de curvas de nível do *Google Earth.*

Na segunda versão, “irriCAD_V2”, ocorreram algumas alterações que não foram especificadas.

A terceira versão, “irriCAD_V3”, foi aprovada e incluiu a simulação de uso de tubos gotejadores de 16 e 20 mm para as laterais.

A quarta versão, “irriCAD_V4”, também foi aprovada, mas houve simulação do uso exclusivo de tubo gotejador de 20 mm.

A quinta versão, “irriCAD_V5”, tratou da primeira fase de instalação e concentrou-se principalmente no uso de tubo gotejador de 20 mm.

Na sexta versão, “irriCAD_V6”, houve a introdução de novas dimensões para as ruas e a possibilidade de regar uma área extra. Esta versão abrangeu então a totalidade dos projecto.

Na sétima versão, “irriCAD_V7”, trabalhou-se principalmente na primeira fase e utilizou-se apenas um tubo gotejador.

A versão “irriCAD_V8” introduziu mudanças na localização da casa de bombagem e na área Sul do terreno. Além disso, fizeram-se várias alterações, incluindo a adição de um reservatório de 1 000 litros e uma bomba doseadora. Este projecto, no entanto, não pôde ser utilizado devido a erros no software.

A versão “irriCAD_V9” foi semelhante à anterior, com mudanças na localização da casa de bombagem e na área Sul do terreno, bem como as adições relacionadas com a fertilização. Abrangeu a totalidade do projecto.

A versão “irriCAD_V10” foi idêntica à anterior, mas com foco na primeira fase. Utilizou apenas um tubo gotejador.

A versão “irriCAD_V11” foi semelhante à anterior, mas contemplou correções no levantamento topográfico, abrangendo a área restante após a primeira fase.

A versão “irriCAD_V12” foi semelhante à versão anterior, com novas correcções no levantamento topográfico e ajustes nas ruas, abrangendo a área restante após a primeira fase.

Estas diferentes versões representaram a evolução e os ajustes realizados ao longo do tempo no projecto em *irriCAD* e, foi possível abranger diversas melhorias e alterações em cada etapa do processo.

3.7.2. Softwares utilizados para construção do projecto

A nível hidráulico e de desenho a *Sysmart Water & Energy Systems* utilizou o programa *IrriCAD*, versão 15.16 (Figura 36), que foi desenvolvido por engenheiros da área do regadio e hidráulica bem como programado e desenvolvido para responder às necessidades das diversas culturas e diversos utilizadores em todo o mundo. É usado para o dimensionamento de todo o tipo de sistemas de rega sob pressão.

O software tem a capacidade de dimensionamento automático de tubagens trabalhando com pressões e velocidades e, ao ultrapassar os limites nestas especificações, o programa envia advertências. A base de dados do *IrriCAD* poderá ter associada a si vários modelos e marcas de materiais e o programa está em ininterrupta evolução, recebendo também um acompanhamento técnico contínuo dos utilizadores.

Ao fazer os projectos neste software, juntam-se os benefícios do desenho em *CAD* com bases de dados hidráulicas que incluem uma série de tamanhos, modelos, acessórios, entre outras várias componentes. O resultado obtido para o utilizador é posteriormente composto por listas de materiais e relatórios hidráulicos extremamente completos que demorariam muito tempo a serem calculados de forma manual.

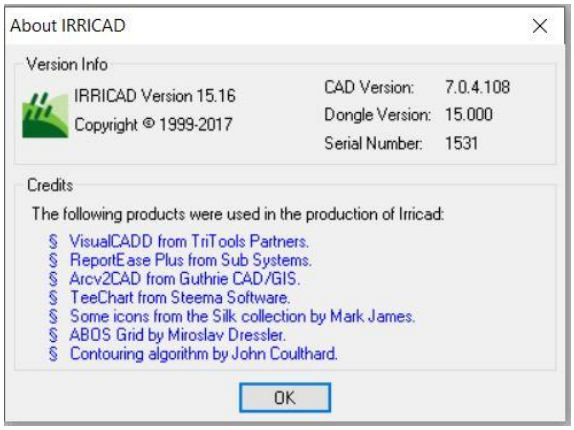


Figura 36. Detalhes e versão do programa *IrriCAD*.

Como tal, qualquer tipo de sistema de rede com entrada e saída de água, jardim, gota-a-gota, aspersão ou pivot pode ser dimensionado com este software.

Durante as várias etapas do projecto pela *Sysmart Water & Energy Systems* foram também utilizados os programas *Global Mapper*, *Google Earth*, *Microsoft Word, Microsoft Excel, GEST* e ainda o *AutoCAD* que serviu de apoio de forma constante ao *IrriCAD*.

3.7.3. Elementos e dados do projecto de rega

Para além de uma memória descritiva, o projecto contempla o caderno técnico de encargos e as especificações técnicas, nas quais se incluem as prescrições técnicas mais importantes para a instalação do sistema de rega.

Foi ainda contemplado o estudo hidráulico completo, acompanhado dos seguintes documentos técnicos: desenhos com o levantamento topográfico, conduta principal e secundária, sectores de rega, esquemas de ligação das peças de ferro, localização das válvulas de campo, casa de bombagem, cabos eléctricos, atravessamentos e aberturas de valas, entre outros (Anexos 5 - 26).

Por fim, o projecto de rega possui ainda um ficheiro com o mapa de medições e a relação do material a instalar.

3.8. Modo de apresentação da proposta

Antes do envio do caderno de encargos e do mapa de medições do projecto de rega para orçamentação por parte das empresas instaladoras pretendentes a realizar a obra, seguem sempre um conjunto de aspectos pedidos pela *Sysmart Water & Energy Systems* para a apresentação da proposta por parte das empresas.

Entre esses aspectos pede-se que o esquema indicado no mapa de quantidades seja seguido e respondido segundo os itens e não por capítulo; a apresentação do portefólio de obras de referência realizadas nos últimos 5 anos, incluindo os sistemas de telemetria instalados em funcionamento; indicação das condições de garantia da obra a partir da data de entrega da obra em si, sendo que a garantia deve cobrir rupturas, defeitos de fabrico ou deficiências de instalação ao nível das tubagens; deve também cobrir outros problemas que originem mau funcionamento nos restantes materiais e elementos instalados que não resultem de uso incorrecto.

3.9. Pressupostos e considerações

Foram definidos pela *Sysmart Water & Energy Systems* os seguintes aspectos:

a) O prazo para execução é definido aquando da data de adjudicação, devendo a empresa instaladora apresentar um cronograma dos trabalhos detalhado quer por sistema de rega a instalar bem como o tipo de tarefa a executar;
b) Caso a conclusão da obra não ocorra no período previsto, o promotor tem legitimidade para ser indemnizado num valor a acordar entre ambas as partes no ato da adjudicação;
c) Todos os trabalhos são executados tendo sempre presente a necessidade de garantir a segurança do pessoal e da própria obra, devendo a empresa instaladora assegurar as condições de segurança de obra ao abrigo da legislação em vigor, com a elaboração do plano de segurança e saúde;
d) É da inteira responsabilidade da empresa instaladora os danos causados a terceiros, durante a execução das obras;
e) É da inteira responsabilidade da empresa instaladora os danos causados nas estruturas instaladas nos terrenos contíguos às faixas de instalação das condutas;
f) O proprietário da obra é responsável pelo material e equipamento no estaleiro ou já instalado, seja em casos de furto ou dano, durante o decorrer da obra ou antes da entrega final da mesma;
g) A empresa instaladora é responsável por qualquer desvio ou danificação do material já existente durante o processo de montagem;

h) A empresa instaladora é responsável por qualquer dano de material já existente e/ou instalado durante o decorrer da obra;
i) A empresa instaladora não tem direito a quaisquer indemnizações por dificuldades que possam surgir na execução e manutenção temporária das valas e escavações, pois pressupõe-se que se inteirou devidamente da natureza dos terrenos e das condições do trabalho que se propõe a executar;
j) Durante o prazo de garantia, a empresa instaladora tem a responsabilidade de garantir uma assistência para reparação em caso de avaria ou de rupturas no máximo de 48 horas, caso contrário, se ocorrerem prejuízos, o promotor tem legitimidade para requerer uma indeminização de acordo com o estipulado por uma peritagem externa aos prejuízos causados;
k) Caso as quantidades contabilizadas na lista de medições não sejam as verificadas no acto da instalação, a empresa instaladora é obrigada a indicar os locais exactos onde se verificaram os desvios e depois de uma análise conjunta com o projectista fazer as correcções necessárias. Caso contrário, o proprietário não terá a responsabilidade de efectuar qualquer pagamento por falta de material;
l) Se o material descrito na lista de medições for superior ao requerido durante a instalação, o instalador tem a obrigação de fazer a retoma do respectivo material pelo valor de adjudicação;
m) A instalação do tubo gotejador é da inteira responsabilidade da empresa instaladora;
n) Devem acompanhar as propostas os certificados de conformidade dos materiais bem como todas as especificações técnicas dos equipamentos propostos;
o) É da inteira responsabilidade da empresa instaladora todo o processo montagem dos sistemas, quer em meios humanos, quer em equipamentos necessários ao seu processo, incluindo o transporte (o cliente não possui meios humanos e de transporte para disponibilizar à empresa instaladora);
p) A empresa instaladora compromete-se a entregar um plano de manutenção detalhado, que permita a boa operação e manutenção do sistema do sistema de rega;
q) A empresa instaladora, aquando da entrega da obra, proporciona a formação necessária para a utilização correta de todo o sistema;
r) As propostas devem descrever os meios humanos e materiais disponíveis, incluindo os honorários praticados no período pós-garantia;
s) As componentes eléctricas devem ser dimensionadas segundo a legislação em vigor. Caso a obra venha a ser proposta para certificação e a mesma não seja aprovada, qualquer questão relacionada com alterações ou modificações necessárias a efectuar será da responsabilidade da empresa instaladora;

t) A amarração de todas as condutas enterradas são da responsabilidade da empresa instaladora;
u) A empresa instaladora, aquando da entrega da obra, deve entregar ao projectista uma ficha com a relação das pressões verificadas na realização do ensaio final. Pretende-se assim, que sejam referidas as pressões na bombagem, válvula do bloco e/ou sector, a pressão máxima e mínima de cada um dos blocos e/ou sectores;
v) Considera-se a obra entregue após entrega de certificado de conformidade emitido pelo projectista.

3.10. Natureza e requisitos dos materiais a utilizar

Todos os materiais, instalações e equipamentos não especificados e que foram empregados na obra tiveram de satisfazer algumas condições técnicas de resistência e segurança impostas pelos regulamentos que lhes dizem respeito, bem como possuir características que cumprissem as boas normas de construção.

Na entrega do projecto a *Sysmart Water & Energy Systems* elaborou uma lista de requisitos a cumprir nos seguintes materiais:

a) Os tubos com gotejadores integrados, auto-compensantes, com espessura mínima de 1,0 mm, diâmetro nominal DN 16 e 20 mm e cumprir com a Norma ISO 9261, da marca *NETAFIM*, modelo *DRIPNET PC;*

b) A tubagem de PVC-U instalada, teve de cumprir a Norma EN 1452;

c) A tubagem de PVC-O instalada, teve de cumprir a Norma UNE-ISSO 16 422:2015 ou equivalente;

d) A tubagem de PEAD instalada ser PE 100 e segundo a Norma EN 12201. As electro-soldaduras da tubagem de PEAD, foram efectuadas por pessoal e equipamento certificado;

e) A tubagem de PEBD deve ser de uso agrícola;

f) Bombagem da marca *CAPRARI* ou similar;

g) Variadores de velocidade da marca *SHNEIDER*, *ABB* ou similar;

h) As electroválvulas e as válvulas hidráulicas devem ser em ferro fundido da marca *DOROT* ou *BERMAD*;

i) Programador da marca *PROGRES* modelo 4032, com opção “monocabo”;

j) Tubagem em aço galvanizado por emersão.

4. Sistema de rega

4.1. Plano geral

Como já referido na descrição deste projecto, a instalação do sistema de rega foi feita em duas fases estando representados a amarelo os blocos com tubo gotejador auto-compensante de 16 mm e representados a cor-de-laranja os blocos com tubo gotejador auto-compensante de 20 mm.

Para facilitar a visualização do plano geral, colocou-se à esquerda da imagem a área que se projectou e instalou na 1ª fase e, à direita o que foi posteriormente feito na 2ª fase (Figura 37).

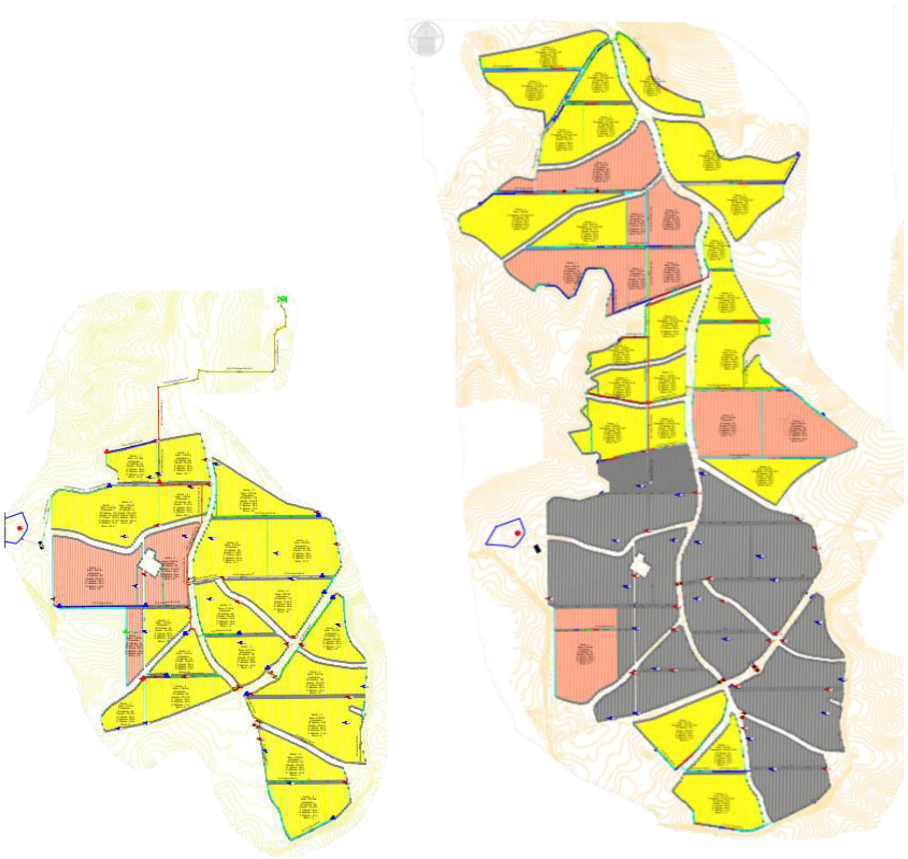


Figura 37. Plano geral da 1ª fase (à esquerda) e da 2ª fase (à direita), fornecido pelo Eng. Miguel Tavares – *Sysmart.*

4.2. Sectores de rega

Foram definidos 3 sectores e a sua divisão teve por base a condutividade eléctrica aparente do solo (trabalhada no pré-projecto de rega) e um equilíbrio do ponto de vista hidráulico e económico (Figuras 38 e 39).

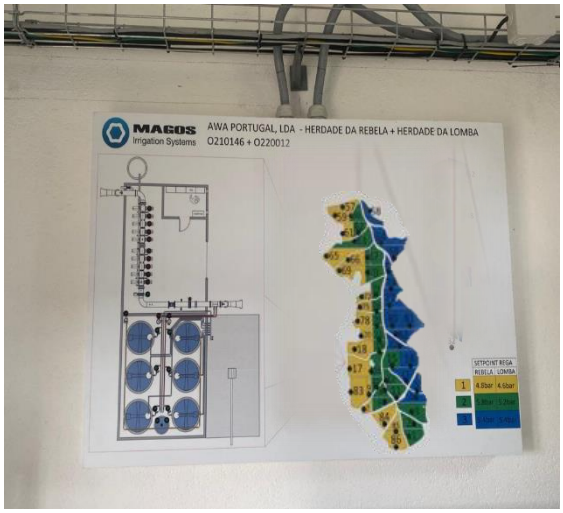


Figura 38. Plano dos sectores de rega na casa dos quadros eléctricos.

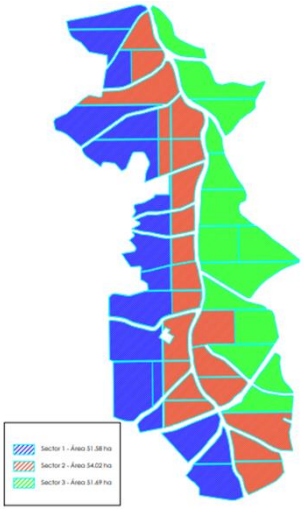


Figura 39. Sectores de rega Herdade da Rebela plano completo

Quadro 10. Tabela com sectores, blocos e respectivos caudais e pressões de trabalho correspondentes a 2 linhas de rega.

Sector	Bloco	Área (ha)	Área (ha) Total	Caudal (m3/h)	Caudal Total (m3/h)	Pressão à saída da filtragem (bar)
	1- 1	1,61		18,77		
	1- 2	3,78		44,03		
	5	3,42		39,81		
	8	1,09		12,73		
	11	5,48		75,38		
	19	4,62		53,72		
	22- 2	4,43		51,52		
	24- 2	1,40		16,30		
1	25- 2	3,27	**51,58**	38,05	**611,70**	**4,80**
	27- 2	1,50		17,49		
	28- 2	1,30		15,18		
	29- 1	2,86		33,29		
	29- 3	4,32		50,22		
	30- 2	4,87		56,65		
	32- 2- 2	2,05		23,89		
	33- 1	2,77		32,24		
	33- 2	2,79		32,43		
	2	2,73		31,81		
	3	2,24		26,07		
	6	4,30		50,00		
	9	2,28		26,55		
	13	1,41		16,37		
	14	1,40		16,31		
	15	2,32		26,99		
	17	2,16		25,17		
	20	2,70		31,37		
	21- 1	3,48		40,55		
2	22- 1	1,49	**54,02**	17,37	**628,58**	**5,80**
	24- 1	1,87		21,75		
	25- 1	1,54		17,93		
	27- 1	1,44		16,71		
	28- 1	2,40		27,91		
	29- 2- 1	3,69		42,92		
	29- 4- 1	3,20		37,19		
	30- 1	4,86		56,53		
	32- 1	2,06		23,93		
	32- 2- 1	1,98		23,01		
	4- 2	4,48		52,14		
	10	2,61		30,39		
	16	1,92		22,31		
	18	2,87		33,43		
	23	2,41		28,03		
	34	2,33		27,13		
	4- 1	3,35		38,96		
	7- 1	2,68		31,24		
	7- 2	3,89		45,29		
3	21- 2	3,50	**51,69**	40,73	**599,55**	**5,40**
	26- 1	1,04		12,10		
	26- 2	1,93		27,84		
	26- 3	4,24		40,39		
	26- 4- 1	4,40		41,79		
	26- 4- 2	4,32		42,23		
	26- 5	2,79		51,48		
	31- 1	4,62		53,72		
	31- 2	2,79		32,49		

No Quadro 10 acima, os valores indicados são correspondentes a uma linha de rega, pelo que os valores de caudal serão o dobro, havendo a possibilidade de fornecer no futuro o máximo de 7 mm/dia.

Quadro 11. Resumo das características do sistema instalado.

Características da instalação			
Cultura		Amendoal	
Caudal do emissor (l/h)		1,6	
Espaçamento (m x m)	5,50	x	0,50
Nº de linhas gotejador/linha de árvores		2	
Compasso de plantação (m x m)	5,50	x	4,00
Nº de emissores/planta		16,0	
Volume de água por planta		0,0256 m^3/h	
Taxa de aplicação		1,164 mm/h	
Dotação máxima requerida diariamente		7,0 mm	
Tempo de rega máximo diário por turno		6,0167 h	
Nº de Sectores		3	
Tempo total máximo diário de rega diário		18,1 h	

4.3. Preparação e arranque dos trabalhos e da obra

O arranque de obra foi feito numa reunião onde estiveram presentes todas as partes envolvidas neste projecto, tendo estado presentes o projectista, cliente, técnicos de campo, responsáveis de obra da empresa de rega instaladora e demais intervenientes de máquinas que foram utilizadas.

Após acerto de datas de chegada de materiais, horas de entrada e saída de pessoal, distribuição de tarefas entre as partes, indicações e recomendações do cliente e do projectista e um posterior compromisso com a data de entrega e finalização da obra, a obra foi oficialmente iniciada.

4.4. Acompanhamento de obra e trabalhos realizados

Ao nível do terreno foram realizadas várias intervenções, algumas delas necessárias devido à tipologia dos solos encontrados, outras por pedido do cliente e ainda algumas operações recomendadas tanto pela empresa AgroAnalítica como pela empresa *Sysmart Water & Energy Systems.*

A preparação do terreno teve como objectivo auxiliar o desenvolvimento da cultura no solo bem como melhor a infiltração de água. Fez-se primeiro uma gradagem seguida de uma modelação em algumas zonas do terreno com excesso de declive para garantir uma maior uniformidade. Ao mesmo tempo que estas operações eram realizadas, trabalhou-se a parte ligada à drenagem (superficial e subterrânea) que ficou feita de acordo com os traçados definidos (Anexo 3).

Após serem finalizadas a gradagem e a modelação do terreno, procedeu-se à passagem com o riper que mobilizou a terra sem a revirar e posteriormente fez-se uma gradagem de discos, que é uma práctica comum.

Foram feitos os camalhões e espalhou-se matéria orgânica na linha, procedimento adoptado pelo cliente em todas as plantações feitas. Realizou-se, como referido anteriormente, a operação de corte de camalhões que foi feita com o objectivo de evitar acumulações de água e velocidades excessivas no escorrimento da mesma (Figura 40). Esta opção estratégica, foi feita com um sentido totalmente preventivo mas é sobretudo encarada como um investimento, que trará um benefício elevado ao cliente e aos técnicos de campo. Depois de estarem feitos os “corta-camalhões”, passou-se nas entre-linhas uma grade americana (Figura 41).

Figura 40. Cortes de camalhões numa das zonas da propriedade.

Figura 41. Passagem com grade americana.

Após este conjunto de operações e trabalhos, foi iniciada a instalação do sistema de rega, desde a sua bombagem, passando pelas condutas (Figura 42) até aos finais de linhas de tubo gotejador. A instalação é uma das partes do processo de um projecto que demora mais tempo a ser realizada e finalizada. Após ter ficado maioritariamente feita a instalação da parte da rega, veio o início de plantação das árvores, cuja variedade estava já decidida desde o princípio (Figura 43 e 44).

Parte da plantação foi feita com o auxílio de máquina (Figura 44) e outra parte manualmente. Procedeu-se à marcação das árvores plantadas e foram postos em cada árvore os respectivos tutores.

Figura 42. Conduta principal em PVC espalhada e pronta a ser enterrada.

Figura 43. Plantas *Lauranne* prontas a plantar.

Figura 44. Plantação das amendoeiras com auxílio de tractor.

Desde o início da plantação foi feita uma rega de apoio com uma cisterna que teve como objectivo retirar o ar junto das raízes e procurar um início de resposta radicular por parte das amendoeiras antes da fase de dormência.

Fechado o processo de instalação hidráulica e agronómica propriamente ditas, foi feita pela AgroAnalítica e a *Sysmart Water & Energy Systems* uma validação final da altimetria e das áreas úteis do projecto.

Durante o decorrer de todo este processo embora as equipas de mobilização de terras tenham estado sempre dependentes do trabalho realizado em projecto, houve uma interacção constante e sempre construtiva entre as partes.

4.5. Área de trabalho

A casa construída para a filtragem, fertilização e quadros é a principal zona de trabalho para o sistema de rega (Figuras 45 e 46). Sendo um local onde co-habitam água e energia, foi definido pelo projectista a separação entre os equipamentos eléctricos e as restantes componentes.

Foi colocada nesta casa uma cobertura, em chapa perfilada lacada "ondulada" ou "quinada", com uma água. Armação de malha galvanizada para o encerramento das paredes exteriores, de acordo com o desenhado no Anexo 19.

Nas condutas à saída da casa de filtragem, foram utilizadas válvulas de retenção para proteger filtragem, bombagem e outros equipamentos aí presentes. Nos equipamentos de fertilização estão instaladas válvulas para evitar que a água e o fertilizante circulem em sentido contrário, o que poderia alterar a concentração dos adubos.

Figura 45. Vista para o interior da casa de filtragem e fertilização.

Figura 46. Exterior da casa e PT.

4.6. Quadros, comandos e automatização

O sistema de rega é comandado por um programador que se encontra na casa de rega dentro de um quadro em poliéster (Figura 47). A sua função é controlar a abertura e fecho das electroválvulas, monitorizar o caudal instantâneo e registar os volumes de água associados a cada sector. A par disto controla também o sistema de filtragem e de fertilização.

Considerou-se ao nível de quadros a instalação de um quadro sinóptico no quadro eléctrico do programador, com todo o esquema da instalação para se poder visualizar que elementos estão activos como por exemplo a electrobomba, electroválvulas, doseadora, electroválvulas de filtragem, agitadores e alarmes.

O quadro em poliéster foi instalado segundo todas as protecções eléctricas exigidas por lei e pedidas pelo fabricante do programador.

4.6.1. Programador

Na Figura 48 podemos ver o programador escolhido, da marca *PROGRES*, modelo 4032, com as seguintes particularidades:

- Modelo de encastrar (dentro da caixa poliéster);
- Alimentação 220 Vac;
- Opção monocabo;
- Entrada e saída analógica;
- Ligação RS485;
- Enlace *AGRONIC* Monocabo + SAI;
- Comunicação *GPRS.*

Figura 47. Quadro com programador e interruptores.

Figura 48. Programador Agronic 4000 instalado.

4.6.2. Plataforma AGRONIC APP e AGRONIC Web

O programador escolhido está suportado tecnologicamente pela aplicação *AGRONIC APP*, sendo assim possível conseguir-se os seguintes objectivos:

- Notificações e avisos na barra de estado do telemóvel dos registos seleccionados, mesmo que a aplicação não esteja aberta;
- Ordens manuais para iniciar, interromper ou suspender programas, sectores ou outro tipo de equipamento;
- Registo completo de todos os eventos ocorridos nos últimos 7 dias, bem como as irregularidades que possam ter acontecido;
- Gráficos automáticos de leitura de períodos (10 minutos no caso dos sensores e 1 hora no caso dos sectores);
- Histórico diário do total acumulado dos sectores e contagem dos últimos 7 dias com leituras de médias diárias nos sensores analógicos;
- Informação detalhada do estado dos programas definidos, sectores, fertilização, sensores, entre outros.

4.7. Bombas e motores

Ao nível da bombagem optou-se por um sistema de jangada com dois grupos submersíveis instalados e localizados na charca (Figura 49). Encontram-se a 25 metros de distância da parede da charca e pretendeu-se desde início que estes grupos de bombagem funcionassem de uma forma autónoma e sem falhas. Estão ligados a um colector comum através de conduta em PEAD com diâmetro nominal DN 200 mm e pressão nominal PN 10 bar (Figura 50).

Figura 49. Jangada com grupo bombagem e flutuadores.

Figura 50. Cabeçal da bombagem com colector galvanizado, válvulas de ar, válvulas retenção bi-partidas e borboleta com desmultiplicador.

4.7.1. Sistema de comando dos grupos de bombagem

O arranque e paragem das electrobombas é feito pelo programador como já anteriormente referido e, é feito através de variadores de frequência.

Definiu-se os *set point* e preparou-se o quadro de comando para receber um sinal de sensor electro-mecânico através de uma "picagem" na conduta. O sensor que se instalou, que é comum nestas situações, foi um pressostato tipo *Murphy* de máxima e mínima que tem a função de interromper o funcionamento da bomba sempre que se atinja determinada pressão mínima ou máxima, tendo sido também munido de todas as protecções eléctricas necessárias.

Para a leitura de pressão e comando dos variadores de velocidade utiliza-se um transdutor de pressão, e por uma questão de protecção do sistema existe um fluxostato.

Definiu-se ainda, aquando da elaboração do projecto de rega, a protecção dos variadores de frequência com um filtro de alta frequência que garante não existir interferências com o sistema monocabo.

4.7.2. Características das electrobombas

Os grupos electrobomba submersíveis que se consideraram para a charca são da marca *CAPRARI*, modelo E10S64N / 2BC. As características do motor eléctrico e de funcionamento estão presentes na Figura 51.

As bombas têm uma camisa de refrigeração de forma a garantir o arrefecimento dos motores. Esta práctica tem sido comum de uma maneira geral em todas as bombas submersíveis que se colocam a funcionar neste regime de jangada nas charcas e barragens.

A jangada é de aço galvanizado a quente e está suspensa através de flutuadores de tubagem de polietileno de alta densidade PEAD, com as dimensões adequadas aos elementos dos grupos. Possui uns "pés" reguláveis, para garantir que os grupos de bombagem não ficam apoiados no fundo da charca e, caso o nível da água baixe em demasia, a jangada estará sempre por dois pontos, à margem da charca, através da utilização de um cabo em nylon.

4.7.3. Eficiência, poupança e curvas carcaterísticas das bombas

As curvas de eficiência possibilitam encontrar o ponto de maior eficiência de trabalho, sendo que se escolheu, projectou e planeou a bomba mais adequada às necessidades deste projecto. Em situações destas reforça-se sempre a importância de garantir que a bomba trabalha em condições de baixo custo assegurando uma maior poupança e eficiência a longo prazo. Regra geral, os grupos electrobomba têm curvas de trabalho que relacionam o caudal

com a altura manométrica, com a potência consumida, com o NPSH (capacidade de aspiração da bomba) e com o rendimento (Figura 52). Tendo como pressuposto que o grupo está em bom estado de conservação e conhecendo o caudal, podemos aferir o rendimento do grupo.

É recomendado verificar regularmente o funcionamento das bombas instaladas sobretudo com medições das pressões de saída com diferentes caudais de utilização. Em casos de avaria as bombas devem ser prontamente reparadas ou substituídas por uma bomba com as mesmas características, pois esta componente é o "coração" de todo o sistema. Neste caso em que existem 2 bombas submersíveis numa charca, a inspecção e manutenção das bombas será em princípio mais reduzida mas, deve-se ter em conta o estado dos eixos, rolamentos e impulsores. Para além da recomendação acima dada, deve-se também para estas bombas medir a amperagem e voltagem para garantir que está a funcionar correctamente e de acordo com os critérios de segurança.

E10S64N/2BC + MAC870-8V	
Características requeridas	
Caudal	**600 m³/h**
Altura de elevação	45 m
Fluido	Água potável
Tipe de instalação	Bombas em paralelo
Nº. de bombas	2
Dados de operação da bomba	
Caudal	302 m³/h
Altura de elevação	45.4 m
Potência absorvida	49.8 kW
Rendimento	76.2%
Altura manométrica H(Q=0)	79.9 m
Perdas de carga na válvula de retenção	1.43 m
Orifício de descarga	DN150
Características de motor	
Frequência	50 Hz
Tensão nominal	400 V
Velocidade nominal	2900 1/min
Número de pólos	2
Potência P2	51 kW
Intensidade nominal	99.4 A
Tipo de motor	3~
Classe de isolamento	Y
Grau de protecção	IP 68

Figura 51. Características do motor e de funcionamento da bomba (retirados da ficha técnica da *CAPRARI*).

Os 45 mca de altura indicados no quadro acima, resultam da pesquisa que se efectuou no software do fabricantes das bombas. Nas curvas características das bombas (Figura 52), poderá verificar-se que os grupo electrobomba efectuam mais do que os 58 mca requeridos pelo sistema.

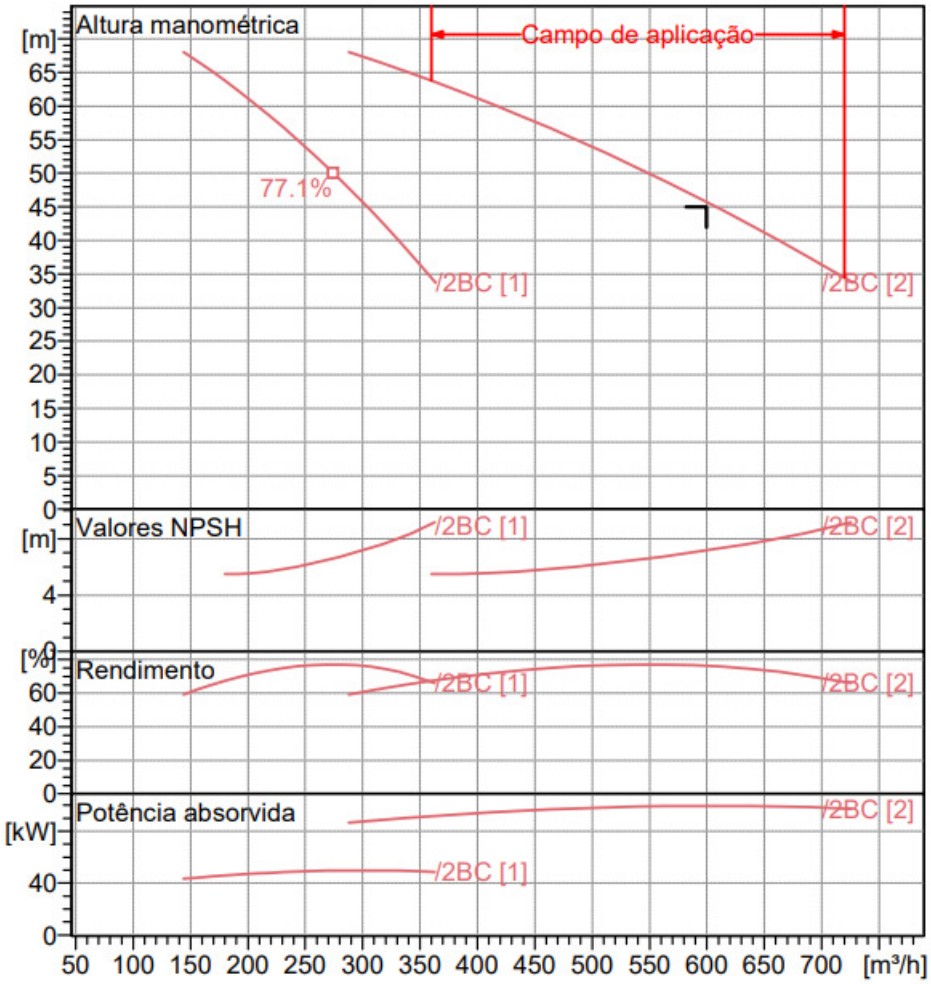


Figura 52. Curvas da altura manométrica, NPSH, rendimento e potência absorvida (retiradas do catálogo da *CAPRARI*).

Na Figura 52, é possível observar as curvas de uma bomba isolada e de duas bombas a funcionar em paralelo. É possível observar nas curvas à esquerda o funcionamento da primeira bomba isolada, e nas curvas à direita as duas bombas em conjunto. Por haver variação de velocidade existe um ajuste das curvas ao ponto de funcionamento das bombas não havendo também por isso um excesso de pressão. As duas bombas dimensionadas e instaladas permitem ainda uma maior agilidade para se poder ajustar os tempos de rega dos sectores e blocos.

4.7.4. Arrancadores e respectivos quadros

Como referido anteriormente, para o arranque dos grupos de bombagem submersíveis, foram considerados dois variadores de velocidade que manterão sempre constante a altura manométrica, H, e modificarão a velocidade de rotação do motor conforme for variando o caudal explorado. Trabalham em alternância. (Figura 53).

Figura 53. Variadores de velocidade *SCHNEIDER* colocados no interior dos quadros.

A instalação foi concebida para funcionar de forma totalmente automática mas existe também a possibilidade de funcionamento manual local em situações de avaria do transdutor de pressão por exemplo. O método de comando é escolhido por uma botoneira rotativa de 3 posições, 1-0-2, na qual:

- Funcionamento local ou manual (1)
- Desligado (0)
- Funcionamento à distância (2)

O quadro geral é de poliéster, com porta interior, onde foram instalados os órgãos de comando, protecção e sinalização de toda a instalação eléctrica. A partir deste quadro é efectuada a distribuição de energia para o quadro dedicado para a colocação dos variadores de frequência. A consola do variador está instalada na porta do quadro.

Na porta interior, apenas são visíveis os mostradores dos instrumentos de medida, manípulos de interruptores e comutadores, botoneiras e lâmpadas de sinalização.

No quadro geral está ainda instalado um analisador de rede, o circuito de iluminação, 1 tomada monofásica e 1 tomada trifásica de parede.

O caminho de cabos, entre o quadro geral e os restantes elementos é feito pela parte superior dos quadros eléctricos.

Por forma a que os quadros não ficassem instalados ao nível do solo considerou-se um murete de cerca de 30 cm de altura. A iluminação interior da casa da bombagem é feita com tecnologia *LED* incluindo os interruptores e a iluminação exterior incide sobre a zona da entrada da casa da bombagem.

Foi montado ainda um sistema de ventilação que garante que todos os elementos eléctricos tenham um óptimo funcionamento, evitando-se assim sobreaquecimentos ou outros problemas maiores. A instalação eléctrica do interior da casa de bombagem foi assumida totalmente pela empresa instaladora.

4.8. Sistema de filtragem

O sistema de filtragem é constituído por uma bateria de filtros de anéis, composto por 10 unidades de 4", com uma superfície filtrante de pelo menos 52 400 m², com um grau de filtragem de 130 *micrómetros*, pressão máxima de funcionamento está limitada a 10 bar, colector de entrada e saída, electroválvulas e sistema de purga (Figura 54).

Figura 54. Sistema de filtragem de anéis.

A limpeza é feita de forma automática e é efectuada quando o diferencial de pressão a montante e jusante do filtro atingir 0,5 bar. Foi programado um intervalo de tempo no qual é realizada uma lavagem caso não se concretize o diferencial de pressão pré-definido.

A água resultante da rectro-lavagem é conduzida para a charca. É o programador que comanda a abertura e fecho das electroválvulas dos sectores de rega, com a água resultante da rectrolavagem sempre conduzida para a charca.

4.8.1. Diferencial de pressão nos filtros

Cada filtro no seu funcionamento causa uma perda de carga no sistema durante a filtragem. Esta perda de carga é medida pelo diferencial de pressão entre a entrada e a saída do filtro, sendo por isso importante aferir o bom estado de funcionamento dos filtros comparando os seus dados técnicos com o diferencial de pressão que é medido.

A maioria dos filtros vão sendo sujeitos a um diferencial de pressão cada vez mais alto entre a entrada e a saída devido ao atrito que aumenta à medida que o filtro fica entupido, pelo que a monitorização com frequência do diferencial de pressão dos filtros, especialmente quando as condições da água e da sua captação vão mudando no decorrer da campanha de rega, é extremamente importante num projecto desta dimensão.

Os diferenciais de pressão podem ser superiores ao máximo permitido devido ao desenvolvimento de biofilme, incrustações ou sedimentação mineral no próprio filtro; ou ser inferiores ao mínimo permitido devido a operações e prácticas de manutenção inadequadas ou calibração defeituosa da unidade de controlo da retro-lavagem automática.

4.8.2. Retro-lavagem automática

A rectrolavagem automática muito frequente ocorre quando o filtro não é limpo correctamente e o diferencial de pressão no filtro permanece elevado imediatamente após a lavagem.

Por isso, para que uma filtragem seja eficaz, os filtros devem ser retro-lavados sempre que que se verifique um diferencial de pressão excessivo, sejam filtros de disco, malha ou areia. Com uma rectrolavagem periódica existe uma limpeza dos precipitados de material particulado ou orgânico, conseguindo-se assegurar o desempenho e eficiência do próprio filtro.

Por vezes surgem problemas como filtros entupidos que podem reduzir a pressão no sistema, diminuindo a taxa de aplicação de água à cultura, acumulação de materiais que levam a entupimentos, criação de canais preferenciais à passagem de água em filtros de areia não ocorrendo a filtração devida ou ainda a quebra de um cogumelo (elementos que se encontram no fundo do corpo do filtro) que faz com que ocorra passagem para o sistema de rega de areias ou gravilha juntamente com a água filtrada.

Por regra em projecto considera-se sempre a instalação de um filtro de malha ou discos a seguir a um filtro de areia, conhecidos como filtros de controlo, de forma a proteger o sistema de rega. Neste projecto não foram adoptados filtros de areia, pelo que alguns destes problemas não irão ocorrer.

4.9. Equipamentos de fertilização e bombas doseadoras

As bombas doseadoras são os elementos do sistema de rega que permitem colocar na água de rega, através da conduta principal, as quantidades pretendidas de adubos.

Para o armazenamento dos adubos, foram instalados na casa de rega junto à estação de filtragem, 1 depósito de 1 000 litros e 6 depósitos verticais de 5 000 litros em polietileno reforçado, com uma base plana e com uma tampa superior. Os depósitos estão assentes numa estrutura em alvenaria em forma de bacia, de modo a conter eventuais fugas de fertilizantes (Figuras 55 e 56).

Figura 55. Instalação dos depósitos de 5 000 litros dentro da bacia de retenção.

Figura 56. Depósitos instalados ao dia de hoje.

Toda a casa de fertilização, foi feita com uma base em betão armado, com cerca de 20 cm de espessura, um murete para a retenção de possível fuga de fertilizantes (obrigatória por lei) e segundo as normas em vigor com um revestimento flexível de dois componentes composto por um produto para impermeabilizar.

A base de assentamento do depósito possui uma pendente no sentido de uma caixa de acumulação dos possíveis líquidos derramados.

Todos os depósitos deverão estão providos de escala de nível bem aferida. A par disto, os depósitos de 5 000 litros possuem um misturador pneumático trifásico de 2.2 kW de potência e o depósito de 1 000 litros possui um misturador mecânico. Cada depósito de 5 000 litros tem uma electroválvula no circuito da injecção do ar, que tem como função abrir através do comando do programador sempre que se utilize esse depósito na fertilização. O soprador foi instalado, por recomendação, numa posição superior ao nível máximo dos depósitos.

A aspiração do ar dá-se no exterior do local onde se encontram os depósitos e para evitar a entrada de partículas no soprador colocou-se um filtro de cartucho. Na tubagem de compressão imediatamente a seguir ao soprador, foi colocado um troço em ferro galvanizado, com cerca de 1 metro de comprimento (Figura 57), por forma a proteger a conduta de ar de qualquer tipo de sobre-aquecimento que possa vir a existir no soprador. Na saída do soprador instalou-se ainda uma válvula limitadora de pressão, regulada ligeiramente abaixo do nível máximo de trabalho do mesmo, também para prevenção de sobre-aquecimentos.

Figura 57. Soprador e respectivo troço em ferro dentro da casa de fertilização.

Em termos eléctricos, foi montada uma protecção térmica do motor, regulado ligeiramente abaixo da intensidade máxima admissível pelo motor do soprador. Esta protecção desliga o motor em caso de necessidade.

Para a injecção dos fertilizantes a utilizar, são utilizadas duas bombas doseadoras, com a capacidade de injectar aproximadamente 500 l/h cada, para uma pressão de no mínimo 8 bar. A injecção dos fertilizantes está desenhada e legendada num local assinalado na planta contida na Anexo 19.

À saída de cada depósito de adubo está aplicada uma válvula de esfera, um filtro de malha especial para fertilizantes e uma união de sede cónica em *inox*.

As ligações entre os depósitos e a bomba doseadora e, entre a bomba doseadora e tomada com ligação à conduta, são feitas através de tubo de polietileno de alta densidade PEAD, de DN 50 PN 16, resistente a produtos químicos. Todos os acessórios são em *inox*.

As bombas doseadoras foram montadas em bases metálicas em *inox*. De modo a possibilitar o enchimento dos depósitos com água, fez-se uma ligação da peça de saída da filtragem a todos os depósitos. Na saída de cada depósito, instalou-se um medidor volumétrico de

produtos químicos, PN10, da marca *ARAD*, e uma electroválvula adequada à utilização de produtos químicos de forma a automatizar todo o sistema de fertilização.

Para se proceder à limpeza das condutas do fertilizante, foi também considerada a colocação de uma electroválvula, para que no final de cada adubação seja possível proceder à limpeza destas condutas. Todas as ligações das condutas de fertilizantes foram efectuadas nos locais assinalados na planta contida no Anexo 19.

Na zona exterior da casa foram colocadas as várias torneiras ligadas a cada depósito e ao tubo de enchimento que servirá para a reposição dos adubos.

Figura 58. Sistema de enchimento dos depósitos e tubo para enchimento dos pulverizadores no exterior.

A base de assentamento junto a este sistema de enchimento para os pulverizadores foi feita em betão armado também, com orifício de escoamento e ligação em PVC PN 6 e DN 110 a um depósito de 1 000 litros de capacidade que ficou enterrado, de acordo com os desenhos do Anexo 19.

4.10. Outros equipamentos de apoio

4.10.1. Caudalímetros e manómetros

Os caudalímetros e manómetros (Figuras 59 e 60) são duas ferramentas fundamentais para o sistema de rega e para os operadores, pelo que é aconselhado o seu uso e verificação permanente. Ao trabalhar com estes equipamentos é possível registar caudais e pressões de trabalho de diferentes formas.

Estando este sistema de rega dividido em sectores e blocos, deve ser feito um controlo regular comparando as medições feitas com os valores definidos e requeridos para o sistema e para cada bloco ou sector de rega. Se houver valores fora do definido em projecto é provável existir algum problema que requer atenção, seja nas condutas, filtragem ou bombagem.

Figura 59. Caudalímetro dentro da casa de filtragem.

Figura 60. Manómetro junto a válvula reguladora de pressão.

4.10.2. Equipamento para injecção de peróxido de hidrogénio

O peróxido de hidrogénio é um agente oxidante potente e extremamente eficaz na prevenção, limpeza e melhoria de funcionamento de um sistema gota-a-gota. Segundo a *Regaber* (2021), as suas funções são então prevenir a acumulação de ciano-bactérias nas condutas e tubos do sistema, limpar sedimentos orgânicos que se acumulam e oxidar micro-elementos como o ferro, manganês e sulfuretos evitando a propagação bacteriana.

O peróxido de hidrogénio liberta átomos de oxigénio que reagem rapidamente para oxidar a matéria orgânica. As suas vantagens são a rápida velocidade de reacção que implica o consumo imediato do mesmo quando em contacto com a água, sendo assim biodegradável e, ainda, o facto de não ser nocivo para o meio ambiente, para o solo, aquíferos e linhas de água pois, indirectamente, coloca mais oxigénio disponível às plantas e ao próprio solo. O seu uso é muito comum nos sistemas de rega em estufas e culturas em substractos.

A concentração de peróxido de hidrogénio requerida no sistema depende sempre da qualidade da água que é usada, nomeadamente em dois parâmetros que são a concentração de matéria orgânica e o potencial de oxidação/redução. Está situada sempre entre um máximo de 500 ppm no ponto de injecção e 3 ppm no ponto mais longínquo do sistema, com tempos de aplicação entre os 45 e 60 minutos.

Para o armazenamento do peróxido de hidrogénio foi instalado junto à filtragem um depósito de 200 litros (Figura 61). Possui uma bomba electromagnética de diafragma de 2,5 l/h, para a injecção do peróxido de hidrogénio. A pressão mínima é de 10 bar, tem uma regulação proporcional e serve exclusivamente para aplicar de peróxido de hidrogénio. A injecção é feita antes da filtragem uma vez que melhora a própria qualidade de filtração, sobretudo em condições de elevada matéria orgânica na água, algo que pode ser comum quando esta é proveniente de charcas ou canais como neste caso.

Figura 61. Sistema de injecção de peróxido de hidrogénio.

4.11. Conduta principal

A conduta principal é em PVC-U de pressão nominal PN 6 e PN 10, e em PVC-O de pressão nominal PN 12,5, tendo diversos diâmetros de acordo com o definido em projecto pelo software *IrriCAD* e que é apresentado nos Anexos 8 e 9, com as medições de conduta na 1ª e 2ª fase. Após o cálculo feito em *IrriCAD* para a conduta principal, foram-se confirmar as pressões e velocidades, sendo que foi necessário colocar conduta de PN 12,5 em vez de PN 6 em locais onde por exemplo a pressão ultrapassava os 6 bar. Foi tomado o pressuposto de velocidade máxima de 1,8 m/s e as condutas foram dimensionadas e calculadas com base na velocidade e posteriormente ajustados os seus diâmetros consoante a pressão.

Nas grandes subidas, passagens/atravessamentos que foram feitos e na ligação da jangada à casa de filtragem, utilizou-se conduta de polietileno de alta densidade PEAD – MRS 100 de pressão nominal PN 6 e PN 10 também aqui com diversos diâmetros.

Enterraram-se as condutas de forma a conseguir que a parte superior da tubagem ficasse a uma profundidade de pelo menos 1 metro (Figura 62). Houve um cuidado especial na instalação da conduta principal, quer no fundo quer no tapamento das valas, para evitar sobretudo que a tubagem contactasse directamente com pedras.

Figura 62. Colocação da conduta principal à saída da casa.

Os acessórios de ligação das condutas, entre os quais tês, cruzetas e curvas, são todos em PVC PN 10 até ao diâmetro 110 mm. Para diâmetros superiores foram usados acessórios em ferro galvanizado a quente provido de uma campânula de ligação ao diâmetro respectivo de PVC usado.

Destaca-se ainda os maciços de betão feitos para os casos das ligações, tês, curvas, terminais, entre outros presentes e representados no Anexo 25. Esta é uma práctica que, por regra em projecto, nos pontos em que se verificam mudanças de direcção, reduções ou derivações, é necessário aplicar maciços de amarração que impeçam qualquer deslocamento dos acessórios ou condutas devido a impulsos originados pelas forças hidrodinâmicas, que poderão atingir valores significativos. Para além dos locais óbvios (curvas e tês), será necessário ancorar as condutas que se desenvolvem em troços ascendentes ou descendentes com inclinações superiores a 20%.

4.12. Conduta secundária

As condutas secundárias instaladas neste projecto são em polietileno de baixa densidade PEBD de uso agrícola (Figura 63), de pressão nominal PN 4, sendo que os diâmetros e localizações podem ser vistos no Anexos 14 e 15.

Figura 63. Vala aberta com condutas, cabo e tubos de protecção para as laterais.

Estas condutas permitem a alimentação das linhas de rega constituídas pelo tubo gotejador e têm origem nas peças de ligação das electroválvulas. Nesta instalação e tendo em conta que temos dois tubos gotejadores por cada linha de árvore, a distância entre as duas saídas/picagens na conduta secundária considerada foi cerca de 0,30 metros, uma vez que, segundo o fabricante, abaixo deste valor a tubagem perde resistência.

4.13. Abertura e tapamento de valas

Ao nível das condutas principais, a tubagem foi instalada em valas com cerca de 1,20 m de profundidade.

Recomendou-se à empresa instaladora para sempre que existisse necessidade (devido à presença de pedras com arestas vivas no fundo da vala) a vala fosse regularizada e o tubo ficasse assente sobre uma camada de areia com cerca de 5 cm de espessura. O restante preenchimento da vala nestas situações era preenchido com terra crivada isenta de pedras com dimensão superior a 200 mm.

Por outro lado, as condutas secundárias foram instaladas em valas com cerca de 0,80 m de profundidade (Figura 64, Anexos 23 e 24).

Adoptou-se o mesmo procedimento no preenchimento da vala para as condutas principais nos locais em que foi preciso regularizar valas secundárias.

Figura 64. Vala secundária numa das extremidades de uma parcela.

4.14. Ligação entre condutas

As ligações feitas entre condutas são todas as peças e acessórios que têm como função ligar a conduta principal à conduta secundária, onde se inserem também as válvulas e/ou electroválvulas (Figura 65 e 66). A localização das ligações entre condutas encontra-se nos Anexos 8 e 9, sendo constituídas por tubo de aço galvanizado com o diâmetro adequado a cada situação. Os desenhos podem ser vistos no Anexo 22 e têm por base as seguintes configurações:

- As ligações à conduta principal são feitas mediante uma tomada em carga de ferro fundido ou através de peças de ligação galvanizadas, com juntas ou campânula de ligação às condutas de PVC (sempre que os diâmetros das condutas o permitiram). Quando a conduta principal continua para os restantes sectores, a peça é em tê, com um diâmetro de entrada e saída igual ao diâmetro da conduta de PVC;
- As subidas e a descidas dos tubos de ligação são sempre do mesmo diâmetro das electroválvulas;
- Nos casos de condutas principais de diâmetros mais reduzidos, as ligações às condutas são feitas através de tês e joelhos galvanizados ou roscados, ligados ao PVC através de acessórios de transição galvanizado-PVC;
- As peças de ligação das electroválvulas de sector estão a 60-80 cm acima do nível do solo;
- Nos tubos de ligação à conduta secundária, dependendo de se tratar de um único ramal ou de ramal duplo ou triplo a ligação será mediante um joelho, um Tê ou uma cruzeta em ferro galvanizado roscado e com peças de ligação do galvanizado ao tubo de polietileno.

Figura 65. Ligação entre condutas em fase de instalação.

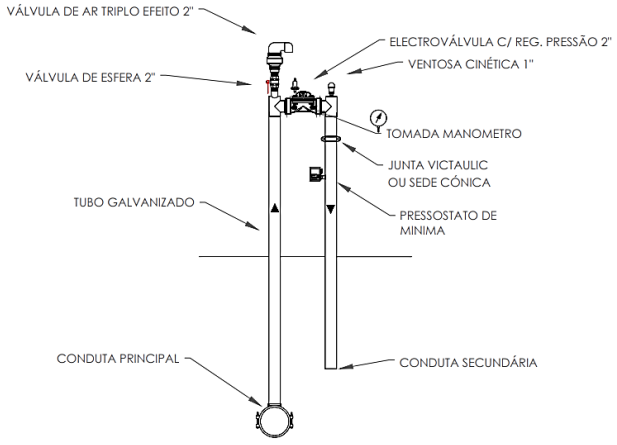


Figura 66. Desenho em *AutoCAD* da ligação entre condutas.

Foram também instaladas uniões de sede cónica ou ligações tipo *vitaulic* em todas as peças de ligação das electroválvulas roscadas de forma a possibilitar a desmontagem e reparação

de qualquer elemento em caso de necessidade. Estas uniões estão colocadas nos tubos de descida.

As peças de ligação terão ao dia de hoje todos os elementos indicados pelo projectista e devem obedecer às sequências apresentadas nos desenhos disponibilizados para a montagem. Todos os acessórios de ligação são de aço galvanizado conforme pedido e indicado na altura de realização e definição do projecto.

Recomendou-se “amarrar” as peças de ligação das válvulas com maciços de betão nas curvaturas enterradas junto das ligações e instalar as peças de ligação das electroválvulas de forma a não perturbar a operacionalidade da maquinaria, devendo ocupar o menor espaço possível e ficando no alinhamento das linhas de plantação.

As peças de ligação incluíram obrigatoriamente as seguintes componentes:

- Válvula de ar de triplo efeito e uma tomada manométrica (para aplicação de manómetro de agulha) com válvula, a montante das electroválvulas. No caso de se tratar de um cabeçal com várias electroválvulas, a válvula de ar e a tomada serão únicas e deverão ser instaladas no colector de entrada;
- Válvula de fecho manual, tipo “macho esférico” nas válvulas de 2” e de borboleta, com manípulo desmultiplicador para as válvulas de 3”;
- Uma válvula de simples efeito e tomada manométrica com válvula, a jusante de cada uma das electroválvulas;
- Uma caixa em PVC estanque, devidamente fixada e com dimensões adequadas para proteger os módulos monocabo, e eventuais ligações eléctricas que sejam necessárias efectuar;
- Picagem a jusante da electroválvula para colocação de pressostato de mínima, que “comunica” com o programador, caso a pressão mínima de funcionamento do sector não seja atingida.

4.15. Acessórios complementares

4.15.1. Válvulas de ar de triplo efeito

As válvulas de ar foram instaladas na rede de rega de acordo com a Figura 68 e que está também nos desenhos do Anexo 22 . Destinam-se a retirar e a admitir o ar nas condutas, principalmente nas fases de arranque e paragem do sistema de rega e, obedeceram ao esquema de montagem pedido.

Por definição, em projecto, as instalações das válvulas de ar devem situar-se sempre nas zonas mais altas das peças de ligação e nas zonas mais altas das condutas principais e secundárias. Também as zonas de passagem levaram todas pelo menos uma válvula.

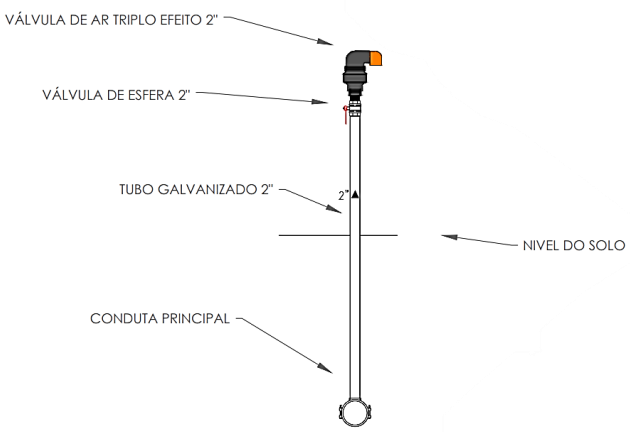


Figura 67. Desenho feito em *AutoCAD* de uma válvula de ar e respectiva ligação à conduta.

4.16. Electroválvulas

4.16.1. Cabo eléctrico para comando das electroválvulas

O cabo eléctrico usado para transportar o sinal do programador para as electroválvulas é em cobre, tendo uma secção 2,5 mm^2 e um revestimento em polietileno reticulado. O cabo foi entubado em tubo VD em todos os locais que ficam fora da terra, que neste caso é na casa de filtragem e junto às peças de ligação das electroválvulas.

O cabo eléctrico foi instalado em todo o comprimento da conduta principal no terreno e nas peças de ligação das electroválvulas as ligações dos cabos estão dentro de caixas de derivação. As caixas de derivação estão “presas” às electroválvulas tendo sido usadas chapas em aço galvanizado.

4.16.2. Módulos *AGRONIC* Monocabo (MAM)

A interface entre os solenóides *latch* das electroválvulas e o cabo eléctrico é efectuada por módulos monocabo *AGRONIC* da *PROGRES.* Estão montados os módulos MAM 01-20 e MAM 03-20 dependendo de cada situação. Os módulos monocabo são "encapsulados" e estão colocados numa caixa em PVC estanque fixada e com dimensões suficientes para proteger os módulos e as suas ligações.

Para que exista sempre uma protecção contra sobre-tensões foram aplicadas protecções de linha encapsuladas da *PROGRES*. Junto à instalação instalou-se uma tomada de terra utilizando um varão cobre. A instalação foi feita conforme os desenhos dos Anexos 20 e 21.

4.16.3. Regulação das electroválvulas

Todas as electroválvulas são reguladoras de pressão, em ferro fundido com revestimento em *epoxy* para evitar a corrosão e desgaste (Figura 68). Caso não sejam flangeadas, possuem uma ligação de sede cónica ou tipo vitaulic, de forma a ser possível desmontá-las quando necessário.

As electroválvulas estão providas de pilotos reguladores de pressão adequados à pressão que se verifica a montante da válvula, o que faz com que a regulação da pressão seja feita segundo e de acordo com os valores definidos.

Os solenóides que estão nas electroválvulas de sector são solenóides *latch* de 9 volts *Aquative Plus* modelo DC (Figura 69) ou S-402 da *Bermad*.

Figura 68. Válvula reguladora de pressão em ferro fundido da marca DOROT.

Figura 69. Solenóide latch Aquative Plus DC.

4.16.4. Pressostato de mínima das peças de ligação entre condutas

Foram instalados pressostatos de mínima, da marca *Telemecanique XMX*, nas peças de ligação de conduta e a jusante da electroválvula de sector, com escala 0 a 6 bar, regulados para 300 gramas abaixo da pressão mínima de funcionamento de cada sector. Têm por base e objectivo a detecção de possíveis quedas de pressão por exemplo, bem como garantir que o desempenho do sistema de rega está sob controlo a este nível.

4.17. Linhas de gotejadores e emissores escolhidos

As linhas de rega são constituídas por tubo de polietileno de baixa densidade PEBD, de pressão nominal PN mínima de 3.5 bar e com um diâmetro exterior de 16 e 20 mm (Figuras 70 e 71), com uma espessura de parede de 1,0 mm.

Max. Lateral length (meter) at different inlet pressure and different slopes

DripNet PC™ 16009/16010/16012 • ID 14.2 mm • Kd 0.72 • Flow rate 1.6 l/h

	DISTANCE BETWEEN DRIPPERS (METER)									
	INLET PRESSURE (BAR)	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
UPHILL 2%	1.0	62	85	104	121	135	148	158	168	178
	1.5	79	109	136	159	179	198	215	231	245
	2.0	91	127	158	186	211	235	256	275	294
	2.5	101	140	176	208	236	263	288	311	333
	3.0	109	152	191	226	258	288	315	341	365
FLAT TERRAIN	1.0	68	96	121	145	167	188	207	226	244
	1.5	83	118	150	179	206	232	257	280	303
	2.0	95	134	170	204	235	265	293	320	346
	2.5	104	148	187	224	259	291	322	352	381
	3.0	112	159	202	242	279	314	348	380	411
DOWNHILL 2%	1.0	73	106	138	169	199	229	259	292	324
	1.5	88	127	164	199	233	267	301	336	371
	2.0	99	142	183	222	259	296	333	370	408
	2.5	108	155	199	241	281	320	359	399	439
	3.0	115	166	213	258	300	341	382	424	466

Minimum considered pressure 0.4 bar

Figura 70. Dados técnicos com comprimento máximo das laterais do tubo de 16 mm (em metros) com diferentes pressões de entrada e inclinações (Netafim, s.d.).

Os gotejadores são integrados e termo-soldados na tubagem, e estão distanciados entre si a 0,50 metros. No dimensionamento considerou-se a pressão de funcionamento entre 0,4 e os 3,0 bar para um caudal por gotejador de 1,6 litros/hora. Os tubos gotejadores são da marca *NETAFIM*, modelo *DRIPNET PC*. Na instalação só se colocou 1 tubo gotejador sendo que posteriormente foi colocada a 2ª linha de tubo. O objectivo da escolha de 2 linhas de tubo gotejador é o posterior afastamento dos dois tubos entre si para haver uma resposta da planta a nível radicular, pretendendo-se que a área radicular aumente. A par disto, é cada vez mais comum trabalhar-se com gotejadores de menor caudal, pelo que se opta então por 2 linhas de tubo gotejador nestes casos.

Max. Lateral length (meter) at different inlet pressure and different slopes

DripNet PC™ 20010/20012 • ID 17.5 mm • Kd 0.25 • Flow rate 1.6 l/h

		DISTANCE BETWEEN DRIPPERS (METER)								
	INLET PRESSURE (BAR)	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
UPHILL 2%	1.0	112	139	160	177	191	202	212	221	228
	1.5	147	186	218	245	268	288	307	323	338
	2.0	172	220	260	294	324	351	375	397	418
	2.5	193	248	294	334	369	401	430	457	482
	3.0	210	271	322	367	407	443	477	508	536
FLAT TERRAIN	1.0	132	174	210	244	274	303	331	357	382
	1.5	164	216	262	303	341	378	412	445	476
	2.0	188	248	300	347	391	433	472	509	545
	2.5	207	273	330	383	431	477	520	562	601
	3.0	224	295	357	414	466	515	562	607	650
DOWNHILL 2%	1.0	153	210	266	325	387	457	542	663	**
	1.5	182	247	309	373	440	515	602	728	**
	2.0	204	275	342	411	482	560	651	779	**
	2.5	222	299	370	442	517	598	693	824	**
	3.0	238	319	394	470	548	632	729	862	**

Minimum considered pressure 0.4 bar

Due to lateral filling time and flushing effectiveness it is not recommended to exceed 800 meters lateral length

** In such a cases where the head losses are minor, due to low flow rate associated with wide drippers spacing and positive slope (downhill), the driplines lengths are exceeding the maximum lengths that we determined to achieve effective lateral flushing. In these cases we using smaller diameter driplines that can be found on the above tables .

Figura 71. Dados técnicos com comprimento máximo das laterais do tubo de 20 mm (em metros) com diferentes pressões de entrada e inclinações (Netafim, s.d.).

4.18. Acessórios das linhas de rega

A ligação das linhas de rega à conduta secundária é efectuada com acessórios de ligação apropriados e com um tubo liso (sem gotejadores) de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) de igual diâmetro ao tubo gotejador, podendo o seu comprimento, variar com a profundidade da vala. Pretendeu-se à partida que o tubo liso ficasse 1 metro acima da superfície do terreno e com uma “folga”, para que a tensão fosse transmitida até à união com a conduta secundária.

Instalou-se então um tubo de polietileno de alta densidade PEAD de 25 mm de diâmetro para os tubos de 17 mm, exteriormente ao tubo de ligação, de forma a evitar estrangulamentos e rupturas junto ao solo.

Uma vez que o tubo gotejador instalado é de 16 e de 20 mm de diâmetro, foi colocada uma união de redução de 17 x 17 mm ou de 17 x 20 mm (dependendo do diâmetro do tubo gotejador a utilizar em cada zona) logo a seguir ao tubo liso.

No final das linhas de rega, foram colocados “tampões de fim de linha” de 17 ou de 20 mm. O alinhamento da saída das linhas de rega foi feito com o maior critério possível para ficar

condições perfeitas. A marcação topográfica das saídas deve sempre ser feita *a posteriori* pelo instalador.

4.19. Distribuição das linhas de rega

Também a instalação das linhas de rega foi responsabilidade da empresa Instaladora. Para a execução desta operação utilizaram-se desenroladores, colocados nas "cabeceiras" das linhas de rega, de modo a serem instalados os rolos dos tubos gotejadores ilustrados na Figura 72.

Figura 72. Rolos dos tubos gotejadores 16 mm e 20 mm antes de serem instalados.

Os desenroladores, facilitaram a acção de distribuição das linhas de rega, mas acima de tudo, têm o papel de evitar possíveis estrangulamentos e dobras no próprio tubo. O comprimento das linhas de rega é definido com uma folga suficiente não só para fazer face a algum imprevisto mas, também, uma folga para a contracção dos tubos durante o tempo mais frio e posterior colocação do tubo gotejador.

4.20. Purgas de limpeza

Este sistema de rega foi equipado com colectores de descarga para simplificar o processo de limpeza dos tubos gotejadores. Este método é comum principalmente em sistemas gota-a-gota subterrâneos mas tem sido também altamente implementado em sistemas superficiais como neste projecto, em que o objectivo é facilitar a limpeza do tubo gotejador e prevenir entupimentos, economizando horas de trabalho.

O coletor de limpeza no final dos tubos gotejadores é equipado de um tubo e uma válvula para permitir a descarga dos tubos gotejadores (Figura 73). É importante referir que quando se dá a abertura da válvula, o caudal e a velocidade nos tubos gotejadores serão maiores que em condições normais. É este aumento de velocidade que permite remover de forma mais eficaz os sólidos sedimentados e precipitados nos tubos gotejadores, evitando que os gotejadores sejam obstruídos. O coletor de limpeza é sempre dimensionado para uma velocidade de pelo menos 0,5 m/s no final dos tubos gotejadores para garantir a remoção dos sedimentos.

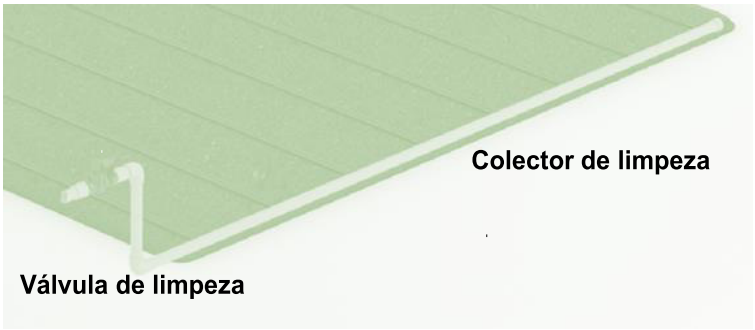


Figura 73. Ilustração do colector de limpeza e a correspondente

Nas extremidades da conduta secundária estão então colocadas as “purgas de limpeza” constituídas por um tubo de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), joelho, válvula de esfera de 1,5’’ (Figuras 74 e 75) e que estão de acordo com os desenhos do Anexo 22.

Figura 74. Vista completa de uma purga de limpeza antes de instalada.

Figura 75. Purga de limpeza enterrada e instalada no fim de linha.

5. Conclusões

5.1. Sugestões e pontos de melhoria

Durante o processo de implementação do projecto identificaram-se uma série de desafios e questões que foram alvo de análise e poderão procurar-se soluções adequadas à sua resolução ou melhoria. A análise feita às questões que surgiram partem de um conjunto de observações retiradas ao longo dos 2 anos de acompanhamento, tendo como objectivo também propor algumas melhorias.

A plantação feita com auxílio da máquina implicou a destruição dos camalhões, algo que causou danos à estrutura do solo e teve de ser posteriormente corrigido. Recomenda-se a plantação manual com recurso a mão-de-obra para o evitar em situações futuras. Houve ainda problemas com os protectores utilizados e com os tuctores em bambú, pelo que se passou a colocar os tuctores em madeira tratada, que embora tenha um custo associado, dão mais garantias no suporte às árvores. Fez-se uma desponta no ano de 2022 na área toda, tendo havido árvores que não estavam prontas e foram corrigidas na poda de inverno posteriormente.

No sistema de rega destacou-se apenas alguns problemas com condutas e tubos gotejadores ("chicotes") soltos e desprendidos. Na 1ª fase optou-se por colocar uma linha de rega apenas, sendo posteriormente corrigido para duas linhas de tubo gotejador conforme definido em projecto.

Para o cliente, a nível financeiro, houve uma subida de custos de instalação do sistema de rega entre as duas fases, tendo-se partido ao início de valores à roda dos 3 500 euros/ha e posteriormente cerca de 4 500 euros/ha, um aumento de aproximadamente 30%. Por fim e após todos os valores serem contabilizados, os custos totais no ano zero rondaram os 8 000 euros/ha.

Um dos pontos de melhoria que aqui é sugerido para o futuro será tentar diminuir o número de versões e alterações que tiveram de ser realizadas na elaboração do projecto de rega. No caso deste projeto, o que estava pensado ao início (na 1ª fase) e nas primeiras versões acabou por não ser exactamente o que foi feito nas últimas versões, o que traz um custo acrescido a todos os níveis principalmente para o cliente que vê condicionados os timings que pretendia. Como sugestão para este problema recomenda-se que o levantamento das necessidades na fase inicial de todo o processo seja cada vez mais exaustivo e minucioso, tentando perseguir o objectivo de ter todos os dados que são necessários para se possível realizar o projecto de rega com o mínimo de alterações e versões possível. Deve ser dado

sempre um tempo suficiente de preparação e maturação para o estudo ponderado das decisões a tomar.

Fica também em aberto uma possível revisão dos Kc a utilizar no futuro, sugerindo-se para isso um estudo dos Kc_{mid} aqui utilizados para comparação (Rallo et al., 2021). Deu-se uma diferença de valores de ETc calculados de 5,98 mm/dia para 5,53 mm/ dia.

5.2. Considerações finais

Na fase de pré-projecto a empresa AgroAnalítica, em comunicação desde logo com a *Sysmart Water & Energy Systems,* forneceu uma análise valiosa que pôde ser usada para tomar decisões informadas e estratégicas em relação à agricultura e à gestão dos recursos hídricos na propriedade. Toda esta região reúne então condições para uma eventual criação no curto e médio prazo de um cluster à volta da cultura da amêndoa com a possível instalação de uma área de produção considerável, valor que se estima poder chegar aproximadamente aos 5 000 ha (a médio prazo) e com diversos serviços agregados à cultura. Existe ainda assim na região de Idanha-a-Nova a necessidade de captação de investimento agro-industrial para dinamizar e potenciar as suas estruturas.

Houve a grande vantagem no trabalho desenvolvido de “casar” e conciliar a parte agrónomica com a parte hidráulica, satisfazendo assim as necessidades da cultura e por conseguinte do cliente. Foi assim possível ao longo do tempo tomar decisões equilibrando sempre a parte técnica e a parte financeira.

Conclui-se que as etapas fundamentais antes da elaboração do projecto de rega são então, de forma sucinta e temporal, uma primeira análise das famílias de solos, um levantamento topográfico, estudo da condutividade, cartografia dos nutrientes contemplando-se nesta etapa análises laboratoriais e análise de perfis de 1,50 metros, bem como a sua morfologia, granulometria, RFU e velocidade de infiltração; e rectificação se necessário de alguns elementos considerados para elaborar o projecto.

Ao nível do projecto de rega, as 18 horas escolhidas para regar devem-se aos custos elevados de energia, pois pretendeu-se evitar as horas de ponta nos consumos. Para além disto, no caso de ocorrer algum problema seja ao nível de rupturas ou ao nível de falha de bombagem, o cliente consegue “recuperar” o que perdeu em cerca de 3 dias, na velocidade cruzeiro de 6 ou 7 mm/dia de dotação.

O sobre-dimensionamento deste projecto deve-se a uma questão de “folga de segurança” e de prevenção para eventuais fenómenos climáticos em anos vindouros que modifiquem ou possam vir a aumentar as necessidades hídricas das árvores e por consequência a exigência para que o sistema de rega tenha a capacidade de poder fazer face a um eventual aumento

no fornecimento de água. Outra vantagem que sobressai deste trabalho foi o facto da 1ª e 2ª fase do projecto corresponderem a 2 áreas que estão ligadas fazendo parte do mesmo sistema, tanto eléctrica como hidraulicamente.

No momento de entrega do projecto para orçamentação e obra, houve a vantagem de o cliente quando consultou as empresas instaladoras de rega no mercado, ter ido com a segurança de um projecto feito em *IrriCAD* pela *Sysmart Water & Energy Systems* que representa a figura do "projectista independente", fazendo assim com que as empresas instaladoras respondam exactamente ao que é pedido e sigam a 100 % o que está definido no caderno de encargos e mapa de medições. As empresas instaladoras sabem *a priori* que o projecto a orçamentar e instalar, tem um trabalho por trás de muito tempo. O cliente tem, por isso, um ganho e poupança significativa e paga o próprio projecto ao optar por este caminho.

O grande desafio no fim foi garantir que toda a área está a regar e a funcionar segundo o definido, sendo que, naturalmente e ao longo do processo, o próprio projecto foi sendo corrigido e trabalhado à medida que a informação foi chegando, surgindo por vezes novas decisões, obstáculos ou mudanças de estratégia que apuraram e melhoraram o produto final.

Deu-se ainda início a um acompanhamento e monitorização da cultura no dia-a-dia com recurso a drone, sondas de humidade, estação meteorológica, câmaras de pressão e cálculos de balanço hídrico, que possibilitam ao dia de hoje um trabalho encadeado e em conjunto com o projecto feito pela Sysmart Water & Energy Systems. Neste trabalho conjunto que segue em funcionamento, ganhou-se também para o futuro uma base de dados e de trabalho suficientemente completa que irão ajudar a tomar decisões a todos os níveis.

Entre os números e dados já analisados, destaca-se a percentagem de perdas/baixas de árvores em torno de apenas 3%, números considerados substancialmente reduzidos quando comparados com outras explorações com a cultura da amêndoa na região. Ao nível do solo e da gestão da rega ficou evidenciado também desde o princípio do projecto uma relevante poupança de água face ao que era previsto, facto que está relacionado com os solos serem pesados e por isso ser provável não atingir as dotações máximas previstas em projecto.

6. Referências bibliográficas

Antúnez, A. A., Mora, D. L., & Felmer, S. E. (2010). Région de O'Higgins: Eficiencia en sistemas de riego por goteo en el secano. *INIATierra Adentro, 1*(88), 40-43. https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2014/06/EFICIENCIA_EN_SISTEMAS_DE_RIEGO.pdf

Associação de Regantes e Beneficiários de Idanha-a-Nova. (s.d.) *ARBI.* Consultado a 22 de Setembro de 2023 em https://www.arbi.pt/conteudos.php?id=1

Caldas, E. C. (1998). *A Agricultura na História de Portugal.* Empresa de Publicações Nacionais, Lda.

Cardoso, J. C., Bessa, M. T., & Marado, M. B. (1973). Carta dos solos de Portugal - 1:1.000.000. *Agronomia Lusitana*, *33*(1–4).

Davis, S. L., & Duke, M. D. (2010). Irrigation scheduling performance by evapotranspiration - based controllers. *Agricultural Water Management, 98*(1), 19-28.

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377410002374

Doll, D., (2020). *Almond Irrigation Shcedulling: Deciding on a cropt coefficient*. The Almond Doctor. https://thealmonddoctor.com/almond-irrigation-scheduling-deciding-on-a-crop-coefficient/

Drechsler, K., Fulton, A., & Kisekka, I. (2022). Crop coefficients and water use of young almond orchards. Irrigation *Science, 40,* 379-395.

https://link.springer.com/article/10.1007/s00271-022-00786-y

Liou, C. P., (1998). Limitations and Proper Use of the Hazen-Williams Equation. *Journal of Hydraulic Engineering.*, 124, 9. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(1998)124:9(951).

Medeiros, C. L., & Cavaco, C. (Coord), Jorge, R., Oliveira, P., Lages, M. F., Lopes, A. M., Justino, C., Silva, I., Barroqueiro, M., Pedrosa, P., & Bártolo, T. (2008). *Agenda 21 local: Município de Idanha-a-Nova*. Inovação, Projectos e Iniciativas, Lda.

https://www.cm-idanhanova.pt/media/230097/A21L_Relatorio.pdf

Mertens, F. M., Pätzol, S. & Welp, G. (2008). Spatial heterogeneity of soil properties and its mapping with apparent electrical conductivity. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science,* pp. 146-154. https://doi.org/10.1002/jpln.200625130

Netafim, (s.d.) *DripNet PC tm HWD*. Netafim. https://www.netafim.com/globalassets/products/drippers-and-dripperlines/dripnet-pc/new-product-sheets/dripnet-pc-hwd-technical-product-sheet.pdf

Oliveira, I. (2005). O Projecto da Rede de Rega - Para que serve e quais as vantagens. Guia de Rega, 1.1. Centro Operativo e de Tecnologia de Rega. Beja.

Paço, T. A., Paredes, P., Pereira, L. S., Silvestre, J., & Santos, F. L. (2019). Crop Coefficients and Transpiration of a Super Intensive Arbequina Olive Orchard using the Dual Kc Approach and the Kcb Computation with the Fraction of Ground Cover and Height. *Water*, *11*(2), 383.

https://doi.org/10.3390/w11020383

Pereira, L. S., Paredes, P., Melton, F., Johnson, L., Wang, T., López-Urrea, R., Cancela, J. J., & Allen, R. G. (2020). Prediction of crop coefficients from fraction of ground cover and height. Background and validation using ground and remote sensing data. *Agricultural Water Management*, 241. https://doi.org/10.1016/J.AGWAT.2020.106197

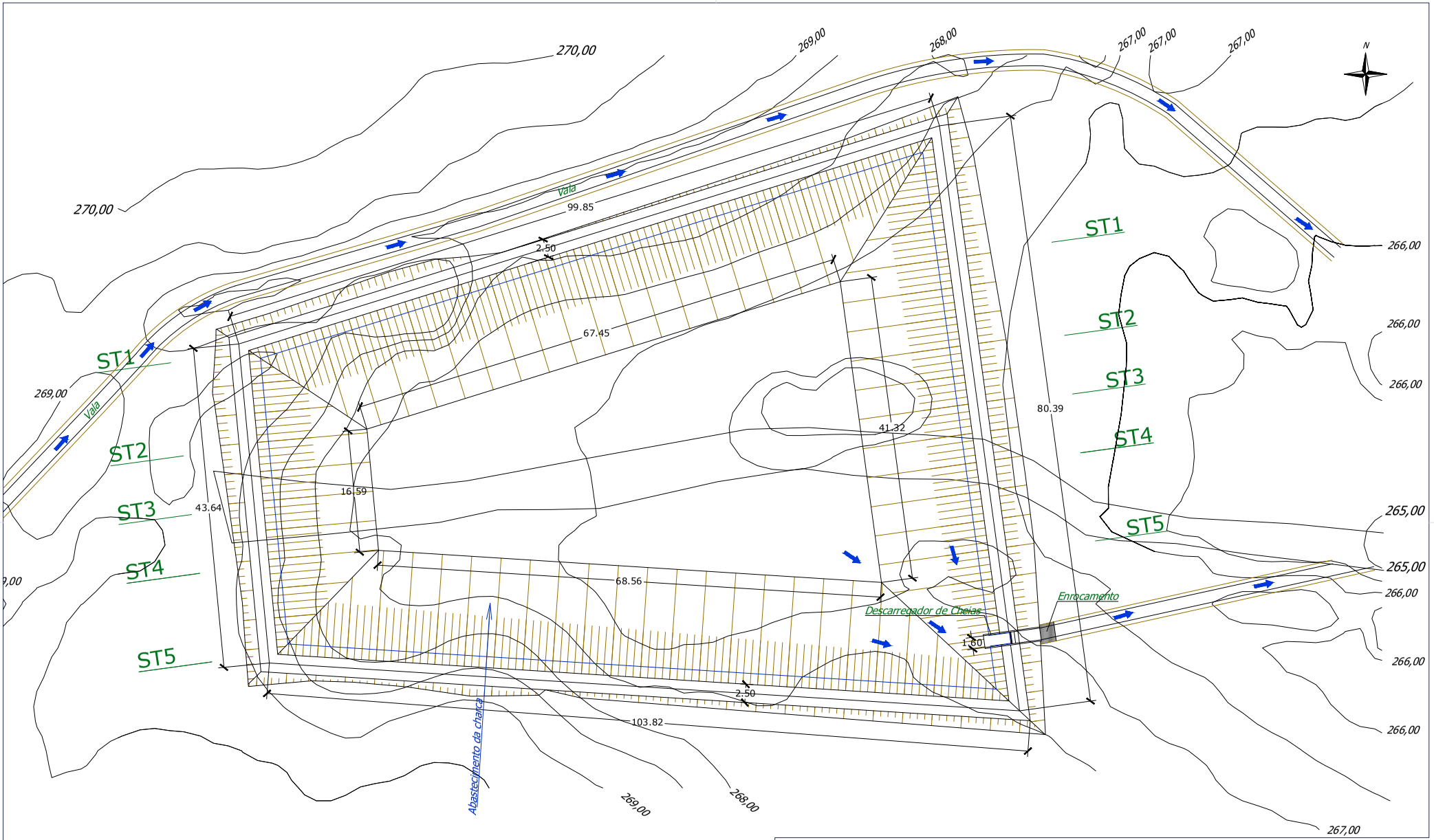
Pimenta, J. C. A. (2021). *Avaliação de dois sistemas de rega localizada* [Dissertação de mestrado, Instituto Superior de Agronomia]. Repositório da Universidade de Lisboa. https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/23859/1/Tese_JCP.pdf

Regaber, (2021). *Manual de mantenimiento goteo*. Regaber. https://regaber.com/download/manual-mantenimiento-de-goteo/

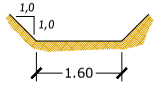
Shahidian, S., Serralheiro, R. P., Teixiera, J. L., Santos, F. L., & Guimarães, R.C. (2011). *Utilização da equação de Hargreaves Samani para o cálculo da ETo em estufas*. [Artigo]. VI Congreso Ibérico de AgroIngeniería, Évora, Portugal. https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/3731/1/REP-J.L.Teixeira-055.pdf

Simón, M., Peralta, N. R., Costa, J. L. (2013). Relacion entre la conductividad eléctrica aparente con propiedades del suelo y nutrientes. *Ciencia del Suelo*, *31* (1), 45-55. https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/3323

7. Anexos



Vala (Esc 1/100)



CLIENTE: AWA PORTUGAL, LDA

PROJECTO DE CONSTRUÇÃO DE CHARCA
HERDADE DA REBELA
IDANHA A NOVA - PORTUGAL

IMPLANTAÇÃO

EDIÇÃO Nº. 02.01

ESCALA: 1/500 A4

Ultima Revisão: Modificação:

DESENHADO POR: José Algarvio

NÚMERAÇÃO: 00045-2020-P

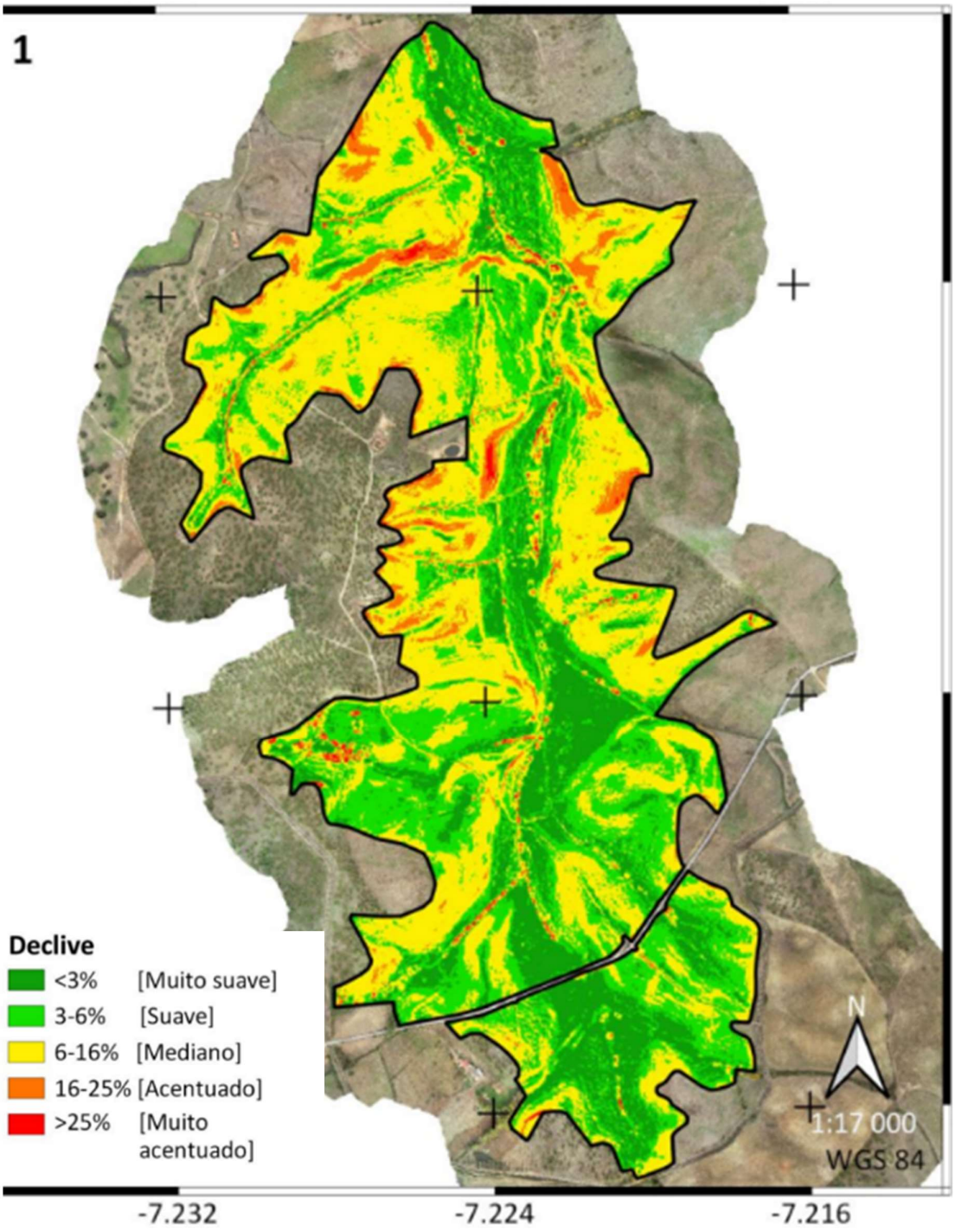
Projectista: ERNESTO ESTRADA

ELABORADO: 15/03/2021

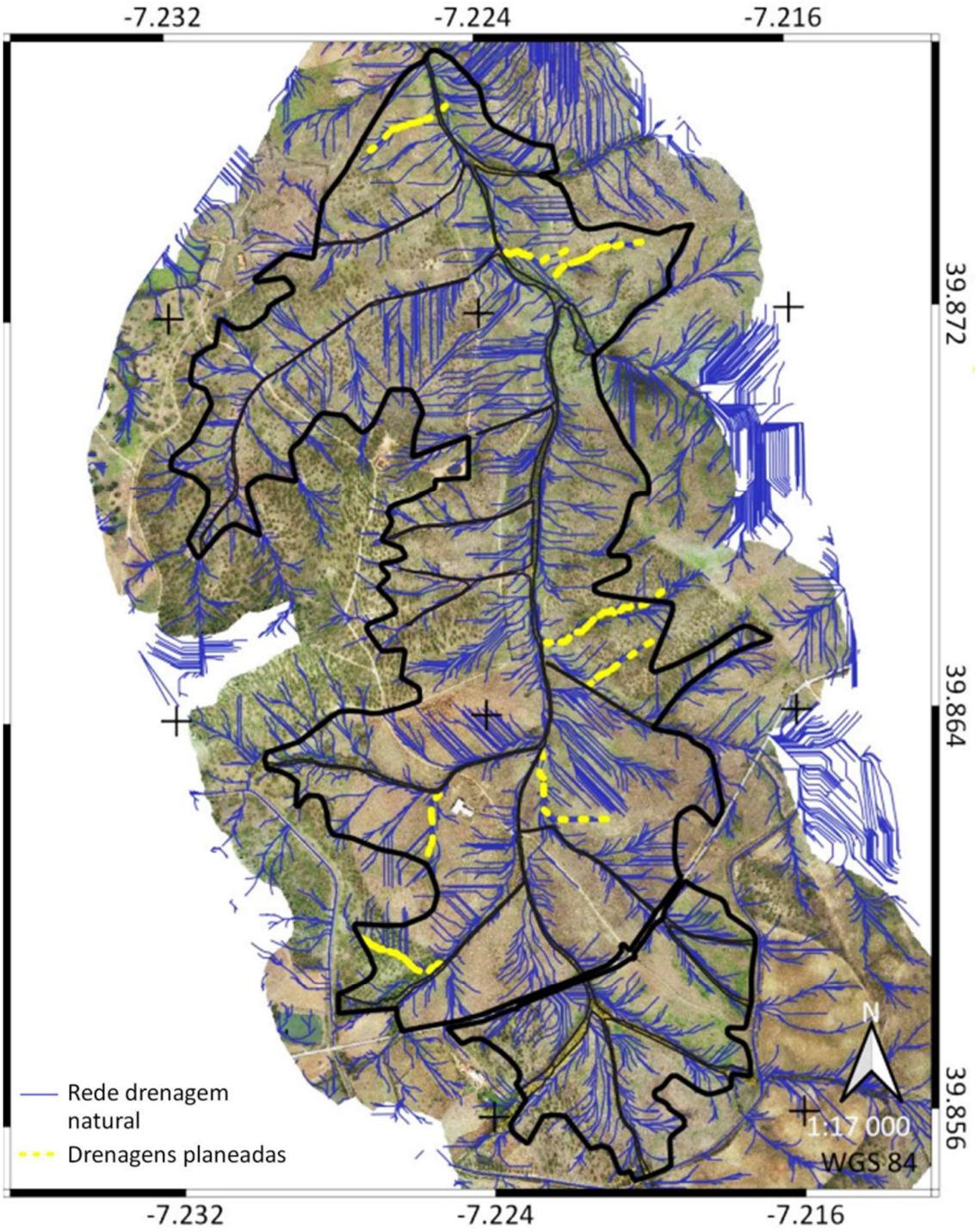
sysmart
WATER & ENERGY SYSTEMS
+351 919 729 531
miguel.tavares@sysmart.pt
www.sysmart.pt

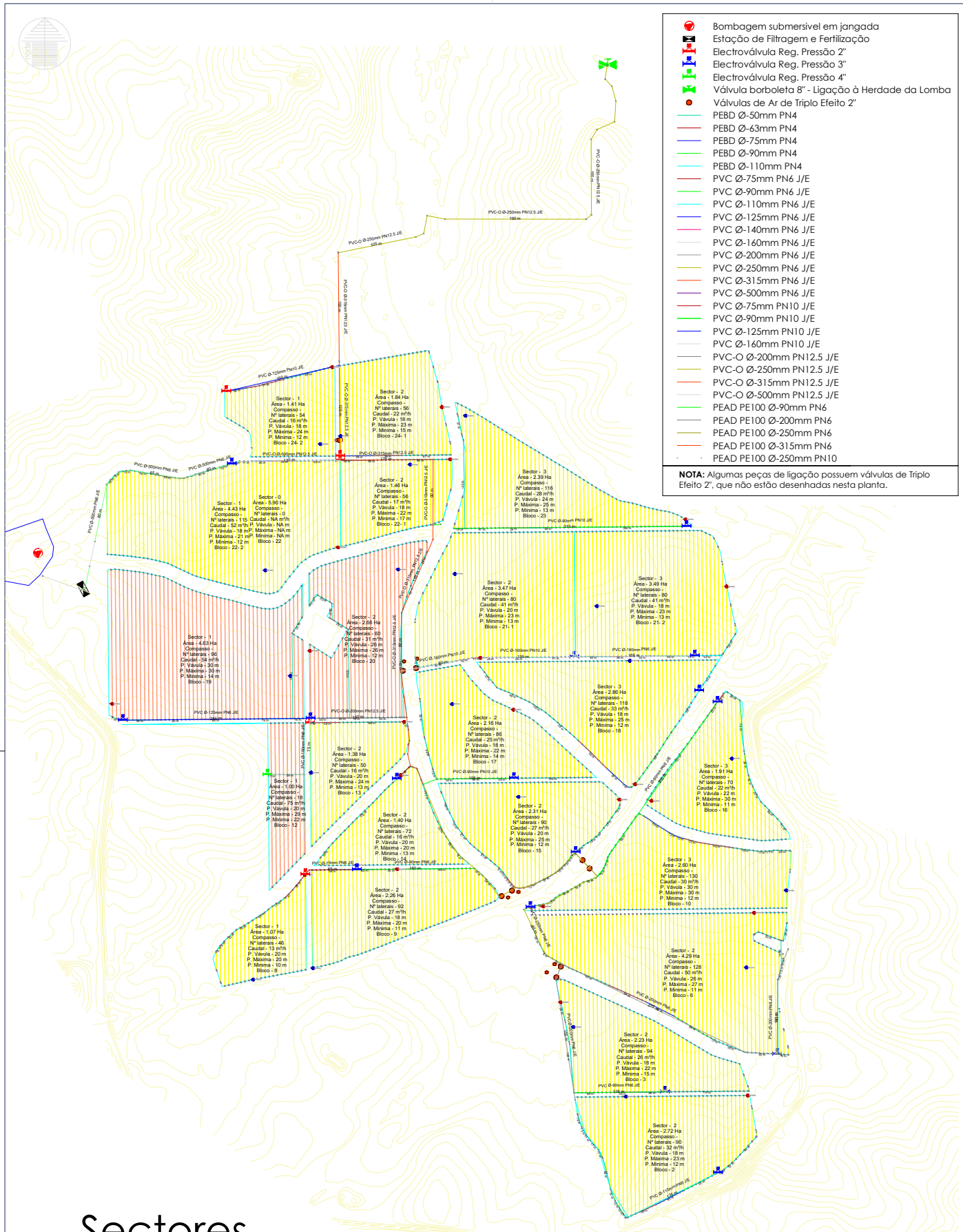
Este desenho é propriedade intelectual da pessoa colectiva ***Sysmart - Water & Energy Systems***, titular dos direitos morais e patrimoniais do projecto de que é parte, ao abrigo do "Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos", não podendo ser reproduzido ou usado para qualquer propósito a não ser o aqui indicado, sem prévia autorização escrita.

Anexo 2. Declive da propriedade.

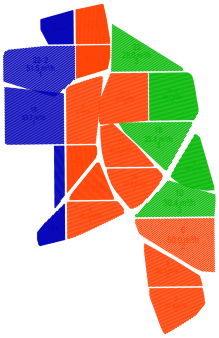


Anexo 3. Rede de drenagem natural e linhas de drenagem construídas.





Sectores

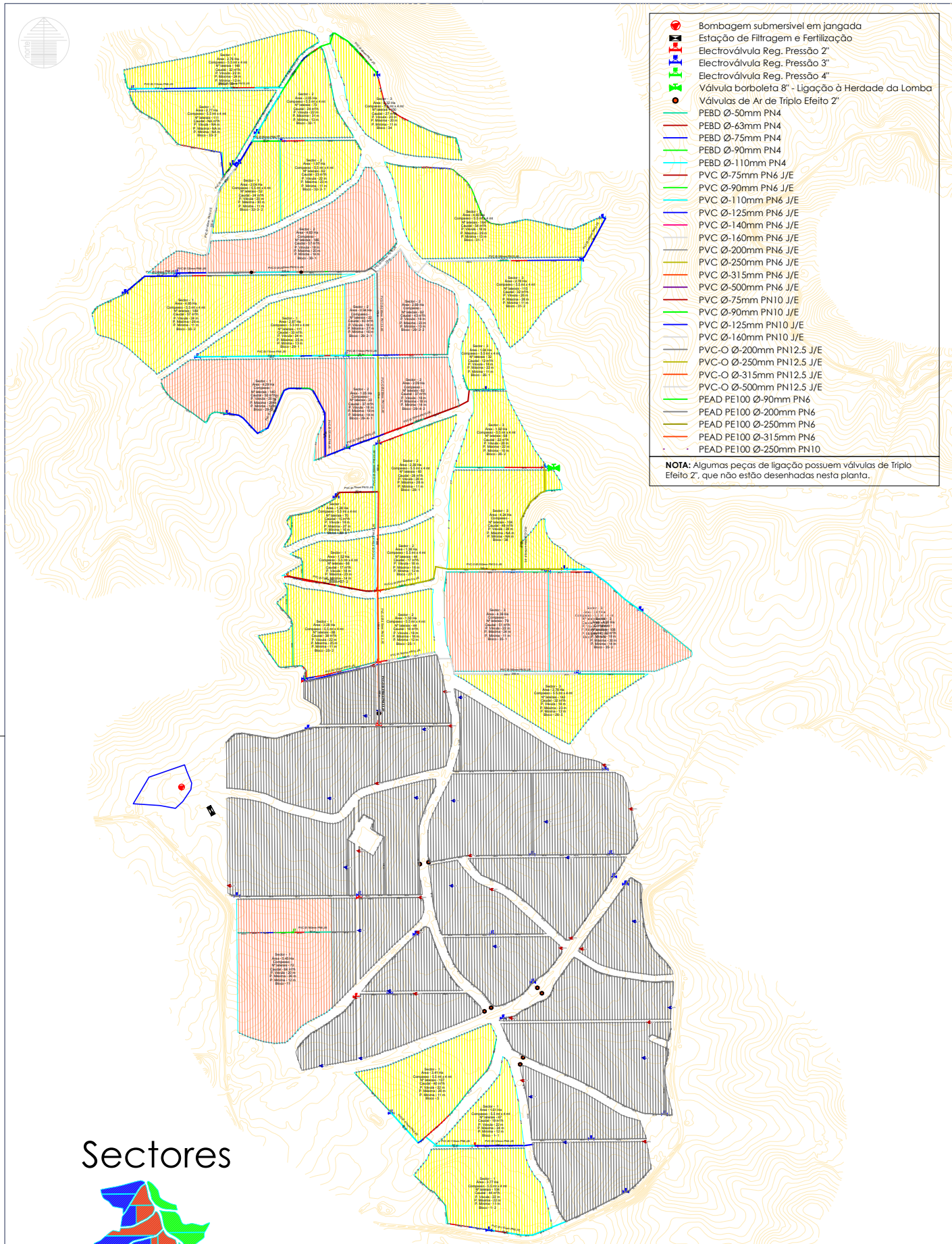


CLIENTE: AWA PORTUGAL, LDA	PROJECTO DE REGA GOTA A GOTA PARA AMENDOAL HERDADE DA REBELA IDANHA A NOVA - PORTUGAL
PLANO GERAL	EDIÇÃO Nº. 01.03 · ESCALA: 1/5 000 A3
Ultima Revisão: 23/07/2021 · Modificação: 23/07/2021	DESENHADO POR: Miguel Tavares
NÚMERAÇÃO: 00045-2020-P · Projectista: MIGUEL TAVARES	ELABORADO: 23/07/2021

sysmart WATER & ENERGY SYSTEMS

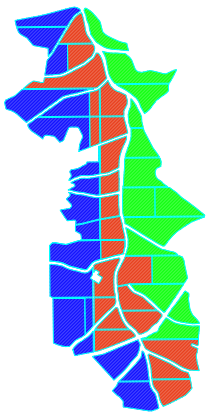
+351 919 729 531
miguel.tavares@sysmart.pt
www.sysmart.pt

Este desenho é propriedade intelectual da pessoa colectiva **Sysmart - Water & Energy Systems**, titular dos direitos morais e patrimoniais do projecto de que é parte, ao abrigo do "Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos", não podendo ser reproduzido ou usado para qualquer propósito a não ser o aqui indicado, sem prévia autorização escrita.



NOTA: Algumas peças de ligação possuem válvulas de Triplo Efeito 2", que não estão desenhadas nesta planta.

Sectores



CLIENTE: AWA PORTUGAL, LDA

PROJECTO DE REGA GOTA A GOTA PARA AMENDOAL
HERDADE DA REBELA
IDANHA A NOVA - PORTUGAL

PLANO GERAL

EDIÇÃO Nº. 01.05

ESCALA: 1/7 500 A3

Ultima Revisão: 27/06/2022 Modificação: 27/06/2022

DESENHADO POR: Miguel Tavares

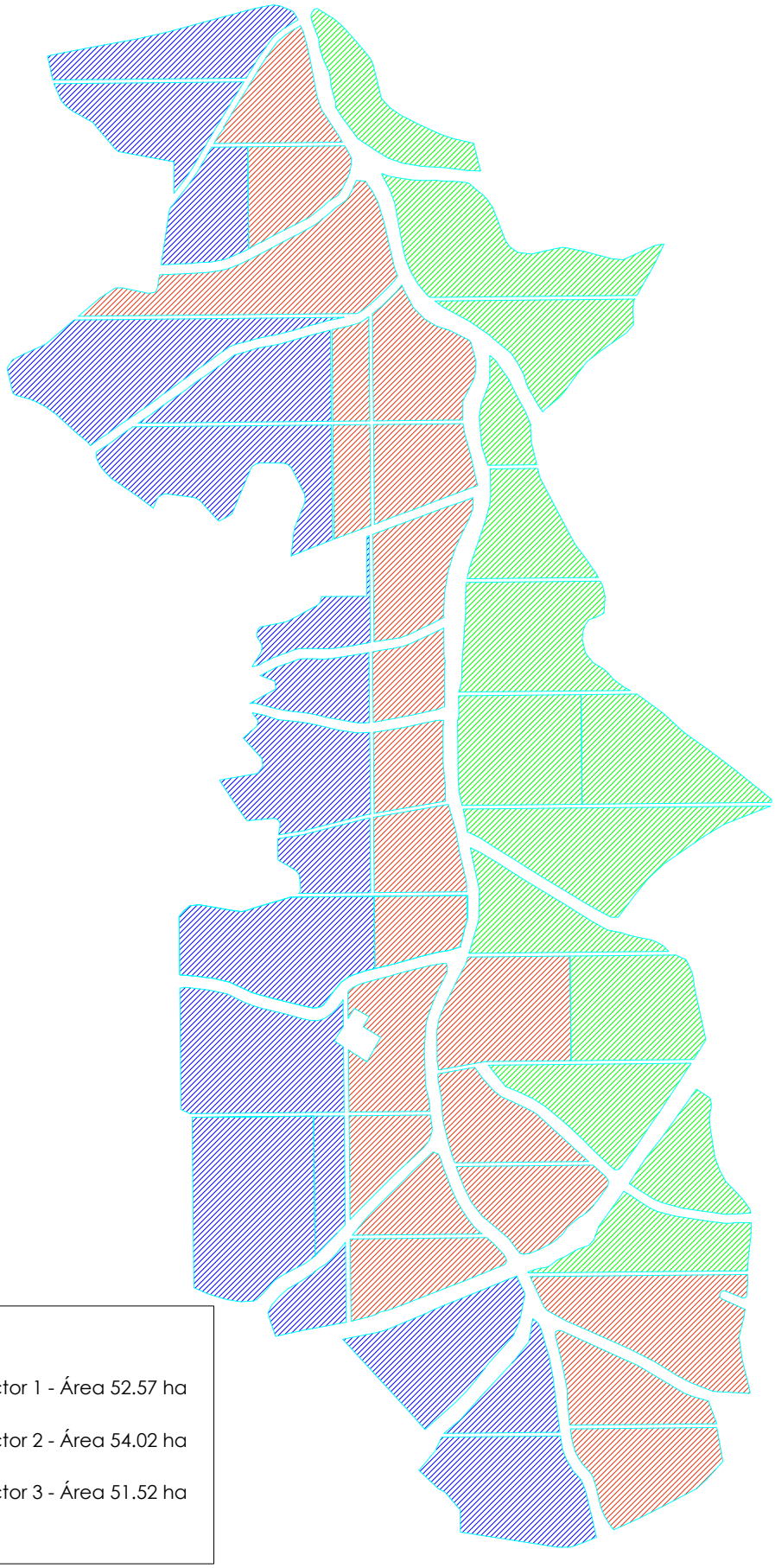
NÚMERAÇÃO: 00045-2020-P

Projectista: MIGUEL TAVARES

ELABORADO: 27/06/2022

sysmart
WATER & ENERGY SYSTEMS
+351 919 729 531
miguel.tavares@sysmart.pt
www.sysmart.pt

Este desenho é propriedade intelectual da pessoa colectiva **Sysmart - Water & Energy Systems**, titular dos direitos morais e patrimoniais do projecto de que é parte, ao abrigo do "Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos", não podendo ser reproduzido ou usado para qualquer propósito a não ser o aqui indicado, sem prévia autorização escrita.



Sector 1 - Área 52.57 ha

Sector 2 - Área 54.02 ha

Sector 3 - Área 51.52 ha

CLIENTE: AWA PORTUGAL, LDA

PROJECTO DE REGA GOTA A GOTA PARA AMENDOAL
HERDADE DA REBELA
IDANHA A NOVA - PORTUGAL

EDIÇÃO Nº. 08.01

ESCALA: 1/7 500 A3

Ultima Revisão: Modificação:

DESENHADO POR: Miguel Tavares

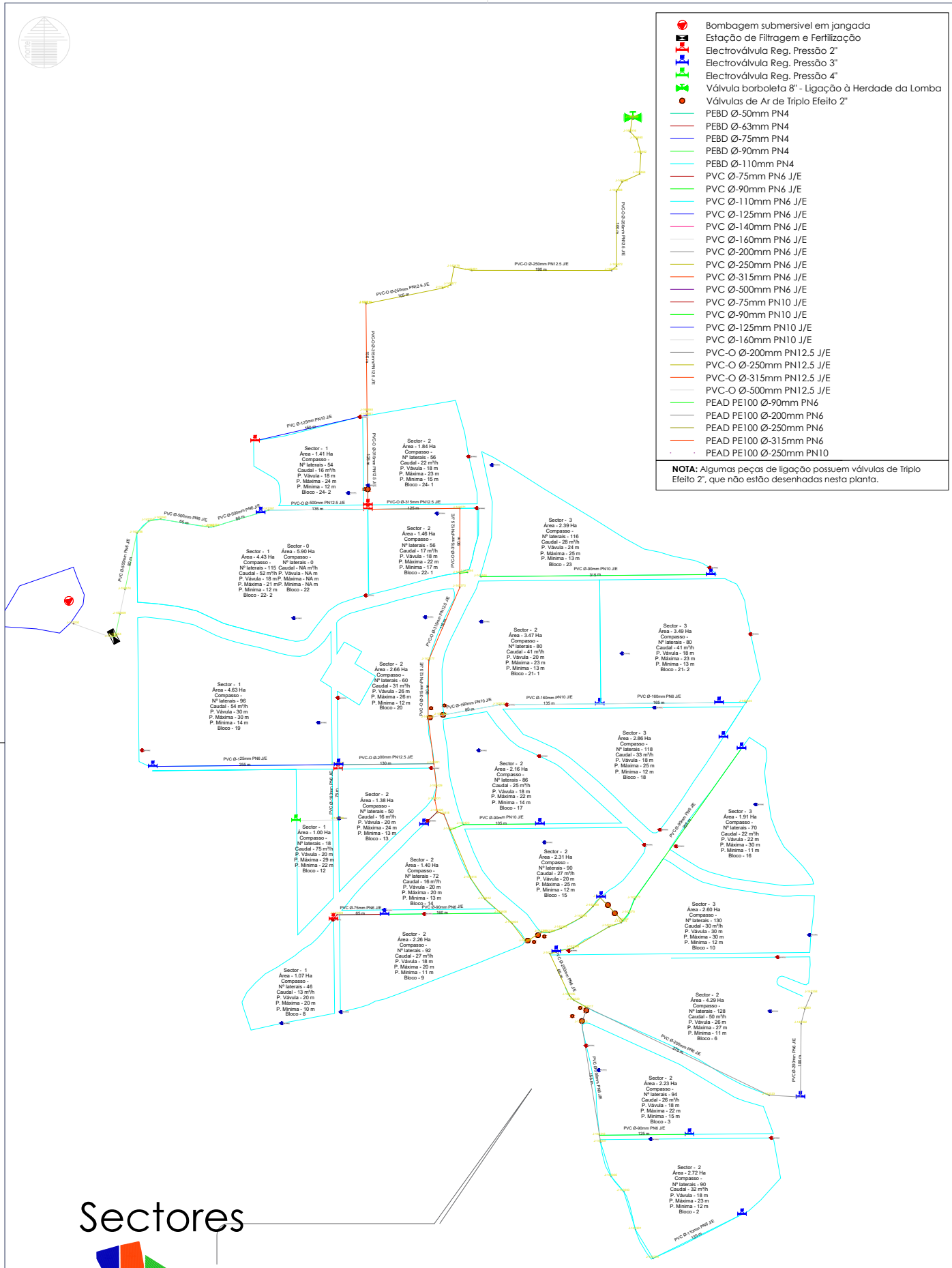
NÚMERAÇÃO: 00045-2020-P

Projectista: MIGUEL TAVARES

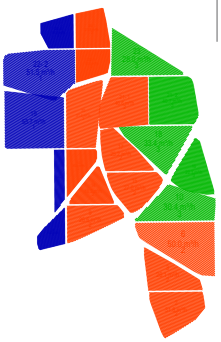
ELABORADO: 04/01/2022

sysmart
WATER & ENERGY SYSTEMS
+351 919 729 531
miguel.tavares@sysmart.pt
www.sysmart.pt

Este desenho é propriedade intelectual da pessoa colectiva ***Sysmart - Water & Energy Systems***, titular dos direitos morais e patrimoniais do projecto de que é parte, ao abrigo do "Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos", não podendo ser reproduzido ou usado para qualquer propósito a não ser o aqui indicado, sem prévia autorização escrita.



Sectores



CLIENTE: AWA PORTUGAL, LDA

PROJECTO DE REGA GOTA A GOTA PARA AMENDOAL
HERDADE DA REBELA
IDANHA A NOVA - PORTUGAL

CONDUTA PRINCIPAL

EDIÇÃO Nº. 02.03

ESCALA: 1/5 000 A3

Ultima Revisão: 23/07/2021 Modificação: 23/07/2021

DESENHADO POR: Miguel Tavares

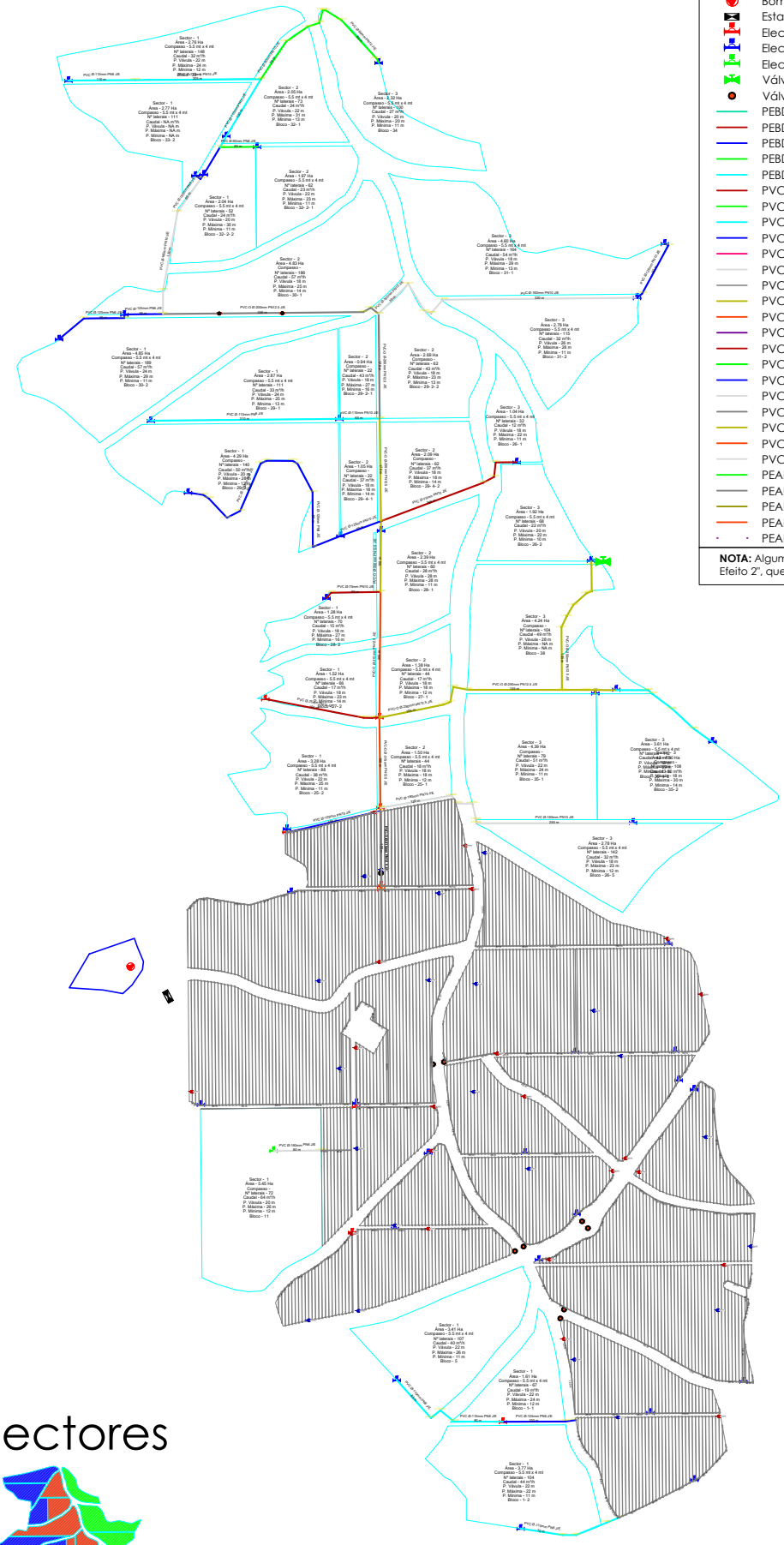
NÚMERAÇÃO: 00045-2020-P

Projectista: MIGUEL TAVARES

ELABORADO: 23/07/2021

sysmart WATER & ENERGY SYSTEMS
+351 919 729 531
miguel.tavares@sysmart.pt
www.sysmart.pt

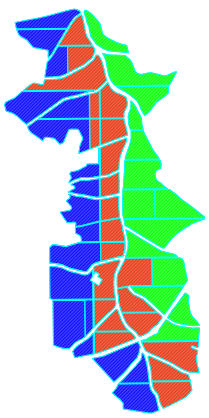
Este desenho é propriedade intelectual da pessoa colectiva **Sysmart - Water & Energy Systems**, titular dos direitos morais e patrimoniais do projecto de que é parte, ao abrigo do "Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos", não podendo ser reproduzido ou usado para qualquer propósito a não ser o aqui indicado, sem prévia autorização escrita.



- Bombagem submersivel em jangada
- Estação de Filtragem e Fertilização
- Electroválvula Reg. Pressão 2"
- Electroválvula Reg. Pressão 3"
- Electroválvula Reg. Pressão 4"
- Válvula borboleta 8" - Ligação à Herdade da Lomba
- Válvulas de Ar de Triplo Efeito 2"
- PEBD Ø-50mm PN4
- PEBD Ø-63mm PN4
- PEBD Ø-75mm PN4
- PEBD Ø-90mm PN4
- PEBD Ø-110mm PN4
- PVC Ø-75mm PN6 J/E
- PVC Ø-90mm PN6 J/E
- PVC Ø-110mm PN6 J/E
- PVC Ø-125mm PN6 J/E
- PVC Ø-140mm PN6 J/E
- PVC Ø-160mm PN6 J/E
- PVC Ø-200mm PN6 J/E
- PVC Ø-250mm PN6 J/E
- PVC Ø-315mm PN6 J/E
- PVC Ø-500mm PN6 J/E
- PVC Ø-75mm PN10 J/E
- PVC Ø-90mm PN10 J/E
- PVC Ø-125mm PN10 J/E
- PVC Ø-160mm PN10 J/E
- PVC-O Ø-200mm PN12.5 J/E
- PVC-O Ø-250mm PN12.5 J/E
- PVC-O Ø-315mm PN12.5 J/E
- PVC-O Ø-500mm PN12.5 J/E
- PEAD PE100 Ø-90mm PN6
- PEAD PE100 Ø-200mm PN6
- PEAD PE100 Ø-250mm PN6
- PEAD PE100 Ø-315mm PN6
- PEAD PE100 Ø-250mm PN10

NOTA: Algumas peças de ligação possuem válvulas de Triplo Efeito 2", que não estão desenhadas nesta planta.

Sectores



CLIENTE: AWA PORTUGAL, LDA

PROJECTO DE REGA GOTA A GOTA PARA AMENDOAL
HERDADE DA REBELA
IDANHA A NOVA - PORTUGAL

CONDUTA PRINCIPAL

EDIÇÃO Nº. 02.05

ESCALA: 1/7 500 A3

Ultima Revisão: 27/06/2022 Modificação: 27/06/2022

DESENHADO POR: Miguel Tavares

NÚMERAÇÃO: 00045-2020-P

Projectista: MIGUEL TAVARES

ELABORADO: 27/06/2022

sysmart
WATER & ENERGY SYSTEMS
+351 919 729 531
miguel.tavares@sysmart.pt
www.sysmart.pt

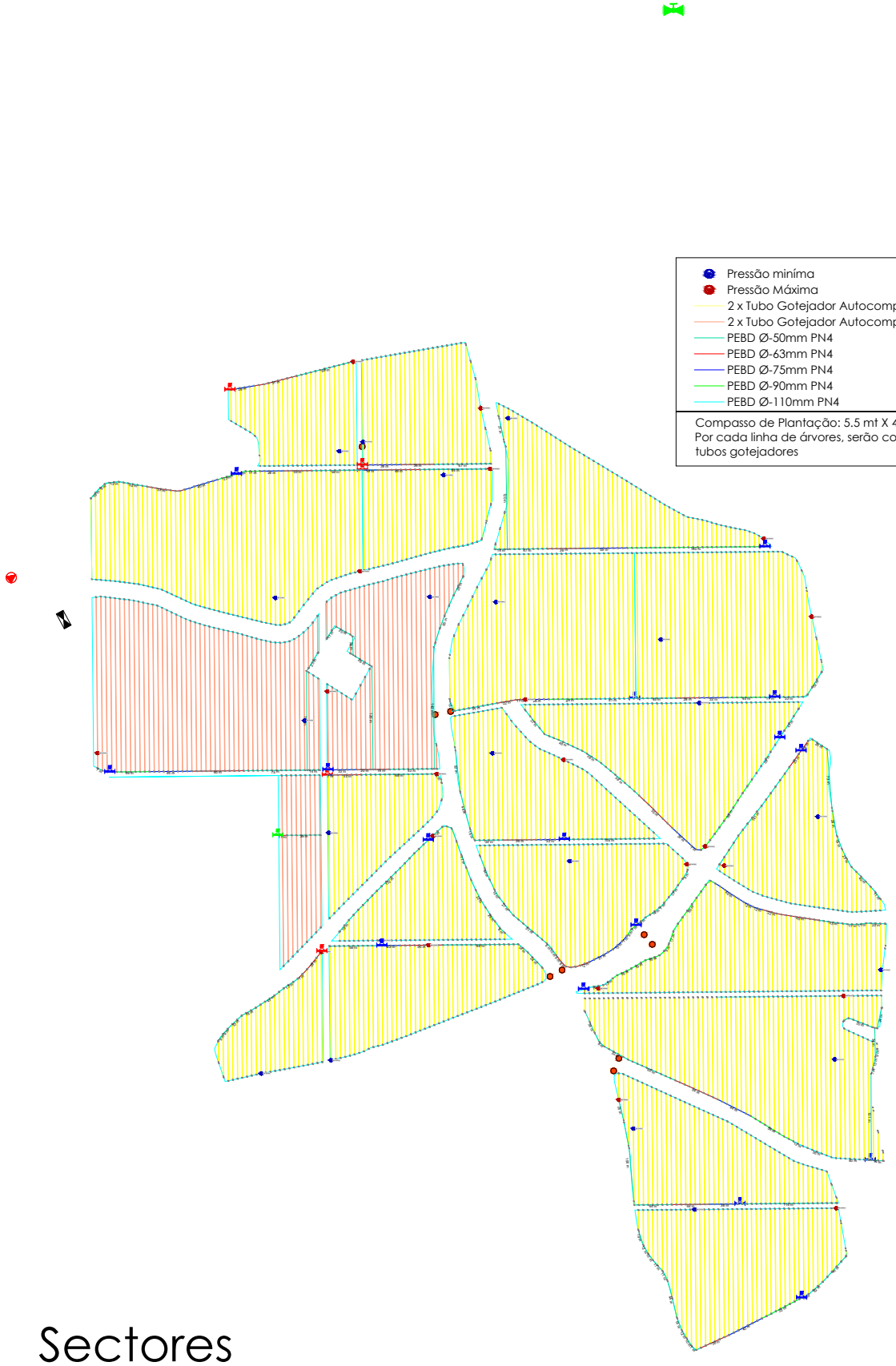
Este desenho é propriedade intelectual da pessoa colectiva ***Sysmart - Water & Energy Systems***, titular dos direitos morais e patrimoniais do projecto de que é parte, ao abrigo do "Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos", não podendo ser reproduzido ou usado para qualquer propósito a não ser o aqui indicado, sem prévia autorização escrita.

Anexo 10. Mapa de medições conduta principal 1ª fase.

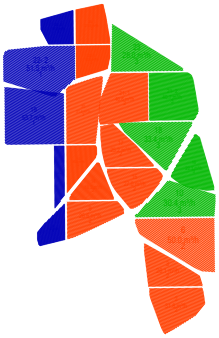
3#		**CONDUTA PRINCIPAL**	
301#			
30101		**Tubagem de PVC PN06 autoblocante de:**	
30102	m	DN 75/06	78,0
30103	m	DN 90/06	606,0
30104	m	DN 110/06	432,0
30105	m	DN 125/06	270,0
30106	m	DN 140/06	
30107	m	DN 160/06	318,0
30108	m	DN 200/06	666,0
30109	m	DN 250/06	354,0
30110	m	DN 315/06	18,0
30111	m	DN 400/06	
30112	m	DN 500/06	324,0
30113		**Tubagem de PVC PN10 autoblocante de:**	
30114	m	DN 75/10	30,0
30115	m	DN 90/10	474,0
30116	m	DN 125/10	168,0
30117	m	DN 160/10	234,0
30119		**Tubagem de PVC-O PN12,5 autoblocante de:**	
30120	m	DN 200/12.5	138,0
30121	m	DN 250/12.5	816,0
30122	m	DN 315/12.5	882,0
30123	m	DN 500/12.5	240,0
30126	m	90/6	24,0
30127	m	110/6	
30128	m	140/6	
30129	m	160/6	24,0
30130	m	200/6	24,0
30131	m	250/6	48,0
30132	m	315/6	24,0

Anexo 11. Mapa de medições conduta principal 2ª fase.

Código	Un.	2ª FASE	Medição
01#	CP	**CONDUTA PRINCIPAL**	
0101#		Conduta Principal	
010101		Tubagem de PVC PN06 autoblocante de:	
010102	m	DN 90/06	66,0
010103	m	DN 110/06	990,0
010104	m	DN 125/06	834,0
010105	m	DN 160/06	150,0
010106	m	DN 250/06	30,0
010107	m	DN 315/06	6,0
010108		**Tubagem de PVC PN10 autoblocante de:**	
010109	m	DN 75/10	558,0
010110	m	DN 90/10	300,0
010111	m	DN 110/10	420,0
010112	m	DN 125/10	186,0
010113	m	DN 160/10	1,158,00
010115		**Tubagem de PVC-O PN12,5 autoblocante de:**	
010116	m	DN 200/12.5	552,0
010117	m	DN 250/12.5	282,0
010118	m	DN 315/12.5	216,0
010120		**Tubagem de PEAD PE100 PN6.3 (SDR17) de:**	
010121	m	90/6	
010122	m	110/6	24,0
010123	m	125/6	24,0
010124	m	140/6	
010125	m	160/6	
010126	m	200/6	



Sectores



CLIENTE: AWA PORTUGAL, LDA

PROJECTO DE REGA GOTA A GOTA PARA AMENDOAL
HERDADE DA REBELA
IDANHA A NOVA - PORTUGAL

CONDUTA SECUNDÁRIA

EDIÇÃO Nº. 03.03

ESCALA: 1/5 000 A3

Ultima Revisão: 23/07/2021 Modificação: 23/07/2021

DESENHADO POR: Miguel Tavares

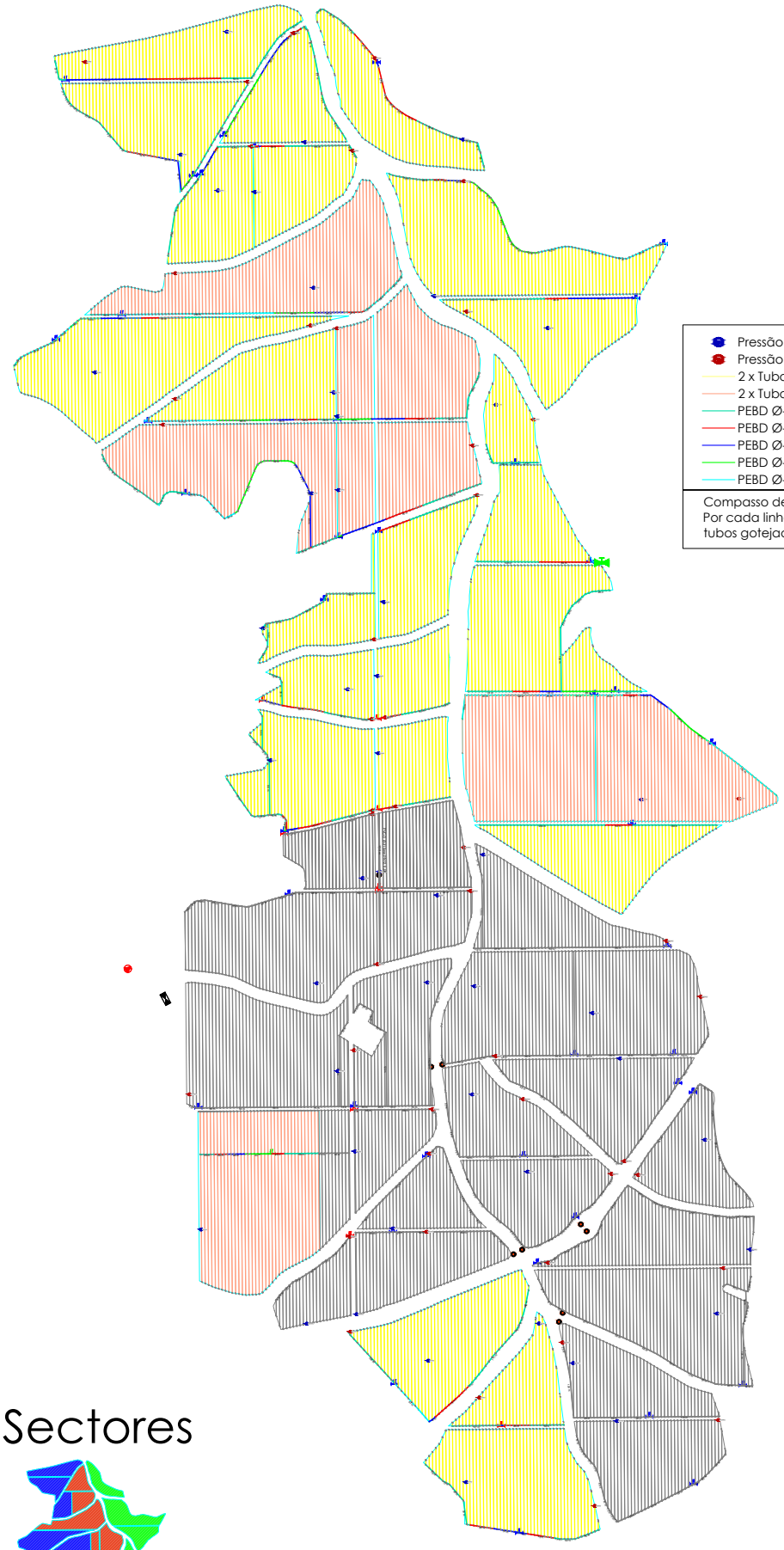
NÚMERAÇÃO: 00045-2020-P

Projectista: MIGUEL TAVARES

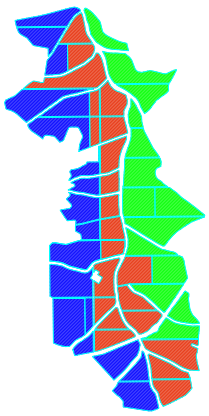
ELABORADO: 23/07/2021

sysmart
WATER & ENERGY SYSTEMS
+351 919 729 531
miguel.tavares@sysmart.pt
www.sysmart.pt

Este desenho é propriedade intelectual da pessoa colectiva **Sysmart - Water & Energy Systems**, titular dos direitos morais e patrimoniais do projecto de que é parte, ao abrigo do "Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos", não podendo ser reproduzido ou usado para qualquer propósito a não ser o aqui indicado, sem prévia autorização escrita.



Sectores



CLIENTE: AWA PORTUGAL, LDA

PROJECTO DE REGA GOTA A GOTA PARA AMENDOAL
HERDADE DA REBELA
IDANHA A NOVA - PORTUGAL

CONDUTA SECUNDÁRIA

EDIÇÃO Nº. 03.05

ESCALA: 1/7 500 A3

Ultima Revisão: 27/06/2022 Modificação: 27/06/2022

DESENHADO POR: Miguel Tavares

NÚMERAÇÃO: 00045-2020-P

Projectista: MIGUEL TAVARES

ELABORADO: 27/06/2022

sysmart
WATER & ENERGY SYSTEMS
+351 919 729 531
miguel.tavares@sysmart.pt
www.sysmart.pt

Este desenho é propriedade intelectual da pessoa colectiva ***Sysmart - Water & Energy Systems***, titular dos direitos morais e patrimoniais do projecto de que é parte, ao abrigo do "Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos", não podendo ser reproduzido ou usado para qualquer propósito a não ser o aqui indicado, sem prévia autorização escrita.

Anexo 14. Mapa de medições conduta secundária 1ª fase.

Código	Un.	1ª FASE	Medição
5#	**CS**	**CONDUTA SECUNDÁRIA**	
501		**Tubagem de PEBD PN4 de uso agrícola de:**	
502	m	50/4	4 450,00
503	m	63/4	1 000,00
504	m	75/4	750,00
505	m	90/4	800,00
506	m	110/4	300,00

Anexo 15. Mapa de medições conduta secundária 2ª fase.

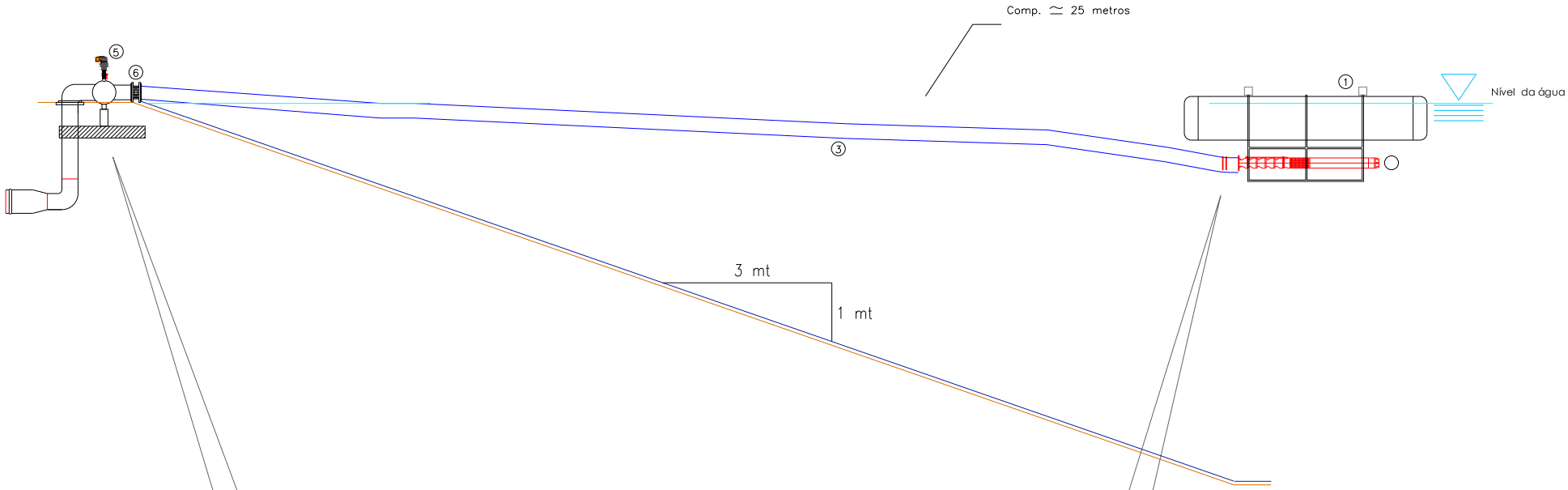
Código	Un.	2ª FASE	Medição
03#	**CS**	**CONDUTA SECUNDÁRIA**	
0301		**Tubagem de PEBD PN4 de uso agrícola de:**	
0302	m	50/4	5 100,00
0303	m	63/4	1 450,00
0304	m	75/4	1 400,00
0305	m	90/4	1 450,00
0306	m	110/4	1 100,00

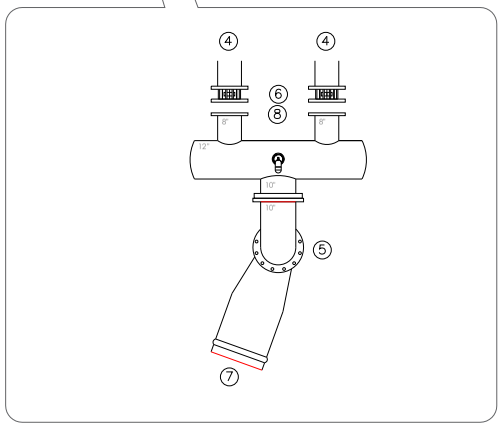
Anexo 16. Medições de tubo gotejador instalado na 1ª fase.

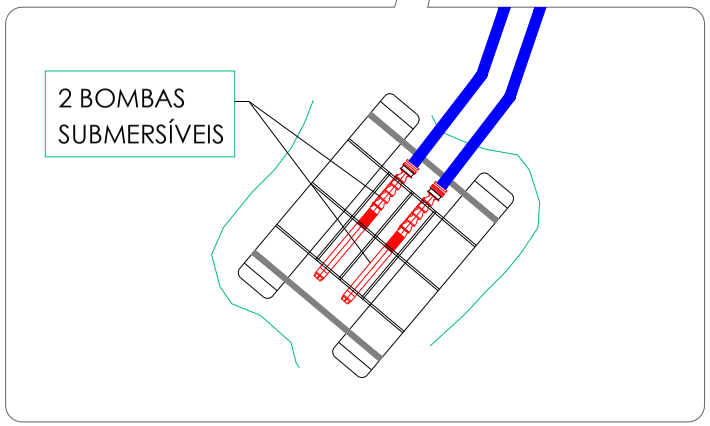
7#	LR	LINHAS DE REGA			
701	m	Tubo DRIPNET PC c/ gotejadores 1,6 l/h integrados, autocompensante, 16 mm diâmetro x 0,5 mt x 1 mm	86,000.00		0.00
702	m	Tubo DRIPNET PC c/ gotejadores 1,6 l/h integrados, autocompensante, 20 mm diâmetro x 0,5 mt x 1 mm	15,600.00		0.00
703		Nota: considerou-se um acréscimo de 3% face à medição do comprimento efectivo de conduta.			

Anexo 17. Medições de tubo gotejador instalado na 2ª fase.

05#	LR	LINHAS DE REGA			
0501	m	Tubo DRIPNET PC c/ gotejadores 1,6 l/h integrados, autocompensante, 16 mm diâmetro x 0,5 mt x 1 mm	111,200.00		0.00
0502	m	Tubo DRIPNET PC c/ gotejadores 1,6 l/h integrados, autocompensante, 20 mm diâmetro x 0,5 mt x 1 mm	56,800.00		0.00
0503		Nota: considerou-se um acréscimo de 3% face à medição do comprimento efectivo de conduta.			







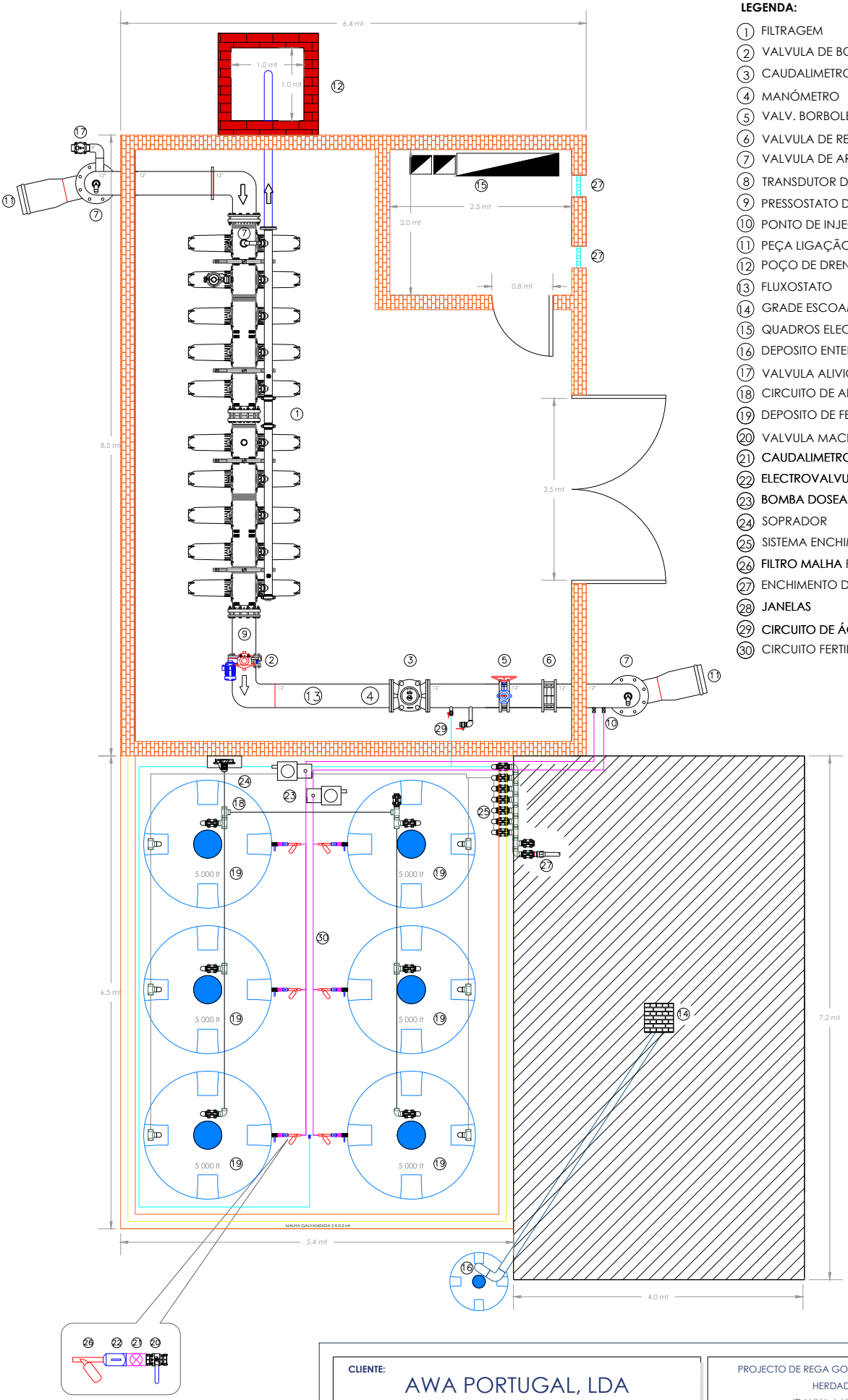
LEGENDA:

1. JANGADA COM FLUTUADORES
2. ELECTROBOMBA SUBMERSIVEL COM CAMISA
3. PEAD PE100 Ø-200mm PN10
4. COLECTOR GALVANIZADO
5. VALVULA DE AR TRIPLO EFEITO 2"
6. VALVULA DE RETENÇÃO BI-PARTIDA
7. CAMPANA DE LIGAÇÃO PVC
8. VALVULA BORBOLETA COM DESMULTIPLICADOR

CLIENTE: AWA PORTUGAL, LDA	PROJECTO DE REGA GOTA A GOTA PARA AMENDOAL HERDADE DA REBELA IDANHA A NOVA - PORTUGAL
BOMBAGEM	**EDIÇÃO Nº.** 04.02 / **ESCALA:** Sem Escala A3
Ultima Revisão: / Modificação:	**DESENHADO POR:** Miguel Tavares
NÚMERAÇÃO: 00045-2020-P	**Projectista:** MIGUEL TAVARES / **ELABORADO:** 12/04/2021

sysmart
+351 919 729 531
miguel.tavares@sysmart.pt
www.sysmart.pt

Este desenho é propriedade intelectual da pessoa colectiva ***Sysmart - Water & Energy Systems***, titular dos direitos morais e patrimoniais do projecto de que é parte, ao abrigo do "Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos", não podendo ser reproduzido ou usado para qualquer propósito a não ser o aqui indicado, sem prévia autorização escrita.



LEGENDA:

1. FILTRAGEM
2. VALVULA DE BORBOLETA MOTORIZADA
3. CAUDALIMETRO
4. MANÓMETRO
5. VALV. BORBOLETA C/ DESMULTIPLICADOR
6. VALVULA DE RETENÇÃO BI-PARTIDA
7. VALVULA DE AR TRIPLO EFEITO 2"
8. TRANSDUTOR DE PRESSÃO
9. PRESSOSTATO DE MÁX-MIN
10. PONTO DE INJECÇÃO FERTILIZANTES
11. PEÇA LIGAÇÃO CONDUTA
12. POÇO DE DRENAGEM
13. FLUXOSTATO
14. GRADE ESCOAMENTO 0.4 MT X 0.4 MT
15. QUADROS ELECTRICOS
16. DEPOSITO ENTERRADO
17. VALVULA ALIVIO PRESSÃO 4"
18. CIRCUITO DE AR
19. DEPOSITO DE FERTILIZANTE
20. VALVULA MACHO ESFÉRICO
21. CAUDALIMETRO FERTILIZANTE
22. ELECTROVALVULA FERTILIZANTE
23. BOMBA DOSEADORA
24. SOPRADOR
25. SISTEMA ENCHIMENTO DEPOSITOS
26. FILTRO MALHA PARA FERTILIZANTES
27. ENCHIMENTO DOS PULVERIZADORES
28. JANELAS
29. CIRCUITO DE ÁGUA FILTRADA
30. CIRCUITO FERTILIZANTE

CLIENTE: AWA PORTUGAL, LDA

PROJECTO DE REGA GOTA A GOTA PARA AMENDOAL
HERDADE DA REBELA
IDANHA A NOVA - PORTUGAL

FILTRAGEM E FERTILIZAÇÃO

EDIÇÃO Nº. 04.02

ESCALA: Sem Escala A3

Ultima Revisão: Modificação:

DESENHADO POR: Miguel Tavares

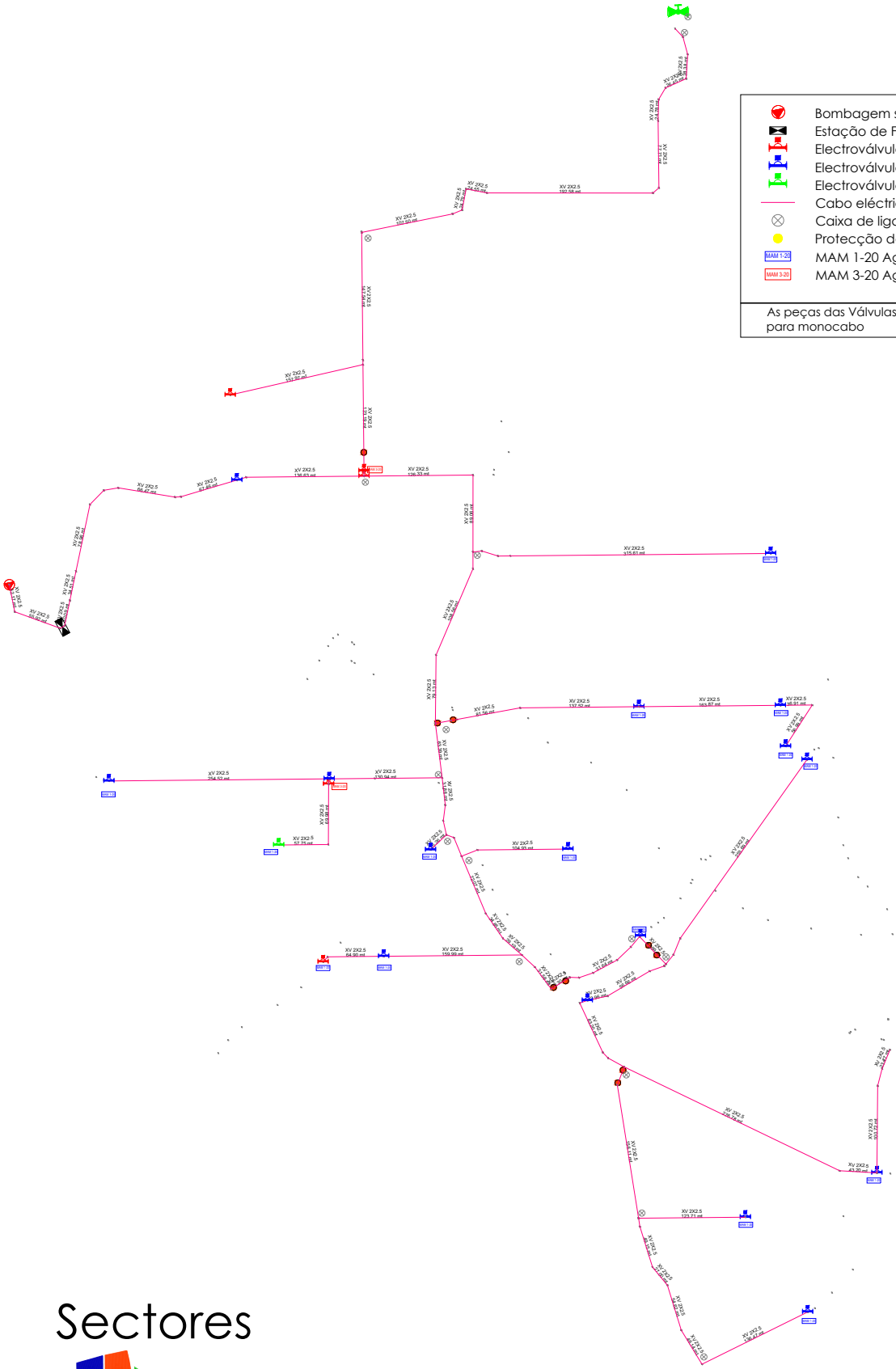
NÚMERAÇÃO: 00045-2020-P

Projectista: MIGUEL TAVARES

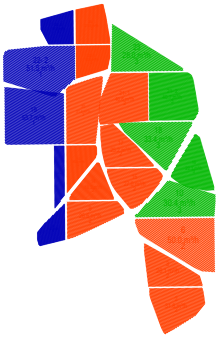
ELABORADO: 12/04/2021

sysmart
WATER & ENERGY SYSTEMS
+351 919 729 531
miguel.tavares@sysmart.pt
www.sysmart.pt

Este desenho é propriedade intelectual da pessoa colectiva **Sysmart - Water & Energy Systems**, titular dos direitos morais e patrimoniais do projecto de que é parte, ao abrigo do "Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos", não podendo ser reproduzido ou usado para qualquer propósito a não ser o aqui indicado, sem prévia autorização escrita.



Sectores



CLIENTE: AWA PORTUGAL, LDA

PROJECTO DE REGA GOTA A GOTA PARA AMENDOAL
HERDADE DA REBELA
IDANHA A NOVA - PORTUGAL

CABOS ELECTRICOS

EDIÇÃO Nº. 05.02

ESCALA: 1/5 000 A3

Ultima Revisão: 23/07/2021 Modificação: 23/07/2021

DESENHADO POR: Miguel Tavares

NÚMERAÇÃO: 00045-2020-P

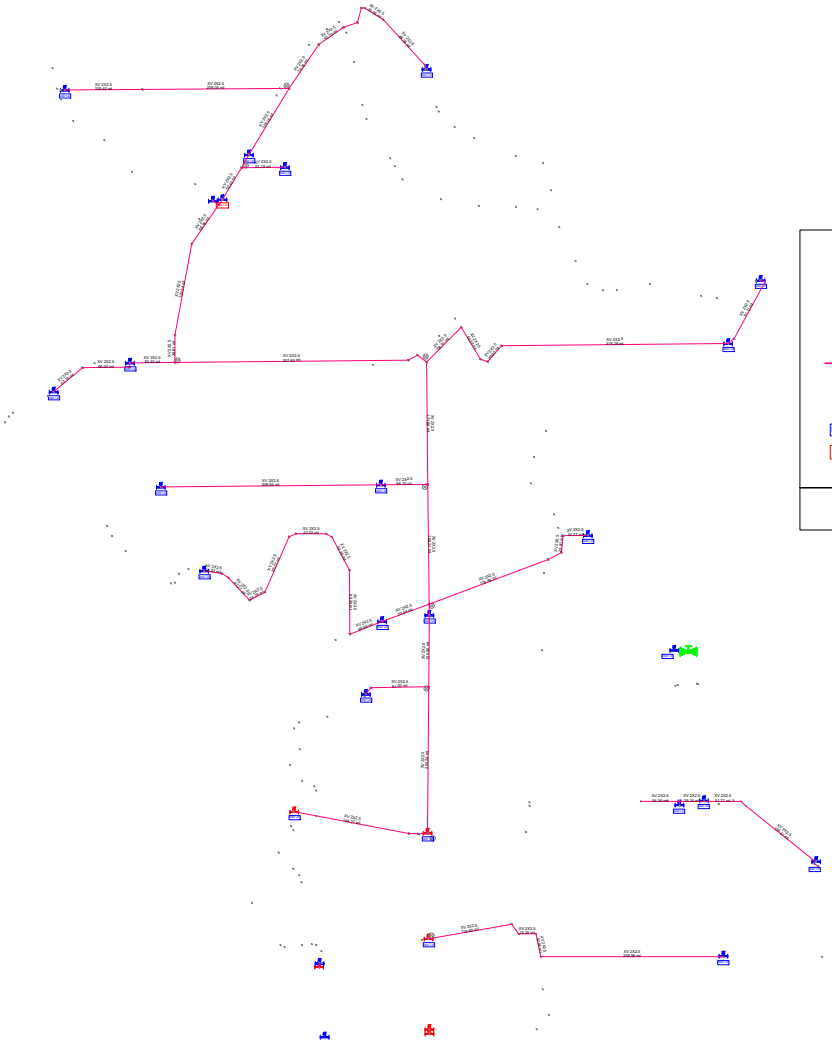
Projectista: MIGUEL TAVARES

ELABORADO: 23/07/2021

sysmart WATER & ENERGY SYSTEMS

+351 919 729 531
miguel.tavares@sysmart.pt
www.sysmart.pt

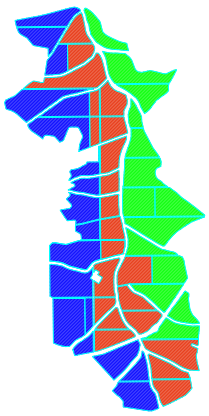
Este desenho é propriedade intelectual da pessoa colectiva **Sysmart - Water & Energy Systems**, titular dos direitos morais e patrimoniais do projecto de que é parte, ao abrigo do "Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos", não podendo ser reproduzido ou usado para qualquer propósito a não ser o aqui indicado, sem prévia autorização escrita.



- Bombagem submersivel em jangada
- Estação de Filtragem e Fertilização
- Electroválvula 2"
- Electroválvula 3"
- Electroválvula 4"
- Cabo eléctrico XV 2 x 2.5 mm
- Caixa de ligação
- Protecção de fim de linha
- MAM 1-20 Agronic Encapsulado
- MAM 3-20 Agronic Encapsulado

As peças das Válvulas, possuem Protecção de linha para monocabo

Sectores



CLIENTE: AWA PORTUGAL, LDA

PROJECTO DE REGA GOTA A GOTA PARA AMENDOAL
HERDADE DA REBELA
IDANHA A NOVA - PORTUGAL

CABOS ELECTRICOS

EDIÇÃO Nº. 05.04

ESCALA: 1/7 500 A3

Ultima Revisão: 27/06/2022 Modificação: 27/06/2022

DESENHADO POR: Miguel Tavares

NÚMERAÇÃO: 00045-2020-P

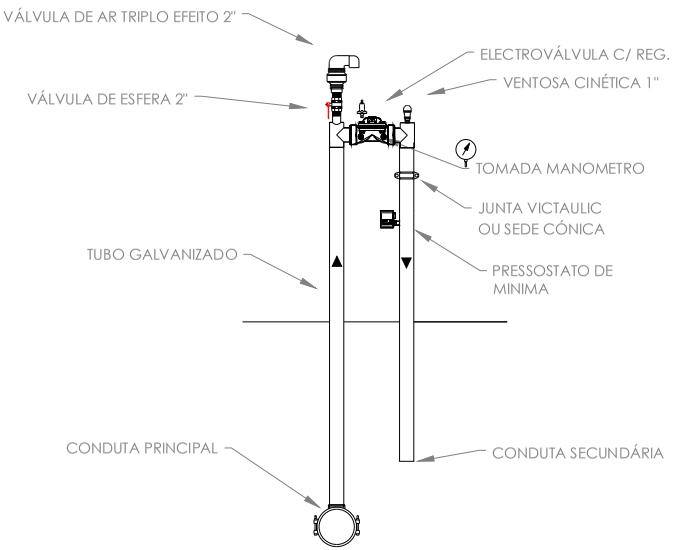
Projectista: MIGUEL TAVARES

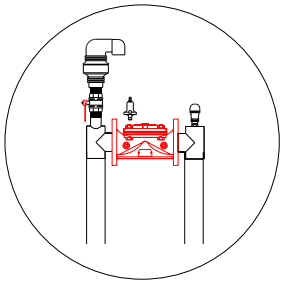
ELABORADO: 27/06/2022

sysmart WATER & ENERGY SYSTEMS
+351 919 729 531
miguel.tavares@sysmart.pt
www.sysmart.pt

Este desenho é propriedade intelectual da pessoa colectiva **Sysmart - Water & Energy Systems**, titular dos direitos morais e patrimoniais do projecto de que é parte, ao abrigo do "Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos", não podendo ser reproduzido ou usado para qualquer propósito a não ser o aqui indicado, sem prévia autorização escrita.

LIGAÇÃO ENTRE CONDUTAS

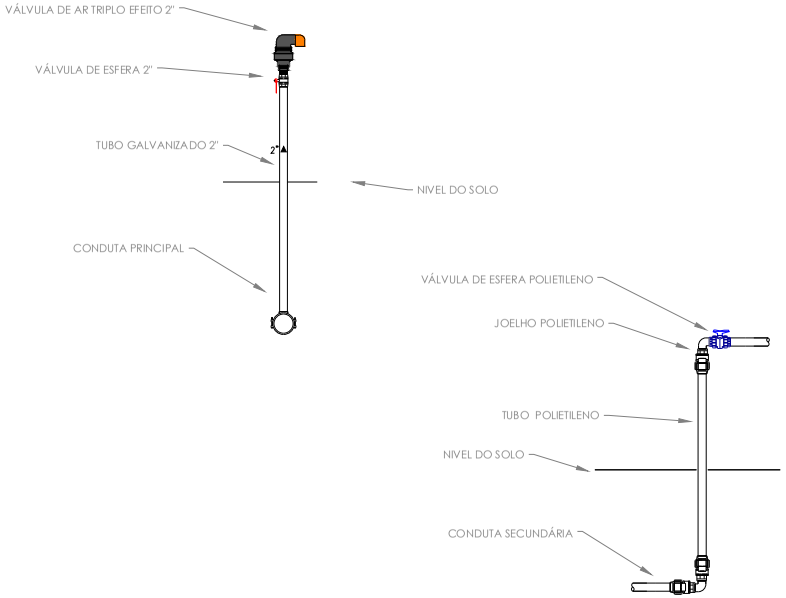




VALVULA 3" e 4"

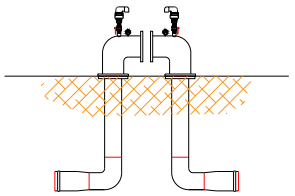
VALVULA DE AR DE TRIPLO EFEITO

CONDUTA PRINCIPAL



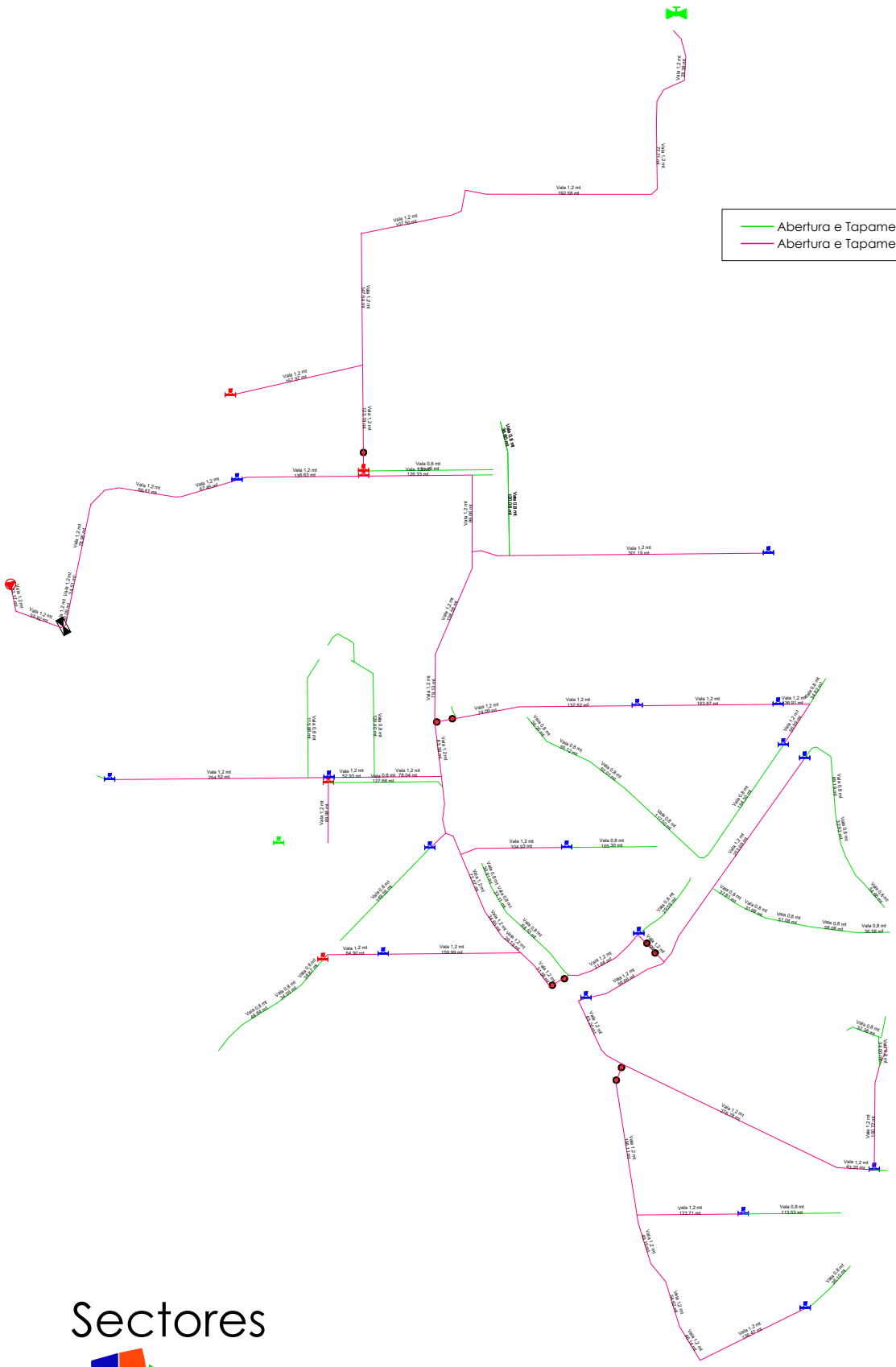
PURGA FINAL CONDUTA SECUNDÁRIA

LIGAÇÃO ENTRE SISTEMAS DE REGA

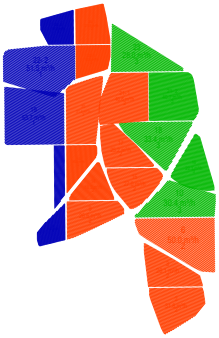


CLIENTE: AWA PORTUGAL, LDA		PROJECTO DE REGA GOTA A GOTA PARA AMENDOAL HERDADE DA REBELA IDANHA A NOVA - PORTUGAL	
LIGAÇÃO ENTRE CONDUTAS	**EDIÇÃO Nº.** 06.03	**ESCALA:** Sem Escala A3	sysmart
Ultima Revisão: 23/07/2021	Modificação: 23/07/2021	**DESENHADO POR:** Miguel Tavares	+351 919 729 531 miguel.tavares@sysmart.pt www.sysmart.pt
NÚMERAÇÃO: 00045-2020-P	**Projectista:** MIGUEL TAVARES	**ELABORADO:** 23/07/2021	

Este desenho é propriedade intelectual da pessoa colectiva ***Sysmart - Water & Energy Systems***, titular dos direitos morais e patrimoniais do projecto de que é parte, ao abrigo do "Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos", não podendo ser reproduzido ou usado para qualquer propósito a não ser o aqui indicado, sem prévia autorização escrita.



Sectores



CLIENTE: AWA PORTUGAL, LDA

PROJECTO DE REGA GOTA A GOTA PARA AMENDOAL
HERDADE DA REBELA
IDANHA A NOVA - PORTUGAL

ABERTURA E TAPAMENTO DE VALAS

EDIÇÃO Nº. 07.03

ESCALA: 1/5 000 A3

Ultima Revisão: 23/07/2021 Modificação: 23/07/2021

DESENHADO POR: Miguel Tavares

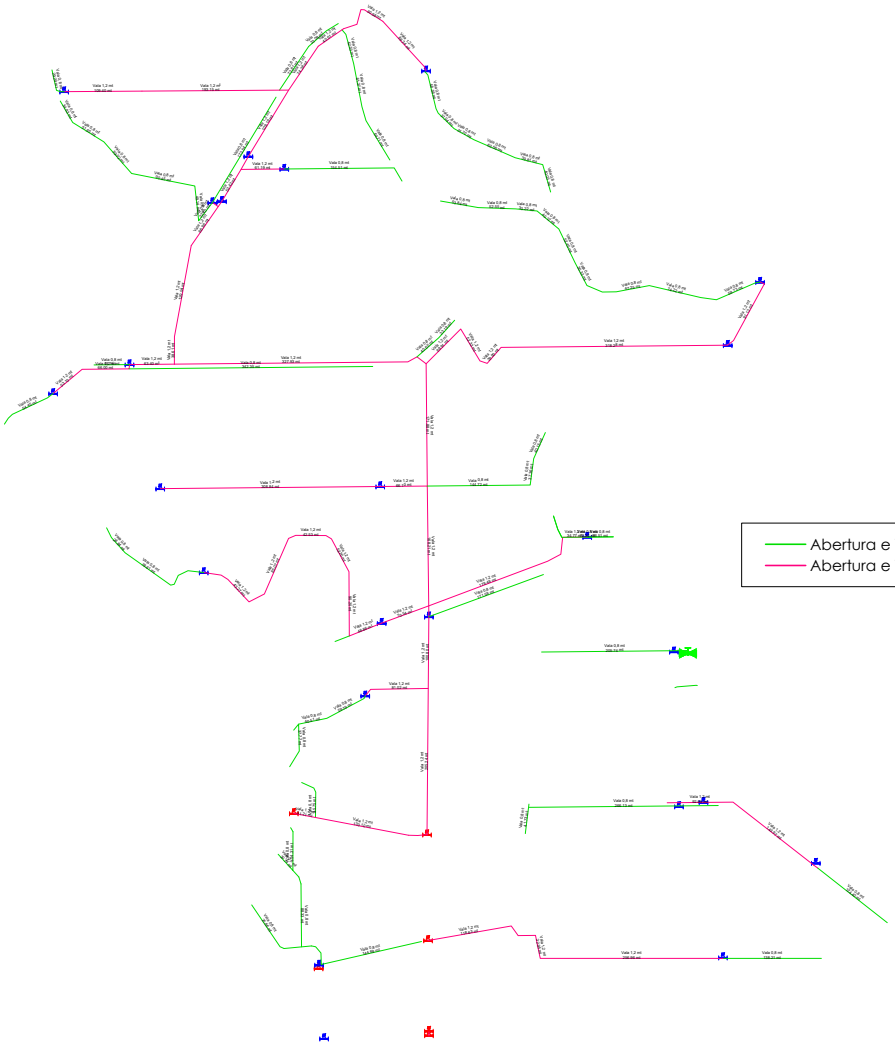
NÚMERAÇÃO: 00045-2020-P

Projectista: MIGUEL TAVARES

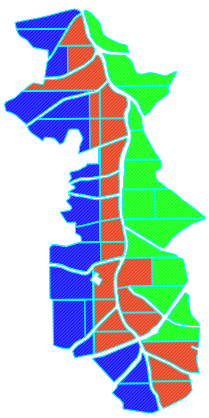
ELABORADO: 23/07/2021

sysmart
WATER & ENERGY SYSTEMS
+351 919 729 531
miguel.tavares@sysmart.pt
www.sysmart.pt

Este desenho é propriedade intelectual da pessoa colectiva **Sysmart - Water & Energy Systems**, titular dos direitos morais e patrimoniais do projecto de que é parte, ao abrigo do "Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos", não podendo ser reproduzido ou usado para qualquer propósito a não ser o aqui indicado, sem prévia autorização escrita.



Sectores

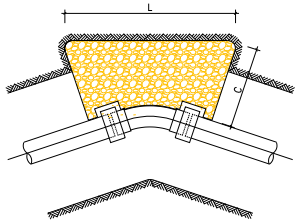


CLIENTE: AWA PORTUGAL, LDA		PROJECTO DE REGA GOTA A GOTA PARA AMENDOAL HERDADE DA REBELA IDANHA A NOVA - PORTUGAL	
ABERTURA E TAPAMENTO DE VALAS	**EDIÇÃO Nº.** 07.05	**ESCALA:** 1/7 500 A3	sysmart WATER & ENERGY SYSTEMS
Ultima Revisão: 27/06/2022 Modificação: 27/06/2022		**DESENHADO POR:** Miguel Tavares	
NÚMERAÇÃO: 00045-2020-P	**Projectista:** MIGUEL TAVARES	**ELABORADO:** 27/06/2022	+351 919 729 531 miguel.tavares@sysmart.pt www.sysmart.pt

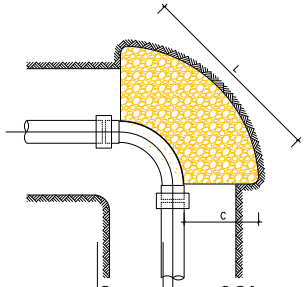
Este desenho é propriedade intelectual da pessoa colectiva ***Sysmart - Water & Energy Systems***, titular dos direitos morais e patrimoniais do projecto de que é parte, ao abrigo do "Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos", não podendo ser reproduzido ou usado para qualquer propósito a não ser o aqui indicado, sem prévia autorização escrita.

Maciços de amarração – Definição de formas

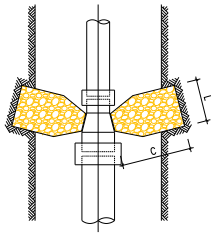
Acessórios em Planta



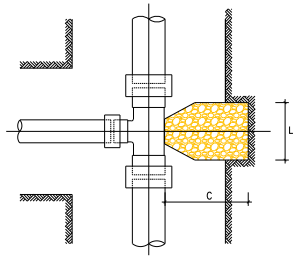
Curvas a 45°, 22°30'



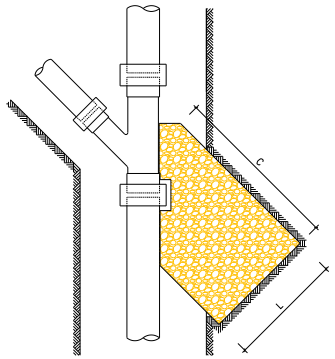
Curvas a 90°



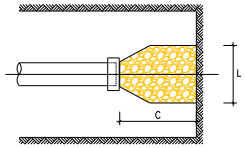
Cones de redução.



Tês

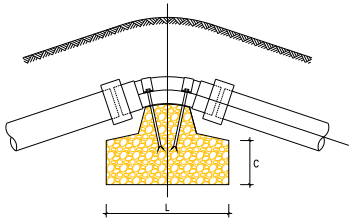


Forquilhas

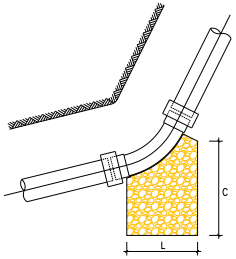


Junta Cega

Curvas de Perfil



Convexa



Côncava

Quadro Dimensional

Acessórios	Dimensões C (m)	L (m)	H (m)
Curva 90º DN315	0.65	0.60	0.65
Curva 90º DN250	0.60	0.55	0.60
Curva 90º DN200	0.55	0.50	0.55
Curva 90º DN160	0.50	0.45	0.50
Curva 90º DN140	0.45	0.40	0.45
Curva 90º DN125	0.40	0.35	0.40
Curva 90º DN110	0.35	0.30	0.35
Tê DN315	0.75	0.70	0.70
Tê DN250	0.70	0.65	0.65
Tê DN200	0.65	0.60	0.60
Tê DN160	0.60	0.55	0.55
Tê DN140	0.55	0.50	0.50
Tê DN125	0.50	0.45	0.45
Tê DN110	0.45	0.40	0.40
Junta Cega DN315	0.75	0.70	0.70
Junta Cega DN250	0.70	0.65	0.65
Junta Cega DN200	0.65	0.60	0.60
Junta Cega DN160	0.60	0.55	0.55
Junta Cega DN140	0.55	0.50	0.50
Junta Cega DN125	0.50	0.45	0.45
Junta Cega DN110	0.45	0.40	0.40

CLIENTE: AWA PORTUGAL, LDA

PROJECTO DE REGA GOTA A GOTA PARA AMENDOAL
HERDADE DA REBELA
IDANHA A NOVA - PORTUGAL

MACIÇOS

EDIÇÃO Nº. 08.02

ESCALA: Sem Escala A3

Ultima Revisão: Modificação:

DESENHADO POR: Miguel Tavares

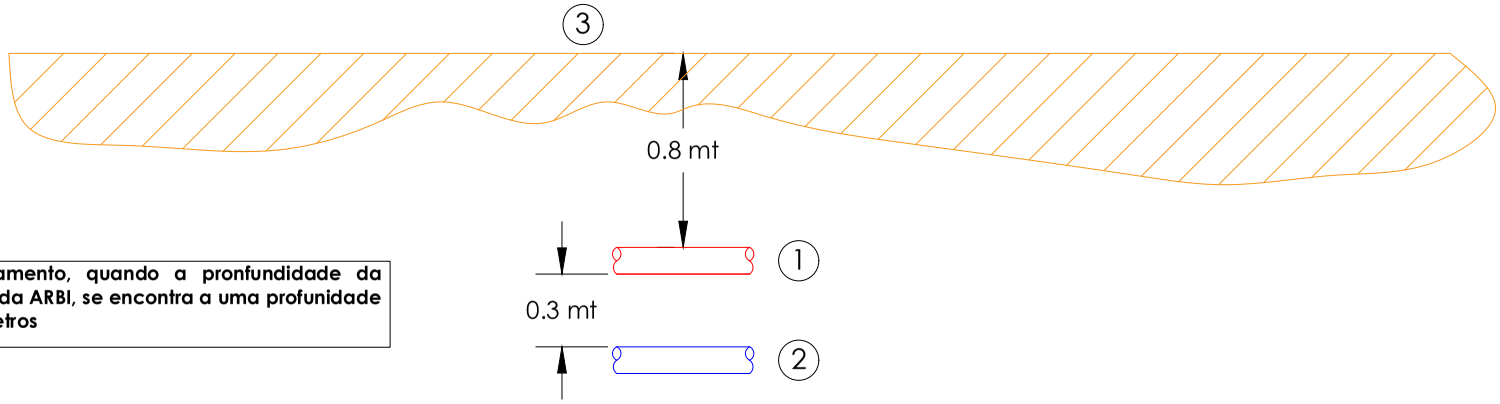
NÚMERAÇÃO: 00045-2020-P

Projectista: MIGUEL TAVARES

ELABORADO: 12/04/2021

sysmart
WATER & ENERGY SYSTEMS
+351 919 729 531
miguel.tavares@sysmart.pt
www.sysmart.pt

Este desenho é propriedade intelectual da pessoa colectiva **Sysmart - Water & Energy Systems**, titular dos direitos morais e patrimoniais do projecto de que é parte, ao abrigo do "Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos", não podendo ser reproduzido ou usado para qualquer propósito a não ser o aqui indicado, sem prévia autorização escrita.

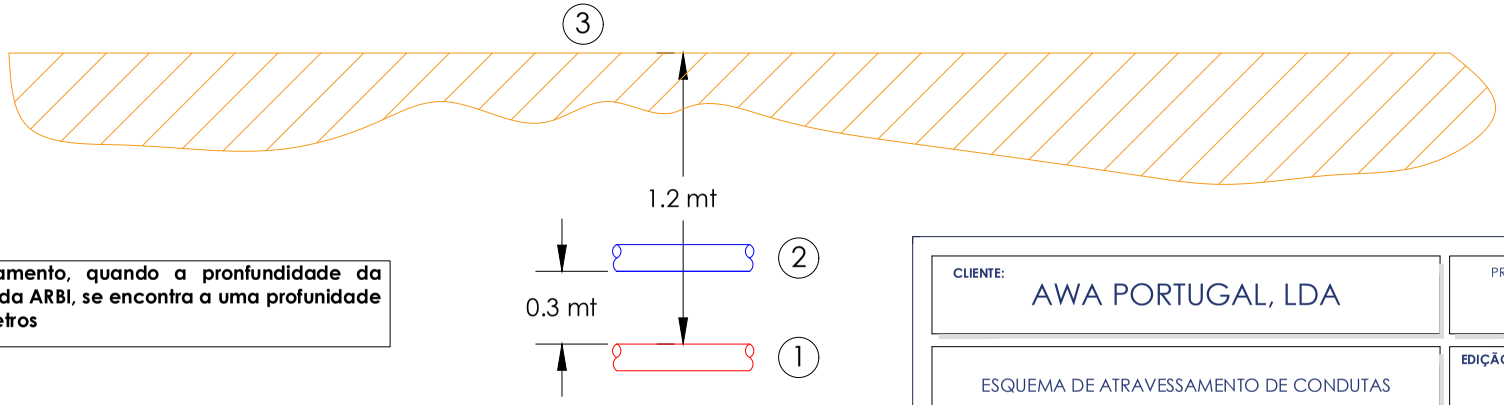


Atravessamento, quando a pronfundidade da conduta da ARBI, se encontra a uma profunidade <= 0,8 metros

LEGENDA:

1. CONDUTA DA ARBI
2. CONDUTA DE REGA
3. SUPERFICIE DO TERRENO

NOTA: AS MEDIDAS ESTÃO EM METROS



Atravessamento, quando a pronfundidade da conduta da ARBI, se encontra a uma profunidade >= 1,2 metros

CLIENTE: AWA PORTUGAL, LDA		PROJECTO DE REGA GOTA A GOTA PARA AMENDOAL HERDADE DA REBELA IDANHA A NOVA - PORTUGAL	
ESQUEMA DE ATRAVESSAMENTO DE CONDUTAS		**EDIÇÃO Nº.** 09.01	**ESCALA:** Sem Escala A3
Ultima Revisão:	Modificação:	**DESENHADO POR:** Miguel Tavares	
NÚMERAÇÃO: 00045-2020-P	**Projectista:** MIGUEL TAVARES	**ELABORADO:** 10/09/2021	sysmart +351 919 729 531 miguel.tavares@sysmart.pt www.sysmart.pt

Este desenho é propriedade intelectual da pessoa colectiva ***Sysmart - Water & Energy Systems***, titular dos direitos morais e patrimoniais do projecto de que é parte, ao abrigo do "Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos", não podendo ser reproduzido ou usado para qualquer propósito a não ser o aqui indicado, sem prévia autorização escrita.

Anexo 27. Imagem aérea captada por drone 7 Janeiro 2021.

Anexo 28. Imagem aérea captada por drone 8 Junho 2022.

Anexo 29. Fotografia aérea de drone charca + plano Oeste-Este de 2021.

Anexo 30. Fotografia aérea de drone plano NE-SO de 2021.

Anexo 30. Fotografia nº1 aérea de drone início de 2023: 1ª e 2ª fase de plantação.

Anexo 31. Fotografia aérea nº2 de drone início de 2023: 1ª e 2ª fase de plantação.