

2.6 SISTEMAS DE FORTIFICAÇÃO ABALUARTADA ADOPTADOS EM ELVAS

SYSTEMS OF BULWARKED FORTIFICATIONS ADOPTED
IN ELVAS



Gravura do Livro de Nicolau de Langres com o Forte de Santa Luzia
Plate from the Book of Nicolau de Langres with the Fort of Santa Luzia



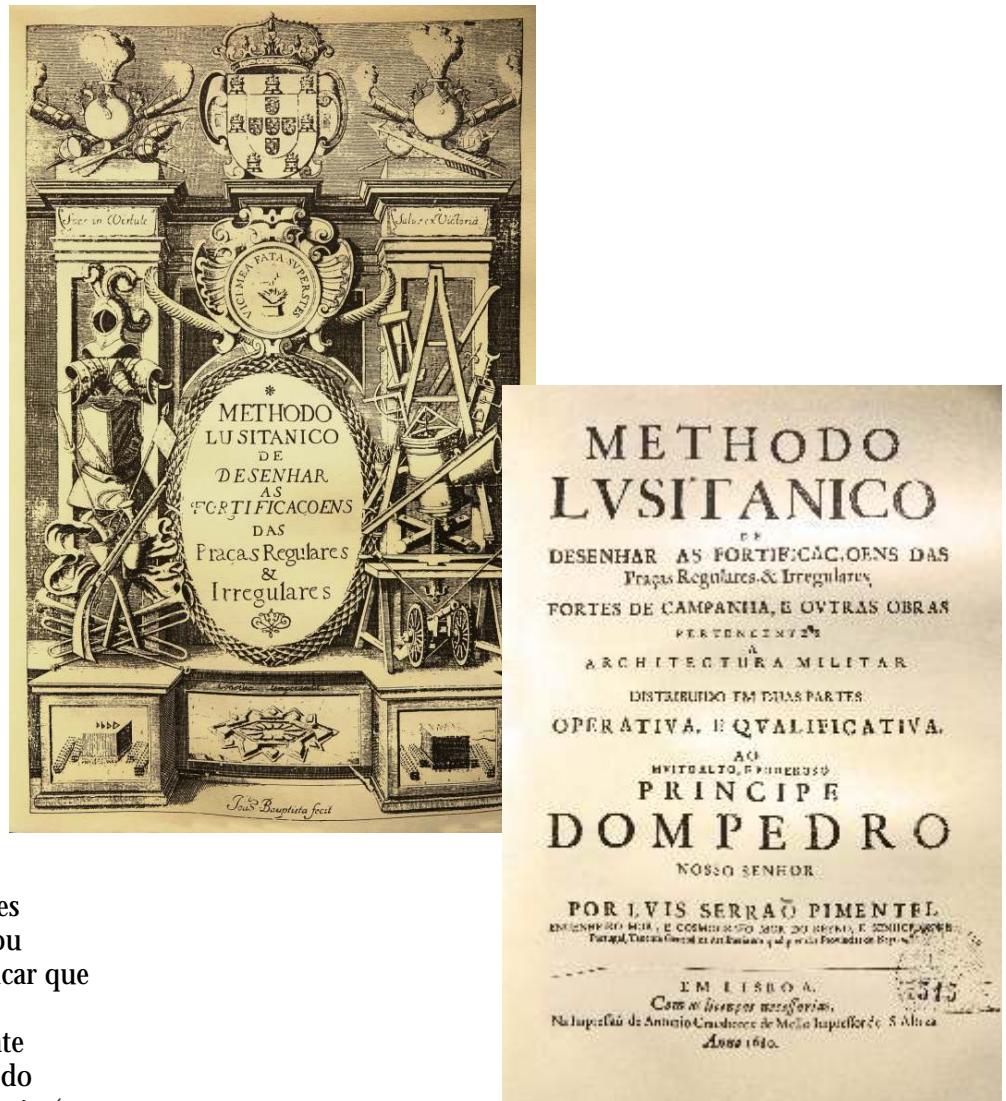
2.6.1 AS FORTIFICAÇÕES DO CENTRO HISTÓRICO E A ESCOLA HOLANDESA DE FORTIFICAÇÃO

2.6.1.1 INFLUÊNCIA EM PORTUGAL; UMA VISÃO DE SÍNTE-SE, DE LUÍS SERRÃO PIMENTEL, SOBRE A TRATADÍSTICA DO SEU TEMPO; A REFERÊNCIA DE MANOEL DE AZEVEDO FORTES AO “METHODO HOLANDEZ”

Com o início da Guerra dos Oitenta Anos, ou Revolta Holandesa, em 1568¹, impulsionada por Guilherme I de Orange-Nassau (1533–1584), os Países Baixos do Norte (ou Províncias Unidas, pela União de Utrecht de 1579) – integrados, como a Espanha², no Império de Carlos V (1500 – Imperador: 1519-1558) –, lutarão pela independência durante os reinados de Filipe II, III e IV (1556-1665). O Tratado de Munster, de 1648, marca o fim do conflito e o reconhecimento definitivo da independência da Holanda.

As províncias protestantes encontravam-se como Portugal em 1640: sem dinheiro, sem engenheiros militares e sem fortificações adequadas na fronteira. No início da guerra, a Holanda contratou engenheiros italianos, e foi a partir da tradição italiana de fortificar que os Holandeses foram forjando o seu próprio método, tendo no matemático Adriaen Anthoniszoon (c. 1543-1643) um importante construtor. Mas o engenheiro militar que é considerado o “pai” do Primeiro Método Holandês de fortificação chamou-se Simon Stevin (ou Simão Estevino) (1548/49-1620), um matemático e engenheiro hidráulico flamengo (nascido em Bruges), conhecido tanto pelas suas capacidades teóricas como práticas. Foi com o seu impulso que se criou a Escola de Engenheiros da Universidade de Leiden, onde lecionou o francês Samuel Marolois (1572-1627), cujo sistema de fortificação colheu alguma inspiração no do bolonhês Francesco De Marchi³ (1504-1576). Lembre-se que esta universidade – a mais antiga da Holanda, fundada em 1575 – foi um presente de Guilherme I à cidade, por ter resistido ao cerco espanhol daquele ano.

Apesar de Marolois não ter construído fortificações, o seu tratado – *Fortification ou Architecture militaire tant offensive que defensive*⁴ – apresenta a novidade de introduzir tabelas para todas as medidas (de comprimento e angulares), sendo adoptado na Holanda. As fortificações holandesas, de terra e tijolo, geralmente com falsas-bragas, fossos alagados e obras exteriores, provaram a sua eficácia perante o Império Habsburgo, e prova do seu prestígio foi o facto de, sobretudo após o Armistício de 12 anos (1609) – em que se estabelece a fronteira holandesa que pouco irá



2.6.1 FORTIFICATIONS OF THE HISTORICAL CENTRE AND THE DUTCH SCHOOL OF FORTIFICATION

2.6.1.1 THE FORMATION OF THE DUTCH SCHOOL OF FORTIFICATION AND ITS INFLUENCE IN PORTUGAL; LUÍS SERRÃO PIMENTEL'S SYNTHESISING VIEW OF TREATISE WRITTEN IN HIS TIME; MANOEL AZEVEDO FORTES'S REFERENCE TO THE “METHODO HOLANDEZ”

With the start of the Eighty Years' War, or Dutch Revolt 1568¹, led by William I of Orange-Nassau (1533-1584), the Northern Low Countries (or the United Provinces, by the Union of Utrecht, 1579) – along with Spain², part of the Empire Charles V (1500 – 1558; Emperor from 1519) – fought for their independence in the reigns of Philips II, III and IV (1556-1665). The 1648 Treaty of Munster marked the end of the conflict and definitive recognition of Dutch independence.

mudar posteriormente –, os engenheiros holandeses serem chamados a orientar o levantamento de fortificações em várias cidades e sítios da Europa, como em São Petersburgo (Rússia), em Göteborg e Helsingborg (Suécia), em Berlim, Hamburg, rio Neisse e Rostock (Alemanha) e em Danzig (Polónia)⁵, por exemplo. Também os franceses apreciaram o método holandês: Antoine de Ville (1596-1657) visitou várias vezes as fortificações na Holanda e explicou, no seu tratado⁶, a sua eficácia, sendo encarregado por Luís XIII de defender as praças fortes da Picardia contra os Espanhóis.

Também Luís Serrão Pimentel, no seu *Methodo Lusitanico* (1680), ao escrever a *Summaria Noticia da Architectura Militar e Seus Encómios*, onde evoca as grandes referências do seu tempo, escreve a sintomática apreciação: *Os Hollândezes mediante as Praças fortificadas se defenderaõ tátos annos, & suste(n)táraõ contra a potencia de Hespanha*⁷. Aliás, podemos dizer que quer no desenho de figuras regulares (até 30 lados), quer no das irregulares do polígono exterior para dentro ou do polígono interior para fora, Pimentel apresenta os seus ângulos de flanco sempre rectos e opta sempre por flancos secundários, o que vai ao encontro da tradição italo-holandesa de fortificar. Os ângulos flanqueados são sempre inferiores a 90º nas figuras regulares, variando de forma muito irregular nas figuras irregulares⁸, o que difere do Primeiro Método Holandês, que previa ângulos flanqueados rectos para polígonos regulares de 8 ou mais lados⁹. Grande mestre, para Pimentel, foi, também, Blaise François, Conde de Pagan (1604-1665) – francês nascido em Avignon mas de ascendência nobre napolitana –, apresentando a sua teoria¹⁰ no *Appendiz I, Pagan Resvrido*, ao longo de 65 páginas. Não deixando de se lhe opor – nomeadamente nos ângulos de flanco obtusos e na inexistência de flancos secundários –, começa por escrever que de todos os *Methodos de desenhar que hei visto, nenhum me há parecido tão fácil como o do Côde de Pagan*¹¹. Na parte final do tratado, apresenta e critica (“censura”) sumariamente muitos autores contemporâneos, traduzindo o pensamento português sobre a matéria, dada a sua qualidade de Engenheiro-Mor do reino e de impulsor e professor da Aula de Fortificação e Arquitectura Militar (criada em 1647):

- D. Diogo Henrques de Villegas e a sua *Academia de Fortificação* (...) (Madrid, 1651), que comenta longamente, criticando algumas propostas que considera “quiméricas”.
- Francisco Florencia Milanez, a quem critica, principalmente por pretender aplicar um só método a todas as figuras.
- Izopeth Barca (Tenente General de Artilharia pela Magestade Católica no Estado de Milão) e o seu *Compendio de Fortificação Moderna* (Bolonha, 1643), a quem critica a “teima” de pretender manter o ângulo flanqueado sempre recto.
- Pietro Ruggiero (engenheiro do exército do Rei Católico em Milão) e a sua *Fortificação Moderna* (1661), criticando-lhe a forma “bárbara” como expõe, sem doutrina nem substância.

In 1640 the protestant provinces were like Portugal: without money, military engineers or adequate fortifications. At the start of the war the Netherlands engaged Italian engineers and it was upon the Italian tradition of fortification that the Dutch built their own method, with the mathematician Adriaen Anthoniszoon (c. 1543-1643) playing an important role. But the military engineer considered “the father” of the Old Dutch Method of Fortification was called Simon Stevin (Simão Estevino in Portuguese) (1548/49-1620), a Bruges-born Flemish mathematician and hydraulic engineer, known for both his theoretical and practical abilities. It was on his initiative that the School of Engineers was founded at the University of Leiden. The Frenchman Samuel Marolois (1572-1627), whose fortification system was partly inspired by Francesco De Marchi³ of Bologna (1504-1576), lectured there. It is said that this university – the Netherlands' oldest, founded in 1575 – was a present from William I to the city, honouring its resistance to the Spanish siege of that year.

Although Marolois did not build any fortifications, his treatise – *Fortification ou Architecture militaire tant offensive que defensive*⁴ – was novel in introducing tables for all measures (of length and angles) adopted in the Netherlands. The Dutch fortifications of earth and brick, generally with a fausse-braye, water-filled ditches and outworks, proved their worth against the Habsburg Empire and a sign of their prestige was the fact that, the Twelve-Year Armistice (1609) – in which the Dutch frontier that hardly changed subsequently was established – Dutch engineers were called upon to supervise the surveys of fortifications in various cities and locations in Europe, Saint Petersburg (Russia), in Gothenburg and Helsingborg (Sweden), Berlin, Hamburg, the River Neisse and Rostock (Germany) and Gdańsk (Poland)⁵. The French also esteemed the Dutch method: Antoine de Ville (1596-1657) visited fortifications in the Netherlands on several occasions and explained its effectiveness in his treatise⁶. He was entrusted by Louis XIII with the defense of the strongholds in Picardy against the Spanish.

Luís Serrão Pimentel, in his *Methodo Lusitanico* (1680) – to which we have already referred but must now examine a little more closely – included in his *Summaria Noticia da Architectura Militar e Seus Encómios*, in which he evoked the great names of his time, the following characteristic encomium: The Dutch with their fortified strongholds will defend themselves for many years and withstand the power of Spain⁷. This notwithstanding, in drawings of regularly shaped figures (of up to 30 sides), as well as those of irregular shape from the exterior polygon inwards or from the interior polygon outwards, Pimentel always shows his curtain angles as right angles and always includes second flanks both of which contradict the Italo-Dutch tradition of fortification. The flanked angles are always less than 90° in the regular figures, and the variation in form of irregular figures is itself very irregular⁸, quite unlike the Old Dutch Method, which prescribes right-angled flanked angles for regular polygons of eight sides or more⁹. Another great master in Pimentel's view was Blaise François, Count de Pagan (1604-1665), a Frenchman born in Avignon of noble Neopolitan descent. He presents the latter's theory¹⁰ over 65 pages of *Appendiz I, Pagan Resvrido*. Although he departs from Pagan's

– Dom Alonso de Zepeda e Andrada, *Epitome da Fortificação Moderna* (Bruxelas, 1669), criticando-lhe, nos vários métodos, sobretudo a rigidez, a impraticabilidade e a inexistência de flancos secundários.

– Allain Manesson Mallet, *Trabalhos de Marte* (Paris, 1671), a quem desmascara as inúmeras “pataratas” que foi vender para França.

– Sylvere de Bitainvieu, que faz uma compilação das fortificações francesas, holandesas, espanholas, italianas e compostas, num livro editado em Paris, em 1665, a quem reconhece clareza na exposição.

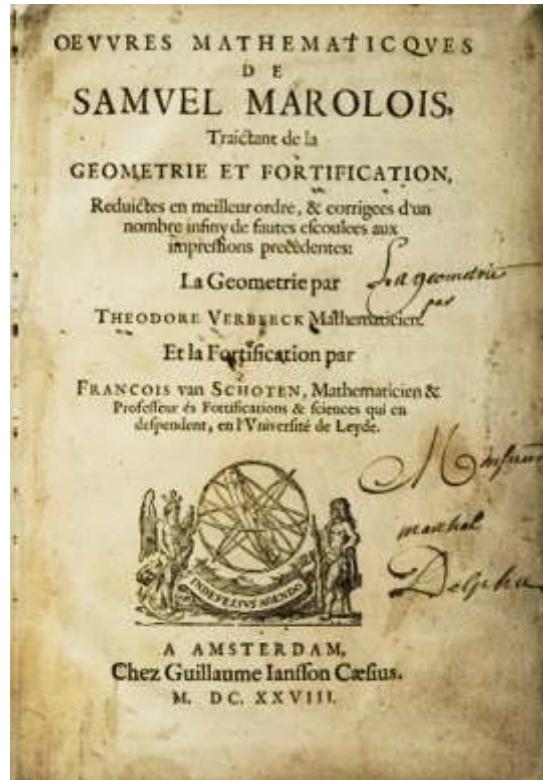
– D. Vicente Mut (Sargento-Mor Engenheiro e cronista do Reino de Malhorca), de cujo método geral discorda embora considere que o autor usa de bons juízos.

– D. Pedro António Ramon Folch de Cardona, *Geometria Militar* (Nápoles, 1671), a quem reconhece a utilidade das inúmeras tábuas construídas.

– Sir Jonas Moore, *Moderna Fortificação ou Elementos da Militar Architectura* (Londres, 1673), que considera seguir Pagan com alguns acrescentos.

– Refere depois os métodos do rei da Grã Bretanha, que diz ter usado o de Pagan com poucas alterações; do rei Luís XIV, ao mandar fortificar Aeth e Lisle, sem que apresente qualquer crítica; e o do imperador Ferdinando III (no livro *Amussis Ferdinandea*, 1654) que diz basear-se em Fritach, Dogens, Goldman e Faulhabero, tendo realizado alterações bem fundamentadas.

– Finalmente, enumera com brevidade outros métodos que diz não ter apresentado e comentado porque, ou os acha inadequados e impraticáveis (o de João Bryois, 1666), ou não lhes reconhece novidade (o de Frey Genaro Afflitto e o de D. Juan de Santans y Tapia – editado em Madrid em 1669¹² –, por seguirem Fritach; o do Padre Cláudio Francisco Milliet Dechales – *Arte da Fortificação e da Defensa e Offensa das Praças* (Paris, 1677) – que considera um resumo dos métodos francês, holandês e italiano). Aliás, no que diz respeito a Tapia, é o próprio a reconhecer a filiação das suas tábuas nas de Fritach: (...) e se ajustan en lo más, con las de Adan Fritag, en su libro primero de Architectura militar, que está en lengua francesa, aproximándose todo lo posible el ángulo del baluarte de las figuras de seis arriba a los 90 grados de un recto, que es de mayor defensa¹³. Note-se que o tratado de Freitag foi editado na Holanda,



theories – particularly the latter's obtuse flanking angles and the absence of second flanks – he begins by stating that of all the Methods of design that I have seen, none has appeared to me as easy as that of the Côde de Pagan". In the final part of the treatise he presents and summarily criticizes (“censura”) many contemporary authors and, being Engineer-in-Chief of the kingdom and the prime mover behind and teacher of the Course in Fortification and Military Architecture (created in 1647), set out Portuguese ideas on the subject. He mentions:

– D. Diogo Henrques de Villegas and his Academy of Fortification (...) (Madrid, 1651), whom he discusses at length, criticising certain propositions that he considers “chimerical”.

– Francisco Florencia Milanez, who criticises mainly for attempting to apply a single method to all fortress configurations.

– Ioseph Barca (Lieutenant General of Artillery for His Catholic Majesty of the State of Milan) and his Compendium of Modern Fortification (Bologna, 1643), which he criticises for its “wilfulness” in insisting on the flanked angle always being a right angle.

– Pietro Ruggiero (Engineer of the Army of the Catholic King in Milan) and his Modern Fortification (1661), criticising the “barbarous” method of exposition, that lacked learning and substance.

– Dom Alonso de Zepeda e Andrada, Epitome of Modern Fortification (Brussels, 1669), criticising it, and its different methods, especially for its rigidity and impracticability and the lack of second flanks.

– Allain Manesson Mallet, Works of Mars (Paris, 1671), whom he unmasked as the seller of countless “impostures” in France.

– Sylvere de Bitainvieu, who compiled a list of French, Dutch, Spanish, Italian and composite fortifications in a book issued in Paris in 1665, whose clarity of exposition he praised.

– D. Vicente Mut (Sergeant-in-Chief Engineer and chronicler of the Kingdom of Mallorca), with whose general method he disagrees while praising the author's good judgement.

– D. Pedro António Ramon Folch de Cardona, Military Geometry (Naples, 1671), which he praises for the many uses of its many charts and tables.

– Sir Jonas Moore, Modern Fortification, or, Elements of Military Architecture (London, 1673), who he considers as following Pagan with some additions.

– He then mentions the method of the king of Great Britain who used Pagan's with few alterations; of King Louis XIV, who ordered the fortification of Aeth and Lisle, and offers no criticisms; and of the Emperor Ferdinando III (Amussis Ferdinandea, 1654), who he says based his actions on Fritach, Dogens, Goldman and Faulhabero, and made well thought out changes.

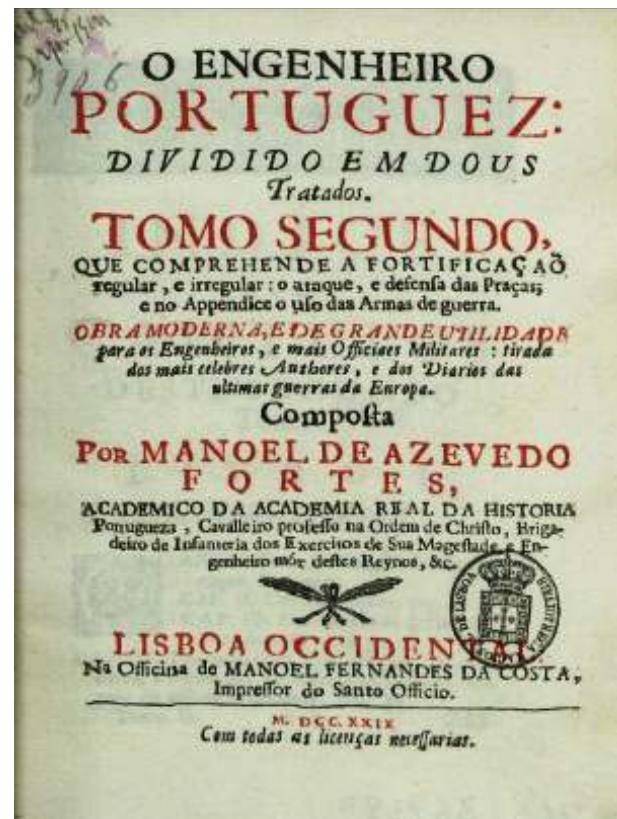
– Finally, he briefly enumerates other methods he says he has not discussed and explains why; either he finds them inadequate or impracticable (that of João Bryois, 1666), or he does not find them original (those of Frey Genaro Afflitto and of D. Juan de Santans y Tapia – published in Madrid in 1669¹² –

em Leida, em 1631, em língua alemã (Tapia só refere a edição em língua francesa, feita em Paris, em 1640), e que o tratado de Tapia data de 1644 (Bruxelas). Refira-se, também, que Tapia segue outros mestres da Escola Holandesa, nomeadamente Marolois, nas medidas e proporções das cortinas e das faces dos baluartes, por exemplo. Aliás, a anterioridade das tábulas de fortificar da Escola Holandesa é reconhecida pela própria *Escuela de Palas* (Milão) que refere ter sido o tratado de Samuel Morolois (Haia, 1614; Amsterdam, 1628 e 1644) (...) de los primeros que escribieron geometricamente la fortificación por el cómputo y tabla de senos halla los ângulos¹⁴. A mesma conclusão

apresenta Pfeffinger: Os Espanhoes fortificação quasi da mesma maneira que os Hollandezes, exceptuando o flanco segundo, que julgão desnecessário¹⁵ (...). Diga-se que, no caso das fortificações espanholas da fronteira com Portugal, o flanco secundário também é praticado, por exemplo, em Badajoz, quer nos baluartes que se adossaram à cerca velha (planta de 1679, de Francisco Domingo), quer na fortificação abaluartada construída de raiz a partir de 1690 (planta de 1698¹⁶, de Juan Muñoz de Ruesta).

Também Manoel de Azevedo Fortes, no seu *O Engenheiro Portuguez*, sublinha a influência da arte de fortificar holandesa em Portugal: (...) e na falice acclamação do Senhor Rey D. João IV, a que se seguiu a guerra com Castella, os Engenheiros, que nesta occasião passarão de França a Portugal, seguião o methodo Holandez, e por elle se delinearão as fortificaçōens das nossas Fronteiras, que se fabricarão já com a espada na mão; e pelo mesmo methodo se delineou a fortificação destas Cidades por Monsieur Gilot, Francez, a que assistio com seu voto o Sereníssimo Infante D. Theodosio inteligente nestas matherias¹⁷.

Fica, desde já, claro, que, quer a existência de um método holandês de fortificar quer a filiação de muitas das nossas fortificações seiscentistas nesse método, eram conclusões plenamente assumidas pelos nossos dois grandes tratadistas dos sécs. XVII e XVIII.



for following Fritach; and that of Padre Cláudio Francisco Milliet Dechales – Arte da Fortificação e da Defensa e Offensa das Praças (Paris, 1677) – which he considered a summary of the French, Dutch and Italian methods). He concedes that Tapia himself acknowledges that his charts are derived from Fritach: (...) and for the rest they follow Adan Fritag, in his first book of military architecture, which is in French, making the angle of the bulwark as close as possible to 90°, in polygons of six or more sides, because this angle provides the most defense¹³. Note that Freitags treatise was published in Holland (Leiden, 1631), in German (Tapia only refers to the edition in French (Paris, 1640), and that Tapia's treatise is dated 1644 (Brussels). He mentions also that Tapia has followed other masters of the Dutch School, especially Marolois, in the measurements and proportions of the curtains and faces of the bulwarks, for example. Tapia himself recognises that the fortification charts of the Dutch School were compiled first when in Escuela de Palas (Milan) he states that the treatise by Samuel Marolois (The Hague, 1614; Amsterdam, 1628 and 1644) was (...) one of the first to design fortifications geometrically calculating the angles using sine tables¹⁴. Pfeffinger comes to the same conclusion: The

Spanish fortification is almost the same as the Dutch, except for the second flank, which they judge unnecessary¹⁵ (...). It is said that, in the case of the Spanish fortifications on the border with Portugal, the secondary flank can also be found, for example, in Badajoz, be they in bulwarks which are back to back with the old wall (Francisco Domingo's plan of 1679), or the bulwarked fortification built from scratch and starting in 1690 (Juan Muñoz de Ruesta's plan of 1698)¹⁶.

Manoel de Azevedo Fortes, in his *O Engenheiro Portuguez*, also emphasises the influence of the Dutch art of fortification in Portugal: (...) and on the happy acclamation of our King D. João IV, which was followed by war with Castile, the engineers, who on this occasion came to Portugal from France, followed the Dutch Method and used it to trace the fortifications on our frontiers, which were built with sword in hand. By the same method the fortification of these cities was carried out by Monsieur Gilot, a Frenchman, who was greatly assisted by the favour of the Most Excellent Infante D. Theodosio who is knowledgeable in these matters¹⁷.

It is clear from the foregoing that both the existence of a Dutch method of fortification, and the debt owed to this method by many of the 17th century Portuguese fortifications, were both axiomatic to these two great Portuguese treatise writers of the 17th and 18th centuries.

2.6.1.2 COSMANDER, OS JESUÍTAS E A AULA DE FORTIFICAÇÃO DE ELVAS

Portugal enveredou pelo sistema italo-holandês de fortificação ao contratar, em 1642, João Paschasio Cosmander (Jan Ciermans, holandês natural de 's-Hertogenbosch¹⁸ ou Bois-le-Duc, ou Bolduc, onde nasceu em 1602). Este jesuíta, expulso da Companhia, em 1646, por trabalhar para Portugal durante a Guerra da Restauração, publicou as suas lições de Matemática em Antuérpia, no ano 1640 – *Disciplinae Mathematicae Traditae* –, onde se incluem capítulos sobre arquitectura militar¹⁹; através desta obra, Cosmander revela as suas referências – Simon Stevin (1548/9-1620)²⁰, Samuel Marolois (1572-1627) e Antoine de Ville (1596-1657)²¹ – que não contemplam qualquer teórico ou prático da Escola de Bruxelas/Lovaina, apesar de aí ter leccionado Matemática entre 1637 e 1641²². Foi neste ano que partiu para Lisboa, alegadamente para tomar o barco com destino à China, onde desejava trabalhar como missionário. Enquanto aguardava o embarque, ficou alojado no Colégio dos Jesuítas de Lisboa (Santo Antão)²³, onde ensinou Matemática, interessando D. João IV e o Príncipe D. Teodósio pela arte de fortificar. Em 1642 é contratado para inspecionar fortificações portuguesas e no princípio de 1643 já está no Alentejo. Sublinhe-se aqui o engenho e o dinamismo de Cosmander que, começando a trabalhar em Elvas em Fevereiro ou Março de 1643, as “suas” fortificações resistiram ao primeiro cerco espanhol de 1644, apesar de estarem apenas nos “princípios”, contando-se somente o Forte de Santa Luzia “em defesa”²⁴. Refira-se que, nesse ano, tropas holandesas, pagas, lutavam do lado de Portugal, enquanto que valões (belgas de origem latina) o faziam do lado da Espanha²⁵, reflectindo, curiosamente, a divisão política da Guerra dos Oitenta Anos.

Outro jesuíta que serviu a causa da Restauração foi o inglês Thomas Owen, ou Tomás Audueno, insigne matemático, nomeado como primeiro professor da Aula de Fortificação (Matemática) criada pelo Príncipe D. Teodósio de Bragança no Colégio dos Jesuítas de Elvas, em 1651²⁶, onde o ensino poderá ter começado em 1645²⁷. Diga-se que D. Teodósio era muito afeiçoadão aos Jesuítas – recebia conselho do Padre António Vieira – e tinha aprendido Matemática na escola do celebrado Cosmander²⁸, interessando-se depois pelas lições de Owen e debatendo com os alunos as questões postas durante as aulas²⁹. Aprendendo D. Teodósio com Cosmander – que aliás lhe fazia elogios, depois que entrara a lhe dar lição³⁰ –, tal terá ocorrido no Colégio dos Jesuítas de Lisboa até à contratação de Cosmander para trabalhar nas nossas fortificações³¹. Sobre o Príncipe, escreveu o Conde de Ericeira,



Retrato de Cosmander. Museu Militar do Forte de Santa Luzia
Portrait of Cosmander. Military Museum of the Fort of Santa Luzia

2.6.1.2 COSMANDER, THE JESUITS AND THE FORTIFICATION COURSE IN ELVAS

Portugal adopted the Italian-Dutch system of fortification when in 1642 it engaged João Paschasio Cosmander (Jan Ciermans, a Dutchman born in 1602 at 's-Hertogenbosch¹⁸ or Bois-le-Duc, or Bolduc). This Jesuit, expelled from the Society of Jesus, in 1646, for having worked for Portugal during the War of the Restoration, published his Mathematics lessons in Louvain (1640) and Antwerp (1650) – *Disciplinae Mathematicae Traditae* – which includes chapters on military architecture¹⁹. Cosmander reveals, directly or indirectly, his points of reference in this work – Simon Stevin (1548/9-1620)²⁰, Samuel Marolois (1572-1627) and Antoine de Ville (1596-1657)²¹ –, which do not disclose any theoretical or practical influence from the School of Brussels /

confirmando a sua vocação para as ciências e para as artes guerreiras, dizendo que a ciência a que mais se aplicou foi à matemática, em que teve por mestre ao Padre João Sciermans (...) e que as fortificações delineava perfeitamente³². No seguimento da sua partida para Elvas, a 2 de Novembro de 1651, para se juntar às tropas, na companhia de D. Luís de Portugal, Conde do Vimioso, e de D. João Nunes da Cunha – o que muito desagradou ao rei –, estabeleceu uma renda na Vedoria da Artilharia, no valor de 80\$000 réis, sendo 50 para sustento do professor da Aula de Fortificação e 30 para a aquisição de livros³³. No ano seguinte, em 1652, o Príncipe é nomeado Governador e Capitão-General das Armas de Todo o Reino, embora por curto período, já que morreu no ano seguinte vítima de tuberculose.

As aulas de fortificação então criadas assistia o General André de Albuquerque (de cavalaria) e demais militares da guarnição, e havendo necessidade que algumas sessões práticas se realizassem em sítio desafogado, a instrução fazia-se em dias determinados no baluarte do Casarão³⁴. O Padre Owen deu as suas lições até finais de 1652, tendo morrido no Colégio de Évora a 23 de Dezembro. Sucedeu-lhe o irlandês Hugo Colano, e em 1658, a cadeira de Matemática aplicada à fortificação era regida pelo sábio matemático e astrónomo, Valentim Estansel, da Morávia³⁵, a quem sucedeu, em 1665, o português António de Almeida³⁶. Depois deste último não se conhecem registos³⁷ que provem a continuação desta Aula de Fortificação dos Jesuítas que, não o esqueçamos, conseguiram entrar em Elvas depois de prolongada demanda e com a intercessão do próprio conde de S. Lourenço, Martim Afonso de Melo, Governador das armas do Alentejo, e amicíssimo da Ordem de S. Inácio³⁸, sendo o primeiro reitor um filho de Elvas, o Padre Miguel Tinoco, lente da universidade eborense³⁹. A ligação dos militares aos Jesuítas também se exercia pela existência, na igreja de Santiago, do Colégio, de uma capela da evocação de Santa Bárbara, com sacristia própria, da confraria do mesmo nome, do Regimento de Artilharia, que os militares reivindicaram em 1791, para continuação do culto, o que provavelmente não se verificava desde a expulsão da Companhia (1759) e a entrega dos seus bens à Mitra de Elvas. O Bispo veio a autorizar que a dita confraria tomasse posse, naquele mesmo ano, da sua capela⁴⁰.

Como se prova, os Jesuítas aderiram à Restauração com entusiasmo, e particularmente o núcleo de Évora, onde, na Aula de Matemática, se formarão muitos militares⁴¹. Se antes os padres da Companhia propagaram o sebastianismo, agora desdobravam-se em sermões, muitos deles consagrados à guerra, como o *Sermão das Preces quando o exército devia entrar em Castela*⁴², proferido em Elvas. Mesmo em termos financeiros, a Província de Portugal contribuía anualmente com cerca de 5.000 cruzados para as despesas da guerra, e alguns padres receberam altas tarefas de Estado, como António Vieira, enviado a

Leuven, in spite of his having taught mathematics there between 1637 and 1641²². It was in that year that he left for Lisbon, allegedly to sail from thence to China, where he wanted to work as a missionary. While awaiting departure, he stayed in the College of the Jesuits in Lisbon (Santo Antão)²³, where he taught mathematics, interesting D. João IV and the Prince Teodósio in the art of fortification. In 1642 he was engaged to inspect Portuguese fortifications and at the beginning of 1643 he was already in Alentejo. It is a testimony to Cosmander's ingenuity and dynamism that, although he did not start work in Elvas until February or March of 1643, "his" fortifications resisted the first Spanish siege of 1644, in spite of being just "first efforts", with only the Fort of Santa Luzia "in defense"²⁴. It should be noted that in that year, Dutch mercenaries fought on the side²⁵ of Portugal, while Walloons (Belgians of Latin origin) fought on the Spanish side reflecting, curiously, the political divisions of the Eighty Years' War.

Another Jesuit who served the Restoration cause was the Englishman Owen Thomas ("Thomas Audueno"), an eminent mathematician, named the first teacher of the Fortification Course (Mathematics) established in 1651²⁶ by Prince Teodósio of Braganza in the Jesuit College at Elvas, where teaching may have started in 1645²⁷. It is said D. Teodósio was very fond of the Jesuits – he received advice from Father António Vieira – and had learned mathematics at the school of the famous Cosmander²⁸ and later took an interest in Owen's lessons, discussing the issues with students during classes²⁹. As D. Teodósio learned with Cosmander – who praised him after he had started giving him lessons³⁰ – this took place in the Jesuit College in Lisbon until Cosmander's engagement to work on Portugal's fortifications³¹. The Count of Ericeira wrote about the Prince, confirming his vocation for science and for the arts of war, and saying that the science to which he most applied himself was mathematics, which he was taught by Father John Sciermans (...) and that he outlined the fortifications perfectly³². After he left for Elvas to join the troops on 2 November 1651, in the company of D. Luis of Portugal, Count of Vimioso, and of D. João Nunes da Cunha – about which the king was very unhappy – he left a bursary with the Auditor of Artillery, to the value of 80 réis, 50 for the maintenance of the teacher of the Fortification Course and 30 to buy books³³. The following year, in 1652, the Prince was appointed Governor and Captain-General of Arms for the Whole Kingdom, although he did not hold this post for long, dying the following year, a victim of tuberculosis.

Attendees at the fortification classes once they had been set up included General (of cavalry) André de Albuquerque and other soldiers of the garrison, and since some practice sessions had to be held in unencumbered places, instruction on certain days took place on the Casarão bulwark³⁴. Father Owen gave lessons until the end of 1652, and died in the College of Évora on 23 of December. The Irishman Hugo Colano succeeded him, and in 1658, the chair of Mathematics applied to fortification was held by the learned mathematician and astronomer Valentine Estansel, from Moravia³⁵, who was in turn succeeded in 1665 by the Portuguese António de Almeida³⁶. After this no records³⁷ are known evidencing the continuance of the Fortification Course by the Jesuits who, we should not forget, managed to be admitted to Elvas after

várias cortes europeias para, diplomaticamente, consolidar a Restauração⁴³. Também os Dominicanos pregaram em Elvas a favor da Restauração: Assim, o dominicano Lopo Soares, em Elvas e no início da campanha militar de 1643, dirige-se aos soldados em termos destinados a avivar-lhes essa mística messiânica que os levaria a empunhar armas contra Castela, afim de deter o exército invasor⁴⁴.

Mas do outro lado da fronteira, eram também os religiosos os grandes mestres da Matemática – ciência básica da fortificação moderna –, destacando-se os Jesuítas (Padre José de Zaragoza e Padre Jossé Cassani), em Madrid, no seu Colégio Imperial, ao mesmo tempo que uma aula de Matemática e Fortificação se desenvolvia no palácio do Marquês de Leganés. Outro religioso, mas oratoriano, Tomás Vicente Tosca (1651-1723), escreveu o *Compendio Mathemático*, publicado entre 1707 e 1715, com uma parte dedicada à arquitectura militar.

2.6.1.3 COSMANDER E O SEU TEMPO

2.6.1.3.1 A MATRIZ ITALIANA E O SEU DESENVOLVIMENTO NOS PAÍSES BAIXOS

A disputa dos territórios italianos pelas potências europeias, os conflitos internos entre cidades independentes e a crescente eficácia da artilharia no teatro de guerra, justificam historicamente o nascimento da arquitectura militar abaluartada em território italiano. Há quem defenda que o acontecimento catalizador das novas fortificações foi a utilização eficaz dos canhões na invasão imparável que Carlos VIII, da França, fez a Itália (1494-1495)⁴⁵; e que a autoria do baluarte, na forma pentagonal em que se veio a estabelecer definitivamente, se deve a Michele Sanmicheli (c. 1484-1559), corporizando-se no baluarte da Madalena (Verona, 1527). A matriz italiana – que já descrevemos com frentes que apresentavam, predominantemente, ângulos de flanco rectos e linha de defesa fixante, com flancos secundários – será desenvolvida nas Ilhas de Malta, a partir de 1530, e exportada para norte, sobretudo a partir de 1568, para os Países Baixos, onde uma guerra que se prolonga por 80 anos a desenvolverá, adaptando-a às características orográficas muito peculiares daquele território.

Em Itália eram contratados engenheiros para toda a Europa, forjando-se, na teoria dos tratados e na prática das construções, uma tradição que conjugava as experiências do Sul com as do Norte.

Independentemente da propriedade efectiva e da gestão político-militar das fortificações, onde o Império Habsburgo dominava, é legítimo distinguir a propriedade intelectual sobre esta verdadeira e ciclópica epopeia arquitectónica que tão bem caracterizou a Idade Moderna europeia. Para se ter uma ideia sobre a autoria dos projectos e da

prolonged requests and with the intercession of none other than the Count of S. Lourenço, Martim Afonso de Melo, Governor of Arms of the Alentejo, and intimate of the Order of St. Ignatius³⁸, and the first rector was a son of Elvas, Father Miguel Tinoco, who lectured at Évora University³⁹. The connection of the military to the Jesuits was also expressed in the College church of Santiago by a chapel dedicated to St. Barbara, with its own vestry, belonging to the eponymous brotherhood of the Artillery Regiment, and which the military claimed in 1791 in order to continue holding masses, which probably did not happen after the Jesuits were expelled in 1759 and their goods handed over to the See of Elvas. The Bishop authorized the said brotherhood to take possession, in that same year, of its chapel⁴⁰.

As it turned out, the Jesuits, in Portugal, enthusiastically supported the Restoration, particularly those residing in Évora, where many soldiers were taking the Mathematics Course⁴¹. Though the Jesuit fathers were already spreading Sebastianismo, they now redoubled their output of sermons, many of them devoted to war, such as the Sermon of Prayer for when the army entered Castile⁴², delivered in Elvas. Even in financial terms, the Province of Portugal contributed annually about 5,000 cruzeiros towards war expenditure, and some priests were entrusted with important state missions, such as António Vieira, sent to several European courts to consolidate the Restoration diplomatically. The Dominicans in Elvas also preached in favour of the Restoration⁴³. Thus the Dominican Lopo Soares, in Elvas at the beginning of the military campaign of 1643, addressed soldiers in terms calculated to kindle in them that messianic mysticism that would incite them to take up arms against Castile, to repel the invading army⁴⁴.

But on the other side of the border men of religion were also the great masters of Mathematics – the basic science of modern fortification – particularly the Jesuits (Father José of Zaragoza and Father Jossé Cassani) at the Imperial College in Madrid, while a Course in Mathematics and Fortification was being developed in the palace of the Marquis of Leganes. Another religious figure of a more rhetorical inclination was Tomás Vicente Tosca (1651-1723), who wrote the *Compendio Mathemático*, published between 1707 and 1715, with a part devoted to military architecture.

2.6.1.3 COSMANDER AND HIS TIMES

2.6.1.3.1 THE ITALIAN SYSTEM AND ITS DEVELOPMENT IN THE LOW COUNTRIES

The dispute between European powers over the Italian territories, the internal conflicts between independent cities and the growing effectiveness of artillery in the theatre of war, historically justified the birth of bulwarked military architecture on Italian territory. It has been argued that the catalyzing event for the new fortifications was the efficient use of cannons in the unstoppable

construção das fortificações, durante os reinados de Carlos V e de Filipe II, bastará dizer que dos 39 engenheiros que serviam o governo central, entre 1534 e 1560, 15 eram italianos, 10 holandeses, 3 alemães e só 1 era espanhol; durante a Guerra dos Oitenta Anos (1568-1648), mais de oitenta engenheiros italianos serviram a coroa espanhola⁴⁶.

A maioria das fortificações ordenadas pela Casa de Áustria nos Países Baixos⁴⁷, a partir de meados do séc. XVI, teve projectos de engenheiros italianos (Giovanmaria Olgiati, Francesco Tebaldi, ou Paciotto), por sua vez dirigidos, durante mais de quinze anos, por outro italiano, Donato Bono, Engenheiro-Mor do imperador. A construção propriamente dita esteve a cargo de engenheiros também italianos e dos Países Baixos (nomeadamente de Sebastián e Jacques van Noyen)⁴⁸. Entre as cidades fortificadas ex novo podemos referir Marienbourg (Donato Bono, i. 1540), Hesdinfort (Sebastián van Noyen, i. 1553), Charlemont e Philippeville (Sebastián van Noyen, i. 1555). Outras fortificações importantes foram as cidadelas, em cidades revoltosas, de que podemos referir Gant e Cambrai, com projectos de Donato Bono, Amberes, com projecto de Paciotto, servindo também de modelo para Groningen, Coevorden e Maastricht (fortificação pentagonal regular com ângulos de flanco rectos, flanqueados de cerca de 75º, faces dos baluartes com 2/3 do comprimento das cortinas, fosso e caminho coberto)⁴⁹. Como se pode verificar, na segunda metade do séc. XVI, nos Países Baixos espanhóis, quer nos projectos, quer na execução, quer na coordenação, a maioria dos engenheiros era de nacionalidade italiana ou dos próprios Países Baixos.

Já no séc. XVII, conhecem-se projectos datados de 1617, da autoria de Guil Flamaen, para Grol e Dama, onde se representam fortificações muito regulares, com falsas-bragas, revelins e caminhos cobertos com parapeitos em redente. Desta fase da Escola de Bruxelas, o espanhol mais conhecido é Juan de Santans y Tapia, considerado o autor del que podríamos considerar el tratado español verdaderamente importante de este siglo⁵⁰, muito embora, como já referimos atrás, Luís Serrão Pimentel considere que este tratado não apresenta novidade, seguindo Freitag. De facto, as fortificações na Flandres têm assinaturas predominantemente flamengas. A Salomon van Es se deveram os projectos mais importantes entre 1654 e 1684, como Namur e Charleroi, por exemplo. Mesmo fora da Flandres, engenheiros daquela região, como Fernando e Carlos de Grunemberg, trabalharam na fronteira com Portugal (desenharam os Fortes de Goyán, La Guardia e Manterrey, na Galiza) e na Sicília (Mesina). Estes projectos apresentam características da primeira fase da Escola de Bruxelas: extensas falsas-bragas e caminhos cobertos com redentes, tal como para Grol e Dama.

Este facto surpreendente, de não serem espanhóis os autores da maioria das suas próprias fortificações (o que aconteceu, *mutatis mutandis*, com

invasion of Italy by Charles VIII of France in 1494-1495⁴⁵; and that the initiator of the bulwark, in the pentagonal form which came to be definitively adopted, was Michele Sanmicheli (c. 1484-1559), who incorporated it in the Madalena bastion (Verona, 1527). The Italian system of fortifications, progenitor of all others, came to be characterized by fronts with, predominantly, right-angled flanks, fachant line of defense and second flanks. This geometric system was developed on the Maltese islands from 1530, and was also exported to the north, particularly, from 1568, to the Low Countries, where it was developed in a war that continued for 80 years, adapting to the characteristic orographic peculiarities of that territory.

In Italy engineers were engaged for the whole of Europe, forging theoretically in treatises and practically in the building work itself, a tradition that combined the experiences of the South with the North. Regardless of effective ownership and of the political and military management of fortifications, in which the Habsburg Empire dominated, it is legitimate to distinguish the intellectual property in this truly Herculean architectural epic which so neatly characterized the Modern Age in Europe. To give an idea about the authorship of projects and the construction of fortifications, during the reigns of Charles V and Philip II, suffice to say that of the 39 engineers who served the central government between 1534 and 1560, fifteen were Italians, ten Dutch, three Germans and only one was Spanish; during the Eighty Years' War (1568-1648), more than eighty Italian engineers served the Spanish crown⁴⁶.

Most fortifications ordered by the House of Austria in the Low Countries⁴⁷ by the middle of the 16th century were projects by Italian engineers (Giovanmaria Olgiati, Francesco Tebaldi, or Paciotto), who in turn were directed for over fifteen years by another Italian, Donato Bono, Engineer-in-Chief to the emperor. The construction properly so called was in the charge of Italian engineers and some from the Low Countries (particularly Sebastian and Jacques van Noyen⁴⁸). Among the cities fortified ex novo we may mention Marienbourg (Donato Bono, begun 1540), Hesdinfort (Sebastian van Noyen, begun 1553), Charlemont and Philippeville (Sebastian van Noyen, begun 1555). Other major fortifications were the citadels in rebellious cities: we may mention Ghent and Cambrai, planned by Donato Bono, Amberes, planned by Paciotto, serving also as a model for Groningen, Coevorden and Maastricht (regular pentagonal fortification with right-angled flanking angles, flanked at about 75º, with bulwark faces about 2/3rds the length of curtains, ditch and covered way)⁴⁹. As can be seen, in the second half of the 16th century in the Spanish Low Countries, whether in planning, execution or in coordination, most engineers were of Italian nationality or native to the Low Countries.

In the 17th century, projects dating from as early as 1617 are recorded, done by Guil Flamaen for Grol and Dama, showing very regular fortifications, with fausses-brayes, ravelins and covered ways with redan parapets. From this phase of the Brussels School, the best known Spaniard is Juan de Santans y Tapia, considered the author of what we may regard as the really important Spanish treatise of this century⁵⁰, even though, as mentioned above, Luis

as fortificações portuguesas da Restauração), levou Christopher Duffy a considerar que eles (...) were quite unable to “institutionalise” their experience of fortress warfare⁵¹. Refere este autor que Filipe IV se queixava da falta de gosto dos Espanhóis para servirem na artilharia e que, em 1637, prometia títulos de nobreza para os especialistas estrangeiros que quisessem servir no exército dos Países Baixos. Aliás, a própria Cátedra de Mathemáticas y Arquitectura Militar, criada por Filipe II em Madrid (1582), encerrou em 1625, restando apenas uma aula de fortificação no Colégio de Santo Isidro, na mesma cidade⁵². Na falta de engenheiros militares formados para esse fim, a Espanha viu-se forçada a雇用 homens de religião com conhecimentos científicos e técnicos, havendo um registo de cerca de 151, entre 1600 e 1675, dos quais Duffy destaca Roldan, Isasi, Camosa e Lafalla. Até para a Península eram requisitados, de Bruxelas (em 1624, 1637 e 1646), engenheiros dos Países Baixos, como Abraham Melin, Pierre Goins, Pierre Baes e Jacques de Beste, bem como mineiros, em 1639, e artilheiros, em 1644⁵³.

Um bom indicador para avaliar a capacidade das nações neste domínio, no período em questão, foi a fortificação das Ilhas de Malta (1530-1798) perante a ameaça turca. Malta veio a constituir um laboratório internacional onde pode ser aferida a participação das várias nações e escolas. A contabilidade feita sobre as listas publicadas por Alison Hoppen, em *The Fortifications of Malta by the Order of St. John (1530-1798)*, dá-nos uma ideia de quem, de facto, ajudou tecnicamente os Hospitalários a levantar as fortificações⁵⁴:

- Engenheiros visitantes contratados: 35, sendo 19 italianos, 14 franceses, 1 sueco e 1 flamengo; destes engenheiros, só 5 estavam ao serviço do rei de Espanha e eram todos italianos, registando-se mais 2, também italianos, ao serviço do Vice-rei da Sicília.
- Engenheiros consultados no exterior: 34, sendo 17 italianos, 15 franceses e 2 espanhol; 9 destes engenheiros consultados serviam a Espanha mas só dois eram espanhóis (Juan Nartin Zermeño e Juan de Garay).
- Engenheiros residentes: 12, sendo 5 italianos, 4 franceses, 2 malteses e 1 alemão.
- Cômputo geral: 41 italianos, 33 franceses, 7 de outras nacionalidades.

Relativamente a construções mais tardias, o Fort Manoel (que tomou o nome do Grão Mestre português que o financiou, Manoel de Vilhena) foi construído entre 1723 e 1755, com planos de René Jacques de Tigné – também autor do Fort Tigné, construído em 1792 –, com algumas modificações introduzidas por Charles François de Mondion.

Pimentel Serrão considers that this treatise contains nothing new, but merely follows Freitag. Indeed, the fortifications in Flanders are mainly the work of Flemings. Salomon van Es was responsible for the major projects between 1654 and 1684, Namur and Charleroi, for example. Even outside of Flanders, engineers in the region, such as Fernando and Carlos de Grunemberg, worked on the Portuguese border – they designed the Goyán, La Guardia and Manterrey forts – and in Sicily (Messina). These projects are characteristic of the first phase of the Brussels School: extensive fausses-brayes and covered ways with redans as with Grol and Dama.

This surprising fact, that Spaniards did not create the majority of their own fortifications (as happened, mutatis mutandis, with the fortifications of the Portuguese Restoration), led Christopher Duffy to believe that they (...) were quite unable to “institutionalise” their experience of fortress warfare⁵¹. This author mentions that Philip IV complained of Spaniards' lack of appetite for serving in the artillery and that in 1637, he promised titles of nobility to the foreign experts who wanted to serve in the army of the Low Countries. Moreover, the very Chair of Mathematics and Military Architecture created in 1582 by Philip II in Madrid closed in 1625, leaving only one fortification course in the city, at the College of Santo Isidro⁵². In the absence of military engineers trained for this purpose, Spain found itself forced to employ men of religion with scientific and technical knowledge, of which about 151 are recorded between 1600 and 1675. Of these Duffy highlights Roldan, Isasi, and Camosa Lafalla. They were sought out and came to the Peninsula from Brussels (in 1624, 1637 and 1646), as well as engineers from the Low Countries such as Abraham Melin, Pierre Goins, Pierre Baes and Jacques de Beste, and also miners in 1639, and artillerymen in 1644⁵³.

For assessing the capacity of nations in this area in the period in question, a good indication is given by the fortification of the islands of Malta (1530-1798) in the face of the Turkish threat. Malta became an international laboratory that witnessed the participation of several nations and schools. An examination of the lists published by Alison Hoppen, in *The Fortifications of Malta by the Order of St. John (1530-1798)*, gives us an idea of who in fact helped the Hospitallers technically in raising the fortifications⁵⁴:

- Visiting engineers engaged: 35, of which 19 were Italians, 14 French, one Swedish and one Flemish; of these engineers, only five were in the service of the king of Spain and those were all Italians, while two more, also Italians, were in the service of the Viceroy of Sicily.
- Engineers consulted abroad: 34, of which 17 were Italians, 15 French and two Spanish; nine of these consulting engineers served Spain but only two were Spanish (Juan Nartin Zermeño and Juan de Garay).
- Resident engineers: 12, of which five were Italians, four French, two Maltese and one German.
- Totals: 41 Italians, 33 French, 7 other nationalities.

As for later constructions, Fort Manoel (which was given the name of the Portuguese Grand Master who financed it, Manoel de Vilhena) was built between 1723 and 1755, with plans by René Jacques de Tigné – he also designed Fort Tigné, built in 1792 – with some modifications inserted by Charles François de Mondion.

2.6.1.3.2 O SISTEMA DE FORTIFICAÇÃO DAS LIÇÕES DE COSMANDER

O *Disciplinae Mathematicae Traditae*, de Ioanne Ciermans, não é, nas lições em que trata especificamente a arquitectura militar (*Aprilis Hebdomas Prima* e *Aprilis Hebdomas Secunda*) – umas escassas 11 páginas –, um tratado de fortificação. São lições que terá composto durante a sua actividade docente (que inicia em 1624), muito provavelmente a partir do momento em que foi encarregado da cadeira de Matemática em Lovaina (1637-1641), a julgar pelo ano da publicação nesta cidade (1640) e pela indicação, no frontispício da obra, de que o autor era professor de matemática (*Matheseos Professore*). A Biblioteca Nacional de Portugal tem duas edições, uma de Lovaina (1640) e outra de Antuérpia (1650), cidade onde também foi professor de Matemática, depois da sua ordenação (1634).

As duas lições sobre arquitectura militar (que não esgotam a temática militar da obra, diga-se) encontram-se subdivididas pelos seguintes capítulos: *Aprilis Hebdomas Prima* (Argumento; Objectivo das fortificações; Medida; Fortificações de cortina; Baluartes; Espessura das fortificações; Ângulos; Simetria das partes; Problemas); *Aprilis Hebdomas Secunda* (Argumento; Falsabraga; Fosso; Declive dos fossos; Baluartes truncados; Caminho coberto; Obras cornudas e coroadas; Simetria de fossos e trincheiras; Problemas; Linha de combate; Problemas).

Nestas lições – exclusivamente textuais – são defendidas algumas opções que se enquadram na tradição italo-holandesa; assim:

a) Defende o ângulo flanqueado recto, em geral, e para o seu cálculo, num polígono de 12 lados (caso aplicável em Elvas), a fórmula é exactamente igual à de Marolois, variando muito ligeiramente para o caso de outras figuras:

Dos ângulos com que apontamos as armas ao inimigo, o primeiro é o ângulo recto. Houve, durante muito tempo, uma acesa disputa entre esse e o ângulo obtuso. Não tão disputado, mas assim prevaleceu igualmente sobre o ângulo mais débil, o agudo. É tão importante poder atacar o inimigo do maior número de posições possível, que, de bom grado, se deve abdicar de alguma da capacidade e da firmeza do ângulo. (...) Melhor fazem aqueles que para darem às figuras esse 1/12 dos lados, dividem o ângulo em dois e acrescentam 15º (...).

(*Aprilis Hebdomas Prima: Ângulos*)



Capa da obra de Cosmander:
Disciplinae Mathematicae Traditae
(1640)
Frontispiece of Cosmander's work:
Disciplinae Mathematicae Traditae
(1640)

2.6.1.3.2 THE SYSTEM OF FORTIFICATION AS TAUGHT BY COSMANDER

The *Disciplinae Mathematicae Traditae*, by Ioanne Ciermans, is not, in the passages specifically devoted to military architecture (*Aprilis Hebdomas Prima* and *Aprilis Hebdomas Secunda*) – a mere 11 pages – a treatise on fortification. It consists of lessons that he would have prepared during his period as a teacher (which began in 1624), very probably from the time he occupied the chair in Mathematics at Leuven (1637-1641), to judge from the year, 1640, that it was published in that city and from the statement in the frontispiece that the author was a professor of mathematics (*Matheseos Professore*). The National Library of Portugal has two editions, one from Leuven (1640) and the other from Antwerp (1650), a city where he was also a professor of mathematics, from 1634.

Cálculos:

Ângulo interno do polígono = $[(N.^o \text{ de lados do polígono} - 2) \times 180^\circ]$:
n.^o de ângulos do polígono
Ângulo flanqueado = $[(ângulo \text{ interno do polígono} : 2) + 15^\circ]$
Num dodecágono, o ângulo interno é de 150° ($12 - 2 = 10 \times 180^\circ = 1800^\circ : 12 = 150^\circ$); metade deste ângulo ($150^\circ : 2 = 75^\circ$) mais 15° dá um ângulo recto.

Marolois diz exactamente a mesma coisa, nas suas tábuas, para o cálculo dos ângulos flanqueados a partir dos polígonos de 12 lados:

Moitié des angles des Polygones ($150^\circ : 2 = 75^\circ$); *Adjoustez à iceux* 15° ($75^\circ + 15^\circ = 90^\circ$).

b) Defende o ângulo de flanco recto

O ângulo recto do baluarte deve ainda unir o flanco o melhor possível com a cortina. (Aprilis Hebdomas Prima: Fortificações de cortina)

Também Marolois desenvolve a sua tábuia de fortificar partindo de um elemento fixo: (...) *ayant l'Angle des Boulevarts droict.*

c) Cortinas

Cosmander estabelece 700 pés como valor máximo do seu comprimento, ou seja, $700 \times \text{Pé de Rinthlanda}$ ($0,305 \text{ m}$) = $213,5 \text{ m}$. Vejamos com que argumento: *Que esse espaço não vá além dos 700 pés para que a cortina – que serve de guarda às outras partes – não fique ela própria desprovida de guarda das restantes.* (Aprilis Hebdomas Prima: Fortificações de cortina)

No fundo, o que Cosmander está a dizer é que o comprimento da linha de defesa (a distância do tiro eficaz do mosquete) não pode ser superior àquele valor; a prová-lo, veja-se o que afirma noutra parte do texto: (...) *edificaremos todas as fortificações com tal dimensão e a tal distância de forma a admitir todas as potencialidades das armas menores e das máquinas manuais* (...), ou seja, dos mosquetes. (Aprilis Hebdomas Prima: Medida)

Para Marolois, o valor das cortinas (nos polígonos regulares) é constante (36 vergas = $133,85 \text{ m}$), mas a *Ligne de defense* fichante varia das 60,80 vergas às 61,66, ou seja, dos $226,05 \text{ m}$ aos $229,25 \text{ m}$; ora estes valores e o de Cosmander são muito aproximados (uma diferença de $12,55 \text{ m}$), tendo em conta que o valor do pé a considerar altera os cálculos (tomamos sempre o de Rinthlanda – $0,305 \text{ m}$ – que Luís Serrão Pimentel defende como mais usual na Holanda daquele tempo).

d) Opta pela linha de defesa fixante

Deduz-se pela seguinte passagem: *Visto que a nossa intenção é construir a face dos baluartes de forma a que possa receber auxílio não apenas do seu*

The two lessons on military architecture (that do not exhaust the military content of the work) are sub-divided into chapters as follows: Aprilis Hebdomas Prima (Discussion; Objective of fortifications; Measurements; Curtain fortifications; Bulwarks; Thickness of the fortifications; Angles, Symmetry of the parts; Problems); Aprilis Hebdomas Secvnda (Discussion; Fausse-braye; Ditch; Slope of ditches, Truncated bulwarks; Covered way; Horn-and crownworks; Symmetry of ditches and trenches; Problems; Combat line; Problems).

In these lessons – consisting of text only – he advocates certain options that belong to the Italian-Dutch tradition, such as:

a) Defense of the 90° flanked angle in general, and the formula for calculating it in a 12-sided polygon (as is the case of Elvas) is exactly the same as that of Marolois, and varies very slightly for other geometric forms.

Of the angles from which we direct our weapons at the enemy, the first is the right angle. For a long time there was a heated dispute between the merits of that and obtuse angle. After a less intense dispute it also prevailed over the weakest angle, the acute. It is so important to be able to attack the enemy from the largest possible number of positions, for which we must willingly give up some of the capacity and the strength of the angle. (...) They do better who, to give the figures this $1/12$ of the sides, divide the angle in two and add 15° (...).

(Aprilis Hebdomas Prima: Angles)

Calculations:

Internal angle of the polygon = $[(\text{No. of sides of the polygon} - 2) \times 180^\circ] / \text{no. of angles of the polygon}$

Flanked angle = $[(\text{internal angle of the polygon} / 2) + 15^\circ]$

In a dodecagon, the internal angle is 150° ($12 - 2 = 10 \times 180^\circ = 1800^\circ / 12 = 150^\circ$); half of this angle ($150^\circ / 2 = 75^\circ$) plus 15° gives a right angle.

Marolois says exactly the same thing, in his tables, for the calculation of flanked angles from 12-sided polygons:

Moitié des angles des Polygones ($150^\circ / 2 = 75^\circ$); *Adjoustez à iceux* 15° ($75^\circ + 15^\circ = 90^\circ$).

b) Defense of a 90° curtain angle

The right angle of the bulwark must also give the flank the best possible connection to the curtain. (Aprilis Hebdomas Prima: Curtain fortifications)

Marolois also develops his tables of fortification from the basis of a fixed element: (...) *ayant l'Angle des Boulevarts droict.*

interior mas também da parte da cortina (...). (Aprilis Hebdomas Prima: Simetria das partes)

Ora só há uma forma da face de um baluarte ser flanqueada a partir da cortina: haver um flanco secundário, ou seja, a linha que parte do vértice do baluarte e assenta na face, atinge a cortina muito antes da sua união com o flanco do baluarte oposto.

e) Fossos, falsa braga, contra-escarpa e caminho coberto
Defende a construção de falsas bragas – (...) tê-la-á a cidade perfeita, à qual nada falta – com o objectivo de (...) atacar o inimigo com um golpe horizontal mais certeiro (...), ou seja, apontando a sua artilharia horizontalmente para o caminho coberto que está do outro lado do fosso. (Aprilis Hebdomas Secvnda: Falsa braga)

Relativamente à utilização da água, só advoga a sua utilização quando o inimigo apresente vantagem em número, de contrário, prefere o fosso seco para que (...) em caso de sortida, se possa, mais vezes, perturbar/dispersar as tentativas inimigas. (Aprilis Hebdomas Secvnda: Fosso)

Quanto à contra-escarpa:

Em regra, porém, devemos traçá-la a todo o perímetro do baluarte e da cortina, de forma a ficar paralela à face do baluarte, se estenda ao longo da cortina o suficiente para ficar dentro do lado exterior do polígono (...). E após a contra-escarpa segue-se a construção do caminho coberto. (Aprilis Hebdomas Secvnda: Declive do fosso)

f) Revelins

Defende, com algumas ressalvas, a construção de revelins, sendo que, nas figuras regulares, devem ser desenhados de tal forma que O seu vértice se estenda até ao ponto em que termina o triângulo equilátero traçado sobre a cortina (...); admite, ainda, outras formas de desenho. (Aprilis Hebdomas Secvnda: Baluartes truncados)

g) Obras cornudas e coroas

Defende a sua construção (...) a uma distância de cerca de 60 varas do fosso (...), e admite várias configurações, embora refira que Outras, que merecem a nossa preferência, mostrem os lados paralelos e perpendiculares à cortina. Não é o caso da obra coroa de Elvas, o que reforça a sua atribuição a Nicolau de Langres. (Aprilis Hebdomas Secvnda: Obras cornudas e obras coroas)

Conclusão

Destas lições de Cosmunder deduz-se uma configuração geométrica das frentes que se integra na tradição italo-holandesa:

- Ângulos de flanco rectos
- Ângulos flankeados preferencialmente rectos

c) Curtains

Cosmunder sets 700 feet as the maximum length for these, that is, $700 \times$ Rinthlanda foot (0.305 m) = 213.5m. His argument is as follows: This should not extend beyond 700 feet lest the curtain – which serves to guard the other parts – be itself left unguarded by these. (Aprilis Hebdomas Prima: Curtain fortifications)

Basically, what Cosmunder is saying is that the length of the line of defense (the effective range of musket shot) should not be greater than this figure; this is evidenced by what he says elsewhere in the text: (...) Let us build all fortifications to such a size and at such a distance so as to allow their full potential to smaller weapons and hand-operated machinery (...), that is, muskets. (Aprilis Hebdomas Prima: Measurement)

For Marolois, the length of curtains (in regular polygons) is constant (36 verges = 133.85 m), but the Ligne de deffense fichante varies between 60.80 and 61.66 verges, that is, 226.05 m and 229.25 m; these figures are close to Cosmunder's (a difference of 12.55 m), bearing in mind that the length of the foot used alters the calculation (we always adopt the Rinthlanda foot – 0.305 m – that Luís Serrão Pimentel argues was the most common in Netherlands at that time).

d) He opts for a fichant line of defense

We may conclude this from the following passage: Since our intention is to build the face of the bulwarks so that it can receive aid not only from inside but also from the curtain (...). (Aprilis Hebdomas Prima: Symmetry of the parts)

Now there is only one way in which the face of a bulwark can be flanked from the curtain: by having a side flank, that is, the line drawn from the point of the bulwark towards the face, reaching the curtain at a point long before it joins the flank of the opposite bulwark.

e) Ditches, fausse-braye, counterscarp and covered way

He advocates constructing fausses-brayes – (...) they will make the city perfect, with nothing lacking – with the aim of (...) attacking the enemy with a surer blow, struck horizontally (...), that is, pointing their artillery horizontally towards the covered way on the other side of the ditch. (Aprilis Hebdomas Secvnda: Fausse-braye)

As to the use of water, he advocates it only when the enemy has the numerical advantage; otherwise, he prefers a dry ditch so that (...) we can, in most cases, engage in sorties to disturb / disperse the enemy's attempts. (Aprilis Hebdomas Secvnda: Ditch)

As to the counterscarp:

As a rule, however, we must lay it out along the entire perimeter of the bulwark and the curtain so that it is parallel to the face of the bulwark,

- Linha de defesa fixante, logo, com flancos secundários
- Cálculo do ângulo flanqueado, a partir do ângulo interno do polígono, semelhante à fórmula de Marolois.

2.6.1.3.3 COSMANDER E OS TRATADOS PUBLICADOS ATÉ 1640

Não sendo Cosmander um engenheiro militar de profissão, de cuja experiência exumasse teoria, mas um homem de religião – um jesuíta – que sabia Matemática e Geometria, ou seja, as ciências básicas para a arte de traçar fortificações modernas, foi certamente influenciado pelo seu tempo e sobretudo pelo que acontecia nos Países Baixos. Essa influência derivou certamente das fortificações propriamente ditas que então se construíam na sua conturbada região (que não eram substancialmente diferentes em todo o território dos Países Baixos, embora fossem de invenção holandesa, segundo Duffy⁵⁵) e dos tratados disponíveis. Sobre este último aspecto, e sem pretender esgotar todas as possibilidades, os tratados mais importantes editados nos finais do séc. XVI e primeira metade do séc. XVII – até à edição, em Antuérpia, no ano 1640, das lições de Cosmander – *Disciplinae Mathematicae Traditae* –, onde poderia ter estudado para as suas lições e onde se poderia ter inspirado para a realização da sua obra edificada em Portugal, foram (para além dos italianos⁵⁶, que se assumem, globalmente, como a grande matriz da arquitectura abaluartada):

– Espanha

ROJAS, Christoual de – *Teorica y practica de fortificacion, conforme las medidas y defensas destos tiempos, repartida en tres partes*, Luis Sanchez, Madrid, 1598⁵⁷.

– França

BAR-LE-DUC, Jean Errard de – *La fortification réduite en art et démonstrée*, Paris, 1594.
DE VILLE, Cavaleiro Antoine – *Les fortifications du Chevalier Antoine De Ville*, Philippe Borde, Alton, 1640. (Uma primeira edição por Irene Barlet, Lyon, 1628)

– Alemanha

SPECKLE, Daniel – *Architectvra Von Vestungen* (Arquitectura das Fortalezas), Bernhart Jobin, Strassburg, 1589.

– Holanda

STEVIN, Simon – *De Sterctenbovwing* (A Arte da Fortificação), François van Ravelen, Leyden, 1594.
MAROLOIS, Samvel – *Oevres Mathematicques Trajetant de la Geometrie et Fortification*, Chez Guillaume Iansson Caesius, Amsterdam, 1628. (A primeira edição terá ocorrido em Haia, por Henrik Hondius, a partir

extending far enough along the curtain to stay within the outer side of the polygon (...). And after the counterscarp there follows the construction of the covered way. (Aprilis Hebdomas Secvnda: Slope of the ditch)

f) Ravelins

He advocates, with some reservations, the construction of ravelins, and that regular shapes should be designed so that Its apex is extended to the point equivalent to that obtained by constructing an equilateral triangle on the curtain (...); however, he acknowledges other possible designs. (Aprilis Hebdomas Secvnda: Truncated bulwarks)

g) Hornworks and crownworks

He advocates building these (...) at a distance of about 60 varas (yards) from the ditch (...), and allows several possible layouts, though he states that Others that we approve of have their sides parallel and perpendicular to the curtain. This is not the case with the Elvas crownwork, which supports the view that attributes it to Nicolau de Langres. (Aprilis Hebdomas Secvnda: Horn- and crownworks)

Conclusion

From Cosmander's teaching we may derive a geometric layout of the walls that we can place in the Italian-Dutch tradition:

- 90° curtain angles
- Flanked angles preferably of 90°
- Fichant line of defense, hence with second flanks
- Calculation of the flanked angle from the internal angle of the polygon, in a similar manner to Marolois's formula.

2.6.1.3.3 COSMANDER AND THE TREATISES PUBLISHED UP TO 1640

Cosmander, not being by profession a military engineer, on whose experiences a theory could be built, but a man of religion – a Jesuit – who knew Mathematics and Geometry, the sciences underpinning the art of laying out modern fortifications, was certainly influenced by his time and especially by what happened in the Low Countries. That influence certainly derived from the fortifications properly so called which were then being built in his turbulent region (which did not substantially differ throughout the territory of the Low Countries, although they were of Dutch invention, according to Duffy⁵⁵) and the available treatises. On this aspect, and without claiming to have exhausted all possibilities, here is a list of the most important treatises that appeared at the end of the 16th century and in the first half of the 17th century up to 1640 when Cosmander's lessons – *Disciplinae Mathematicae Traditae* – were published in Louvain, where he could have studied for his lessons and where he could have been inspired to create the work that he eventually realized in Portugal (omitting those by Italians⁵⁶, which are, taken together, the source work for bulwarked architecture):

de 1614, havendo uma edição, também em francês, publicada pelo mesmo editor, datada de 1615, intitulada *Fortification ou Architecture militaire tant offensive que defensive e que constitui a quarta parte das Oevvres.*)

FREITAG, Adam – *Architectura militaris nova et aucta, oder Neue vermehrte Fortification, von Regular Vestungen und Aussen wercken, von praxi Offensivâ und Defensivâ*, Amesterdão, 1631; (versão francesa: *L'Architecture militaire, ou la Fortification nouvelle, augmentée et enrichie de forteresses régulières, irrégulières et de dehors, le tout à la pratique moderne, par Adam Fritach*, Leiden, 1635).

Vejamos então que pontos de contacto poderão existir entre estes tratados e a obra de Cosmander em Elvas:

a) Cristóbal de Rojas (1555-1614) nasceu em Toledo e trabalhou, sob a orientação de Juan de Herrera, na construção do El Escorial. Exercendo, mais tarde, a sua actividade de arquitecto em Sevilha, foi contratado por Tiburcio Spannocchi (1541-1606)⁵⁸ (responsável pelas fortificações no reinado de Filipe II) como engenheiro militar, no ano de 1586, desenvolvendo, a partir de então, grande actividade nesta área. Construiu e reformulou muitas fortificações na Península Ibérica, na Bretanha e em África, das quais a mais importante foi Cádiz. Regressado da Bretanha, foi durante a sua estada em Madrid, nos anos de 1596/7, em que lecionou na Cátedra de Matemáticas, que terminou o que viria a ser o primeiro tratado de arquitectura militar editado em Espanha, já no ano seguinte: *Teorica y practica de fortificacion (...)*. Morreu, de doença epidémica, na sequência de uma expedição militar ao Norte de África (Mármora).

No seu tratado, o Capitão Cristóbal de Rojas começa por considerar que *tres cosas han de concurrir* para levantar uma fortificação: a Matemática (Geometria Euclidiana), a Aritmética e o conhecimento muito pormenorizado do sítio⁵⁹; como se vê, nada de valores formais ou estéticos são aqui chamados, já nos finais do séc. XVI. Como autores de referência que escreveram *muy doctamente*, dá exemplo de Carlo Teti e de Geronimo Catanio⁶⁰, alertando para o facto de que se escrevessem nos finais do séc. XVI teriam que reformular as dimensões que propõem para as frentes (de 750 para os seus 360 pés), uma vez que a defesa se faz agora a tiro de mosquete e de arcabuz e não através da artilharia, como equacionavam os autores italianos⁶¹. Relativamente à sua proposta de constituição das frentes, quer para as figuras regulares que trata (do triângulo ao heptágono), quer para as irregulares (onde se demora apenas 5 folios, no Capítulo VI da Segunda Parte, tratando de linhas, casas, fortes de campanha e fortificações com frentes de água), a sua proposta é constante nas figuras regulares e na maioria das irregulares: frentes com baluartes de flancos curtos, com orelhões acasamatados e linhas de defesa rasantes de 600 pés (198 m), com faces de dimensões

– Spain

ROJAS, Christoual de – *Teorica y practica de fortificacion, conforme las medidas y defensas destos tiempos, repartida en tres partes, Luis Sanchez, Madrid, 1598*⁵⁷.

– France

BARLEDUC, Jean Errard de – *La fortification réduite en art et démonstrée*, Paris, 1594.

DE VILLE, Cavaleiro Antoine – *Les fortifications du Chevalier Antoine De Ville, Philippe Borde, Alton, 1640. (A first edition by Irene Barlet, Lyon, 1628)*

– Germany

SPECKLE, Daniel – *Architectura Von Vestungen (Fortress Architecture)*, Bernhart Jobin, Strasbourg, 1589.

– Netherlands

STEVIN, Simon – *De Sterctenbouwing (The Art of Fortification)*, Françoys van Ravelen, Leyden, 1594.

MAROLOIS, Samvel – *Oevres Mathematicques Trajetant de la Geometrie et Fortification*, Chez Guillaume lanson Caesius, Amsterdam, 1628. (The first edition had appeared in the Hague, by Henrik Hondius, from 1614, and there was also a French edition from the same publisher, dated 1615 and entitled *Fortification ou Architecture militaire tant offensive que defensive which made up the fourth part of the Oevres.*)

FREITAG, Adam – *Architectura militaris nova et aucta, oder Neue vermehrte Fortification, von Regular Vestungen und Aussen wercken, von praxi Offensivâ und Defensivâ*, Amesterdão, 1631, (French version: *L'Architecture militaire, ou la Fortification nouvelle, augmentée et enrichie de forteresses régulières, irrégulières et de dehors, le tout à la pratique moderne, par Adam Fritach*, Leiden, 1635).

Let us see then what points of contact might exist between these treatises and the work of Cosmander in Elvas:

a) Cristóbal de Rojas (1555-1614) was born in Toledo and worked under the guidance of Juan de Herrera in the construction of El Escorial. Later, as an architect in Seville, was engaged in 1586 by Tiburcio Spannocchi (1541-1606⁵⁸) (in charge of fortifications in the reign of Philip II) as a military engineer, and from then on was very active in this area. He built and readapted many fortifications on the Iberian Peninsula, in Brittany and in Africa, the largest of which was Cadiz. On his return from Brittany, it was during his stay in Madrid, in 1596/7, that he held the Chair of Mathematics, completed what would be the first treatise on military architecture published in Spain, published the following year: *Teorica y practica de fortificacion (...)*. He died in an epidemic following a military expedition to North Africa (Mármora).

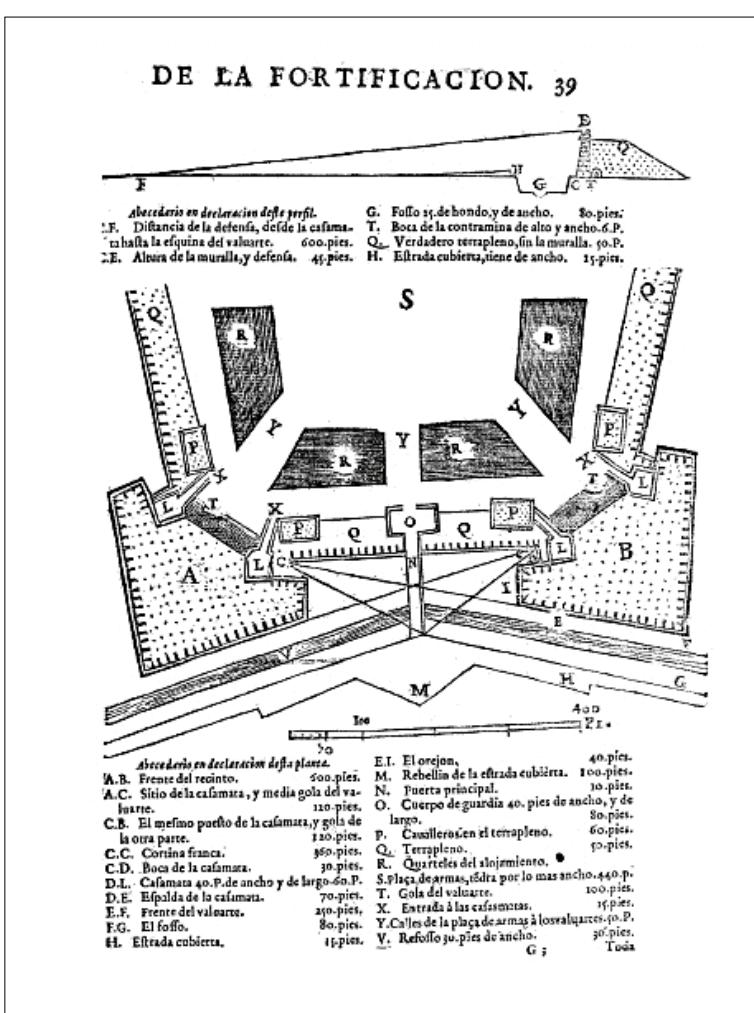
aproximadas às das cortinas⁶². Está claro, portanto, que as propostas de Rojas (um tanto rígidas, sem princípios e métodos que se defendam em doutrina, porque resultam da transposição directa da sua experiência) não poderão ter inspirado Cosmander: a linha de defesa é rasante e nunca propõe a construção de flancos secundários.

b) Jean Errard (de Bar-le-Duc) (1554-1610) nasceu em Bar-le-Duc, estudou Matemática e Geometria e entrou para o serviço do Duque da Lorraine, Charles III, em 1580, recebendo formação em engenharia militar por parte dos engenheiros italianos ao serviço do ducado. Sendo protestante, refugiou-se no Principado (calvinista) de Sedan (Norte da França), onde desenvolveu trabalhos de fortificação (Jametz, por exemplo). A sua reputação granjeou-lhe o convite para trabalhar para Henrique IV, ocupando-se das fortificações de todo o reino com o título de *Premier Ingénieur*. As suas principais construções foram as cidadelas de Amiens e de Verdun e a reforçação de Doullens, Montreuil, Sedan e Sisteron. Foi reconhecido como o primeiro engenheiro militar a aplicar em França a fortificação abaluartada e a defender, em tratado, os seus princípios. Reconhecidamente, passou à História com o epíteto de *père de la fortification française*⁶³.

No seu tratado, publicado em 1594⁶⁴, propõe baluartes (que podem apresentar cavaleiros e entrincheiramentos) com faces muito grandes, flancos pequenos e com orelhões, ângulos de espalda rectos, ângulos de flanco agudos, inexistência de flancos secundários e revelins a defender portas e cortinas. Duma forma geral, a primazia da defesa ainda era para a infantaria, ficando as faces dos baluartes contíguos, bem como os fossos, mal defendidos a partir dos flancos. Como dissemos para Rojas, é evidente que também este autor não poderá ter inspirado Cosmander.

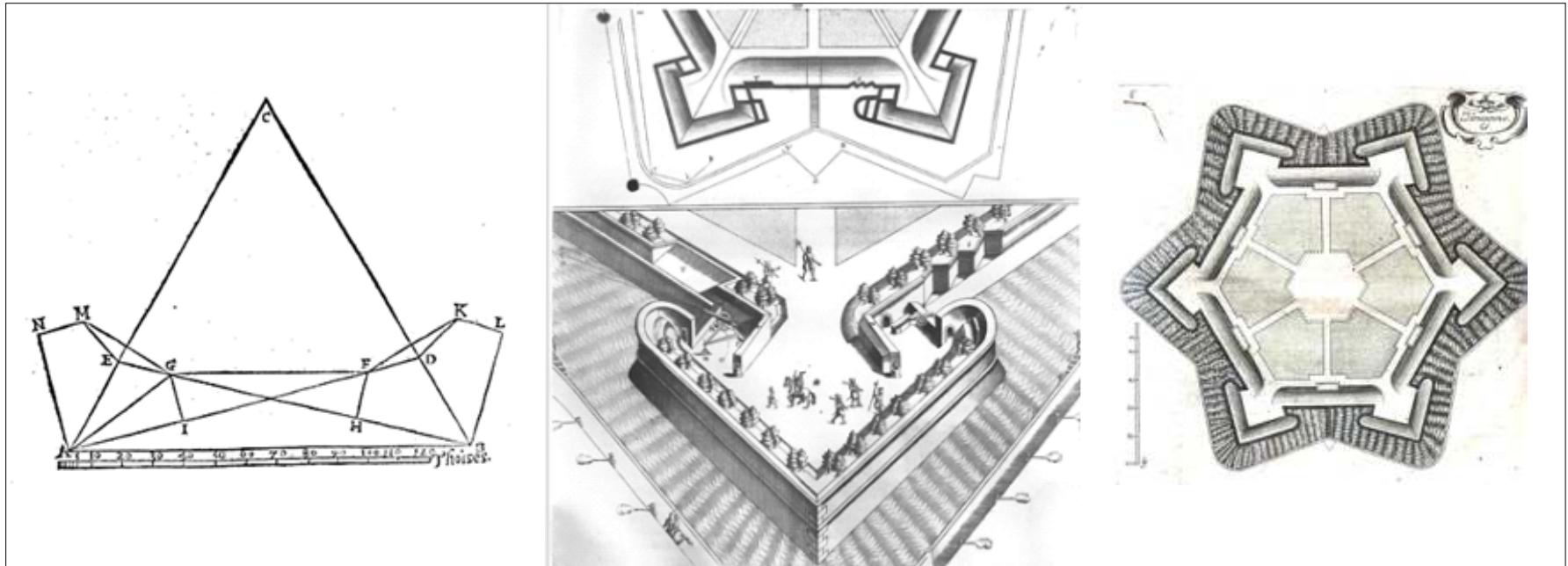
c) Antoine de Ville (1596-1657) nasceu em Toulouse e destacou-se como engenheiro militar ao serviço de Luís XIII, sendo encarregado de defender as praças da Picardia contra os Espanhóis. Contra os mesmos, do Ducado de Milão, combateu no Piemonte e em Monteferrato. Entre 1630 e 1635 colaborou com os Venezianos, contra os Turcos, fortificando Pola, e em 1636 lutou na Flandres ao lado do Conde de Soissons. Entre 1637 e 1639 participou nos assédios a Corbie, Landrecy e Hesdin (França), destacando-se como especialista de minagem. De toda esta experiência militar colheu ideias, fez projectos e anotou experiências que condensou nos seus escritos, que foram muitos⁶⁵.

Denotando influência da tradição italiana, defendia os baluartes com ângulos flanqueados e de flanco rectos, golas estreitas, flancos retirados com praças baixas e orelhões, linhas de defesa fixantes e flancos secundários, a partir do hexágono; assim procedeu em Calais, Montreuil-sur-Mer, Verdun e em muitas outras fortificações que projectou. Aqui está



Constituição de uma frente segundo Christoval de Rojas (Rojas, 1598: 39)
Composition of a front according to Christoval de Rojas (Rojas, 1598: 39)

In his treatise, Captain Cristobal de Rojas begins considering the three elements that all have to be present in order to raise a fort: Mathematics (Euclidian Geometry), Arithmetic, and very detailed knowledge of the site⁶⁶. As can be seen, here at the end of the 16th century no formal or aesthetic values are invoked. As examples of authors who wrote very learnedly on the subject, he cites Carlo Teti and Geronimo Catano⁶⁷, drawing attention to the fact that, as they wrote at the end of the 16th century, it would now be necessary to increase the size they proposed for the fronts (750 rather than 360 feet) since defense is now a matter of musket and harquebus shot and not artillery, as posited by the Italian authors⁶⁸. Regarding his proposals for the constitution of fronts, both as to the regular figures he deals in (triangles and heptagons), and the irregular ones (to which he devotes only five double pages, in Part Two, Chapter VI, dealing with lines, houses, campaign forts and waterfront fortifications), his proposal is consistent in the regular figures and in most of the irregular ones: bulwarks with short flanks, with casemated orillons and rasant lines of defense of 600 feet (198m), with faces approximately the size of the curtains⁶⁹. It is clear therefore that Rojas's proposals (which are somewhat rigid, without principles and methods that would sustain them theoretically, as they arose directly out of his experience) cannot have inspired Cosmander: rasant line of defense without second flanks.



Frente do hexágono segundo Jean Errard (1619: 40, 43 e 48)
Hexagon front according to Jean Errard (1619: 40, 43 and 48)

ERRARD, Jean - *Le Second Livre de la Fortification Demonstrée et Redivice en Art*, Paris, 1619

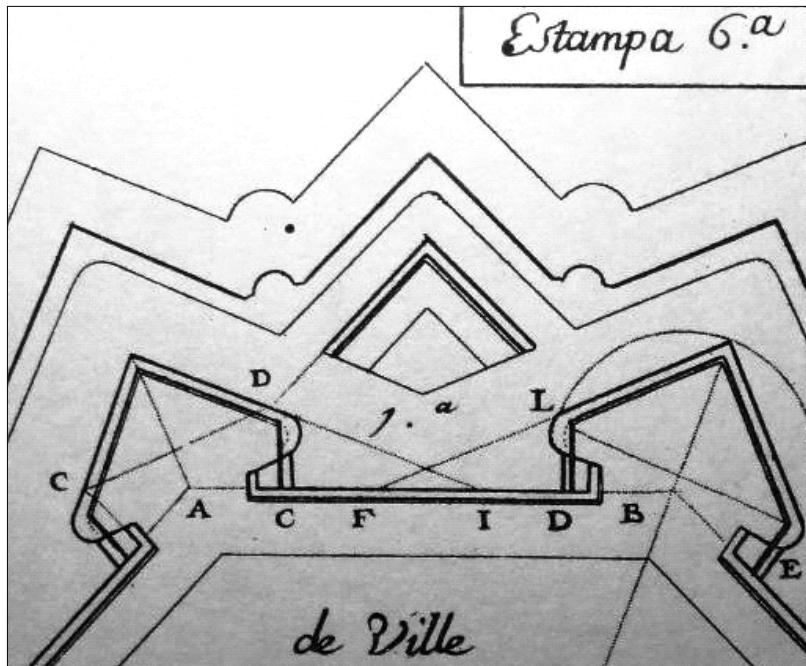
uma primeira influência possível para Cosmander, nomeadamente no que diz respeito à geometria das frentes; aliás, Cosmander faz uma referência a Antoine de Ville no seu tratado⁶⁶, provando-se assim que o conhecia.

d) Daniel Speckle (1536-1589) nasceu e morreu em Estrasburgo. Inicialmente foi artesão – bordador de seda –, no seio de uma família protestante, mas as viagens que o levaram à praça-forte de Komorn (1554), na Hungria, a Viena (1555) e posteriormente a Raab, também na Hungria, alteraram os seus interesses. Perante a ameaça turca e também por influência do arquitecto principal de Viena, Hermes Schallautzer, dedicou-se à arquitectura militar. Ao longo da sua vida fez muitas viagens pelo território imperial – nomeadamente pelos Países Baixos, donde trouxe plantas das suas fortificações – e, como engenheiro militar e protegido do chefe do exército (Lazarus von Schwendi), foi encarregado de fortificar Schelestad e Bale, participando também nos trabalhos de fortificação de Dusseldorf, Ratisbona e, na Hungria, nas fortificações de Varazin, Kaschau e Tokay. Trabalhou também em Baden-Baden, Ingolstadt, Ulm, Estrasburgo – onde foi nomeado primeiro arquitecto, em 1577 –, Colmar (1579) e Basileia (1589). O seu tratado foi editado, exactamente, no ano da sua morte, sendo a *Architectura von Vestungen* a única das suas obras impressa⁶⁷.

b) Jean Errard (of Bar-le-Duc) (1554-1610) was born in Bar-le-Duc, studied Mathematics and Geometry and entered the service of the Duke of Lorraine, Charles III, in 1580, receiving military training in engineering from the Italian engineers at the service of the Duchy. Being Protestant, he took refuge in the (Calvinist) Principality of Sedan in northern France, where he worked on fortifications (Jametz, for example). His reputation won him an invitation to work for Henri IV as Premier Ingénieur in charge of fortifications throughout the kingdom. His main works are the citadels of Amiens and Verdun and the refortification of Doullens, Montreuil, Sedan and Sisteron. He is recognized as the first military engineer to apply bulwarked fortification in France and to defend its principles in a treatise. His renown is etched in history by the epithet of *père de la fortification française*⁶⁸.

In his treatise, published in 1594⁶⁴, he proposes bulwarks (which may include cavaliers and entrenchments) with very large faces, small flanks with orillons, right shoulder angles, acute curtain angles, a lack of second flanks or ravelins to defend gates and curtains. Overall, infantry was still the prime instrument of defense, the bulwark faces still being contiguous, as were the ditches, and thus poorly defended from the flanks. As we said in the case of Rojas, it is clear that this author cannot have inspired Cosmander either.

c) Antoine de Ville (1596-1657) was born in Toulouse and came to notice as a military engineer in the service of Louis XIII when he was



Frente segundo Antoine de Ville (In FORTES 1729: Estampa 6^a, 1^a figura)
Front according to Antoine de Ville (In FORTES 1729: Estampa 6^a, 1^a figura)

Fazendo referências elogiosas a Albrecht Dürer (1471-1528)⁶⁸, conhecendo as propostas de Francesco De Marchi (1504-1576)⁶⁹ – mesmo antes da publicação póstuma do seu tratado, em 1599 – e criticando a arrogância dos italianos que troçavam dos alemães por não terem inventado nada, podemos, a partir dos seus desenhos, tirar as seguintes conclusões doutrinais:

– Propunha baluartes grandes, com cavaleiros, flancos direitos ou com orelhões direitos e com dois níveis de canhoeiras, ângulos de flanco rectos, linhas de defesa rasantes ou fixantes (podendo existir ou não flancos secundários)⁷⁰ e grandes revelins, com cavaleiros, a proteger as cortinas que poderiam apresentar-se muito pequenas. Como se pode concluir, a opção pela linha de defesa rasante introduz uma diferença fundamental entre a sua doutrina e o que Cosmander realizou em Elvas.

e) Simon Stevin (1548/49-1620) nasceu na Flandres (Bruges) e crê-se que terá sido educado no protestantismo calvinista; desconhece-se o local da sua morte, podendo ter ocorrido em Haia ou em Leiden. Comerciante em Antuérpia, viajou pela Polónia, Rússia, Dinamarca e Noruega. Com a declaração de independência das Províncias Unidas, em 1581, partiu para Leiden no ano seguinte, estudou Letras na Escola Latina e ingressou, depois, na Universidade (1583), onde terá encontrado o Príncipe Maurício de Nassau (segundo filho de Guilherme de Orange), de que se terá feito amigo e conselheiro⁷¹. Com o assassinato de Guilherme de Orange, em 1584, Maurício foi nomeado governador das Províncias Unidas e, em 1600, pediu a Stevin para fundar uma escola de engenharia militar na Universidade de Leiden, o que este implementou. Na luta pela independência, Stevin (com o posto de General, em 1604) criou um sistema de utilização da

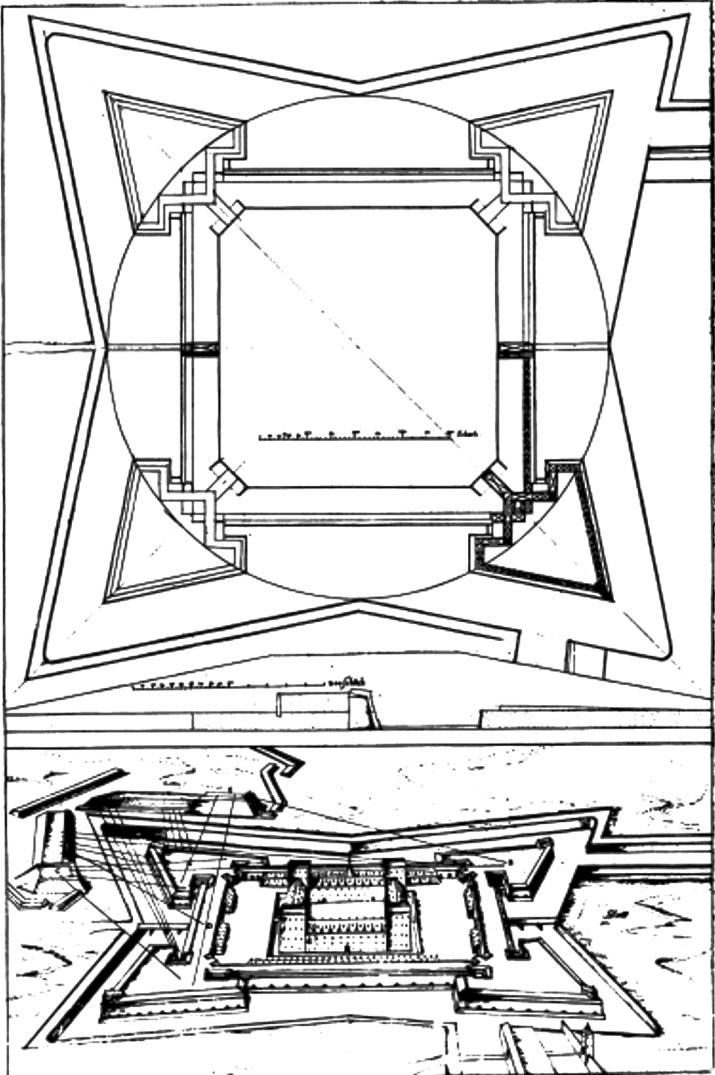
responsible for defending the Picardy strongholds against the Spaniards. He also fought against the Spaniards in Piedmont and in Monteferrato for the Duchy of Milan. Between 1630 and 1635 he collaborated with the Venetians against the Turks, fortifying Pola, and in 1636 fought in Flanders on the side of the Comte de Soissons. Between 1637 and 1639 he participated in the sieges at Corbie, Landrecy and Hesdin (France), standing out as a specialist in mining. From all this military experience he gathered ideas, compiled plans and noted experiences that he condensed in his writings, of which there were many⁶⁵.

The influence of Italian tradition on him is shown by his championing of bulwarks with flanked and curtain right angles, narrow gorges, retired flanks with lower place of arms and orillons, fessian lines of defense and second flanks from Hexagon. He used these in Calais, Montreuil-sur-Mer, Verdun and in many other fortifications that he planned. Here is a first possible influence for Cosmander, particularly as regards the geometry of fronts; moreover, Cosmander makes a reference to Antoine de Ville in his treatise⁶⁶, thereby proving that he knew of him.

d) Daniel Speckle (1536-1589) was born and died in Strasbourg. He was at first a craftsman – a silk embroiderer – within a Protestant family, but the journeys that took him to the fortress-town of Komorn (1554), Hungary, Vienna (1555) and later to Raab, also in Hungary, changed his interests. Faced with the Turkish threat and also influenced by the principal architect of Vienna, Hermes Schallautzer, he devoted himself to military architecture. Throughout his life he made many journeys through imperial territory – notably to the Low Countries, from where he brought plans of their fortifications – and as a military engineer and protected by the head of the army (Lazarus von Schwendi), he was instructed to fortify Schelestad and Bale, participating also in the work of fortifying Dusseldorf, and Regensburg and, in Hungary, the fortification of Varazin, Kaschau and Tokay. He worked also in Baden-Baden, Ingolstadt, Ulm, Strasbourg – where he was named chief architect in 1577 – Colmar (1579) and Basel (1589). His treatise was published in the very year of his death, and the *Architectura von Vestungen* is the only of his works that was printed⁶⁷.

From his eulogies of Albrecht Durer (1471-1528)⁶⁸, his knowledge of the proposals of Francesco De Marchi (1504-1576)⁶⁹ – even before the posthumous publication of the latter's treatise in 1599 – and from his criticism of the arrogance of Italians who mocked the Germans because they had not invented anything, we can draw the following theoretical conclusions from his designs:

– He proposed large bulwarks, with cavaliers, right flanks⁷⁰ or right orillons and with two levels of embrasures, right-angled curtain angles, rasant (or fessian) lines of defense (with or without second flanks) and large ravelins, with cavaliers, to protect the curtains that could present a very small profile. As one may conclude, the option of the rasant line of defense represents a fundamental difference between his doctrine and what Cosmander put into practice in Elvas.



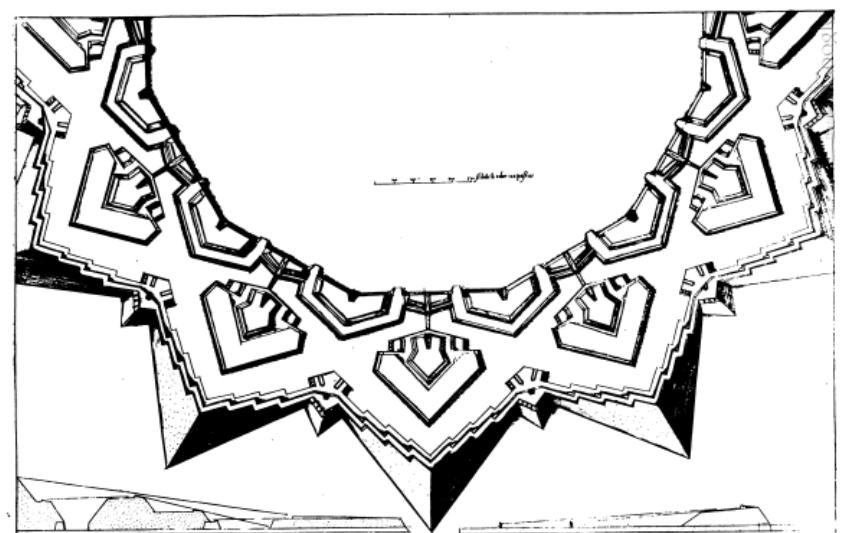
Fortificação regular quadrangular (Daniel Speckle, 1589: Fólio 16 v. - 17)
Regular quadrangular fortification (Daniel Speckle, Fólio 16 v. - 17)

água como elemento defensivo, passando a fazer parte intrínseca do sistema holandês de fortificação. Autor de onze livros, distinguiu-se na trigonometria, mecânica, arquitectura, teoria da música, geografia, navegação e fortificação.

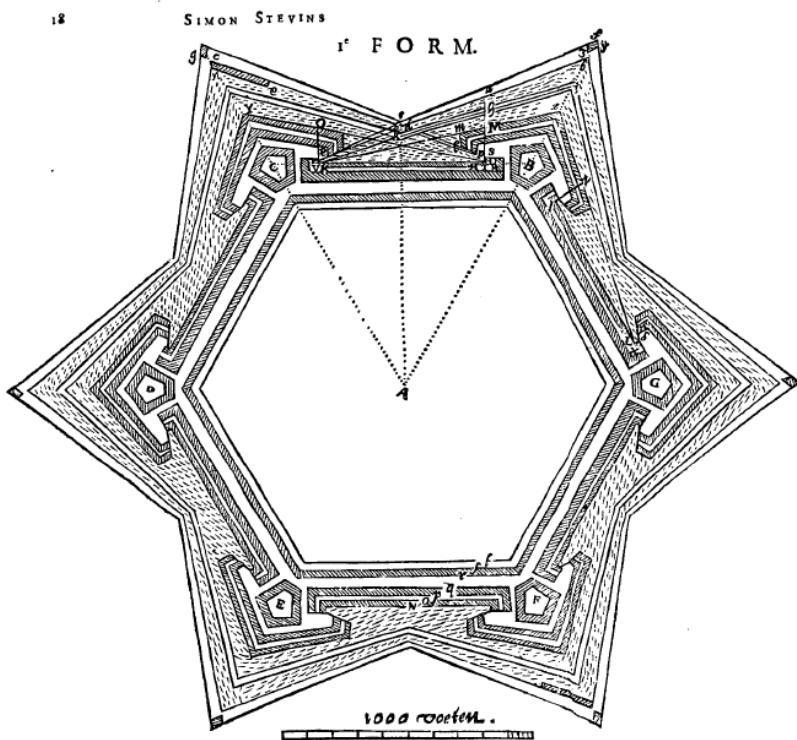
O seu tratado bebe na tradição italiana que modifica na adaptação às características bem peculiares da geografia física holandesa. Quando aponta as divergências entre os vários arquitectos e engenheiros sobre dimensões, não deixa de, indirectamente, manifestar as suas referências: todos os autores que nomeia são italianos à excepção de Daniel Speckle⁷². Desenvolveu um sistema demasiado caro para ser implantado na sua totalidade, propondo: dupla muralha e escalonada, nas cortinas e baluartes (falsa-braga); baluartes muito grandes, com sistema de túneis, cavaleiros e orelhões que poderiam dispor de três níveis de canhoeiras; caminho coberto e esplanada; linha de defesa rasante, quer para as fortificações regulares quer para as irregulares;

e) Simon Stevin (1548/49-1620) was born in Flanders (at Bruges) and is believed to have been brought up as a Calvinist Protestant; the place of his death is unknown and may have been The Hague or Leiden. A trader in Antwerp, he travelled through Poland, Russia, Denmark and Norway. With the declaration of independence of the United Provinces, in 1581, he left for Leiden in the following year, studying literature at the Latin School and then entered the University (1583), where he met Maurice, Prince of Nassau (second son of William of Orange), to whom he became a friend and adviser⁷¹. When William of Orange was assassinated in 1584, Maurice was appointed Governor of United Provinces, and in 1600, asked Stevin to found a school of military engineering at the University of Leiden, which the latter duly did. In the struggle for independence, Stevin (with the rank of Quartermaster-General from 1604) created a system of use of water as a defensive element, which became an intrinsic part of the Dutch system of fortification. Author of eleven books, he distinguished himself in trigonometry, engineering, architecture, theory of music, geography, navigation and fortification.

His treatise is immersed in Italian tradition which he modifies to adapt to the very particular demands of the Dutch landscape. When he mentions differences in dimensions between the various engineers and architects his frame of reference is indirectly made clear: all the authors he cites with the exception of Daniel Speckle⁷² are Italian. He developed a system that was too expensive to be adopted whole, proposing: double wall and echelon, in the curtains and bulwarks (fausse-braye); very large bulwarks, with a system of tunnels, cavaliers and orillons which might have three levels of embrasures; covered way and glacis; rasant line of defense, in both regular and irregular fortifications; military road all the way round⁷³. In Chapter VI⁷⁴ he examines the different possibilities for resolving problems in the construction of regular fortifications and in the following chapter deals with irregular fortifications⁷⁵. In the latter, as



Frentes de baluartes com revellins (Daniel Speckle, 1589: Fólio 64 v. – 65)
Bulwark fronts with ravelins (Daniel Speckle, 1589: Fólio 64 v. – 65)



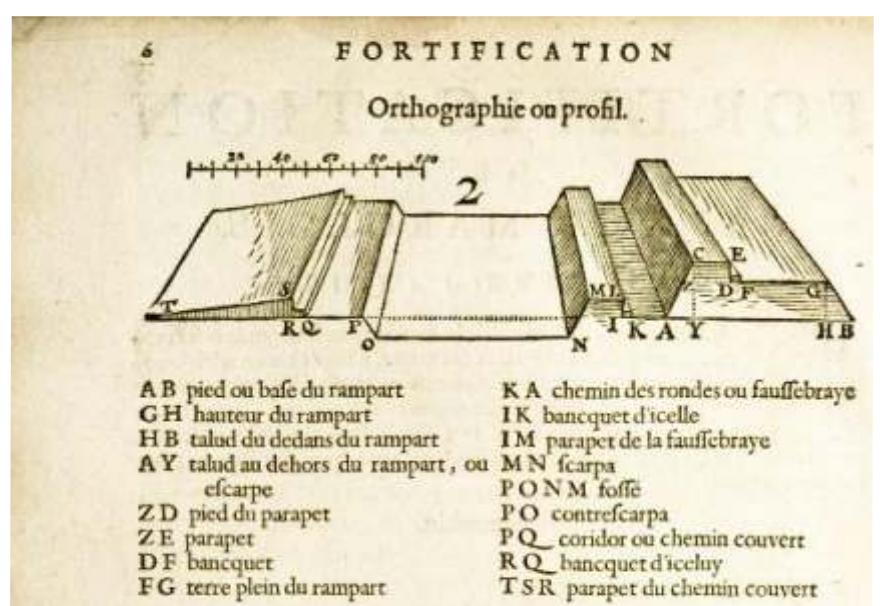
Planta de uma fortaleza completa (Stevin, 1594: Fig. 1, p. 18)
Plan of a complete fortification (Stevin, 1594: Fig. 1, p. 18)

estrada militar a toda a volta⁷³. No Capítulo VI⁷⁴ analisa as diferentes hipóteses de resolução dos problemas construtivos das fortificações regulares e, no capítulo seguinte, trata das fortificações irregulares⁷⁵. Nestas últimas, e no que diz respeito aos ângulos reentrantes (que Elvas apresenta no seu polígono exterior), faz as seguintes propostas: quando os ângulos são muito fechados, não advoga qualquer obra saliente, mas sim canhoeiras alojadas em reentrâncias, como se fossem orelhões⁷⁶, donde saem linhas de defesa rasantes para os baluartes adjacentes; quando os ângulos são mais abertos, propõe a construção de obras com ângulos reentrantes ou de frente direita, argumentando terem grande vantagem porque podem ser facilmente flanqueados pelos baluartes adjacentes⁷⁷ e adverte: *além disso, aqueles que possam pensar que o meio baluarte não tem a forma requerida para ser um baluarte, por não ter nenhum ângulo projectado para fora, parece que dão mais valor ao costume do que às razões que fazem o costume*⁷⁸. No que diz respeito aos ângulos salientes, propõe várias soluções: baluartes cujas faces contêm sempre as linhas de defesa rasantes que entram nos orelhões dos baluartes adjacentes⁷⁹; ausência de qualquer obra em ângulos agudos muito fechados⁸⁰; construção de frentes com dois redentes ou com dois meios baluartes⁸¹, ou ainda a construção de um só meio baluarte⁸². Apresentadas que estão, de forma genérica, as propostas de Stevin, facilmente se pode concluir que elas não influenciaram Cosmander.

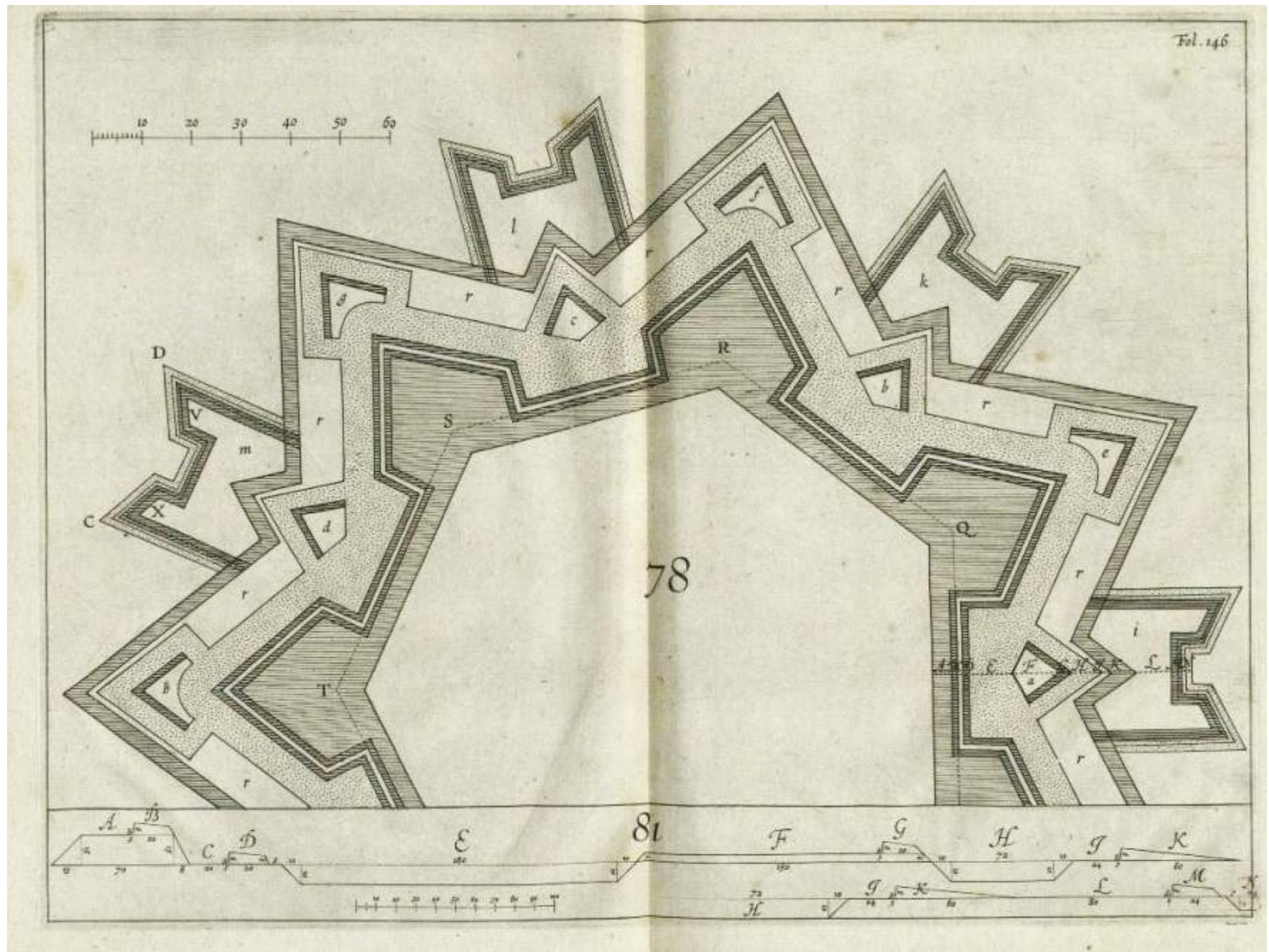
regards re-entrant angles (which Elvas has in its exterior polygon) he proposes as follows: when the angles are very narrow, he does not advocate any salient works, but does admit embrasures in re-entrant concavities, as if they were orillons⁷⁶, where rasant lines of defense issue from the adjacent bulwarks; when the angles are wider, he proposes the construction of works with re-entrant angles or a straight front, arguing that these confer a great advantage because they can easily be flanked from adjacent bulwarks⁷⁷ and warns: what is more, to those who might not think that a half-bulwark has the necessary form to be a bulwark, because it has no angle projecting outwards, it shows that they pay more heed to custom than to the reasons behind the custom⁷⁸. He proposes various solutions to what he had to say in respect of salient angles: bulwarks with faces that always contain rasant lines of defense entering the orillons of the adjacent bulwarks⁷⁹; no works with any very narrow acute angles⁸⁰; building a front with two redans or two half-bulwarks⁸¹, and the building of only a half-bulwark⁸². Stevin's proposals, set out in this general manner, show that he clearly did not influence Cosmander.

f) Samuel Marolois (1572-1627) was Dutch⁸³ or a French Huguenot who sought refuge in the Netherlands, where he taught Mathematics at the University of Leiden, where he found considerable fame that earned him the epithet of Prince of Mathematicians.

In his treatise, Marolois proposes in his general plan a magistral line with fausse-braye to go round the curtains and bulwarks, a water-filled ditch, ravelins and hornworks to defend the curtains, counterguards to protect the flanked angles of the bulwarks, covered way and glacis⁸⁴. The curtain angles are always right angles and flanked angles range from 60° to 90°, in the shoulder angle



Perfil perspectivado de uma fortificação (Marolois, 1628: Fig. 2, p. 6)
Perspective profile of fortification (Marolois, 1628: Fig. 2, p. 6)



Planta de uma fortificação regular com obras exteriores (Marolois, 1628: Fig. 78)
Plan of a regular fortification with outworks (Marolois, 1628: Fig. 78)



Fortificação de um hexágono irregular (Marolois, 1628: Figs. 104/5, p. 185)
Irregular hexagonal fortification (Marolois, 1628: Figs. 104/5, p. 185)

f) Samuel Marolois (1572-1627) foi “Holandês de nação”, segundo Azevedo Fortes⁸³, ou um huguenote francês que se refugiou na Holanda, onde lecionou Matemática na Universidade de Leiden, granjeando considerável fama que explica o epíteto de Príncipe dos matemáticos.

No seu tratado, e em traços gerais, Morolois propõe uma magistral com falsa-braga a contornar cortinas e baluartes, fosso com água, revelins e obras-cornas a defenderem as cortinas, contra-guardas a protegerem os ângulos flanqueados dos baluartes, caminho coberto e esplanada⁸⁴. Os ângulos de flanco são sempre rectos, os flanqueados variam dos 60° aos 90°, os de espalda têm, no mínimo, 105°, e opta pela linha de defesa fixante e por flancos secundários. As cortinas e as faces dos baluartes apresentam sempre, nas figuras regulares, respectivamente, 36 e 24 vergas, variando a linha de defesa fixante, muito ligeiramente, à volta das 60 vergas. Este conjunto de propostas, ainda que apresentadas de forma genérica, permitem-nos desde já afirmar que existe um grande paralelismo com o que podemos exumar da magistral de Elvas, o que provaremos mais à frente de forma pormenorizada e matemática.

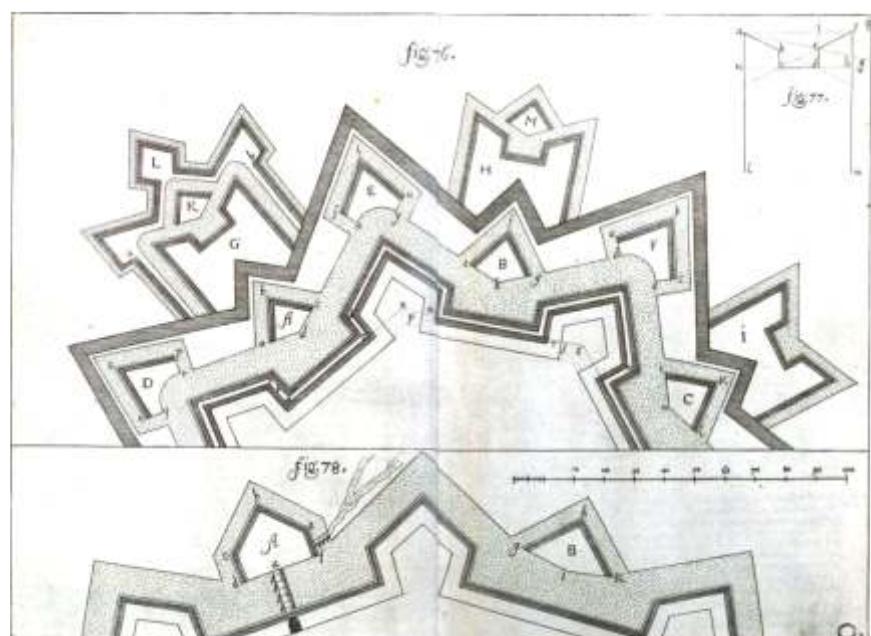
g) Adam Freitag (ou Fritach, em língua francesa) (1602-1664) trabalhava como arquitecto para o rei Wladyslaw IV (1595-1648) da Polónia quando este o enviou para a Holanda com a finalidade de se actualizar relativamente à moderna arquitectura militar. Nos Anos 30 foram publicadas várias versões do seu tratado que já faz uso da

being at least 105°, and so opts for a fîchante line of defense with second flanks. The curtains and the faces of the bulwarks are always, in regular figures, respectively, 36 and 24 verges (a linear measure approximately equal to 3.72 metres) long, the fîchante line of defense varying very slightly around 60 verges. This set of proposals, even though presented in a general way, allow us to point to a considerable similarity they have with what we can detect on the magistral line at Elvas, and we shall examine this in a more detailed and mathematical form below.

g) Adam Freitag (ou Fritach, in French) (1602-1664) was working as an architect for King Ladislas IV (1595-1648) of Poland when the latter sent him to the Netherlands in order to bring himself up to date on modern military architecture. In the 1630s several versions of his treatise, which already made use of the decimal numbering introduced by Stevin, were published. Freitag advocates a magistral line with a fausse-braye (as do Stevin and Marolois), right-angled curtain angles, fîchante line of defense, second flanks, a wide water-filled ditch, a covered way, an glacis (with possibly a second, narrower, ditch) and prominently featured works: ravelins to protect the curtains, counterguards in the extension of the flanked angles of the bulwarks (called demilunes), tenailles, hornworks and crownworks. These earth constructions, not revetted with stone, had horizontal palisades to prevent scaling of its scarp.

Comparing the fortification tables of Marolois⁸⁵ and Freitag⁸⁶ we can say that the latter follows the former since the differences, where they exist, are negligible, so comparing polygons from 4 to 12 sides⁸⁷ shows as follows:

– In Marolois the curtain angles are always right angles; Freitag does not mention these angles in the table in question, but if we examine the



Fortificações com obras exteriores (Fritach, 1635: Fig. 76)
Fortifications with outworks (Fritach, 1635: Fig. 76)

numeração decimal introduzida por Stevin. Freitag defende uma magistral com falsa-braga (tal como Stevin e Marolois), ângulos de flanco rectos, linha de defesa fixante, flancos secundários, largo fosso com água, caminho coberto, esplanada (podendo apresentar um segundo fosso de largura reduzida) e obras destacadas: revelins a proteger as cortinas, sobre-faces ou contra-guardas no prolongamento dos ângulos flanqueados dos baluartes (a que chamava meias-luas), tenalhas, obras-cornas e coroadas. Estas construções de terra, não revestidas de pedra, apresentavam, a impedir a escalada da sua escarpa, paliçadas horizontais.

Comparando as tábuas de fortificar de Marolois⁸⁵ e de Freitag⁸⁶, podemos dizer que o segundo segue o primeiro, uma vez que as diferenças, quando existem, são desprezáveis; assim, comparando os polígonos dos 4 aos 12 lados⁸⁷ temos:

- Marolois apresenta os ângulos de flanco sempre rectos; Freitag não refere estes ângulos na tábua em questão, mas se formos analisar os desenhos que resultam da aplicação das tábuas, eles são sempre rectos, mesmo nas fortificações irregulares⁸⁸;

- Marolois apresenta os ângulos flanqueados a variar entre os 60º e os 90º; com Freitag, eles variam entre os 65º e os 90º pela “primeira maneira” de fortificar, ou entre os 60º e os 90º pela “segunda maneira”;

- Em ambos as cortinas e as faces apresentam, respectivamente, 36 e 24 vergas de comprimento;

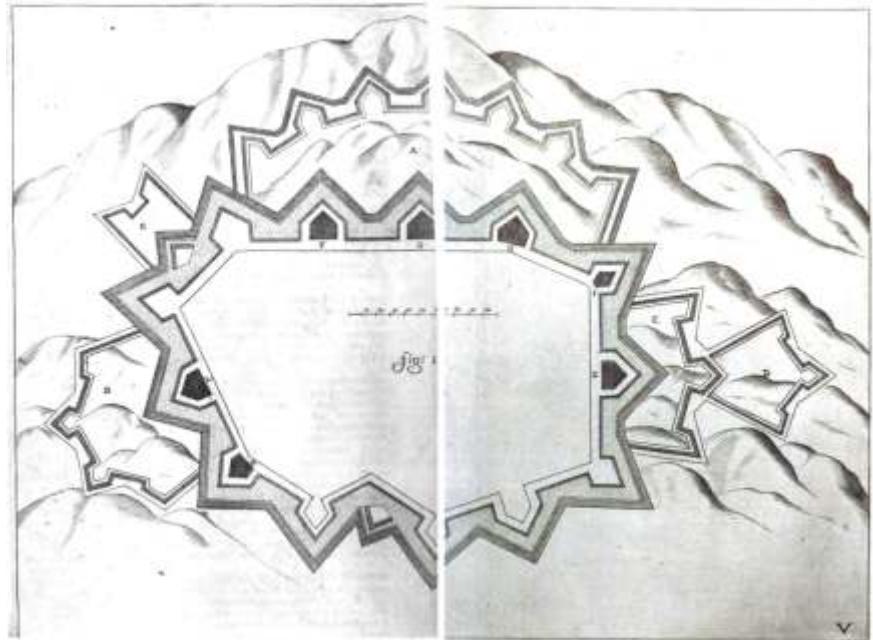
- A linha de defesa fixante varia, em Marolois, de 60,80 a 61,66 vergas; em Freitag esta variação é de 60,47 a 61,67 vergas pela “primeira maneira”, não apresentando esta medida na tabela da “segunda maneira”;

- A linha capital varia, em Marolois, de 19,73 a 24,88 vergas; em Freitag esta variação situa-se no intervalo de 15,83 a 24,85 vergas pela “primeira maneira” e entre 20,01 e 24,85 vergas pela “segunda maneira”;

- Os flancos secundários apresentam, em Marolois, comprimentos que variam entre 7,10 e 15,24 vergas; em Freitag esta variação é de 8,94 a 15,22 vergas pela “primeira maneira” e entre 6,14 e 15,22 pela “segunda maneira”.

2.6.1.4 APLICAÇÃO DAS TÁBUAS DE FORTIFICAR DE MAROLOIS AO CENTRO HISTÓRICO DE ELVAS E SEU CONFRONTO COM AS OPÇÕES DE COSMANDER

Sendo o tratado de Marolois⁸⁹ o documento teórico de referência da Escola Holandesa⁹⁰, não só pela anterioridade da sua publicação (Haia, 1614) como pelo estabelecimento das proporções entre as várias medidas de ângulos e de comprimentos através de tábuas de fortificar, comparemo-lo com o que Cosmander fez em Elvas. Antes, porém,



Fortificação irregular (Fritach, 1635: Fig. 104)
Irregular fortification (Fritach, 1635: Fig. 104)

configurations arising from the application of the tables, they are always right angles, even in irregular fortifications⁸⁸;

– Marolois presents the flanked angles as varying between 60° and 90°, with Freitag, they vary between 65° and 90° for the “first manner” of fortification, or between 60° and 90° for the “second manner”;

– Both show the curtains and the faces as being respectively, 36 and 24 verges in length;

– The fichtan line of defense varies in Marolois between 60.80 and 61.66 verges; with Freitag this variation is 60.47 to 61.67 verges for the “first manner”, and this measure does not appear in the “second manner” table;

– The capital line varies in Marolois between 19.73 and 24.88 verges; with Freitag this variation lies in the range of 15.83 to 24.85 verges for the “first manner” and between 20.01 and 24.85 verges for the “second manner”;

– The second flanks in Marolois have lengths ranging from 7.10 to 15.24 verges; in Freitag the range is from 8.94 to 15.22 verges for the “first manner” and from 6.14 to 15.22 for the “second manner”.

2.6.1.4 APPLICATION OF MAROLOIS'S FORTIFICATION TABLES IN THE HISTORIC CENTRE OF ELVAS AS COMPARED WITH COSMANDER'S CHOICES

As the treatise of Marolois⁸⁹ is the theoretical reference document of the Dutch School⁹⁰, not only because it was published first (The Hague, 1614) but also because it established the proportions between the various measures of angles and lengths compiled into fortification tables, we shall compare it with what Cosmander did in Elvas. First, however, we must consider his maxims, since the mathematical relationships between the various measures are based on certain values that were fixed at the time, and on certain standards.

TABLE DES DIMENSIONS DE FORTIFICATION DEPUIS LE

Quarré jusques au Dodecagone , ayant l'Angle des Boulevarts droit.

| Dimensions des Angles. | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|--|--|--|
| POLYGONES. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. | | | |
| Angles du Centre | 90°. | 72°. | 60°. | 51°. | 45°. | 40°. | 36°. | 32°. | 30°. | | | |
| Angles des Polygones | 90°. | 108°. | 120°. | 128°. | 135°. | 140°. | 144°. | 147°. | 150°. | | | |
| Moitié des angles des Polygones | 45°. | 36°. | 60°. | 64°. | 67°. | 70°. | 72°. | 73°. | 75°. | | | |
| Adjoutez à ceux | 15°. | 15°. | 15°. | 15°. | 15°. | 15°. | 15°. | 15°. | 15°. | | | |
| Donne somme pour les Angles flanqués | 60°. | 69°. | 75°. | 79°. | 82°. | 85°. | 87°. | 88°. | 90°. | | | |
| Difference entre l' Angle du Polygone & flanqué | 3°. | 39°. | 45°. | 49°. | 52°. | 55°. | 57°. | 58°. | 60°. | | | |
| La moitié est l' Angle flanquant intérieure | 15°. | 19½°. | 22½°. | 24½°. | 26°. | 27½°. | 28½°. | 29½°. | 30°. | | | |
| Adjoutez | 90°. | 90°. | 90°. | 90°. | 90°. | 90°. | 90°. | 90°. | 90°. | | | |
| La somme est l' Angle de l'Espace | 105°. | 109½°. | 112½°. | 114½°. | 116°. | 117½°. | 118½°. | 119½°. | 120°. | | | |
| Angle flanquant extérieur est | 150°. | 144°. | 137°. | 130°. | 127°. | 125°. | 123°. | 121°. | 120°. | | | |
| Angle formant le Racc. | 60°. | 45°. | 40°. | 40°. | 40°. | 40°. | 40°. | 40°. | 40°. | | | |

Dimensions des coûts & lignes

| | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Courte | 36. | 36. | 36. | 36. | 36. | 36. | 36. | 36. | 36. |
| Faci | 24. | 24. | 24. | 24. | 24. | 24. | 24. | 24. | 24. |
| Gorge | 931. | 1043. | 1136. | 1222. | 1371. | 1320. | 1361. | 1407. | 1447. |
| Flanc | 972. | 877. | 952. | 1016. | 1166. | 1107. | 1145. | 1180. | 1214. |
| Flanc prolongé | 821. | 801. | 918. | 1000. | 1161. | 1118. | 1145. | 1171. | 1200. |
| Second Flanc | 710. | 1127. | 1258. | 1358. | 1438. | 1470. | 1494. | 1512. | 1544. |
| Polygone intérieur | 1445. | 1688. | 1872. | 2052. | 2142. | 2238. | 2330. | 2411. | 2499. |
| Polygone extérieur | 8216. | 8127. | 8051. | 7962. | 7904. | 7872. | 7818. | 7795. | 7777. |
| Ligne de défense échante | 6280. | 6097. | 6112. | 6124. | 6133. | 6141. | 6152. | 6160. | 6166. |
| Ligne Capitale | 1973. | 2073. | 2162. | 2239. | 2303. | 2360. | 2418. | 2471. | 2488. |
| Délance des Polygones. | 1197. | 1677. | 1872. | 2062. | 2125. | 2187. | 2239. | 2372. | 2400. |

Tábuas de fortificar (Marolois, 1628)

Num. I.

Table de la Fortification, première manière, au grand & petit Royal.

| | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | XIII | XIV | XV | XVI | XVII | XVIII | XIX | XX | XXIV | XXXVI | LXXXII. | Bosser. Ferlig. de | |
|---|-------|-----------|-----|---------|-----------|-------|-----|----------|-----------|--------|-----------|----------|-------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|---------|-----------------------|-----|
| Angl.: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Angle au Centre. | K L O | 90 | 71 | 60 | 51 24 43 | 45 | 40 | 36 | 32 14 33 | 30 | 27 47 31 | 25 47 31 | 24 | 22 30 | 21 10 35 | 20 | 18 56 31 | 18 | 15 | 10 | 5 | 0 |
| Angle Polygone. | A K T | 90 | 108 | 120 | 128 34 17 | 135 | 140 | 144 | 147 14 21 | 150 | 151 18 18 | 154 17 9 | 156 | 157 30 | 158 49 1 | 160 | 161 39 | 161 | 165 | 170 | 175 | 180 |
| Angle flanqué. | C H R | 65 | 74 | 80 | 84 17 9 | 87 30 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Angle flanquant intérieur. | C F A | 113 0 17 | 120 | 118 34 | 124 5 | 125 | 127 | 128 31 | 130 | 119 14 | 128 34 | 133 | 134 5 | 134 24 1 | 135 | 133 3 15 | 136 | 137 30 | 140 | 143 30 | 145 | |
| Angle du flanc, & de la défense flanquante. | A C F | 77 3 0 73 | 70 | 67 5 16 | 66 1 | 65 | 63 | 61 12 10 | 60 | 58 0 6 | 57 5 16 | 57 | 56 15 | 55 3 15 | 58 | 54 2 1 | 54 | 51 10 | 50 | 47 3 0 | 45 | |

La longueur des lignes au grand Royal, ou quanq'la ligne de deffence s'echante demeure de 60. Verges.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Demi diamètre. | K L | 42.76 | 51.54 | 51.39 | 71.68 | 83.15 | 91.76 | 103.38 | 114.4 | 124.77 | 145.81 | 147.56 | 157.63 | 168.71 | 179.74 | 199.70 | 201.88 | 212.75 | 236.95 | 239.93 | 239.80 | 00.00 |
| Polygone intérieur. | K O | 60.47 | 65.54 | 65.39 | 63.07 | 63.64 | 63.49 | 63.89 | 64.3 | 64.59 | 65.04 | 65.34 | 65.50 | 65.93 | 66.01 | 66.25 | 66.41 | 66.56 | 67.07 | 67.97 | 68.93 | 69.94 |
| La Gorge. | K A | 12.24 | 12.77 | 13.19 | 13.33 | 13.82 | 13.85 | 13.94 | 14.11 | 14.29 | 14.51 | 14.67 | 14.80 | 14.92 | 15.01 | 15.11 | 15.30 | 15.54 | 15.98 | 16.46 | 16.97 | 16.97 |
| Ligne capitale. | H K | 1.5.83 | 17.51 | 16.71 | 2.0.03 | 21.25 | 21.57 | 24.07 | 24.4 | 24.85 | 25.15 | 25.41 | 25.63 | 25.83 | 26.01 | 26.16 | 26.30 | 26.41 | 26.84 | 27.18 | 28.24 | 28.97 |
| Flanc. | A C | 6.00 | 7.00 | 8.00 | 9.00 | 10.00 | 11.00 | 12.00 | 12.0 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | 12.00 | |
| Partie de la courbure dessous la défe. flanquante. | A F | 17.06 | 11.90 | 11.93 | 21.11 | 13.73 | 13.59 | 13.59 | 21.9 | 10.78 | 19.85 | 19.09 | 18.43 | 17.96 | 17.55 | 17.14 | 16.80 | 16.51 | 15.64 | 14.30 | 13.09 | 11.00 |
| Second flanc. | F B | 8.94 | 13.10 | 14.01 | 13.39 | 15.71 | 17.41 | 12.41 | 14.0 | 15.21 | 16.91 | 17.52 | 18.04 | 18.30 | 18.86 | 19.10 | 19.48 | 20.36 | 21.70 | 21.90 | 24.00 | |
| La Courbure. | A B | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 |
| Face. | H C | 14.00 | 14.00 | 14.00 | 14.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 |
| Polygone extérieur. | H P | 81.86 | 86.96 | 86.10 | 80.46 | 79.93 | 79.50 | 78.77 | 78.1 | 77.17 | 77.08 | 76.64 | 76.16 | 75.91 | 75.18 | 75.51 | 75.06 | 74.81 | 74.08 | 72.77 | 71.19 | 69.97 |
| La huit entre l'Ang. flanqué & le flanc prolongé. | H G | 44.41 | 51.95 | 51.55 | 52.15 | 51.97 | 41.73 | 21.18 | 21.1 | 20.78 | 20.54 | 20.31 | 20.13 | 19.95 | 19.79 | 19.66 | 19.53 | 19.41 | 19.04 | 18.38 | 17.49 | 16.97 |
| Flanc prolongé. | G A | 11.19 | 13.86 | 16.11 | 18.0 | 19.67 | 11.14 | 12.90 | 23.9 | 24.00 | 24.41 | 24.77 | 25.07 | 25.33 | 25.56 | 25.77 | 25.93 | 26.11 | 26.61 | 27.42 | 28.11 | 28.97 |
| Ligne de défense flanquante. | H F | 51.73 | 47.94 | 54.79 | 47.8 | 77.48 | 59.05 | 50.41 | 49.6 | 48.00 | 47.20 | 46.51 | 46.03 | 45.60 | 45.35 | 44.92 | 44.92 | 44.61 | 45.71 | 42.67 | 41.76 | 40.97 |
| Ligne de défense flançante. | H G | 60.47 | 65.60 | 65.66 | 60.56 | 61.60 | 61.49 | 61.78 | 61.6 | 61.67 | 61.59 | 61.43 | 61.41 | 61.31 | 61.21 | 61.16 | 61.06 | 60.60 | 60.61 | 60.57 | | |

La longueur des lignes au petit Royal, ou quand le Polygone extérieur est toujours de 60. Verges.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| K L | 10.97 | 18.35 | 46.15 | 54.15 | 61.41 | 69.15 | 78.74 | 87.6 | 96.50 | 113.53 | 115.51 | 14.01 | 135.35 | 142.68 | 151.93 | 161.77 | 170.58 | 210.80 | 311.51 | 515.40 | 600.00 |
| K O | 41.78 | 45.18 | 46.15 | 47.0 | 47.77 | 8.21 | 48.66 | 49.40 | 50.10 | 50.64 | 50.14 | 51.62 | 52.11 | 51.41 | 52.76 | 53.08 | 53.36 | 54.31 | 56.84 | 57.93 | 60.00 |
| K A | 8.86 | 9.15 | 9.76 | 10.09 | 10.37 | 10.45 | 10.63 | 10.87 | 11.05 | 11.30 | 11.48 | 11.64 | 11.69 | 11.91 | 12.04 | 12.14 | 12.25 | 12.58 | 13.17 | 13.83 | 14.55 |
| H K | 11.46 | 12.69 | 15.84 | 14.93 | 16.06 | 17.03 | 18.33 | 18.84 | 19.11 | 19.93 | 19.89 | 21.06 | 20.41 | 20.64 | 20.84 | 21.01 | 21.19 | 21.74 | 22.49 | 23.76 | 24.84 |
| A C | 4.35 | 5.11 | 5.97 | 6.71 | 7.10 | 8.11 | 9.14 | 9.21 | 9.28 | 9.34 | 9.39 | 9.44 | 9.49 | 9.53 | 9.56 | 9.59 | 9.61 | 9.89 | 10.10 | 10.68 | 10.29 |
| A F | 18.60 | 16.78 | 16.16 | 16.5 | 17.06 | 17.81 | 17.97 | 16.81 | 15.94 | 15.50 | 14.84 | 14.69 | 14.30 | 13.90 | 13.66 | 13.43 | 13.14 | 12.66 | 11.94 | 11.11 | 10.19 |
| F B | 6.46 | 9.39 | 0.47 | 10.13 | 9.96 | 9.16 | 9.45 | 10.71 | 11.90 | 12.57 | 13.14 | 13.63 | 14.25 | 14.68 | 15.01 | 15.34 | 15.61 | 16.49 | 17.74 | 19.42 | 20.58 |
| A B | 16.06 | 16.37 | 16.63 | 16.84 | 17.01 | 17.17 | 17.27 | 17.64 | 17.84 | 18.07 | 18.18 | 18.45 | 18.58 | 18.68 | 18.77 | 18.86 | 19.13 | 20.68 | 30.53 | 30.87 | |
| H C | 17.18 | 17.58 | 17.71 | 17.89 | 18.01 | 18.11 | 18.18 | 18.41 | 18.43 | 18.56 | 18.73 | 18.88 | 18.97 | 19.05 | 19.12 | 19.17 | 19.24 | 19.44 | 19.77 | 20.14 | 20.58 |
| H P | 60.00 | 60.00 | 60.00 | 60.00 | 60.00 | 60.00 | 60.00 | 60.00 | 60.00 | 60.00 | 60.00 | |
| H G | 16.96 | 16.81 | 16.68 | 16.37 | 16.45 | 16.41 | 16.18 | 16.11 | 16.03 | 15.99 | 15.91 | 15.77 | 15.71 | 15.65 | 15.60 | 15.55 | 15.42 | 15.15 | 14.87 | 14.14 | 13.84 |
| G A | 8.10 | 10.11 | 11.99 | 13.46 | 14.76 | 15.93 | 17.43 | 18.04 | 18.43 | 19.00 | 19.14 | 19.71 | 20.01 | 20.16 | 20.51 | 20.73 | 20.93 | 21.55 | 21.61 | 23.56 | 24.84 |

Tábuas de fortificar (Fritach, 1635) Fortification dimension table (Fritach, 1635)

teremos que partir das suas máximas, pois que as relações matemáticas entre as várias medidas partem de alguns valores fixos, para o tempo, e de algumas normas.

Das máximas de Marolois vamos destacar as que comportam aqueles valores e normas de partida que condicionam todos os cálculos, ou seja, as máximas 2, 4, 6 e 10⁹¹:

- 2^a máxima: Que a linha de defesa que parte do ângulo de flanco ao ângulo flanqueado, designada por linha de defesa fixante, nunca deve ser mais comprida que 60 vergas [223,08 m], porque é o alcance do mosquete. Mas se se quiser defender a face [do baluarte oposto] com o canhão, ela pode ter o comprimento de 100 a 120 vergas [371,80 m a 446,16 m].
- 4^a máxima: Quanto maior for o flanco, e a gola grande e espaçosa, tanto melhor serão, porque ficam mais capazes de defesa.
- 6^a máxima: Que o ângulo flanqueado não deve ser menor do que 60 e maior do que 90°.
- 10^a máxima: Que o ângulo de flanco seja sempre recto, o ângulo de espalda tenha pelo menos 105° e quanto maior for melhor.

Podemos desde já verificar se estas máximas orientam a tábua de fortificar que Marolois apresenta no final do tratado, para as figuras regulares de 4 a 12 lados. Assim, nesta tábua, a linha de defesa fixante apresenta valores que vão das 60,80 às 61,66 vergas [226,05 m a 229,25 m]⁹², variando com o número de lados do polígono, exactamente



Fig. A – Fortificações do centro histórico. Marcação das pontas dos baluartes
Fortifications of the historic centre. Marking of the vertices of the bulwarks

We will highlight those of Marolois's maxims that contain those basic values and standards on which all calculations depend, that is, maxims 2,4,6 and 10⁹¹:

– 2nd maxim: That the line of defense leading from the curtain angle to the flanked angle, called the fîchante defense line, should never be more than 60 verges long [223.08 m], because that is the range of a musket. But if you want to defend the face [from the bulwark opposite] with cannon, it can be 100 to 120 verges [371.80 m to 446.16 m] long.

– 4th maxim: The greater the flank, and the larger and more spacious the gorge, the better it will be, because they will be easier to defend.

– 6th maxim: That the flanked angle should not be less than 60° nor greater than 90°.

– 10th maxim: That the curtain angle should always be a right angle, the shoulder angle at least 105° and the higher the better.

We can now check whether these maxims are applied in the fortification table that Marolois inserted at the end of his treatise, for regular figures having from 4 to 12 sides. Thus, in this table, a fîchante defense line is given values ranging from 60.80 to 61.66 verges [226.05 m to 229.25 m]⁹⁰, varying with the number of sides of the polygon, precisely because all measures have to relate to each other mathematically. Indeed, in the 8th maxim, he states: (...) a fîchante defense line is universally about 60 verges (...); that is, he admits a slight variation to adapt to the other measures without undermining the maxim. In

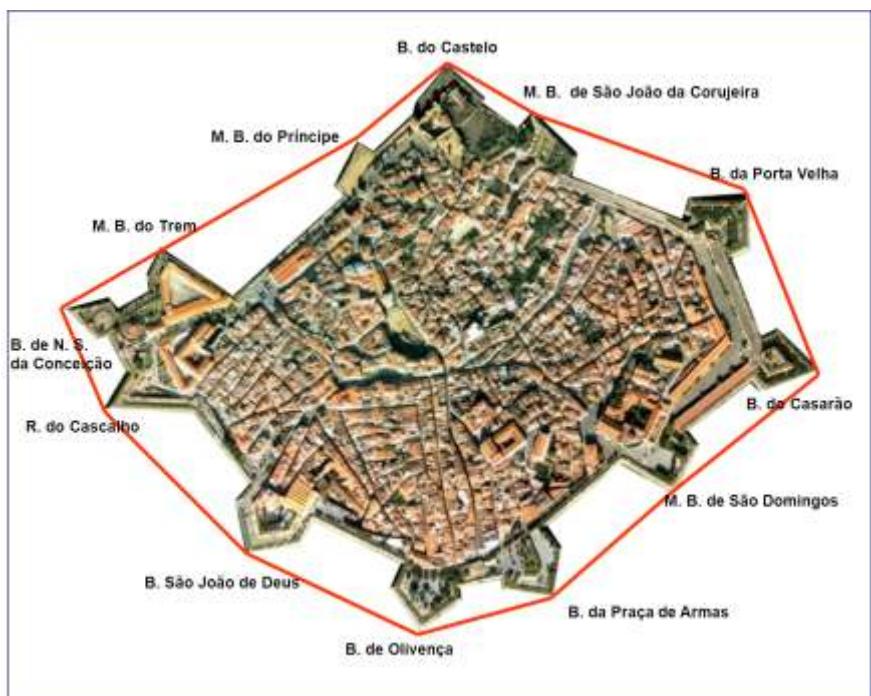


Fig. B – Fortificações do centro histórico. Linha poligonal que se obtém unindo as pontas dos baluartes
Fortifications of the historic centre. Polygonal line obtained by joining the vertices of the bulwarks

porque todas as medidas se têm que relacionar matematicamente entre si. Aliás, na 8^a máxima, ele refere: (...) a linha de defesa fixante universalmente à volta de 60 vergas (...); ou seja, ele admite uma ligeira variação de adaptação às outras medidas que não ponha em causa a máxima; na sua tábua, esta variação é muito pequena, do polígono de 4 lados ao de 12: 0,86 vergas (3,20 m). O ângulo flanqueado vai dos 60 aos 90°, o de espalda vai dos 105 aos 120° e o de flanco é sempre recto. Também se assegura que a área dos baluartes seja grande, uma vez que a face é sempre 2/3 da cortina e com medidas fixas (24 para 36 vergas, ou seja, 89,23 m para 133,85 m), proporcionando um flanco (mínimo de 7,72 vergas) e uma gola (mínimo de 9,21 vergas) grandes, o que vai ao encontro da 4^a máxima.

Apesar destas tábua se aplicarem a polígonos regulares, ou seja, com os lados e os ângulos todos iguais, vejamos que conclusões poderemos tirar da sua aplicação às irregulares fortificações de Elvas. Sigamos a metodo-logia proposta por Luís Serrão Pimentel para encontrar o polígono exterior:

CAP. XV

Como se desenham na Campanha os Fortes, & Praças irregulares (...)

*Ajustado no terreno o Polígono exterior irregular que deve servir de termo às pontas, ou ângulos dos Baluartes, o que se faz muito mais facilmente que os Polígonos regulares; pois se elegem somente os lugares, ou pontos em que parece mais conveniente ficarem as ditas pontas dos Baluartes, & de ponto a ponto riscada, ou imaginada linha fica descrito o Polígono irregular (...).*⁹³

Seguindo tal método, encontraremos o polígono exterior das fortificações do centro histórico de Elvas conforme a Figs. C e D, depois dos necessários passos executados nas Figs. A e B. É um polígono de 12 lados com três ângulos levemente reentrantes; tomaremos, para comparação, as medidas referidas na tábua de Marolois para o polígono de 12 lados e as da magistral de Elvas (Fig. E).

Constatamos, então, as seguintes correspondências:

a) Ângulos dos baluartes

Utilizaremos a fórmula de Marolois para o cálculo dos ângulos flanqueados e de espalda, partindo sempre do ângulo de flanco recto:

$$\text{Ângulo flanqueado} = (\text{Ângulo do polígono}: 2) + 15^\circ$$

$$\text{Ângulo de espalda} = [(\text{Ângulo do polígono} - \text{Ângulo flanqueado}): 2] + 90^\circ$$

his table, this variation is very small for a polygon with 4 to 12 sides: 0.86 verges (3.20 m). The flanked angle can be from 60° to 90°, that of the shoulder from 105° to 120° and the flank is always right-angled. It also ensures that the area of the bulwarks is large, because the face is always 2/3 of the curtain and has fixed measures (24 to 36 verges, or 89.23 m to 133.85 m), with flanks (minimum of 7.72 verges) and gorges (minimum of 9.21 verges) proportionately large, which is consistent with the 4th maxim.

Despite these tables applying to regular polygons, that is, with sides and angles all equal, let us see what conclusions we can draw from its application to the irregular fortifications of Elvas. We follow the methodology proposed by Luis Serrão Pimentel to find the exterior polygon:

CAP. XV

How the Forts and Irregular Squares are designed in the Campaign (...)

The irregular polygon is set in the ground and should serve as a limit to the points, or angles of the Bulwarks, which makes doing it much easier than regular polygons, because they elect only those places, or points where it seems more suitable to put the said points of the Bulwarks, & delineated from point to point, or the imagined line that was described as the irregular Polygon (...).⁹³

Following such a method, we find the exterior polygon of the fortifications of the historic centre of Elvas as in Figs. C and D, after the necessary steps performed in Figs. A and B. It is a 12-sided polygon with three angles slightly receding; we shall take, for comparison, the measures referred to in the Marolois table for the 12-sided polygon and those of the magisterial of Elvas (Fig. E).

We thus find the following correspondences:

a) Angles of the bulwarks

We shall use Marolois's formula to calculate the flanked and shoulder angles, starting always from a right-angled curtain angle:

$$\text{Flanked angle} = (\text{Angle of polygon}: 2) + 15^\circ$$

$$\text{Shoulder angle} = [(\text{Angle of polygon} - \text{Flanked angle}): 2] + 90^\circ$$

- The flanked angles vary from 57° to 92° (Marolois: 60° to 90°)

- The shoulder angles vary from 99° to 120° (Marolois: 105° to 120°)

- The curtain angles vary from 86° to 101° (Marolois: 90°)

However, if we exclude the three bulwarks to the W, N and NE (bulwark of Conceição, Castle bulwark and the Old Gate bulwark), the first two because they have a glacis at their front with a very steep slope/declivity and the last because it is joined to a crownwork, and so its designs cannot be expected to

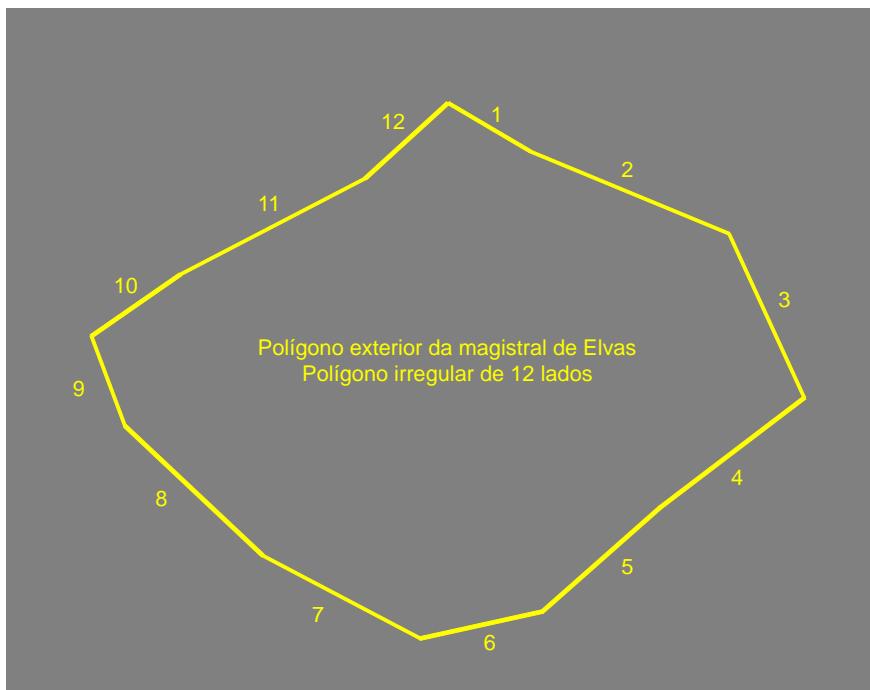


Fig. C – Fortificações do centro histórico. Polígono exterior
Fortifications of the historic centre. Outer polygon

- Os ângulos flanqueados variam dos 57º aos 92º (Marolois: 60º a 90º)
- Os ângulos de espalda variam dos 99º aos 129º (Marolois: 105º a 120º)
- Os ângulos de flanco variam dos 86º aos 101º (Marolois: 90º)

Porém, se excluirmos os três baluartes a O, a N e a NE (baluarte de Nossa Senhora da Conceição, baluarte do Castelo e baluarte da Porta Velha), os primeiros dois porque têm à sua frente uma esplanada com declive muito acentuado e o último porque entronca numa obra coroa, ou seja, porque os seus desenhos não tinham que obedecer às regras gerais mas à melhor disposição nos respectivos sítios (de características muito peculiares), a diferença de valores Cosmander/Marolois é ainda mais pequena:

- Os ângulos flanqueados variam dos 64º aos 92º (Marolois: 60º a 90º)
- Os ângulos de espalda variam dos 105º aos 129º (Marolois: 105º a 120º)
- Os ângulos de flanco variam dos 87º aos 101º (Marolois: 90º)

Relativamente às diferenças apuradas em cada um dos ângulos, os valores são desprezáveis, tanto mais que há sempre uma margem de erro entre o valor real e o valor medido nos desenhos; assim, da ponta do baluarte de São João de Deus à ponta do baluarte do Casarão, temos:

- Baluarte de São João de Deus: ângulo flanqueado: 1,5º; ângulo de espalda⁹⁴: 3,5º; ângulo de flanco: 1º.
- Baluarte de Olivença: ângulo flanqueado: 0,5º; ângulo de espalda: 5º; ângulos de flanco: 0º / 3º.



Fig. D – Fortificações do centro histórico. Polígono exterior, ângulos do polígono e ângulos flanqueados por aplicação da fórmula de Marolois
Fortifications of the historic centre. Outer polygon, angles of the polygon and flanked angles, applying the Marolois formula

obey general rules so much as the best available layout for their respective sites (which are peculiar to each), the difference in values between Cosmander and Marolois is even smaller:

- The flanked angles vary from 64° to 92° (Marolois: 60° to 90°)
- The shoulder angles vary from 105° to 120° (Marolois: 105° to 120°)
- The curtain angles vary from 87° to 101° (Marolois: 90°)

Regarding the differences found in each of the angles, the amounts are negligible, especially as there is always a margin of error between the actual value and the value measured on the drawings; thus from the point of the bulwark of São João de Deus to the point of the Casarão bulwark, we have:

- Bulwark of São João de Deus: flanked angle: 1.5º; shoulder angle: 3.5º; curtain angle: 1º.
- Bulwark of Olivença: flanked angle: 0.5º; shoulder angle⁹⁴: 5º; curtain angles: 0º/3º.
- Bulwark of the Place of Arms: flanked angle: 3.5º; shoulder angle: 2º; curtain angles: 1º/1º.
- Casarão bulwark: flanked angle: 4º; shoulder angle: 2º; curtain angle: 0º.

b) Lengths, rounded to the nearest metre, of the main geometric elements of the bulwarks (from the point of the bulwark of São João de Deus to the point of the Casarão bulwark) and their corresponding curtains (not counting the front associated with the Olivença Gate because the size of it allows for the gate):

- The curtains vary from 132 m to 157 m (Marolois: 134 m)
- As faces vary from 74 m to 90 m (Marolois: 89 m)

FORTIFICAÇÕES ABALUARTADAS DO CENTRO HISTÓRICO DE ELVAS

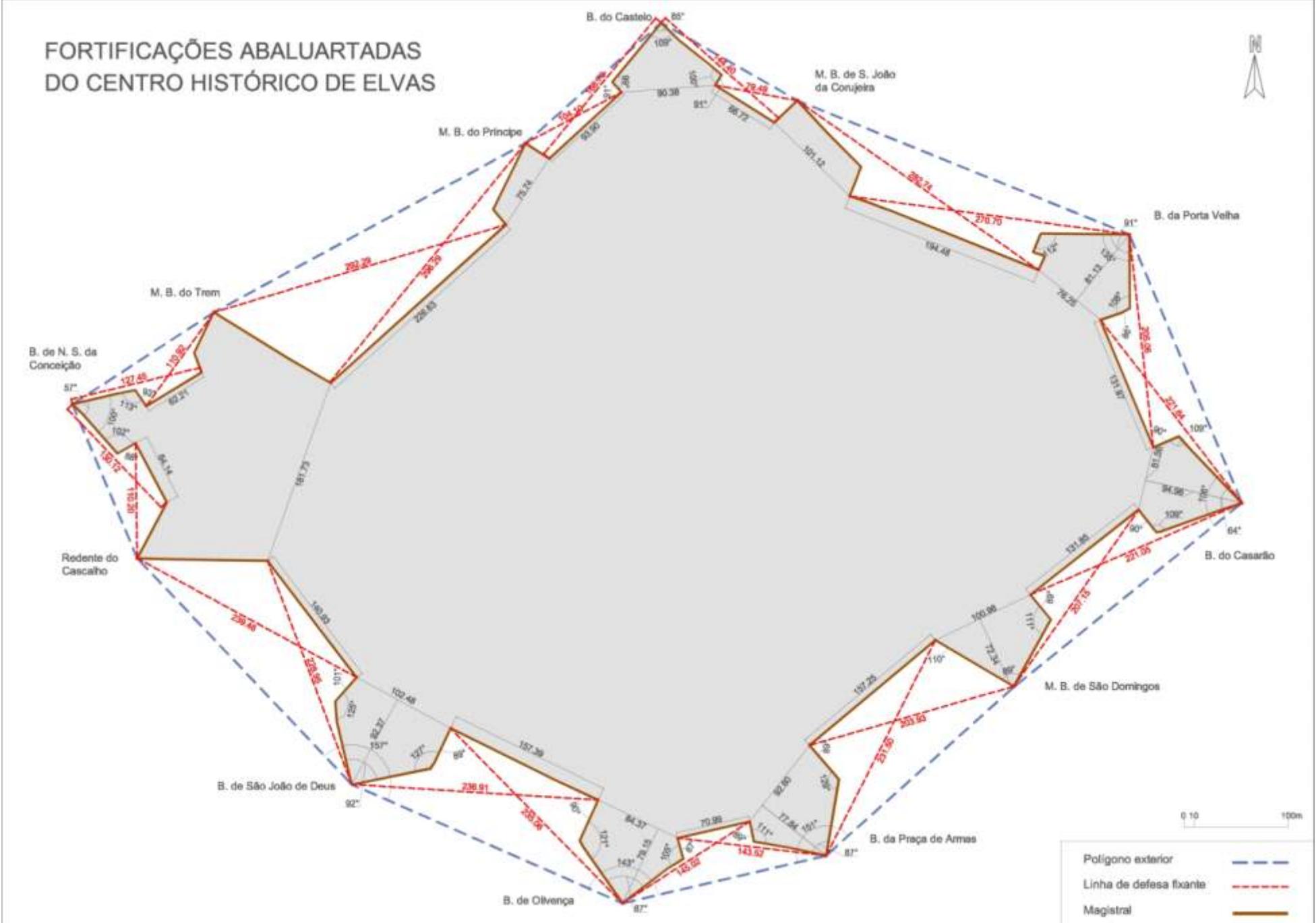


Fig. E – Magistral das fortificações do centro histórico com as respectivas medições
Magistral line of the fortifications of the historic centre with their corresponding measurements

- Baluarte da Praça de Armas: ângulo flanqueado: $3,5^\circ$; ângulo de espalda: 2° ; ângulos de flanco: $1^\circ / 1^\circ$.
- Baluarte do Casarão: ângulo flanqueado: 4° (note-se que este baluarte tem um cavaleiro); ângulo de espalda: 2° ; ângulo de flanco: 0° .

b) Comprimentos, arredondados ao metro, dos principais elementos geométricos dos baluartes (da ponta do baluarte de São João de Deus à ponta do baluarte do Casarão) e respectivas cortinas (não contamos com a frente que apresenta a Porta de Olivença porque está dimensionada para ter a porta):

- As cortinas variam dos 132 m aos 157 m (Marolois: 134 m)
- As faces variam dos 74 m aos 90 m (Marolois: 89 m)
- Os flancos variam dos 27 m aos 43 m (Marolois, polígono de 12 lados: 45 m)
- As meias golas variam dos 30 m aos 51 m (Marolois, polígono de 12 lados: 54 m)
- A relação entre as faces e as cortinas correspondentes varia de $1/2$ a $2/3$ (Marolois: $2/3$)
- A linha de defesa fixante varia dos 205 m aos 237 m (Marolois, polígono de 12 lados: 229 m)
- A linha capital, nos baluartes, varia dos 78 m aos 95 m (Marolois, polígono de 12 lados: 93 m)

c) Outros elementos

- Existência de flancos secundários em todas as situações consideradas, o que é, também, uma constante em Marolois.

CONCLUSÃO

Fica matematicamente provado que, apesar da grande irregularidade do polígono exterior das fortificações do centro histórico de Elvas – fruto da cidade preexistente e das variações do relevo –, as diferenças entre as suas medidas e as que Marolois propõe para o correspondente polígono regular de 12 lados, são tão pequenas (quase nulas no que diz respeito aos ângulos), que não temos qualquer dúvida em considerar que, através de Cosmander, as fortificações de Elvas seguiram o Primeiro Método Holandês; aliás, variando as diversas medidas em função de algumas que se tomam como fixas, é nestas que a correspondência é maior: ângulos de flanco rectos, ângulos de espalda não inferiores a 105° , ângulos flanqueados preferencialmente rectos, existência de flancos secundários, respeito pela eficácia do mosquete na linha de defesa fixante.

- The flanks vary from 27 m to 43 m (Marolois, 12-sided polygon: 45 m)
- The half-gorges vary from 30 m to 51 m (Marolois, 12-sided polygon: 54 m)
- The relationship between the faces and the corresponding curtains varies between $1/2$ and $2/3$ (Marolois: $2/3$)
- The fachant defense line varies from 205 m to 237 m (Marolois, 12-sided polygon: 229 m)
- The capital line on the bulwarks varies from 78 m to 95 m (Marolois, 12-sided polygon: 93 m).

c) Other elements:

- Second flanks are found in all the situations under consideration; this is also a constant with Marolois.

CONCLUSION

It is proved mathematically that, despite the great irregularity of the exterior polygon of the fortifications in the historic centre of Elvas – resulting from the pre-existing city and the uneven terrain – the difference between their measurements and those proposed by Marolois for the corresponding regular polygon with 12 sides are so small (almost zero with respect to angles), that we have no doubt in concluding that, because of Cosmander, the fortifications of Elvas followed the Old Dutch Method. Moreover, as the different measurements vary according to some that are taken as fixed, it is in the following that the correspondence is greater: right-angled curtain angles, shoulder angles of not less than 105° , flanked angles preferably 90° , presence of second flanks, regard for the effectiveness of the musket on the fachant defense line.



2.6.2 A SINGULARIDADE DO FORTE DE SANTA LUZIA: UM TRAÇADO QUE ANTECIPA O MÉTODO DE PAGAN E AS CONSTRUÇÕES DE VAUBAN

2.6.2.1 A POLÉMICA DECISÃO SOBRE O TRAÇO A DAR AO FORTE

O que se passou com a construção do FSL está esclarecido no livro *Commentarios dos Valerosos Feitos (...)* de Luis Marinho d'Azevedo⁹⁵. Os dois primeiros anos da Restauração foram, compreensivelmente, caóticos em termos de planeamento, quer logístico quer da construção das fortificações de Elvas: “sendo naquelles princípios hum chaos indigesto o modo de as dispor, por falta de Ministros militares para a distribuição do dinheiro, & armas, cō q(ue) tudo se confundia: sendo mais o que se gastava inutilmente q(ue) o q(ue) se aproveitava, sucede(n)do o mesmo no desenho das fortificações em que se obrava cō falta de engenheiros peritos⁹⁶.” O veterano de guerra Mathias de Albuquerque (Olinda, c. 1580 – Lisboa, 1647; feito Conde de Alegrete após a vitória na batalha de Montijo, 1644) foi retirado da sua detenção no Castelo de São Jorge (também estivera detido em Castelo de Vide) e enviado para Elvas para acudir ao que urgia fazer⁹⁷, com poucos meios, limitando-se a adaptar a cerca fernandina e a abrir “minas” (redutos) nos principais padrastos, dos quais o de Santa Luzia era o mais ameaçador⁹⁸.

- Em 1641 construiu-se um reduto estrelado – lançando-se a primeira pedra com pompa e circunstância⁹⁹ –, com traço do engenheiro Sebastião Pereira de Frias, substituindo as “minas” provisoriamente abertas por Mathias de Albuquerque¹⁰⁰. Deu-se ao forte o nome de “Sancta Luzia em cuja caza se fabricava, ficando a sua hermida¹⁰¹ servindo de armazém de armas, & mantimentos, que logo o Governador mandou meter nella (...)¹⁰²”. “Proseguiose a obra cō incásavel trabalho, por ser fundada em duríssima penha (...) & estando muito adiáte foi julgada por inutil, respeito de não descobrir os valles côtiguos¹⁰³ (...). “Para obviar tā forçosas objeções se encarregou o eme(n)dar a obra, & aproveitar a q(ue) estava feita ao Engenheiro Ieronymo Roxeti Sarge(n)to Mor (...) traçâdo hu(m) forte Real de quatro baluartes dentro do qual ficava o q(ue) estava feito (...)¹⁰⁴. Rozetti (que trabalhara em França)¹⁰⁵ terá iniciado os trabalhos a 1 e Março de 1642¹⁰⁶.

- Charles Lassart, nomeado Engenheiro-mor do Reino a 22 de Março desse ano¹⁰⁷, discordou do projecto: “(...) q(ue) lhe pareceo mal toda a fortificação de Roxeti por dizer, q(ue) não era regular, ne(m) tinha as cortinas fracos (sic), & angulos dos baluartes cō as medidas, & proporções geométricas (...) convinha, conforme ao sitio, & querendo



2.6.2 THE UNIQUENESS OF THE FORT OF SANTA LUZIA: A PLAN THAT ANTECIPATES PAGAN'S METHOD AND THE CONSTRUCTIONS OF VAUBAN

2.6.2.1 THE CONTROVERSIAL DECISION ON THE LAYOUT TO BE GIVEN TO THE FORT

What happened with the construction of the FSL is clear from the book *Commentarios dos Valerosos Feitos* (*Commentaries on Brave Deeds*) (...) by Luis Marinho d'Azevedo⁹⁵. The first two years of the Restoration were understandably chaotic in terms of planning, logistics and the construction of the fortifications of Elvas: “which on account of the intractable chaos that reigned in those early days, and for lack of military administrators to distribute money & weapons, fell into confusion. More money was wasted than spent usefully even down to the design of the fortifications which was carried out with a lack of expert engineers.”⁹⁶ The veteran of war Mathias de Albuquerque (Olinda, c. 1580 - Lisbon, 1647, Count of Alegrete after his victory at the Battle of Montijo, 1644) was released from imprisonment in the Castle of São Jorge (having also been held in Castelo de Vide) and sent to Elvas to respond to the most pressing needs, with few resources⁹⁷, enough merely to adapt the Fernandina Wall and open “mines” (redoubts) in the main vantage points, including that of Santa Luzia which was the most intimidating.⁹⁸

- In 1641 a star redoubt was built - the first stone being laid with pomp and ceremony⁹⁹ – planned by the engineer Sebastian Pereira de Frias, replacing the “mines” provisionally opened by Mathias de Albuquerque.¹⁰⁰ The fort was named “Sancta Lucia where manufacturing was carried out in the house, and the hermitage¹⁰¹ served as a warehouse for weapons, & provisions, which the Governor immediately sent for to stock it with (...).”¹⁰² “Work proceeded tirelessly against the flinty rock (...) & once it was very advanced it was

obrar outra por seu desenho não se pode acabar cõ elle (...) & se embaraçou tudo (...)"¹⁰⁸. El-Rei enviou então João Ballesteros e Cosmander para fazerem junta com Lassart e Rozetti e decidirem sobre a questão; "(...) & nem deste meyo ressaltou utilidade algu(m)a, porque dando cada hum seu voto diferente, ficou a fortificação parada com grande sentimento do Governador"¹⁰⁹.

- Por Decreto n.º 129 de 19 de Dezembro de 1642, do Conselho de Guerra, manda-se que "Ruy Correia Lucas, acompanhado pelo padre João Cosmander, da Companhia de Jesus, e por João Gilofo, fosse ver todas as praças fronteiras, com auctorisação para empreender as obras apreciadas por convenientes (...)"¹¹⁰. Na sequência, já em 1643, o Tenente-General de Artilharia Rui Correia Lucas concedeu o poder decisório a Cosmander e a Gilot que optaram por uma "fortificação externa" em vez do projectado "forte real". O Mestre de Campo-General Joanne Mendes de Vasconcelos escreveu ao rei, a 25 de Março: "(...) me pareceu dizer a V. M. que por todos os engenheiros está assentado que na eminência de Santa Luzia se faça uma fortificação externa, a qual pelas partes que pode ser acometida tenha a mesma fortaleza e possa fazer a mesma resistência que um forte real, e que sendo ganhada pelo inimigo, o que Deus não permitirá, não possa dela fazer dano algum, ajudando-se da fortificação; do modo que venha só a ganhar-se o posto e que ainda fique sendo mais fácil o desalojá-lo dele, e estando aquela obra em tal forma construída, que a cidade lhe seja superior, e fique tendo as vantagens e não os inconvenientes de um forte real"¹¹¹.

- O mesmo militar reforça, ao Conselho de Guerra, a 29 de Abril, que estava inicialmente prevista que "esta obra há de constar de dous baluartes que a parte da campanha, dous meios nos extremos que olha para esta praça, os quais se hão de ajustar com uma débil cortina que se há de comunicar com a porta de Olivença, por uma estrada coberta"¹¹². Esclarece-se mais à frente que "além de todas as razões se entende, tomadas as medidas, que o monte de Santa Luzia não tem capacidade para se obrar nele um forte real que seja capaz de boa defensa, por que ficará pequeno, que poderá mal resistir às bombas, que é o que mais ofende nas fortificações limitadas"¹⁰³. É claro que ficamos sem saber se a geometria definitiva do FSL se fica a dever a alterações feitas por Cosmander e Gilot ou se Rozetti já havia desenhado o forte com as actuais frentes. Da discordância de Lassart não podemos concluir muito nem com segurança; a melhor interpretação para a frase em causa será: ele discordava do projecto porque, em primeiro lugar, o forte não era regular, e em segundo lugar, porque nem tinha as cortinas, os flancos e os ângulos dos baluartes com as medidas e proporções adequadas. Lassart poderia ter defendido, quer o método italiano ou holandês, quer o francês de Jean Errard, se o projecto de Rozetti coincidisse com o forte hoje existente, mas por enquanto é impossível sabê-lo.

pronounced useless, since the contiguous valleys had not been discovered (...).¹⁰³
 "To placate such forcible objections instructions were given to Chief Sergeant Engineer Ieronymo Roxeti to alter the work, & make the most of what was already done (...) He laid out a 'forte Real' (i.e. larger than standard fort) with four bukworks containing what had been completed (...).¹⁰⁴ Rozetti (who had worked in France)¹⁰⁵ is likely to have started work on 1 March 1642.¹⁰⁶

- Charles Lassart, who was appointed Chief engineer of the kingdom on 22 March of that year,¹⁰⁷ found fault with the project: "(...) it seemed to him that the whole of Roxeti's fortification was badly carried out, in that it was not regular, nor did it have flanked curtains, & angles of the bulwarks with measurements, & geometric proportions (...) in keeping with the site, & wanting to construct another to his own design he said he could not complete it (...) & everything presented an obstacle (...).¹⁰⁸ "The King then sent João Ballesteros and Cosmander to work jointly with Lassart and Rozetti and decide on the issue, "(...) & nothing came of this proceeding, because each giving his different view, the fortification was halted with great emotion by the Governor"¹⁰⁹.

- By Decree No. 129 of 19 December 1642, the War Council, it was ordered that " Ruy Correia Lucas, accompanied by Father John Cosmander, of the Society of Jesus, and John Gilofo , were to inspect all frontier fortresses with authorisation to undertake the works they deemed convenient to carry out (...)¹¹⁰. Accordingly, as early as 1643, Lieutenant-General of Artillery Rui Correia Lucas granted decision-making power to Cosmander and Gilot who opted for an "external fortification" instead of the forte real that was planned. Colonel General Joanne Mendes de Vasconcelos wrote to the king on 25 March: " (...) it seemed fitting to inform Your Majesty that all the engineers are agreed that an outer fortification should be built on the heights of Santa Luzia; this would be equally resistant in the parts affected and have the same strength as a forte real, and if it were taken by the enemy (which God would not allow), no harm would result, as only the post would have been taken, from which the enemy could be easily dislodged, and that work being constructed in such a way that the city will be on higher ground, yielding the advantages and not the disadvantages of a forte real"¹¹¹.

- The same soldier emphasised, during the War Council of 29 April, that the initial plan had been for "this work to consist of two bulwarks facing Spain, two half-bulwarks at the extremes overlooking the city, and which need to be aligned with a feeble curtain that is to communicate with the Olivenza gate by a covered way."¹¹² It is explained further on that " beyond all reason it is understood, given the measures taken, that the hill of Santa Luzia lacks the capacity to site a forte real on it that would afford a good defence, for which reason it will be small and may hardly resist bombs at all, which is the main drawback of limited fortifications."¹¹³ Of course we do not know if the final geometry of the FSL is due to changes made by Cosmander and Gilot or if Rozetti had already designed the fort with its extant fronts. From Lassart's dissent we cannot conclude much with any confidence: the best interpretation

- Em 1648 conclui-se a obra. A lápide, sobre a porta interior, refere, traduzido do latim: "Com a protecção da bem-aventurada Luzia, a inexpugnável fortaleza ludibriou a cavalaria da furiosa Castela. Liberdade sob o Sereníssimo Rei João IV. Troféu de louro e palma sob o supremo comandante militar Martim Afonso de Mello, conde de São Lourenço. Concluída no ano de 1648"¹¹⁴

2.6.2.2 PAGAN NUNCA ESTEVE EM PORTUGAL

Sendo a geometria das frentes inovadora e aparecendo pela primeira vez defendida em tratado por Pagan¹¹⁵, influenciando posteriormente Vauban, coloca-se desde logo uma questão: será que na sua suposta viagem a Portugal, Pagan influenciou o projecto? Comecemos por nos certificar se ele esteve de facto em Portugal, uma vez que a historiografia, por vezes, não é clara. A ter estado, teria sido em 1642, precisamente no ano em que a obra parou por desentendimento quanto ao traço a dar-lhe:

PERRAULT (1696)

"En l'année 1642. le Roy le choisit pour aller servir en Portugal en qualité de Mareschal de Camp, & ce fut dans cette même année qu'il acheva de perdre entièrement la vue par une maladie."¹¹⁶ Note-se que o texto apenas diz que foi escolhido e não que veio de facto.

LAMBERT (1751)

"Ses services l'avoient élevé à la dignité de Maréchal de Camp des Armées du Roi, lorsqu'il plut à sa Majesté de le choisir en 1642, pour aller servir en Portugal; mais à peine fut-il arrivé dans ce Royaume, que le malheur qu'il eut de perdre entièrement la vue, l'obligea de revenir en France."¹¹⁷ Esta referência é clara: Pagan chegou a estar em Portugal mas, por causa de ter perdido a visão, teve que partir.

PINARD (1760-1770)

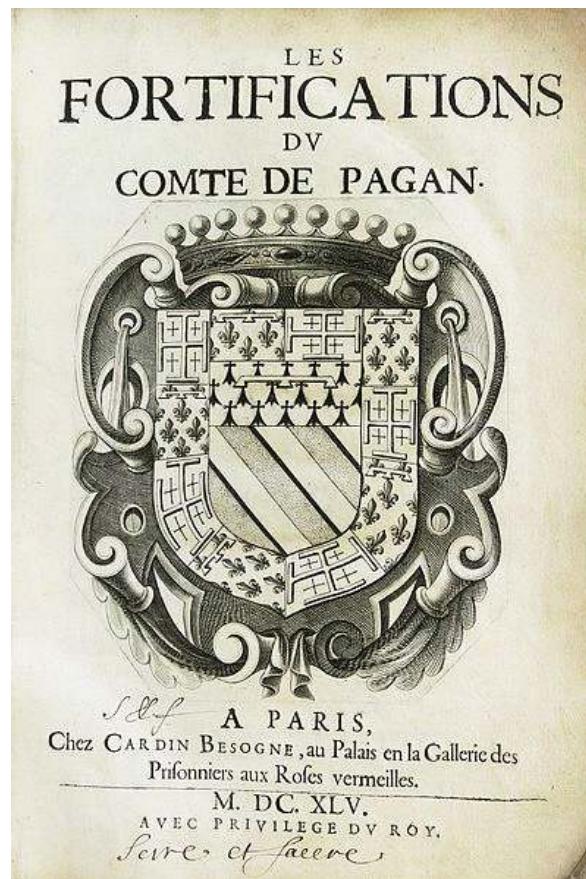
"Maréchal de camp par brevet du 25. Janvier 1642. il fut employé en Portugal où il acheva de perdre la vue dans une maladie. Il se retira du service, & se donna tout entier à l'étude du Génie des fortifications & des Mathématiques, & donna en différens temps plusieurs Ouvrages estimés les meilleurs en ce genre dans son temps (a)."

"(a) Voyez le Dépôt de la guerre Moréry, où l'on trouve la liste de tous les Ouvrages que le Comte de Pagan a donnés au public depuis qu'il étois aveugle."¹¹⁸ Esta referência está de acordo com a anterior.

MAIZEROY (1785)

"(...) mais il perd entièrement la vue au moment de partir"¹¹⁹ (para Portugal).

Segundo este autor, Pagan não chegou a partir.



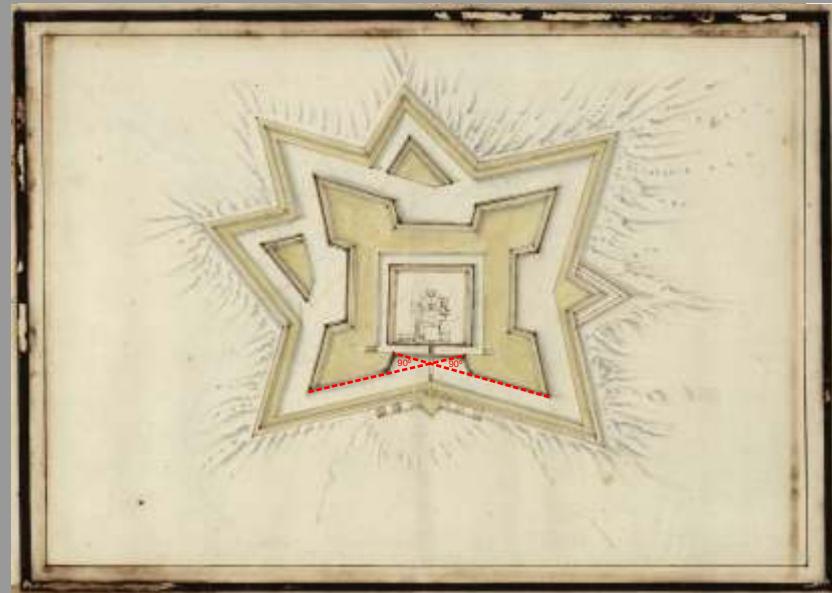
Capa da obra de Pagan: *Les Fortifications* (...) (1645)
Frontispiece of Pagan's work: *Les Fortifications* (...) (1645)

of the phrase in question would be that he disagreed with the project because, firstly, the fort was not regular, and secondly, because neither the curtains nor the flanks and angles of the bulwarks were of the appropriate dimensions and proportions. Lassart could have been advocating either the Italian or Dutch method or the French method of Jean Errard, if Rozetti's project coincides with the fort as it exists today, but in the meantime it is impossible to know.

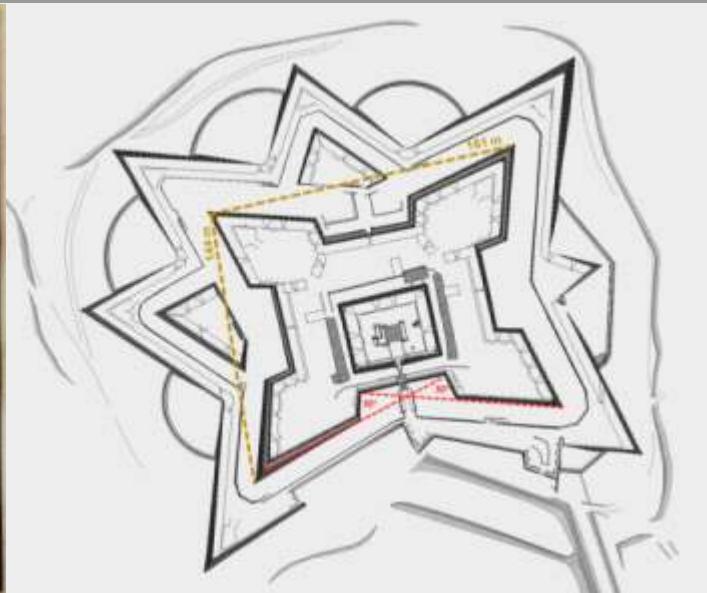
The work was completed in 1648. Inscribed in stone on the inner gate in Latin, it says: "With the protection of the Blessed Lucia, the impregnable fortress thwarted the cavalry of furious Castile. Freedom under the Most Serene King John IV. Garlanded with laurel and palm leaves under the supreme military commander Martim Afonso de Mello, Count of São Lourenço. Completed in the year 1648."¹¹⁴

2.6.2.2 PAGAN WAS NEVER IN PORTUGAL

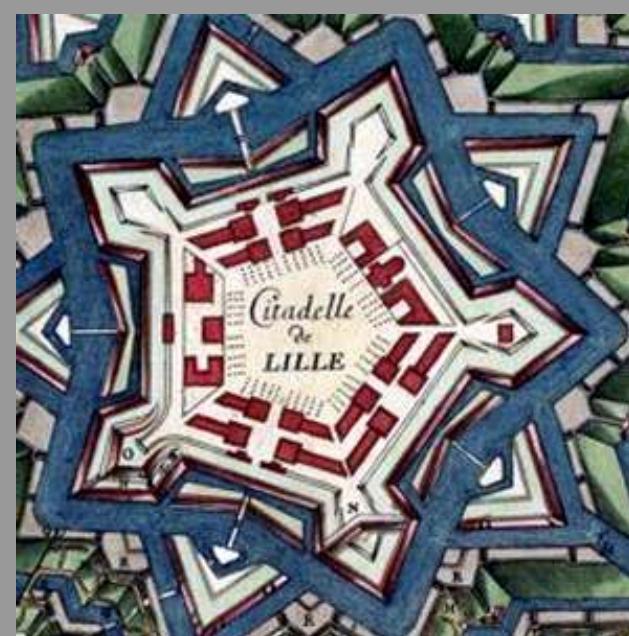
As the geometry of the fronts was innovative and first appeared in a treatise as advocated by Pagan¹¹⁵, who later influenced Vauban, the question immediately arises: did Pagan influence the project during his supposed trip to Portugal? Let us first make sure whether he was actually in Portugal, since the historiography is sometimes unclear. If he had been there, it would have been in 1642, the very year when the work stopped over disagreement regarding the design to follow.



Cosmander e Jean Gilot (FSL, plantas inicial e actual, 1641/43-1648)
Cosmander and Jean Gilot (initial and current plan of Fort of Santa Luzia, 1641/43-1648)



Tratado de Pagan (1645)
Pagan Treaty (1645)



Vauban (1668-71)

Uma frente inovadora: ângulos de flanco obtusos; linhas de defesa rasantes a fazer ângulos rectos com os flancos que intersectam
A innovative front: obtuse flank angles; rasant lines of defence making right angles with the intersecting flanks

HOEFER (1852-1866)

“Louis XIII (...) le choisit en 1633 pour tracer le plan du siège de Nancy, et en 1642 pour aller servir en Portugal avec le grade de maréchal de camp; il acheva d'y perdre entièrement la vue. De retour à Paris (1643), il s'adonna a l'étude des mathématique...”¹²⁰. Aqui temos novamente a versão de que chegou a estar em Portugal.

Para além destas referências, não conhecemos, até ao momento, qualquer alusão à vinda de Pagan em fontes portuguesas:

- A documentação do Conselho de Guerra nada refere¹²¹.
- No Arquivo Histórico Militar de Lisboa nada consta sobre Pagan.
- Cristóvão Aires, nas *Provas da História do Exército Português*, nada refere nos dois volumes sobre a matéria.¹²²

Assim, pensamos tratar-se de um equívoco historiográfico muito comum que acontece quando se cita continuadamente uma primeira obra que parte do erro ou se conclui apressadamente a partir de uma fonte que de facto não o permite, neste caso a de PERRAULT (1696). Mas podemos citar uma fonte anterior às referidas, duma edição do tratado de Blaise François – *Les Fortifications* (...) -, datada de 1668, onde se refere, no *Abrége de la vie*, que Pagan não chegou a partir para Portugal:

« En 1642. Le Roy le choisit pour aller servir en qualité de Maréchal de Camp sous le Roy de Portugal, mais au même tems il perdit entierement la vuë dans Paris ; & cet accident qui le priva de l'honneur que Sa Majesté luy faisoit, le mit dans l'impuissance de servir davantage, & luy ofta les moyens d'arriver aux premières dignitez de la Noblesse (...) Ansi finit la vie militaire du Comte de Pagan (...) ».¹²³

Somos levados a concluir que Pagan, apesar de ter sido escolhido por Luís XIII, em 1642, provavelmente a 25 de Janeiro (data da promoção), para servir em Portugal com o posto de Marechal de Campo, nunca chegou a partir, pelo facto de ter perdido completamente a visão nesse mesmo ano, em Paris.

Reforçando a nossa conclusão, Pagan não é referido nas fontes coevas sobre a construção do forte, sendo difícil admitir tal omissão nesses documentos, dada a importância do seu posto, se por acaso tivesse participado na discussão sobre o traço a dar ao forte. São outros os nomes que aparecem nas fontes. Jean Gilot foi contratado em Haia, em 1641, vindo trabalhar para o Alentejo, e Cosmander em 1642, em Lisboa, sendo que, no princípio do ano seguinte (Fevereiro ou Março), também já estava no Alentejo. Por sua vez o engenheiro Charles Lassart foi contratado em 1641, trabalhando como Engenheiro-Mor do Reino entre 1642 (22 de Março) e 1659; em 1643 é-lhe ordenado (22 de Novembro) que vá a Elvas, tal como a Gilot, e que aí permaneçam (com

PERRAULT (1696)

“En l'année 1642. le Roy le choisit pour aller servir en Portugal en qualité de Mareschal de Camp, & ce fut dans cette même année qu'ilacheva de perdre entierement la vuë par une maladie.”¹¹⁶ Note that the text only says that he was chosen and not that he actually went.

LAMBERT (1751)

“Ses services l'avoient élevé à la dignité de Maréchal de Camp des Armées du Roi, lorsqu'il plut à sa Majesté de le choisir en 1642, pour aller servir en Portugal; mais à peine fut-il arrivé dans ce Royaume, que le malheur qu'il eut de perdre entierement la vuë, l'obligea de revenir en France.”¹¹⁷ This reference is clear: Pagan came to be in Portugal, but had to leave because he had lost his eyesight.

PINARD (1760-1770)

“Maréchal de camp par brevet du 25. Janvier 1642. il fut employé en Portugal où ilacheva de perdre la vuë dans une maladie. Il se retira du service, & se donna tout entier à l'étude du Génie des fortifications & des Mathématiques, & donna en différens temps plusieurs Ouvrages estimés les meilleurs en ce genre dans son temps (a).”

“(a) Voyez le Dépot de la guerre Moréy, où l'on trouve la liste de tous les Ouvrages que le Comte de Pagan a donnés au public depuis qu'il étoit aveugle.”¹¹⁸ This reference is consistent with the previous one.

MAIZEROY (1785)

“(...) mais il perd entièrement la vue au moment de partir”¹¹⁹ (for Portugal). According to this author, Pagan did not arrive in Portugal.

HOEFER (1852-1866)

“Louis XIII (...) le choisit en 1633 pour tracer le plan du siège de Nancy, et en 1642 pour aller servir en Portugal avec le grade de maréchal de camp; ilacheva d'y perdre entierement la vue. De retour à Paris (1643), il s'adonna a l'étude des mathématique...”¹²⁰ Here again is the version that says he went to Portugal.

In addition to these references, we do not know as yet of any allusion to Pagan's coming in Portuguese sources:

- The documentation of the War Council is silent¹²¹.
- On the Historical Military Archive of Lisbon, nothing is mentioned about Pagan
- Cristóvão Aires has nothing to say on the matter in the two volumes of his Evidence for the History of the Portuguese Army¹²².

Thus, we think that this is a very common historiographic misconception which can happen when a mistaken primary source is continually cited or conclusions are hastily drawn from a source that really does not support them, in this case Perrault (1696). But we can cite an earlier source than those referred to, in an edition of the treatise of Blaise François - *Les Fortifications* (...), dated 1668, which states, in the *Abrége de la vie*, that Pagan did not leave for Portugal:

D. João da Costa, Mestre de Campo de um terço de Évora que foi defender Elvas, assumindo o governo interino da praça), sendo apontado, Lassart, por alguns autores, embora sem prova, como o autor de um projecto inicial do FSL posteriormente modificado¹²⁴. Mas “João Baptista de Castro, no seu *Mappa de Portugal*, diz que elle [Cosmander] construirá o forte de Santa Luzia, em Elvas”, embora também não o prove documentalmente.¹²⁵ Por outro lado ainda, a decisão final sobre o traço a dar ao forte só terá sido tomada no cabo de 1643, ou já em 1644 (Lassart e Gilot só recebem a ordem para se deslocarem a Elvas a 22 de Novembro de 1643), ou seja, depois de Pagan ter regressado a França, se aceitássemos a versão da sua vinda. Em conclusão, também por estas razões é de todo improvável que Pagan tenha participado na discussão em causa, mesmo que admitíssemos que ele cá tivesse estado.

2.6.2.3 O TRATADO DE PAGAN E OS SEUS POSTULADOS

Logo no Preface da sua obra¹²⁶, Pagan dá-nos uma perspectiva claríssima da forma como encara a arquitectura militar do seu tempo: não formal, dependente das características específicas do terreno em que se instala, da experiência de guerra e em progressiva desvantagem perante o ataque, ou seja, perante a artilharia e as técnicas de cerco:

“Si la Science des Fortifications estoit purement Geometrique, ses Regles en seroient parfaitement démonstrées: mais comme elle a pour object la Matière, & pour principal fondement l’Experience, ses plus assentielles maximes ne dependent que de la Conjecture. (...) Toute l’Europe s’estonne aujourd’hui de leur peu de résistance, les plus fortes ne durent pas plus de six Semaines, les meilleures ne se peuvent conserver sans le voisinage d’une Armée, & l’on ne demande plus pour les attaquer si elles sont bonnes, mais si la circonvallation s’en peut achever devant que l’Ennemy soit en présence.”¹²⁷

A mesma visão racionalista, funcionalista e, sobretudo, realista (do ponto de vista financeiro), será também adoptada por Vauban: “l’art de la fortification ne consiste pas dans des règles et des systèmes, mais uniquement dans le bon sens et l’expérience; un seul axiome: adapter systématiquement la fortification au terrain, mais aussi aux délais et au financement dont il dispose.”¹²⁸

Pagan começa pela definição geral da fortificação como a “science de bien fortifier & de bien défendre les Places, sa fin est d’opposer un petit nombre de soldats aux puissants efforts des plus grandes Armées, & de conserver dans un paisible repos les habitans qui remplissent les Villes ”¹²⁹. Define seguidamente, de forma mais específica, a fortificação abaluartada: “Or de cette muraille droite, oblique & angulaire depend absolument la bonté des Fortifications, d’autant que toutes ses faces &

«En 1642. Le Roy le choisit pour aller servir en qualité de Maréchal de Camp sous le Roy de Portugal, mais au même temps il perdit entièrement la vue dans Paris; & cet accident qui le priva de l’honneur que Sa Majesté lui faisait, le mit dans l’impuissance de servir davantage, & lui offrit les moyens d’arriver aux premières dignités de la Noblesse (...) Ansi finit la vie militaire du Comte de Pagan (...)»¹²³.

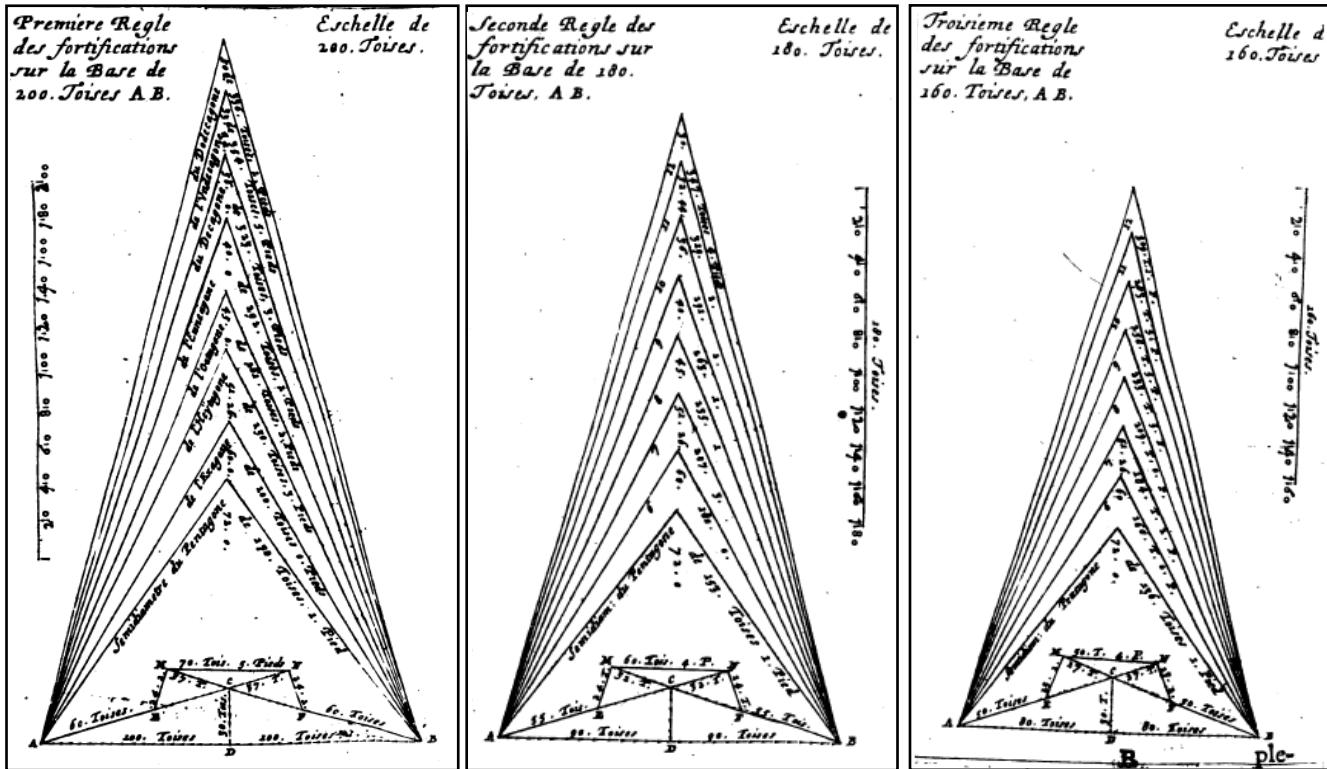
We are led to conclude that Pagan, despite having been chosen by Louis XIII in 1642, probably on 25 January (the date of his promotion) to serve in Portugal with the rank of Field Marshal, he never set off, because he had completely lost his eyesight in that same year in Paris.

Reinforcing our conclusion, Pagan is not mentioned in the contemporaneous sources on the construction of the fort, and it is difficult to imagine such an omission, given the importance of his post, if he had happened to participate in the discussion about the layout of the fort. Other names appear in the sources. Jean Gilot was engaged at The Hague in 1641, coming to work in the Alentejo, as was Cosmander in 1642, in Lisbon, who by the early part of the following year (February or March), was also already in the Alentejo. The engineer Charles Lassart was in turn engaged in 1641, working as Chief Engineer of the Kingdom between 1642 (22 March) and 1659. In 1643 he was ordered (November 22) to Elvas, along with Gilot, and they remained there (with D. João da Costa, Colonel of a tercio from Évora that was defending Elvas, assuming interim command of the stronghold). Some authors state, though without evidence that Lassart was appointed head of an initial project for the FSL that was subsequently modified¹²⁴. But “João Baptista de Castro, in his *Mappa de Portugal*, says that he [Cosmander] built the fort of Santa Luzia, in Elvas”, though he does not offer documentary support for the assertion¹²⁵. Moreover, the final decision on the fort’s layout was to have been taken only in 1643, or as late as 1644 (Lassart and Gilot did not receive the order to move to Elvas until 22 November 1643), that is, after Pagan had returned to France, if we were to accept the version that he went to Portugal. In conclusion, for all these reasons it is entirely unlikely that Pagan participated in the discussion in question, even if we admitted that he had been present.

2.6.2.3 PAGAN TREATISE AND ITS POSTULATES

Right from the Preface of his book¹²⁶, Pagan gives us a very clear view of how he approaches the military architecture of his time: not formally, and dependent on the specific characteristics of the terrain in which it is to be set, from experience of war and progressively at more of a disadvantage vis-à-vis attacking forces, that is, in the face of artillery and siege techniques:

“Si la Science des Fortifications estoit purement Geometrique, ses Regles en seroient parfaitement démonstrées: mais comme elle a pour object la Matière, & pour principal fondement l’Experience, ses plus assentielles maximes ne dependent que de la Conjecture. (...) Toute l’Europe s’estonne aujourd’hui de leur peu de résistance, les plus fortes ne durent pas plus de six Semaines, les meilleures ne se peuvent conserver sans le voisinage d’une Armée, & l’on ne demande plus pour les attaquer si elles sont bonnes, mais si la circonvallation s’en peut achever devant que l’Ennemy soit en présence.”¹²⁷



Figs. F – As três regras de desenho para polígonos externos com 200, 180 e 160 toesas de lado (389,8 m, 350,8 m e 311,8 m) (Pagan, 1668: 17, 21 e 25)

The three standard lengths of side for the external polygons with 200, 180, and 160 fathoms (respectively 389,8 m, 350,8 m and 311,8 m) (Pagan, 1668: 17, 21 and 25)

ses Parties ont une mutuelle deffence entre elles, & que selon que les lignes en sont longues ou courtes, & les Angles ouverts ou ferrez, tout le bien, ou le mal en arrive.”¹³⁰ É de facto esta panóplia de opções geométricas, cada qual com suas vantagens e defeitos em termos práticos, no teatro de guerra, que deu corpo aos sistemas, métodos ou escolas de fortificação.

Como tantos outros autores, divide as fortificações em duas grandes tipologias - as regulares e as irregulares -, sendo as primeiras constituídas por polígonos regulares, ou seja, com todos os lados iguais e todos os ângulos internos e externos congruentes entre si. Obviamente que entre um rectângulo – em que a irregularidade se limita ao facto dos lados serem iguais dois a dois, sendo iguais os ângulos internos (90°) e externos (270°) entre si - e o polígono que se obtém pela união dos vértices dos baluartes de uma fortificação como a da cidade de Elvas, o grau de irregularidade é completamente diferente.

As fortificações regulares divide-as, por sua vez, em três grandes subtipologias, em razão dos comprimentos dos lados dos polígonos externos: grandes (200 toesas¹³¹, 389,8 m), médias (180 toesas, 350,8 m) e pequenas (160 toesas, 311,8 m) (Figs. F). E são todas elas regidas pelas mesmas regras, “depuis le Pentagone, jusqu'à la ligne droite”¹³², muito embora “(...) les Places regulieres n'arrivent que rarement à douze Bastions.”¹³³

meilleures ne se peuvent conserver san le voisinage d'une Armée, & l'on ne demande plus pour les attaquer si elles sont bonnes, mais si la circonvallation s'en peut achever devant que l'Ennemy soit en presence.”¹²⁷

The same rational, functional, and above all (from a financial standpoint) realistic approach, would later also be adopted by Vauban: “l'art de la fortification ne consiste pas dans des règles et des systèmes, mais uniquement dans le bon sens et l'expérience; un seul axiome: adapter systématiquement la fortification au terrain, mais aussi aux délais et au financement dont il dispose.”¹²⁸

Pagan begins with a general definition of fortification as the "science de bien fortifier & de bien defendre les Places, sa fin est d'opposer un petit nombre de soldats aux puissans efforts des plus grandes Armées, & de conserver dans un paisible repos les habitans qui remplissent les Villes”¹²⁹. He then more specifically defines bulwarked fortifications: "Or de cette muraille droite, oblique & angulaire depend absolument la bonté des Fortifications, d'autant que toutes ses faces & ses Parties ont une mutuelle deffence entre elles, & que selon que les lignes en sont longues ou courtes, & les Angles ouverts ou ferrez, tout le bien, ou le mal en arrive.”¹³⁰ It is in fact this array of geometric options, each with its advantages and defects in practical terms, in the theatre of war, which gave substance to the systems, methods or schools of fortification.

Like many other authors, he divides fortifications into two major types - regular and irregular - the first being formed of regular polygons, that is, with all sides

Observando as Figs. F, concluímos que Pagan opta, no que diz respeito às frentes, pela linha de defesa rasante, que apresenta, respectivamente, com 141 toesas e 2 pés (275,5 m), 126 toesas e 5 pés (247,2 m) e 112 toesas e 3 pés (219,3 m). Comparativamente com Marolois, por exemplo, que defendia de 60,80 a 61,66 vergas para as linhas de defesa fixantes (do quadrado ao dodecágono), ou seja, de 226,1 m a 229,3 m¹³⁴, estes valores são correspondentes, tendo em conta que a eficácia do tiro de mosquete aumentou, necessariamente, de 1614 para 1645 (datas das primeiras edições dos tratados de ambos).

Nos três subtipos de fortificações, a distância do polígono é constante, tal como a medida do ângulo entre as linhas de defesa rasantes e os flancos: 90º. As faces e as cortinas vão reduzindo as suas dimensões – sendo quase iguais na pequena fortificação (50 toesas e 50 toesas e 4 pés) -, enquanto que os flancos, de 24 toesas nas duas maiores fortificações, apenas descem para 23 toesas e 2 pés na pequena fortificação.

Relativamente aos ângulos flanqueados (ou salientes) dos baluartes, eles são sempre superiores aos 60º defendidos como mínimo em todos os sistemas, aumentando à medida que aumenta, também, o número de lados dos polígonos. Assim, na “grande fortificação” pentagonal:

- a) O ângulo do centro do polígono será de $360^\circ : 5 = 72^\circ$
- b) Os outros dois ângulos do triângulo isósceles terão: $(180^\circ - 72^\circ) : 2 = 54^\circ$
- c) Sendo constante o ângulo z formado entre o lado do polígono e as linhas de defesa fixantes: $\text{tg } z = \text{cateto oposto} : \text{cateto adjacente}$; ou seja $\text{tg } z = 30 : 100 = 0,3$; $z = 17^\circ$; então, os ângulos salientes desta frente terão a seguinte medida: $(54 - 17) \times 2 = 74^\circ$; note-se que os lados dos triângulos isósceles que formam os ângulos do centro do polígono coincidem sempre com as linhas capitais dos baluartes. Na “grande fortificação” do dodecágono, e aplicando os mesmos cálculos, os ângulos salientes dos baluartes apresentam 116º.

O método prático de desenho destas fortificações regulares é muito fácil e descrito, igualmente, com grande clareza. Tal terá motivado a apreciação de Luís Serrão Pimentel: “De todos os Methodos de desenhar que hei visto, nenhum me ha parecido tão facil como o do Côde de Pagan (...)”¹³⁵.

Ora como o escopo da nossa investigação se centra no FSL, cujo polígono externo é um rectângulo, com alguma irregularidade (161 m por c. 144 m), teremos que consultar o tratado de Pagan tentando perceber como seria desenhado por este militar.

equal, with all internal and external angles congruent. Obviously there is a completely different degree of irregularity as between a rectangle - in which the irregularity is limited because each of the two pairs of sides is equal, as are the inner (90º) and external (270º) angles to one another - and the polygon obtained by joining the vertices of the bulwarks of a fortification such as that of the city of Elvas, the degree of irregularity is completely different.

Regular fortifications are in turn divided into three major subtypes, according to the lengths of sides of the external polygons: large (200 fathoms¹³¹, 389.8 m), medium (80 fathoms, 350.8 m) and small (160 fathoms, 311.8 m) (Figs. F). And they are all governed by the same rules, “depuis le Pentagone, jusqu'à la ligne droite”¹³², even though “(...) les Places régulières n'arrivent que rarement à douze Bastions.”¹³³

Observing Figs. F we conclude that Pagan chooses, with respect to the fronts, the rasant line of defence, which displays, respectively, 141 fathoms 2 feet (275.5 m), 126 fathoms 5 feet (247.2 m) and 112 fathoms 3 feet (219.3 m¹³⁴). Comparing these dimensions with those of Marolois, for example, who argued for 60.80 to 61.66 verges (226.1 m to 229.3 m¹³¹) for fendant lines of defence (ranging from square to dodecagonal), we see that these values match, bearing in mind the effectiveness of musket shot, which of course increased in range between 1614 and 1645 (the dates of the first editions of both treatises).

In the three subtypes of fortifications, the breadth of the polygon is constant, as is the 90º angle between the rasant lines of defence and the flanks. The dimensions of the faces and the curtains diminish – they are almost equal in the small fortification (50 fathoms and 50 fathoms 4 feet) - while the flanks of 24 fathoms in the two largest fortifications, reduce only to 23 fathoms and 2 feet in the small fortification.

Regarding flanked (or salient) angles of the bulwarks, they are always higher than the 60º advocated as a minimum on all systems, increasing with each increase in the number of sides of the polygon. Thus, in the pentagonal “large fortification”:

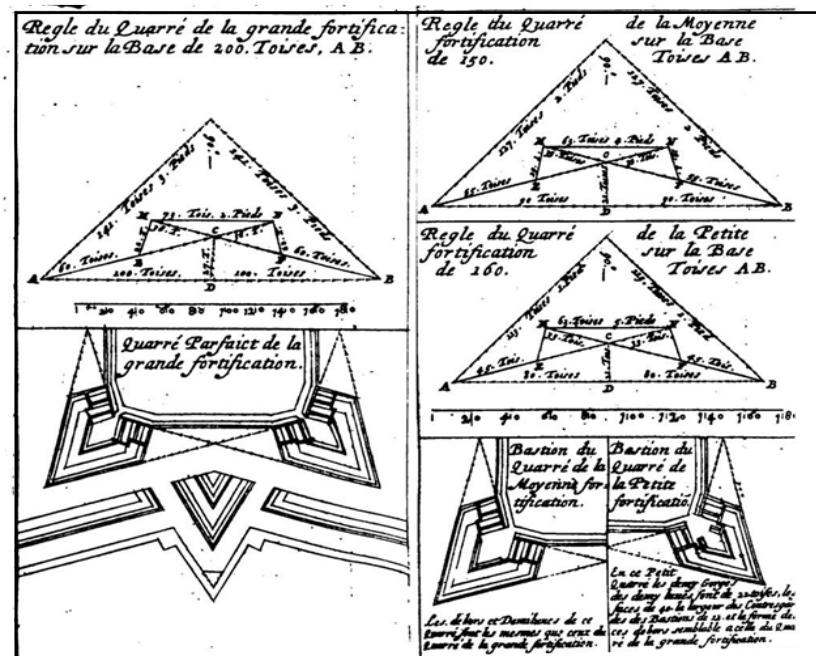
- a) The angle at the centre of the polygon will be $360^\circ : 5 = 72^\circ$
- b) The other two angles of the isosceles triangle will be $(180^\circ - 72^\circ) : 2 = 54^\circ$
- c) Angle z between the side of the polygon and the fendant lines of defence being constant: tangent ($\text{tg } z$) = opposite side ÷ adjacent side, i.e. $\text{tg } z = 30 : 100 = 0.3$, $z = 17^\circ$, so the angles protruding from this front will measure: $(54 - 17) \times 2 = 74^\circ$; note that the sides of the isosceles triangles forming the angles of the polygon centre always coincide with the capital lines of the bulwarks. Applying the same calculations to the dodecagonal “large fortification”, the salient angles of the bulwarks are 116º.

The practical method of designing these regular fortifications is quite simple and also described with great clarity. This will have motivated the assessment of Louis Serrão Pimentel: “Of all the design Methods that I have seen, none has

Comecemos por calcular quanto mediriam os ângulos salientes de um quadrado, na grande fortificação: $180^\circ - 90^\circ = 90^\circ$; $90^\circ : 2 = 45^\circ$; $(45^\circ - 17^\circ) \times 2 = 56^\circ$. Será pelo facto dos ângulos salientes serem inferiores a 60° que Pagan não inclui este polígono regular na sua "règle"? Marolois fá-lo, atribuindo-lhe o mínimo: 60° . Pagan dedica um capítulo específico a esta matéria – "Chapitre IX, Des Quarrez Reguliers"¹³⁶ –, começando exactamente por sublinhar os dois defeitos mais importantes desta fortificação: "Les quarrez quoy que reguliers en leurs Fortifications n'entrent point au rang des places parfaites: d'autant que l'ouverture de leurs Angles flancquez n'excede jamais soixante degrez, & que la longueur des lignes de leur flanc dans l'usage ordinaire, n'arrive que peu souvent à quinze toises".¹³⁷ Para remediar a medida de 56° dos ângulos salientes, Pagan introduz uma variante: a distância entre o lado do polígono e a intersecção das linhas de defesa (estamos a exemplificar, novamente, com a "grande fortificação") passa das 30 toesas para 27, permitindo que o ângulo z de que falámos acima seja ligeiramente inferior: $\text{tg } z = \text{cateto oposto} : \text{cateto adjacente} = 27 : 100 = 0,27$ (logo, $Z = 15^\circ$); $180^\circ - 90^\circ$ (ângulo do centro) = 90° ; $90^\circ : 2 = 45^\circ$; $45^\circ - 15^\circ = 30^\circ$; $30^\circ \times 2 = 60^\circ$ (Figs. G). Esta variante permite, assim, que os salientes atinjam o mínimo de 60° , mas também que os flancos sejam maiores do que as referidas 15 toesas: apresentam 22 toesas (24 toesas e 2 pés na "grande fortificação"). As cortinas têm 73 toesas e 2 pés (70 toesas e 5 pés na "grande fortificação") e mantém-se constante o valor dos flancos: 60 toesas. A mesma regra aplica à média e à pequena fortificação, baixando, em ambas, a distância entre o lado do polígono e a intersecção das linhas de defesa, de 30 para 24 e de 30 para 21 toesas (Figs. G).

Mas sendo o nosso caso de estudo uma fortificação irregular (rectângulo) e não um quadrado, temos que consultar Pagan no capítulo específico das fortificações irregulares; este é o "Chapitre XI, Des Fortifications irregulieres"¹³⁸. A metodologia seguida por Pagan é clara: "(...) pour revenir à mes Fortifications irregulieres, stables & permanentes, aussi parfaites que mes regulieres, d'autant qu'elles en sont toutes composées & construites sur les mesmes fondemens de mes nouvelles & meilleures maximes"¹³⁹. É no subcapítulo "Pour les Forts à quatre Bastions"¹⁴⁰ das "Fortifications de Campagne", (Chapitre XIII)¹⁴¹, que temos finalmente a "regra" que nos interessa porque só aqui podemos utilizar as dimensões do nosso forte ($161\text{ m} \times 144\text{ m}$). Assim, se os lados "n'en ont que 80 de longueur, ne prenez que la moitié des mesures du quarré de la petite"¹⁴². Possuindo os lados do polígono externo do FSL, $82,61 \times 73,88$ toesas, consideremos a média destas medidas para efeitos de cálculo, ou seja, 78,25 toesas, o que se inscreve na regra precedente. Assim, as dimensões das frentes seriam as seguintes:

- base, $160 : 2 = 80$ toesas (155,9 m);



Figs. G – Regras de Pagan para a fortificação do quadrado: grande, média e pequena fortificações (DC passa de 30 para 27 e para 21 tesis)
Pagan's Rules for the fortification of the square: large, medium and small fortifications
(DC 30, 27 and 21 fathoms)

seemed so simple as the Code of Pagan (...).¹³⁵

Now as the scope of our research focuses on the FSL whose outer polygon is a slightly irregular rectangle measuring 161 m by c. 144 m, we must consult Pagan's treatise and try to understand how this soldier would have laid it out.

Let us first calculate how much the salient angles of a square would measure in the great fortification: $180^\circ - 90^\circ = 90^\circ$, $90^\circ : 2 = 45^\circ$; $(45^\circ - 17^\circ) \times 2 = 56^\circ$. Is it because the salient angles are below 60° that Pagan does not include this regular polygon in his "règle"? Marolois does so, attributing it the minimum of 60° . Pagan devotes a separate chapter to this matter - "Chapitre IX, Des Quarrez Reguliers"¹³⁶ - starting precisely by highlighting the two major defects of the fortification: "Les quarrez quoy que reguliers en leurs Fortifications n'entrent point au rang des places parfaites: d'autant que l'ouverture de leurs Angles flancquez n'excede jamais soixante degrez, & que la longueur des lignes de leur flanc dans l'usage ordinaire, n'arrive que peu souvent à quinze toises".¹³⁷ To remedy the measurement of the 56° of the salient angles, Pagan introduces a variant: the distance between the edge of the polygon and the intersection of the lines of defence (we are again using "large fortification" to illustrate the point) is reduced from 30 fathoms to 27, allowing the angle z we talked about above to be slightly lower: $\text{tg } z = \text{opposite side} : \text{adjacent side} = 27 : 100 = 0,27$ (thus $z = 15^\circ$); $180^\circ - 90^\circ$ (angle at centre) = 90° , $90^\circ : 2 = 45^\circ$, $45^\circ - 15^\circ = 30^\circ$, $30^\circ \times 2 = 60^\circ$ (Figs. G). This variant thus allows the salients to reach the minimum angle of 60° , but it also means that the flanks are larger than the 15 fathoms mentioned above: they measure 22 fathoms (24 fathoms and 2 feet in the "large fortification"). The curtains measure 73 fathoms and 2

- linha perpendicular que liga a base ao ponto de intersecção das linhas de defesa, $21 : 2 = 10,5$ toesas (20,5 m);
- faces dos baluartes, $45 : 2 = 22,5$ toesas (43,9 m);
- segmentos de recta que ligam o referido ponto de intersecção ao ângulo de flanco, $33 : 2 = 16,5$ toesas (32,2 m);
- flancos, c. 26 toesas : 2 = 13 toesas (c. 25,3 m)
- cortina de 63 toesas e 5 pés : 2 = 31,5 toesas e 2,5 pés (62,2 m).

Comparando estas medidas com as do FSL, podemos concluir:

- que o lado externo do polígono é muito próximo (FSL 161 m – 155,9 m = 5,1 m);
- que a distância entre este lado e a intersecção das linhas de defesa é muito semelhante: (20,5 m - FSL c. 18,7 m = 1,8 m)¹⁴³
- que as medidas das faces dos baluartes apresentam uma diferença significativa (FSL 52,9¹⁴⁴ - 43,9 m = 9 m), sendo que, esta demasia, parece compensada nos flancos: (25,3 m – FSL 12,9 m = 12,4 m);
- e que a cortina apresenta uma diferença assinalável (62,2 m – FSL 41,9 m = 20,3 m).

Estas diferenças explicar-se-ão por se estarem a comparar medidas resultantes de uma mesma regra aplicada a um quadrado e a um rectângulo.

Uma outra característica arquitectónica do FSL que corresponde ao pensamento de Pagan¹⁴⁵, é o facto de, ao contrário do primeiro sistema holandês, patente nas fortificações do centro histórico de Elvas, as cortinas do forte não possuírem canhoeiras.

No que diz respeito aos revelins – que os franceses, ao tempo, chamavam de “demy-lunes”, meias-luas –, eles não estão desenhados como Pagan aconselha para o “Quarré Parfait de la grande fortification”¹⁴⁶, com a sua linha capital perpendicular à cortina e de forma completamente simétrica em relação a esta. Os dois revelins do FSL que protegem as cortinas em maior situação de perigo estendem-se um pouco mais na direcção do baluarte SE, protegendo-lhe parcialmente as faces. Ora este baluarte, pela sua localização – o menos protegido, quer pelas baterias do centro histórico, quer pelas do Fortim de São Pedro – é, necessariamente, o que o inimigo vai escolher para fazer a brecha. É, portanto, destituída de qualquer fundamento, a afirmação que consta em relatório militar de 1874¹⁴⁷: “Há apenas neste forte dous revelins nas frentes voltadas a sul e leste, os quaes foram traçados segundo o systema de Conde de Pagan.”

Podemos concluir que existe uma considerável aproximação entre o que Pagan propria e o FSL tal qual se apresenta, tendo em conta que a média das diferenças das medições lineares não atinge os 10 m, que se

feet (70 fathoms and 5 feet in the "large fortification") and the length of the flanks remains constant: 60 fathoms . The same rule applies to the medium and small fortifications, reducing in both the distance between the edge of the polygon and the intersection of the lines of defence, from 30 to 24 and from 30 to 21 fathoms (Figs. G).

But as our subject is an irregular fortification (a rectangle) and not a square, we have to see Pagan's specific chapter on irregular fortifications, that is “Chapitre XI, Des Fortifications irregulieres”.¹³⁸ The methodology followed by Pagan is clear: "(...) pour mes revenir the Fortifications irregulieres, stables & Permanent , which régulières parfaites aussi mes d' en sont toutes qu'elles autant composées & construites sur les nouvelles fondemens Mesmes mes & meilleures maximes".¹³⁹ It is in the subchapter "Pour les Forts à quatre Bastions"¹⁴⁰ of the "Fortifications de Campagne", (Chapitre XIII),¹⁴¹ that we finally find the "rule" that concerns us because only here can we apply the dimensions of our fort (161 m x 144 m). Thus, if the sides "n'en ont que 80 de longueur, ne prenez que la moitié des mesures du quarré de la petite"¹⁴². The sides of the FSL's outer polygon measuring 82.61 x 73.88 fathoms, we shall use the average of these measures for the purposes of calculation, i.e., 78.25 fathoms, which falls under the previous rule. Thus, the dimensions of the fronts would be as follows:

- Base, $160 \div 2 = 80$ fathoms (155.9 m);
- Perpendicular line connecting the base to the point of intersection of the lines of defence, $21 \div 2 = 10.5$ fathoms (20.5 m);
- Faces of the bulwarks, $45 \div 2 = 22.5$ fathoms (43.9 m);
- Straight segments connecting aforesaid point of intersection to the flank angle, $33 \div 2 = 16.5$ fathoms (32.2 m);
- Flanks, c. 26 fathoms $\div 2 = 13$ fathoms (c. 25.3 m)
- Curtain 63 fathoms and 5 feet $\div 2 = 31.5$ fathoms and 2.5 feet (62.2 m).

Comparing these measurements with the FSL, we can conclude:

- That the outer side of the polygon is very close (FSL 161 m - 5.1 m = 155.9 m);
- The distance between this side and the intersection of the lines of defence is very similar: (20.5 m - FSL 18.7 m = c. 1.8 m.)¹⁴³
- The figures for the faces of the bulwarks show a significant difference (FSL 52.9¹⁴⁴ - 43.9 m = 9 m). This excess seems to be offset at the flanks: (25.3 m - 12.9 m = FSL 12.4 m);
- And the curtain reveals a remarkable difference (62.2 m - FSL 41.9 m = 20.3 m).

These differences may be explained by comparing the measurements derived from applying the same rule to a square and a rectangle.

Another architectural feature of the FSL that corresponds to Pagan thinking¹⁴⁵ is that, unlike the first Dutch system, as reflected in the fortifications of historic centre of Elvas, the fort curtains do not have embrasures.

trata de uma fortificação irregular e que a questão principal se verifica: os ângulos de flanco são obtusos, a linha de defesa rasante não apresenta flancos secundários e é perpendicular aos flancos. A questão dos revelins, como se acaba de explicar acima, resulta da aplicação de um critério de funcionalidade para dar mais eficácia defensiva ao forte. Já as cortinas, sem canhoeiras, correspondem inteiramente ao critério de Pagan.

2.6.2.4 OS TRATADOS ANTERIORES À CONSTRUÇÃO DO FORTE

Uma outra questão a que temos que responder é a seguinte: será que devido às dimensões do FSL, os tratados publicados anteriormente ao início sua construção, nomeadamente os que defendem, para a generalidade dos casos, o ângulo de flanco recto, alterariam esse ângulo, tornando-o obtuso, para se poder flanquear o fosso?

Comecemos por Christoual de Rojas (1555-1614). Este autor, depois de referir que as dimensões das cortinas foram sendo reduzidas desde os "antigos" – 900 pés – até Carlo Teti e Geronimo Catano – 750 pés –, defende o comprimento de 360 pés e um pouco mais para as fortificações regulares com base no quadrado: 369 pés. E diz porquê: "(...) la defensa principal de vna placa es la mosqueteria, dexando el artilleria para su tiempo y lugar (...)"¹⁴⁸. A linha de defesa é sempre a rasante e sem flancos secundários.¹⁴⁹ Rojas trata, no Capítulo IV (erradamente ordenado de III) da Segunda Parte, "De las medidas q ha de tener la buena fortificacion"; mas não trata das fortificações com medidas não ideais. Ou seja, para podemos comparar o nosso rectângulo de 161 m por c. 144 m, com o quadrado de Rojas de 600 pés (c. 198 m), com cortina de 369 pés (c. 122 m)¹⁵⁰, teremos que fazer a proporção. Assim, se 198 m gera uma cortina de 122 m, 161 m corresponderá a uma cortina de 99,20 m; ora as cortinas maiores do FSL não chegam a metade deste valor: 41,9 m. Também os ângulos de flanco são sempre rectos nos desenhos deste autor, dispondo, quase sempre, os flancos, de orelhões direitos. Portanto, o desenho do FSL não segue orientações de Rojas.

Antoine de Ville (1596-1657) deixou muitos escritos, entre os quais a obra por que é mais conhecido, *Les Fortifications*, cuja primeira edição data de 1629¹⁵¹; utilizaremos a edição de 1666¹⁵². Defende os ângulos de flanco sempre rectos – denotando a influência italiana –, os flanqueados, preferencialmente rectos também¹⁵³, e considera que a "verdadeira" linha de defesa é a fixante. Relativamente à existência de flancos secundários, tal depende do número de lados do polígono. Mas é na quarta parte da obra que o autor trata das fortificações com menos de seis baluartes; concretamente no quadrado, no rectângulo¹⁵⁴ e no

With regard to ravelins, which the French at the time called "demy - lunes" (half-moons), these are not designed as Pagan advises for the "Quarré Parfait de la grande fortification"¹⁴⁶, with its capital line perpendicular to the curtain and completely symmetrically in relation to it. The two FSL ravelins protecting the curtains in situations of greater danger extend a little more towards the SE bulwark partly protecting its faces. Now this bulwark, by its location - the least protected, whether by the batteries of the historic centre or by the Fortlet of São Pedro - is necessarily the place the enemy would choose to make a breach. There is therefore no basis for the assertion included in the military report of 1874: "In this fort there are only two ravelins in the fronts facing south and east, which were laid out according to the Comte de Pagan's system".

We can conclude that there is considerable resemblance between what Pagan proposed and the FSL as it appears on the ground, given that the mean difference of the linear measurements is less than 10m, that it is an irregular fortification and that the main criterion is fulfilled: the flank angles are obtuse, the rasant line of defence has no second flanks and is perpendicular to the flanks. The issue of the ravelins, as just explained above, results from applying a criterion of functionality to the fort for greater defensive effectiveness. The curtains, without embrasures, correspond entirely to Pagan's postulate.

2.6.2.4 TREATISES OF EARLIER DATE THAN THE CONSTRUCTION OF THE FORT

Another question we have to answer is this: could it be due to the dimensions of the FSL that treatises published prior to the start of construction, in particular those which argue, in most cases, for right-angled flanks, alter this angle to make it obtuse, so as to be able to flank the ditch?

Let us begin with Christoual Rojas (1555-1614). This author, after mentioning that the dimensions of curtains had been progressively reduced since the "ancients" - 900 feet – until the time of Carlo Teti and Geronimo Catano - 750 feet – advocates a length of 360 feet and a little more for regular fortifications based on the square: 369 feet. And he explains why: (...) la defensa principal de vna placa es la mosqueteria, dexando el artilleria para su tiempo y lugar (...)." The line of defence is always the rasant with no second flanks. In Chapter IV (wrongly ordered as III) of the Second Part Rojas writes, "De las medidas q ha de tener la buena fortificacion" but does not address the fortifications lacking the ideal measurements. That is, before we can compare our rectangle of 161 m by c. 144 m, with Rojas's square of 600 feet (c. 198 m), with a curtain of 369 feet (c. 122 m), we have to work out the ratio. Thus, if 198 m generates a curtain of 122 m, then 161 m corresponds to a curtain of 99.20 m; Now the FSL curtains (41.9 m) do not measure even half of that. Also the flank angles are always right angles on drawings by this author, the flanks almost always featuring straight orillons. Therefore, the design of the FSL does not follow Rojas's guidelines.

pentágono¹⁵⁵, pode-se verificar que não existem flancos secundários; o caso da fortificação do triângulo é sempre um caso muito especial em qualquer método. Mas o ângulo de flanco permanece recto, o que nos leva a concluir que não foi no método de Antoine de Ville que os construtores do FSL se inspiraram. Relativamente ao valor das cortinas, e tendo em conta que Ville prefere fortificar do polígono interno para fora¹⁵⁶, para um lado do polígono interno de c. 113,8 m (frente norte), o valor da cortina seria¹⁵⁷: (113,8 m : 6 x 2 = 37,93 m) (113,8 m - 37,93 m = 75,87 m); também aqui se verifica que o método de Antoine de Ville não foi seguido.

Daniel Speckle (1536-1589)¹⁵⁸ propunha baluartes grandes, com cavaleiros, flancos direitos ou com orelhões direitos e dois níveis de canhoeiras, ângulos de flanco rectos, linhas de defesa rasantes ou fixantes – com ou sem flancos secundários - e grandes revelins, com cavaleiros, a proteger as cortinas que poderiam apresentar-se muito pequenas. Não se encontram, no seu tratado, propostas de ângulos de flanco obtusos, quer nos polígonos regulares de quatro ou cinco baluartes, nomeadamente em fortões, quer nas fortificações irregulares.

Simon Stevin (1548/49-1620) deve ter sido especialmente influenciado por Daniel Speckle, e ambos pelos engenheiros italianos; assim o afirma a Real Academia Holandesa de Ciências na introdução ao seu livro¹⁵⁹. Na mesma introdução se afirma igualmente que, apesar do seu método de fortificação não ter sido integralmente posto em prática, pelos elevados custos financeiros que comportava, dizer que não influenciou a engenharia militar do seu tempo é ir longe de mais¹⁶⁰. Depois das definições, Stevin escolhe o hexágono de pequena escala para exemplificar e defender o seu método, apresentando cortinas de c. de 277 m (considerando o Pé de Rinthlanda de 0,305 m)¹⁶¹, falsa-braga rodeando toda a fortificação, grandes baluartes com cavaleiros e flancos com orelhões direitos, linha de defesa rasante sem flancos secundários, mesmo nas fortificações irregulares¹⁶²; neste capítulo, o sétimo, não encontramos casos que possamos comparar com o FSL.

Vejamos seguidamente Samuel Marolois (1572-1627). Para este autor, quer nas máximas¹⁶³, quer na tábua de fortificar¹⁶⁴, o ângulo de flanco é sempre o recto: “10 Maxime Qve l'angle du flancq est tousiours droict, l'angle de l'espaule est pour le moins 105 degrez, & le plus qu'il est grand de meilleur il sera”. Também na fortificação de polígonos irregulares, o ângulo obtuso nunca é aconselhado¹⁶⁵. A linha de defesa considerada é a fixante e existem geralmente flancos secundários, dependendo das dimensões do polígono. No caso do quadrado, as cortinas devem apresentar 36 vergas (c. 134 m) para um polígono exterior com 82,36 vergas de lado (c. 306 m); proporcionalmente, as cortinas do FSL teriam, nos lados do polígono de 161 m, c. 70,50 m, o

Antoine de Ville (1596-1657) left many writings, including the work by which he is known, *Les Fortifications*, the first edition of which dates from 1629. We will use the edition of 1666. He advocates always having right-angled flank angles - denoting the Italian influence – and preferably right-angled flanked angles too, and believes that the "true" line of defence is the *fichant* defence. Regarding the existence of second flanks, it depends on the number of sides of the polygon. But in the fourth part of the work, where the author deals with fortifications with fewer than six bulwarks, specifically the square, the rectangular (Fig. 15) and the pentagonal formations, we can verify that there are no second flanks, and triangular fortifications are always a very special case in any method. But the flank angle remains right-angled, which leads us to conclude that the FSL builders were not inspired by the method of Antoine de Ville. Regarding the size of the curtains, and taking into account that Ville preferred to fortify the inner polygon outwards, for a side of the inner polygon of c. 113.8 m (the north front), the length of the curtain would be¹⁶⁷ (113.8 m ÷ 6 x 2 = 37.93 m) (113.8 m - 37.93 m = 75.87 m). Here too it is apparent that the method of Antoine de Ville was not followed.

Daniel Speckle (1536-1589)¹⁵⁸ proposed large ramparts, with cavaliers, straight flanks or with straight orillons and two levels of embrasures, right-angled flank angles, rasant or *fichant* lines of defence - with or without second flanks - and large ravelins, with cavaliers, to protect the curtains that could be very small. In his treatise there are no proposals for obtuse flank angles, either in regular four- or five-bulwarked polygons (that is, in forts) nor in irregular fortifications.

Simon Stevin (1548/49-1620) must have been especially influenced by Daniel Speckle, and both by Italian engineers, according to the Dutch Royal Academy of Sciences in the introduction to his book¹⁵⁹. The same volume also states that, although his method of fortification was not fully implemented due to the high financial costs entailed, it is going too far to say it did not influence the military engineering of its time¹⁶⁰. After setting out his definitions, Stevin chooses the small scale hexagon to exemplify and defend his method, with of curtains c. 277 m (given a Rhineland foot of 0.305 m)¹⁶¹, a false-braye surrounding the entire fortification, large bulwarks with chevaliers and flanks with straight orillions, rasant defence line without second flanks, even in irregular fortifications¹⁶². In this chapter, the seventh, we found no cases that we can compare with the FSL.

Let us next consider Samuel Marolois (1572-1627). For this author, the flank angle is always a right angle, both as a precept¹⁶³ and in his fortification chart¹⁶⁴: “10 Maxime Qve l'angle du flancq est tousiours droict, l'angle de l'espaule est pour le moins 105 degrez, & le plus qu'il est grand de meilleur il sera”. Even in the fortification of irregular polygons, an obtuse angle is never advised¹⁶⁵. The line of defence considered is *fichant* and there are usually second flanks, depending on the size of the polygon. In the case of the square, the curtains should measure 36 verges (c. 134 m) for an outer polygon length of 82.36 verges (c. 306 m); proportionally, the FSL curtains, with polygon sides of 161 m, would measure c. 70.50 m, which far exceeds the actual 41.9 m of

que ultrapassa, em muito, os 41,9 m do nosso forte. Donde se conclui que também Samuel Marolois não foi seguido na concepção do forte.

Para Adam Freitag (1602-1664), o ângulo de flanco é sempre recto, mas podemos calcular, através do seu tratado, que valor atribuiria à cortina para um quadrado de 161 m de lado: c. de 43,3 vergas (161 m : 3,718309 m = 43,3 vergas)¹⁶⁶. Assim, pela "premiere maniere" de fortificar, a cortina deveria ter entre 19,54 e 17,37 vergas, ou seja, c. 18,46 vergas, logo, 68,6 m; pela "seconde maniere" de fortificar, seria entre 19,67 e 17,48 vergas, ou seja, c. 18,58 vergas, logo, 69,1 m. Isto significa que o FSL também não segue este autor.

Conclusão: sendo extraordinariamente difícil encontrar o nosso caso específico, ou deduzi-lo, nestes tratados de linguagem e estrutura arcaica que, comprehensivelmente, expõem preferencialmente a fortificação regular e de dimensões ideais, podemos, contudo, concluir que nenhuma das obras analisadas - publicadas até ao início da construção do FSL - advogam o ângulo de flanco obtuso, seja qual for o condicionamento, nomeadamente as dimensões reduzidas e a irregularidade do polígono.

2.6.2.5 APESAR DE SABERMOS QUE POR NORMA OS ITALIANOS CONSTRUÍAM O ÂNGULO DE FLANCO RECTO, SERÁ QUE OS TRATADISTAS QUE TERÃO INFLUENCIADO VAUBAN PROCEDIAM DE OUTRO MODO EM CIRCUNSTÂNCIAS ESPECIAIS?

No tratado de "Arte Militar" pertencente ao livro *Escuela de Palas*¹⁶⁷, editado em Milão em 1693, de autor anónimo, parece existir uma intenção clara de apoucar o contributo de Vauban para o desenvolvimento da arquitectura abaluartada, dando exemplos de construções do engenheiro francês que têm as suas raízes em Francesco de Marchi (1504-1577)¹⁶⁸. O tratadista dá exemplos a partir da fortificação da cidadela de Casale, na Sabóia, construída por Buonaiuto Lorini (c. 1540-1611)¹⁶⁹ - referindo que este engenheiro serviu em França, Flandres e Veneza durante 40 anos - e reforçada por Vauban, argumentando que as obras acrescentadas pelo engenheiro francês, tais como os cavaleiros com fosso dentro dos baluartes, as tenalhas de fosso, os flancos retirados e as contraguardas dos revelins tinham sido criações de Marchi. Quanto aos traveses dos baluartes e do caminho coberto, refere não serem mais do que cortaduras que já haviam sido experimentadas, com maus resultados, em "Maguncia" e em Bona. O tratadista conclui: "Construcción de Monsieur de Vauban, no havemos hallado cosa nueva, que no la hayan escrito, los Authores Italianos"¹⁷⁰. Sem entrar nesta polémica, que chegou aos dias de hoje, temos para nós que Vauban deu um enorme contributo ao desenvolvimento da

our fort. It follows that Samuel Marolois was not followed in the design of the fort either.

For Adam Freitag (1602-1664), the flank angle is always a right angle, but we can calculate from his treatise what value he would attribute to the curtain for a square with sides of 161 m in length: c. 43.3 verges (161 m ÷ 3.718309 m = 43.3 verges)¹⁶⁶. Thus, by the "premiere maniere" of fortification the curtain should be between 19.54 and 17.37 verges in length, or c. 18.46 verges, therefore, 68.6 m; by the "maniere seconde" of fortification it would measure between 19.67 and 17.48 verges, or c. 18.58 verges, therefore, 69.1 m . This means that the FSL does not follow this author.

Conclusion: although it is extraordinarily difficult to find our specific case in, or deduce it from, these treatises written in/with an archaic language and structure which, understandably, show a preference for regular fortification and ideal dimensions, we can nevertheless conclude that none of the analysed works - published up to the start of construction of FSL - advocate the obtuse flank angle side, whatever the circumstances, viz small dimensions and irregularity of the polygon.

2.6.2.5 ALTHOUGH WE KNOW WHY ITALIANS AS A RULE BUILT WITH A RIGHT-ANGLED FLANK, COULD THE TREATISE WRITERS WHO INFLUENCED VAUBAN HAVE BUILT DIFFERNTLY IN SPECIAL CIRCUMSTANCES?

In the treatise "Military Art" contained in the book *Escuela de Palas*¹⁶⁷, published in Milan in 1693, the anonymous author seems clearly to intend to belittle the contribution of Vauban for the development of bulwarked architecture, giving examples of buildings of the French engineer that have their roots in Francesco Marchi (1504-1577)¹⁶⁸. The treatise writer gives examples from the fortification of the citadel of Casale, in Savoy, built by Buonaiuto Lorini (c. 1540-1611)¹⁶⁹ - stating that this engineer served in France, Flanders and Venice for 40 years - and refortified by Vauban, arguing that the works added the French engineer, such as the cavaliers with a ditch inside the bulwarks, the ditch tenailles, the lower straight flanks near the floor of the ditch and the ravelin counterguards were created by Marchi. As for the traverses on the bulwarks and covered way, he states that they are no more than retrenchments that had already been tried out with poor results in "Maguncia" (Mainz) and Bonn. The writer concludes: "Construcción de Monsieur de Vauban, no havemos hallado cosa nueva, que no la hayan escrito, los Authores Italianos"¹⁷⁰. Without entering into this controversy, which continues today, we shall assert that Vauban made an enormous contribution to the development of modern art of fortification, created in the 16th century in Italy, acquiring specific features as they were adapted to specific terrain, as it is obvious that the whole of seventeenth-century military architecture is hugely influenced by sixteenth-century creations. But there is something that in France started being employed from the treatise of Pagan and constructions of Vauban on, which has no precedent in Italy, including in the treatise of Marchi: and that is fronts

arte de fortificar moderna, criada no séc. XVI, em Itália, ganhando características específicas na sua adaptação aos locais a fortificar, sendo óbvio que toda a arquitectura militar seiscentista bebe imensas influências nas criações quinhentistas. Mas há algo que em França se começa a usar, a partir do tratado de Pagan e das construções de Vauban, que não tem qualquer precedência em Itália, nomeadamente no tratado de Marchi: precisamente as frentes com ângulos de flanco obtusos conjugados com linhas de defesa rasantes, sem flancos secundários, a fazer ângulos rectos com os flancos que intersectam.

2.6.2.6 A ARQUITECTURA ABALUARTADA EM PORTUGAL, ANTERIOR À CONSTRUÇÃO DO FORTE

Outra questão importante a responder é a seguinte: será que já anteriormente à Guerra da Restauração (1641-1668) se construíram, no território hoje português, fortificações abaluartadas, necessariamente no litoral e nos arquipélagos da Madeira e Açores, com ângulos de flanco obtusos nas suas frentes?

Recorrendo ao pequeno levantamento já por nós efectuado em outro livro¹⁷¹, podemos concluir que, antes da Restauração de 1640, nenhuma das fortificações terá usado aquele tipo de frentes de forma sistemática, ou seja, para a totalidade da fortificação, podendo surgir pontualmente, em fortificações irregulares, um ou outro ângulo obtuso para resolver problemas específicos de defesa, nomeadamente junto à costa. Dizemos “terá” porque algumas destas fortificações foram alteradas posteriormente, já durante a Guerra da Restauração. E como sabemos, na sua maioria, estas fortificações foram concebidas ou supervisionadas por arquitectos/engenheiros militares italianos ao serviço de Portugal e de Espanha, seguindo a matriz de ângulos de flanco rectos com flancos secundários; destacamos Filippo Terzi (1520-1597) - que foi “mestre de todas as minhas obras” (D. Filipe I, 1590), cargo que, por sua morte, passou para outro italiano, Leonardo Torriani (m. c. 1631) - e Tiburzio Spanochi (1543-1606) que foi Engenheiro-Mor de Espanha.

Só com a Restauração se assiste ao aparecimento dos sistemas franceses, seja o de Jean Errard de Bar-le-Duc (1554-1610), com ângulos de flanco agudos [Forts de São Francisco (1658-1662) e de São Neutel (1664-1668) de Chaves e Forte de Lovelhe (1642-1663) no concelho de Vila Nova de Cerveira], seja o de Pagan, com ângulos de flanco obtusos (também no Forte de Lovelhe e em muitas fortificações abaluartadas urbanas, como Valença – onde participou Miguel de Lescole, durante a década de 60 do séc. XVII -, Monção – onde também participou Miguel de Lescole, com início em 1656 - e Almeida (1641-Década de 80) que conjuga este sistema com o italiano, tendo participado João Saldanha e Sousa, David Álvares, Pedro Gilles de São Paulo e Rodrigo Soares

with obtuse flank angles combined with rasant lines of defence, without second flanks, making right angles with the intersecting flanks.

2.6.2.6 BULWARKED ARCHITECTURE IN PORTUGAL, PRIOR TO CONSTRUCTION OF THE FORT

Another important question to answer in this research is the following: had bulwarked fortifications already been built on present-day Portuguese territory prior to the War of Restoration (1641-1668) – they would have to have been on the coast and in the archipelagos of Madeira and the Azores – with obtuse flank angles on their fronts?

Using the small survey we have already carried out in another book¹⁷¹ we can conclude that, before the Restoration of 1640, none of the fortifications are likely to have used that kind of front in a systematic form, that is, for the entire fortification, though occasionally in irregular fortifications, another obtuse angle might be employed to solve specific problems of defence, particularly near the coast. We say “are likely to have” because some of these fortifications were changed later, from the War of Restoration onwards. And as we know, these fortifications were mostly designed or supervised by Italian architects / military engineers in the service of Portugal and Spain, following the matrix of right-angled flanks with second flanks; we may single out Filippo Terzi (1520-1597) - which was “master of all my works” (D. Filipe I, 1590), a post which, on his death, went to another Italian, Leonardo Torriani (d. c. 1631) - and Tiburzio Spanochi (1543-1606), who was Chief Engineer in Spain.

Not until the Restoration do the French systems appear, both those of Jean Errard of Bar-le-Duc (1554-1610), with acute flank angles [Forts of São Francisco (1658-1662) and São Neutel (1664 -1668) de Chaves and the Fort of Lovelhe (1642-1663) in the municipality of Vila Nova de Cerveira]; and those of Pagan, with obtuse flank angles (also at the Fort of Lovelhe and in many urban bulwarked fortifications such as Valença - where Miguel de Lescole participated during the 1660s - Monção - where Miguel de Lescole also participated from 1656 on - and Almeida (1641-1680s) combining this system with the Italian, a project in which João Saldanha e Sousa, David Álvares, Pedro Gilles de São Paulo and Rodrigo Soares Pantoja all participated. Note that we are referring only to the existence of obtuse angles side and not the other characteristics, even geometric, of the method proposed by Pagan.

We can conclude that if Pagan's treatise is considered so important, as we shall when we present the transcript below then we must say that the FSL precedes it, making it even more *sui generis* and proving that military architecture, far from fitting into artistic or architectural styles, is a naturally functionalist architecture, can subvert treatises, methods, rhetorical geometries, in favour of a single large objective, that of military effectiveness.

"Cet ouvrage est un opuscule, comparé à ceux de Ville et des Ingénieurs Italiens. Mais il introduit dans le tracé, deux nouveautés qui le rapprochent du

Pantoja. Note-se que apenas nos estamos a referir à existência de ângulos de flanco obtusos e não às restantes características, mesmo geométricas, do método proposto por Pagan.

Se o tratado de Pagan é considerado tão importante, como o sublinha a transcrição que apresentamos seguidamente, então teremos que dizer que o FSL o precede, ganhando ainda mais singularidade e provando que a arquitectura militar, longe de se enquadrar em estilos artísticos ou arquitectónicos, é uma arquitectura naturalmente funcionalista, podendo subverter tratados, métodos, geometrias retóricas, em prol dum único grande objectivo: a eficácia militar.

"Cet ouvrage est un opuscule, comparé à ceux de Ville et des Ingénieurs Italiens. Mais il introduit dans le tracé, deux nouveautés qui le rapprochent du tracés de Vauban (...). Pagan n'a pas dirigé de travaux: il est surtout un théoricien, mais qui avait l'expérience de la guerre. (...). Nous le répétons: aucune place n'a été construite d'après le système de Pagan. La publication de son ouvrage n'en a pas moins été d'une importance considérable; et ce qui précède suffit à montrer que Vauban s'en est inspiré jusque dans ce qu'on est convenu d'appeler ses 2e et 3e manières."¹⁷²

tracés de Vauban (...). Pagan n'a pas dirigé de travaux: il est surtout un théoricien, mais qui avait l'expérience de la guerre. (...). Nous le répétons: aucune place n'a été construite d'après le système de Pagan. La publication de son ouvrage n'en a pas moins été d'une importance considérable; et ce qui précède suffit à montrer que Vauban s'en est inspiré jusque dans ce qu'on est convenu d'appeler ses 2e et 3e manières"¹⁷².

CONCLUSION

The FSL therefore precedes by 25 years the first constructions of Vauban with obtuse flank angles and no second flanks: the citadels of Arras (1668-1670), which he built with Aspremont, and Lille (1668-1671), baptised by Vauban the "Reine des Citadelles".

Interestingly, we are not the first to identify the relationship of similarity between the geometry of the fronts of the FSL, the proposals of Pagan and the works of Vauban. Except that those who preceded us, such as the military governor of Elvas in 1875, forgot to make clear that Pagan's treatise was published two years after the FSL project and, in 1643, Vauban was 10 years old: "It consists of a square with sides of 172 m, fortified according to the first system of Vauban (...)"¹⁷³.

CONCLUSÃO

O FSL precede, assim, em 25 anos, as primeiras construções de Vauban com ângulos de flanco obtusos e sem flancos secundários: as cidadelas de Arras (1668-1670), que realizou com Aspremont, e de Lille (1668-1671), baptizada por Vauban como "Reine des citadelles".

Curiosamente, não somos os primeiros a identificar a relação de semelhança entre a geometria das frentes do FSL, as propostas de Pagan e as obras de Vauban. Só que os que nos antecederam, como o governador militar de Elvas em 1875, esqueceram-se de precisar que o tratado de Pagan foi publicado dois anos depois do projecto do FSL e que, em 1643, Vauban tinha 10 anos de idade: "Consiste em um quadrado de 172 m de lado, fortificado segundo o primeiro sistema de Vauban (...)"¹⁷³.



2.6.3 O FORTE DA GRAÇA: “ONDE A ARTE DE FORTIFICAR SE ESGOTOU COMPLETAMENTE”

2.6.3.1 OS MAIS IMPORTANTES SISTEMAS DE FORTIFICAÇÃO DA 2^a METADE DO SÉC. XVII E DO SÉC. XVIII

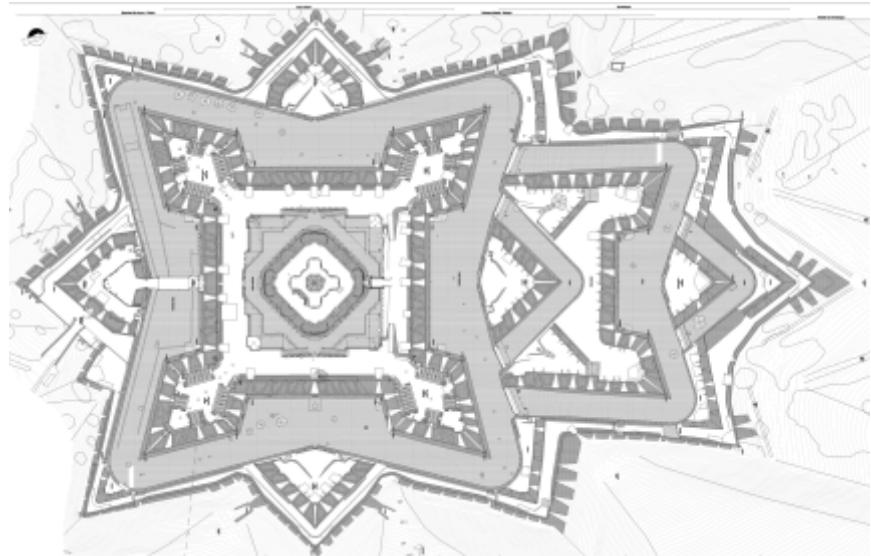
Durante o longo reinado de Luís XIV (1643-1715), efectivo a partir da morte do cardeal Mazarino (1661), a França praticou uma política de expansão territorial com vista à constituição de um império. Para defender as fronteiras, sobretudo a norte e a leste, Luís XIV empreendeu um enorme esforço de fortificação, surgindo, neste contexto, a figura incontornável do engenheiro Sébastien Le Prestre, marquês de Vauban (1633-1707), que, ao longo da sua vida, construiu de novo 33 praças, reformou 300 e participou em mais de 53 operações de sítio. As técnicas de adaptação ao terreno e a defesa, escalonada, em profundidade, foram substancialmente melhoradas a partir da sua nomeação como engenheiro do rei (1653).

Apesar de Vauban não ter escrito nenhum tratado de fortificação, os seus estudiosos sintetizaram três sistemas¹⁷⁴:

– 1º Sistema (Lille, i. 1668): continuou o método do Conde de Pagan; simplificação do traçado, suprimindo os flancos triplos, os pequenos baluartes interiores e reduzindo o comprimento da linha de defesa rasante; construção de baluartes de grandes dimensões com flancos rectos ou com orelhões; tenalhas com flancos e revelins a proteger as cortinas; traveses no caminho coberto para protecção dos tiros de flanco.

– 2º Sistema Vauban (Belford, i. 1688): maior afastamento das obras exteriores, relativamente ao corpo da praça, construindo uma cintura defensiva independente mas vulnerável ao fogo da retaguarda; construção de pequenas torres abaluartadas em substituição dos baluartes, donde se desferiam os tiros de flanqueamento e os próximos; estas torres possuíam casamatas para bater os fossos; frente às torres, levantavam-se poderosas contraguardas; o recinto desdobrava-se, assim, em dois: o exterior, chamado de combate, para acção longínqua, e o interior, de segurança.

– 3º Sistema de Vauban (Neuf-Brisach, i. 1698): representou uma melhoria do 2º sistema; desdobrou, ao máximo, as obras exteriores, deixando-as abertas nas golas, ou seja, expostas ao fogo da obra imediatamente mais recuada; multiplicavam-se, assim, os obstáculos até à praça propriamente dita; as obras exteriores eram de maiores dimensões; as cortinas passaram a ter ângulos reentrantes, formando-se pequenos flancos onde se construíam casamatas para a



Forte da Graça. Planta actual
Fort of Graça. Actual plan

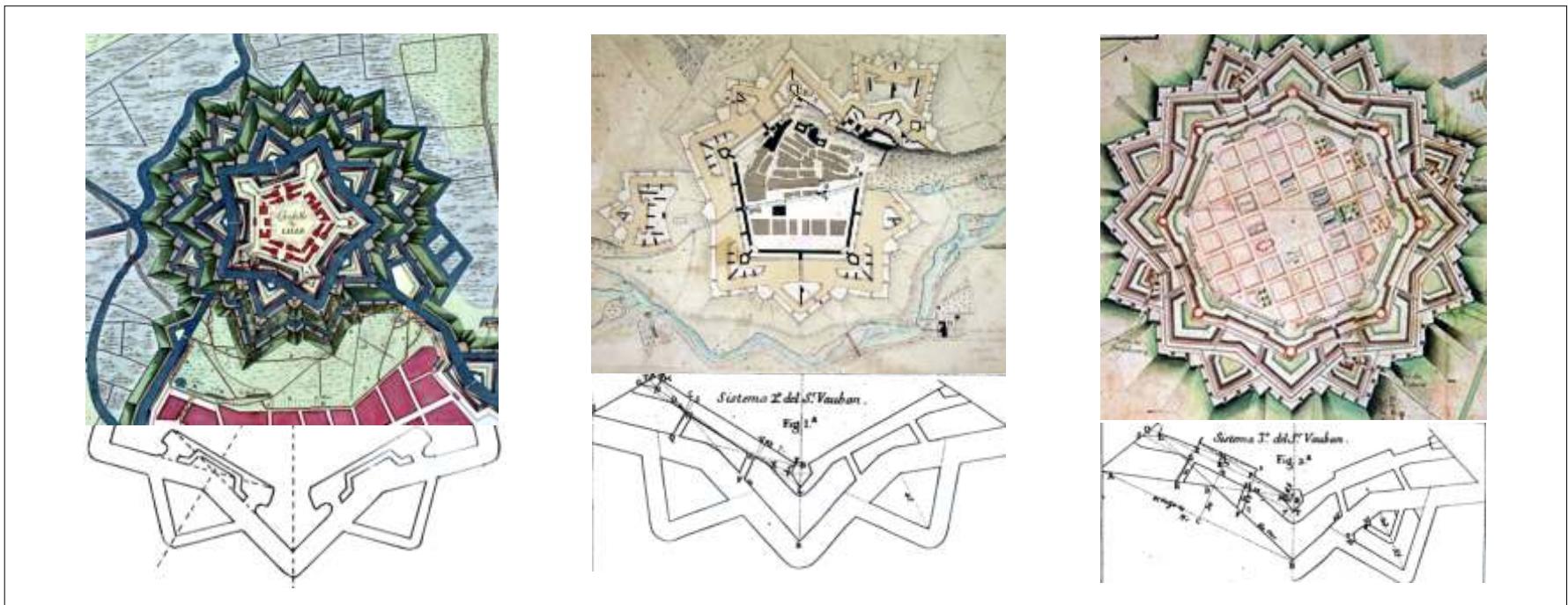
2.6.3 FORT OF GRAÇA: “A MASTERPIECE OF FORTIFICATION, INCORPORATING ALL THE SKILL AND ART AVAILABLE AT THE TIME”

2.6.3.1 THE MORE IMPORTANT SYSTEMS OF FORTIFICATION IN THE SECOND HALF OF THE 17TH CENTURY AND IN THE 18TH CENTURY

During the long reign of Louis XIV (1643-1715), effective from the death of Cardinal Mazarino (1661), France pursued a policy of territorial expansion with a view to establishing an empire. To defend the borders, especially those to the north and east, Louis XIV undertook an enormous campaign of fortification, aided by the towering figure of the engineer Sébastien Le Prestre (1633-1707), Marquis de Vauban, who, in the course of his life built 33 new strongholds, redesigned 300 more and participated in more than 53 siege operations. The techniques for adapting to the terrain and of ech Although Vauban wrote no treatise on fortification, just an instruction manual containing theoretical propositions, scholars of Vauban have identified three systems¹⁷⁴:

– 1st System (Lille, begun 1668): continued the method of Comte de Pagan simplifying the layout, eliminating the triple flanks, the small interior bulwarks and reducing the length of the defense rasant line; construction of very large bulwarks with right flanks or with orillons; tenailles with flanks and ravelins protecting the curtains; traverses on the covered way to protect it from shots fired from the flanks.

– 2nd Vauban System (Belfort, begun 1688): more removal of outworks relative to the main body of the stronghold, building a defensive girdle that is independent but vulnerable to fire from the rear; construction of small bulwarked towers from which flanking shots could be fired and close targets



Primeiro (Lille, 1668), segundo (Belford, 1688) e terceiro (Neuf-Brisach, 1698) sistemas de fortificação de Vauban
 First (Lille, 1668), second (Belford, 1688) and third (Neuf-Brisach, 1698) Vauban's fortification system.

artilharia que defendia os fossos; os revelins passaram a ser duplos, com flancos na gola, para bater, de revés, possíveis brechas nas contraguardas.

O séc. XVIII europeu foi pobre na construção de novas fortificações e a doutrina tinha chegado, com Vauban, ao seu ponto mais alto. No ano de 1748 foi criada, em França, a Escola de Engenheiros de Mézières, mas a sistemática de Vauban continuou a ser a seguida, com ligeiras modificações. O baluarte manterá a sua eficácia até ao século seguinte, no entanto, a artilharia fazia progressos extraordinários (aumentando a sua eficácia para 800 m)¹⁷⁵ e a guerra começou a ser, cada vez mais, de movimentos, sobretudo a partir de Napoleão.

As fortificações abaluartadas perdiam o protagonismo de outrora:

- Organizadas, sobretudo, para resistir ao ataque final da infantaria através das brechas, começaram a poder ser destruídas de muito longe por uma artilharia portentosa.
- As cortinas só serviam, praticamente, para a defesa do ataque final, constituindo uma parte substancial (logo dispendiosa) da magistral.
- As comunicações eram difíceis, entorpecendo os transportes e as manobras.
- Os entrincheiramentos interiores também eram pouco eficazes.
- Os meios defensivos dispunham de poucos abrigos face aos tiros de ricochete e mergulhantes.
- A artilharia que defendia tinha que dispor de um poder igual ou superior ao da artilharia sitiadora, devendo-se acomodar na praça em grande número e bem protegida (casamatas).

shot at; these towers were casemated to allow firing over the ditches; the enclosure was thus divided into two: the exterior part, called the combat enclosure, for longrange action, and the interior part, for security.

– 3rd Vauban System (Neuf-Brisach, begun 1698): represented an improvement on the 2nd system; the outworks were deployed to the full, leaving them open to the gorges, that is, exposed to fire from the position immediately to the rear; thus the obstacles to the fortress proper were multiplied; the outworks were larger; the curtains had re-entrant angles, forming small flanks in re-entrant concavities, in which casemates were built for the artillery defending the ditches; ravelins became double, with flanks in the gorges for firing, backwards, possible breaches in the counterguards.

The 18th century in Europe did not see much building of new fortifications and the theory had reached its zenith with Vauban. In 1748 the School of Engineers at Mézières was created in France, but the Vauban systematization continued to be followed, with slight modifications. The bulwark maintained its effectiveness until the following century which, however, saw extraordinary advances made in artillery (increasing its effective range to 800 m)¹⁷⁵ and war began to be, increasingly, based on movement, especially from Napoleon onwards.

Bulwarked fortifications lost the leading role they had hitherto played:

- They were organized, especially, to resist infantry attack through breaches, they began to be vulnerable to heavy artillery fire from afar.
- The curtains only served, practically, to defend from the final attack, and comprised a substantial (and hence expensive) part of the magistral line.
- Communications were difficult, and this tended to frustrate transport and manoeuvres.
- The interior entrenchments were also ineffective.

Tentando resolver todas estas fragilidades, o general francês e Marquês de Montalembert (1714-1800), de seu nome Marc René, propôs três sistemas novos¹⁷⁶ que podemos sintetizar da seguinte forma:

- a) O perpendicular (tenalhado, com ângulos salientes superiores a 60º e reentrantes rectos, permitindo um flanqueamento perfeito e tornando inúteis as cortinas).
- b) O poligonal (que se baseava no flanqueamento do lado exterior do recinto através de capoeiras acasamatadas, constituindo-se, os lados do polígono, por cortinas onde se assentava a artilharia para o longe e para a proximidade, em várias ordens de casamatas).
- c) O circular (dois recintos circulares concéntricos: o exterior, com quatro pisos de casamatas e uma esplanada superior; o interior, com mais um piso de casamatas).

Todos estes recintos deveriam possuir vários fossos secos ou com água e obras exteriores que ocultassem parte da fortificação; os pontos estratégicos em redor destas fortificações também deveriam ser ocupados com obras independentes. Artilheiro de formação, Montalembert visava concentrar, em qualquer destes sistemas, uma poderosa capacidade de fogo através da instalação de numerosos canhões.

2.6.3.2 A CONCEPÇÃO DO FORTE DA GRAÇA

Como se pode facilmente concluir, estes sistemas posteriores a Vauban, que procuraram resolver as dificuldades defensivas do sistema abaluartado, não inspiraram os projectistas do Forte da Graça. Aliás, se bem que as suas teorias nasçam de experiência militar anterior, o Marquês de Montalembert só publicou os 11 volumes da sua obra – *La Fortification Perpendiculaire, ou l'Art Défensif Supérieur à l'Art Offensif* – entre 1776 e 1794, ou seja, muito posteriormente ao arranque da construção do nosso forte. Mesmo em França, só é conhecida uma fortificação que Montalembert tenha levantado, a de Rade, na ilha d'Aix, em 1779, posteriormente destruída; só após a sua morte se aplicaram as suas teorias, nomeadamente no Fort Boyard, ao largo da ilha d'Aix, e na Fortaleza de La Ferrière, no Haïti.

Relativamente aos tratados portugueses, o *Método Lusitano* de Luís Serrão Pimentel (1680) segue a tradição italiana e holandesa, optando sempre por ângulos de flanco rectos e flancos secundários, o que não acontece com o Forte da Graça. Quanto ao *Engenheiro Português* (1728/29), de Manoel de Azevedo Fortes, o mesmo consiste, essencialmente, numa apreciação crítica dos métodos de Cavalleiro de Ville, Pagan e Vauban, “que tomou por guias para a sua própria composição”¹⁷⁷, ou seja, não apresenta nada de novo, matricial. Assim, podemos concluir não ter havido influência assinalável da produção teórica portuguesa na concepção do forte, nem é conhecida a

– The defensive system afforded scant protection against ricochet and plunging fire.

– The defending artillery had to have a power equal to or greater than the attacking artillery, and so had to be present in the stronghold in large numbers and well protected by casemates.

In an attempt to resolve these points of weakness, the French general Marc René, Marquis de Montalembert (1714-1800), proposed three new systems¹⁷⁶ that we may summarize as follows:

- a) The perpendicular (tenailed, with salient angles greater than 60° and right-angled re-entrants, allowing for perfect flanking fire and making curtains unnecessary).

- b) The polygonal (which was based on flanking fire to the outer side of the enclosure through casemated caponnières, made up, on the sides of the polygon, of curtains where artillery was mounted for short- and long-range firing, in various rows of casemates).

- c) The circular (two concentric circular enclosures: the exterior, with four floors of casemates and a glacis above, the interior, with another level of casemates).

All these enclosures were to have several ditches, either dry or water-filled and outworks to hide part of the fortification. The strategic points around these fortifications were also to be occupied by detached outworks. An artilleryman by training, Montalembert aimed to focus, in all of these systems, on a powerful firing capacity brought about by the installation of numerous cannons.

2.6.3.2 THE EXCELLENCE OF DESIGN AND CONSTRUCTION OF FORT OF GRAÇA

As may readily be concluded, these post-Vauban systems, which sought to resolve the offensive and defensive difficulties of the bulwarked system, did not inspire the designers of the Fort of Graça. Moreover, although his theories were born of previous military experience, the Marquis de Montalembert only published the 11 volumes of his work – *La Fortification Perpendiculaire, ou l'art Défensif Supérieur à l'Art Offensif* – between 1776 and 1794, that is, long after the beginning of the construction of our fort. Even in France, only one fortification is known to be the work of Montalembert, that of Rade on the island d'Aix, built in 1779 and later destroyed. Only after his death were his theories applied, particularly at Fort Boyard, off the island of Aix, and in the Fortress of La Ferrière in Haiti.

Regarding the Portuguese treatises, the *Método Lusitano* by Luís Serrão Pimentel (1680) follows the Italian and Dutch tradition, always opting for flanked right-angles and second flanks, which does not happen with the Fort of Graça. As for Manoel de Azevedo Fortes' *Engenheiro Português* (1728/29), it consists essentially of a critical appreciation of Cavalleiro de Ville, Pagan and Vauban's methods “which he took as guidelines for his own work”¹⁷⁷ that is to say, it does not present anything new, a matrix. Thus Portuguese theoretical

participação de engenheiros portugueses na elaboração do projecto e na direcção da obra; repare-se que num relatório militar de 1797, pode ler-se que *Não há pessoa alguma que (...) saiba falar dos projectos. (...) Seria muito conveniente que V. Ex.^a ordenasse à mulher do Tenente General Valleré lhe apresentasse todos os papéis que conservasse respectivos ao Forte da Graça, pois só assim se poderia ver no verdadeiro conhecimento da sua construção e do modo de colocar Artilharia para sua defesa, de que muito se duvida nesta Praça¹⁷⁸.* Como já referimos atrás, foi, de facto, o Conde de Lippe, o autor do projecto, posto no terreno sob a direcção inicial do engenheiro francês Étienne e sofrendo alterações diversas (nomeadamente a construção do reduto central) por Valleré. Nenhuma influência ou participação se conhece, pois, por parte de engenheiros portugueses: ninguém sabia falar dos projectos!

Considerando o exposto, somos inclinados a dizer que, a haver alguma influência internacional na concepção do Forte da Graça, ela foi francesa e ainda do primeiro sistema Vauban, muito ligado ainda a Pagan que, como já provámos, tem no Forte de Santa Luzia uma clara antecipação. Aliás, não teria sido apenas pelo facto dos engenheiros principais que conduziram a obra terem sido franceses: conhece-se a admiração do Conde de Lippe por Vauban mesmo em aspectos diferentes da arquitectura propriamente dita¹⁷⁹.

Mas devemos sublinhar que Valleré introduziu inovações de grande importância que mereceram, de sua filha, o seguinte comentário final no *Elogio Histórico*: “(...) as diferentes obras que alli se achaõ, taõ sabiamente reunidas, formaõ hum novo sistema de fortificação que ate agora naõ foi descrito nem praticado por nenhum author”.¹⁸⁰ Vejamos então as inovações confirmadas por um “official intelligente que alli residio alguns annos durante a sua construçao, e confirmaõ outros naõ menos entendidos que igualmente conhecem esta fortaleza”¹⁸¹:

- “A esplanada cofrada e canhoeiras subterraneas. Naõ saõ novas estas obras; mas foi totalmente da sua invençao combinar e formar no alto da esplanada huma segunda linha de fogos, que duplicaõ os que se fazem da banqueta”.

- “A estrada coberta com seus travezess fortificados para o jogo de huma peça d'artilharia de qualquer calibre, e fogos de infantaria que defendem as praças d'armas com fogos cruzados: obra esta que obrigou M. de Valleré a dizer quando a concluiu. – Estou muito satisfeito por que acabo hum trabalho penoso, e que muitas vezes se me representou invencivel”.

- “Naõ é menos para louvar o caminho subterrâneo que dirigiu do alto da esplanada com o destino de cobrir o transito até a fonte da Têlha, situada a pouca distancia do forte e de baixo da sua artilharia”.

- “Fortificou as capitaes por hum modo naõ usado, construindo nos angulos salientes da estrada cuberta, huma canhoeira que dirigindo a sua directriz pelo comprimento ou aresta da esplanada, impede que

work apparently had no significant influence in the design of the fort, nor is it known whether Portuguese engineers participated in the drawing up plans and monitoring the work. It may be noted, as mentioned above, that in a military report of 1797 it says that There is no one at all (...) who can speak knowledgeably about the projects. (...) It would be very helpful if Your Excellency were to instruct the wife of Lieutenant-General Valléré to hand over all the papers that she has in her possession concerning the Fort of Graça, because only then could we acquire real knowledge of its construction and how to deploy Artillery for its defense, which is a very doubtful proposition in this stronghold¹⁷⁸. As we have already mentioned above, the Count of Lippe in fact, designed the project, carried out in the field under the initial direction of the French engineer Étienne, and which underwent various changes (mainly the construction of the central redoubt) by Valléré. No influence or participation by Portuguese engineers is known about: nobody knew how to talk about the projects!

Considering the above, we are inclined to say that if there is any international influence on the design of Fort of Graça, it was French and from Vauban's first system, still very much connected to Pagan whose work, as we have already proved, is clearly anticipated in the Fort of Santa Luzia. Incidentally, it was not only because of the fact that the main engineers who led the work were French: the admiration that the Count of Lippe had for Vauban is known even from different aspects of the architecture itself¹⁷⁹.

But we must emphasise that Valleré introduced innovations of great importance that earned the following final comment from his daughter in the Historical Elogium: “(...) the different works found there, so wisely gathered, form a new fortification system which until now has not been described or practised by any author”¹⁸⁰. Let us look at the innovations confirmed by an “intelligent officer that resided there for some years during its construction, and confirms others who are no less expert and who also know this fortress”¹⁸¹:

- “The coffered glacis and underground casemates. These works are not new, but it was totally of his invention to combine and form on top of the glacis a second line of fire, that duplicates those over the parapet of the covered way”.

- “The covered way with its fortified traverses for the use of an artillery piece of any calibre, and infantry fire that defends the places of arms with cross-fire: this work compelled M. de Valleré to say when he concluded the work. I am very satisfied because I have completed a trying piece of work, which many times seemed to present insurmountable problems”.

- “Not least deserving of praise is the underground path that he directed from the top of the glacis with the purpose of covering the traffic up to the Têlha fountain, located a short distance from the fort and below its artillery”.

- “He fortified the capital lines in a way that had not been tried, building an embrasure in the salient angles of the covered way, which, facing towards the arris of the glacis, would prevent any attempt to establish a trench cavalier there”.

- “He covered the flanked angle of the bulwark with a lunette different from any other fortification system”.

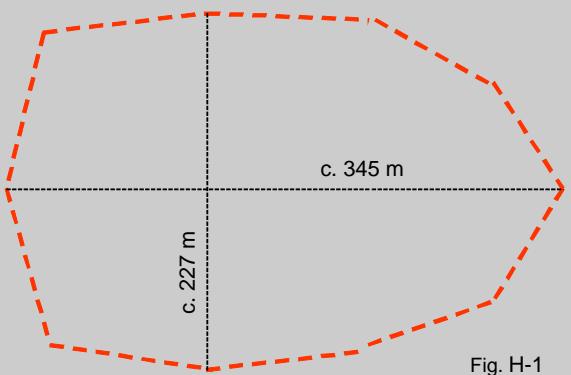


Fig. H-1

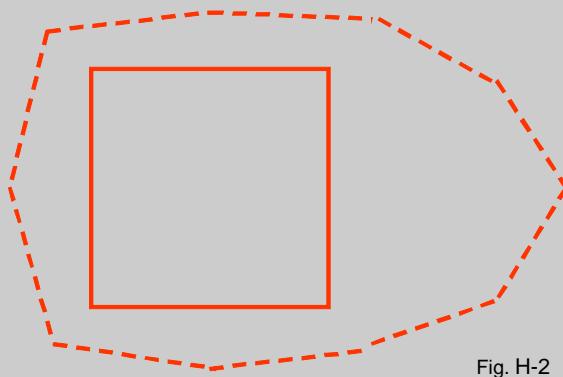
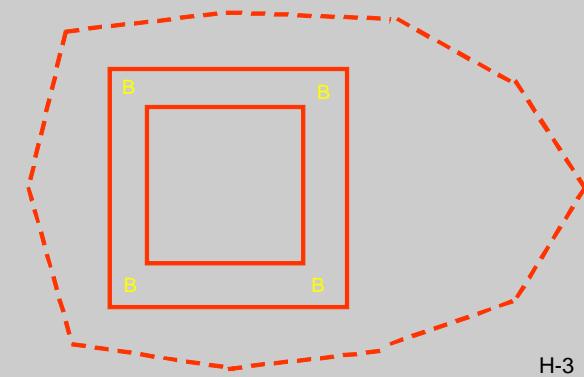


Fig. H-2



H-3

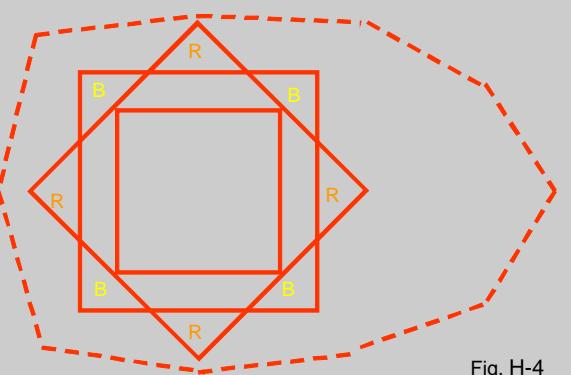


Fig. H-4

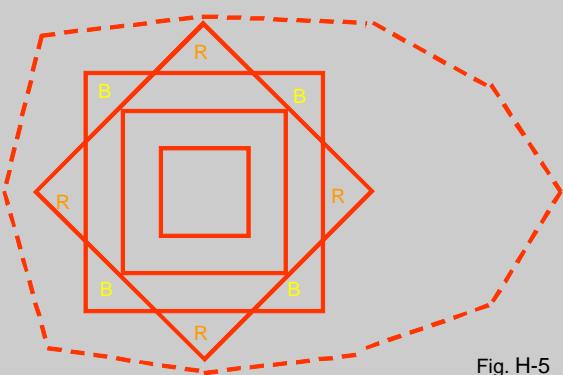


Fig. H-5

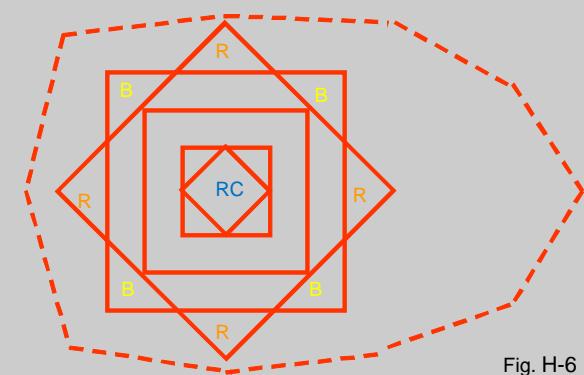


Fig. H-6

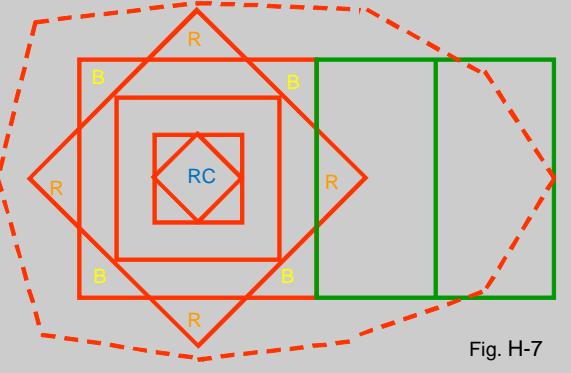


Fig. H-7

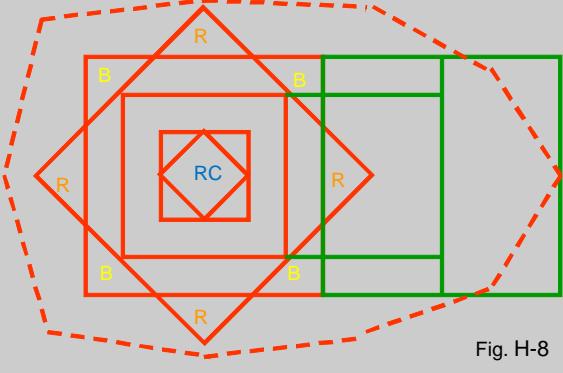


Fig. H-8

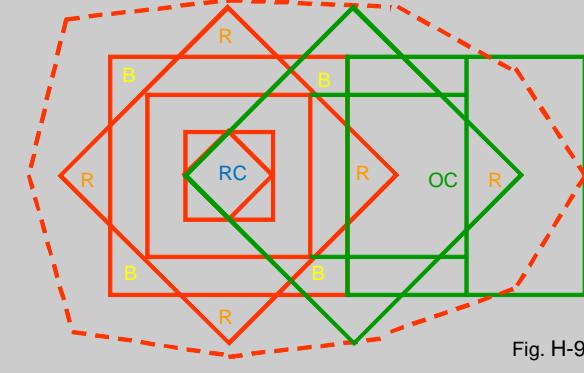


Fig. H-9

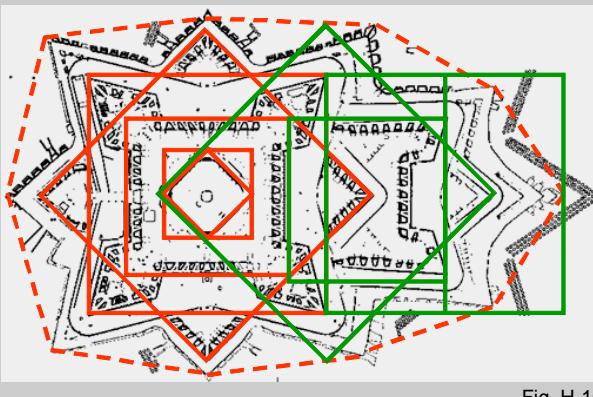


Fig. H-10

Desconstrução geométrica da planta do Forte da Graça
Plan of the Fort of Graça showing how it was constructed

alli se estabeleça o cavaleiro de trincheira".

- "Cubrio o angulo flanqueado do baluarte com huma luneta diferente das de qualquer outro sistema de fortificação".

- "Entrincheirou os baluartes por baixo e por cima, de maneira que as portas e janelas das casasmatas e as do reducto, sirvaõ de canhoeiras em que manobrem peças de artilheria e outras bocas de fogo, segundo a urgência que dellas houver".

- "Dispôz no terrapleno dos mesmos as faces dos quarteis dos officiaes em forma de canhoeira de onde poderá jogar artilheria".

- "O seu reducto acastelado, que colocou no centro do forte, construindo nelle armazéns para munições de boca e de guerra, huma cisterna que fornece agoa em abundancia por seis mezes, a huma guarnição de seis mil homens".

- "A igreja cujas tribunas tambem são feitas para nellas se pôr artilheria que defenda as quatro portas que daõ entrada para ella".

- "E sobre estes edifícios a casa do governador, singular pela sua bem entendida arquitectura, e pelo gosto e riqueza dos estuques que adornaõ o seu interior. A guarniçao alli encerrada, quando tenha perdido as baterias das golas dos baluartes, e todas as outras, pode ainda fazer uma resistencia formidável, e obter hums capitulacão (sic) honrosa".

- "Por que do mencionado reducto, naõ somente continua a defeza das capitães, pelo fogo que sahe de seus óculos elípticos; mas até bate e queima de seus massaculis a quantos se afitarem a chegar ás suas portas e janelas, fazendo assim com que seja por extremo difícil a applicaõ do mineiro a qualquer ponto desta obra: e quando consiga fazer jogar algum fornilho, apenas voará de cada vez huma das quatro partes da maça enorme daquele admirável reducto".¹⁸²

CONCLUSÃO

Concordamos com os oficiais que interpretaram, para D.^a Maria Luiza de Valleré, as singularidades do forte. Estas interpretações são de grande importância histórico-científica, uma vez que foram produzidas por especialistas contemporâneos da construção do forte (note-se que o *Elogio Histórico* foi "recitado" na Academia Real das Ciências de Lisboa no ano de 1798); ou seja, não foram discorridas *a posteriori*, eliminando-se assim o terreno propício ao irrealismo e à fantasia. Sem dúvida que um sistema de fortificação é muito mais do que a geometria das suas frentes, devendo, sobretudo no caso em apreço, integrar todos os pormenores defensivos atrás referidos, dada a sua sofisticação. Detalhes que, aliados à extrema racionalidade do traço (Figs. H1-10) - em condições de construção tão adversas -, fazem do Forte da Graça uma obra ímpar, ficando-nos a impressão de que, ao tempo, não seria possível fazer melhor.

- "He entrenched the bulwarks from below and above, in such a way that the doors and windows of the embrasures and those of the redoubt serve as embrasures for manoeuvring artillery pieces and cannons, into depending on how urgent this might be".

- "He placed the faces of the officers' barracks in the terreplein of the bulwarks in the form of an embrasure where artillery could be used".

- "Its castled redoubt, which he set in the centre of the fort, building on it storehouses for combat rations and munitions for weapons, a cistern that supplies water in abundance for six months, for a garrison of six thousand men".

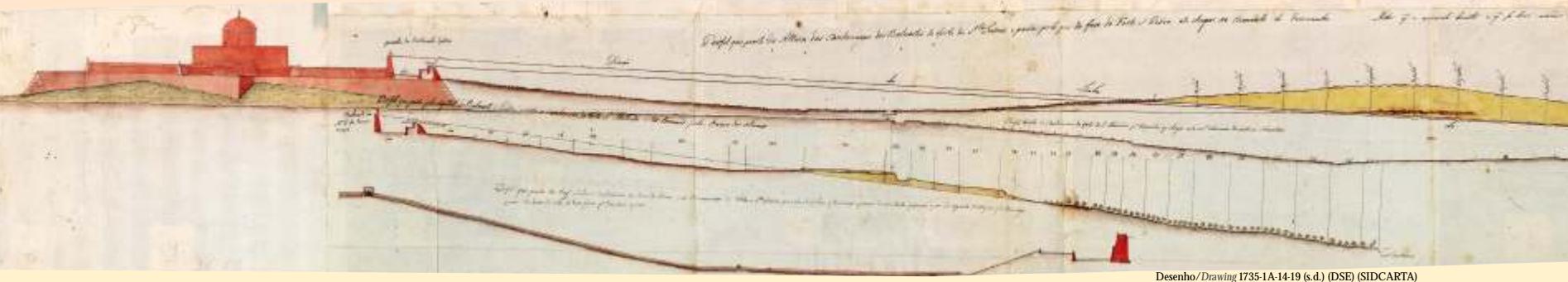
- "The church whose tribunes are also made to be used to place artillery that would defend the four doors giving entrance to the church".

- "And on top of these buildings the governor's house, unique for its well realised architecture, and by the taste and richness of the stucco that adorns its interior. The garrison, having retreated there, after losing the batteries of the bulwark - and all other - gorges, could still offer formidable resistance, and obtain honourable terms".

- "Because of the above-mentioned redoubt, not only does the defence of the capital lines continue, by means of fire through its elliptical oculi; but also all those who dare reach its doors and windows may be attacked through its machicolis, making it very difficult for the miners to mine the foundations of any part of this work: and if they can blow up a mine, only one of the four parts of the mass of this enormous and admirable redoubt will go up at a time".¹⁸²

CONCLUSION

We agree with the officers who pointed out the singularities of the fort to Mme. Maria Luiza de Valleré. These interpretations are of great historic and scientific importance, since they were produced by experts contemporary with the construction of the fort (note that the Historical Elogium was "recited" at the Royal Academy of Sciences in 1798). That is to say, they were not elaborated upon subsequently, thus forestalling elements of unreality and fantasy. No doubt a system of fortification is much more than the geometry of its fronts. We should, especially in this case, include all the aforementioned defensive details, given its sophistication. Details that, combined with the extreme rationality of the layout (Fig. H1-10) - in conditions so adverse to construction - make the Fort of Graça a unique work, leaving us with the impression that, at the time, it could not have been improved upon.



Notas

- 1 Ano em que foram condenados à morte, em Bruxelas, os Condes de Egmond e de Hoorn.
- 2 Porque Joana, a Louca (1479-1555), casada com o Arquiduque de Áustria, Filipe I, o Belo, era Rainha de Castela (1504-1555), sendo pais de Carlos V, casado com Isabel de Portugal.
- 3 No Museu do Génio, do Castelo de Santo Ângelo, em Roma, conserva-se uma tábua por si autografada com o sistema de ataque que propunha. Este engenheiro militar italiano concluiu, em 1565, um tratado de fortificação (*Della Architettura Militare*) que foi publicado postumamente, em Bréscia, no ano de 1599, pelo impressor Dall'Oglio. Francesco De Marchi era o militar que acompanhava a governadora dos Países Baixos, Margarita de Áustria, filha de Carlos V, tendo oportunidade de ampliar en el norte de Europa sus conocimientos en el campo de la arquitectura militar y desempeñar un papel significativo en la difusión europea de las innovaciones italianas en este sector (GROOF, Bart de y BERTINI, Giuseppe – “Francesco de Marchi y la Monarquía Española”, in *Las Fortificaciones de Carlos V*, Ediciones del Umbral, s. d., s. l., p. 389).
- 4 MAROLOIS, Samuel – *Fortification ou Architecture militaire tant offensive que defensive*, Henrik Hondius, Haia, 1614. Esta foi apenas uma parte da obra mais vasta *Oeuvres mathematiques tractans de géometrie, perspective, architecture et fortification*, publicada pelo mesmo editor a partir de 1614.
- 5 DUFFY, Christopher (1979) – *Siege Warfare. The Fortress in the Early Modern World (1494-1660)*, Routledge & Kegan Paul, London, 1987, p. 92.
- 6 DE VILLE, Cavaleiro Antoine – *Les fortifications du Chevalier Antoine De Ville*, Philippe Borde, Alton, 1640.
- 7 PIMENTEL, Luis Serrão (1680) – *Methodo Lusitanico*, Direcção da Arma de Engenharia, Lisboa, 1993, “Summaria Noticia (...)”.
- 8 Idem, *ibidem*, pp. 47-49; pp. 49 ss; pp. 221 ss.
- 9 CAPMANY, Carlos Dias – *La Fortificación Abaluartada*, Ministerio de Defensa, s. l., 2003, p. 168. (Assim o propôe Adam Freitag para o grande forte real, embora Samuel Marolois defendia o intervalo de 60º a 90º, a crescer, progressivamente, do polígono de 4 lados ao de 12.)
- 10 PAGAN, Blaise François – *Les fortifications du Comte de PAGAN*, Cardin Besogne, Paris, 1645.
- 11 PIMENTEL, Luis Serrão (1680), *ob. cit.*, p. 481.
- 12 Provavelmente uma edição do *Tratado de fortificación militar destos tiempos breve e intelectible puesto en uso en estos estados de Flandes*, Bruselas, 1644.
- 13 TAPIA, Juan de Santans y – *Tratado de fortificación militar destos tiempos (...)*, Bruselas, 1644, pp. 113-114, cit in GUERRA, Fernando Cobos – “La fortificación española en los siglos XVII y XVIII: Vauban, sin Vauban y contra Vauban”, in *Técnica e Ingeniería en España, II El Siglo de las Luces. De la ingeniería a la nueva navegación*, Manuel Silva Suárez, ed., Zaragoza, 2005, p. 482.
- 14 Escuela de Palas, volume II, Milão, 1693, p. 36, cit in GUERRA, Fernando Cobos (2005), art. cit., p. 481.
- 15 PFEFFINGER, Jean Frederic – *Fortificaçam moderna ou recopilaçam de diferentes methodos de fortificar, de que usão na Europa os Espanhoes, Francezes, Italianos, & Hollandeze (...)*, Officina Real Deslandesiana, Lisboa, 1713, p. 126; cit in OLIVEIRA, Mário Mendonça de – *As fortificações portuguesas de Salvador quando Cabeça do Brasil*, Fundação Gregório de Mattos, Salvador-Bahia, 2004, p. 45.
- 16 VILLALÓN, María Cruz – *Babajoz, Ciudad amurallada*, Junta de Extremadura, Mérida, 1999, pp. 37 e 38 (plantas da cidade de Badajoz de 1679 e de 1698).
- 17 FORTES, Manoel de Azevedo (1728 e 1729), *ob. cit.*, p. 38.
- 18 PAAR, Edwin – “As fortificações seiscentistas de Elvas e o primeiro sistema holandês de fortificação”, in *A Cidade – Revista Cultural de Portalegre*, n.º 12 (nova série), 1998, p. 130. Sousa Viterbo refere Lovaina; ver VITERBO, Sousa (1899) – *Dicionário Histórico e Documental dos Arquitectos, Engenheiros e Constructores Portugueses*, vol. I, Imprensa Nacional Casa da Moeda, Lisboa, 1988, p. 231.
- 19 Existem dois exemplares na Biblioteca Nacional de Lisboa (PTBN: S.A. 624 A). O tratado contém lições mensais temáticas para um ano: *Mense Octobri. Disput. Geometricae. – Mense Novembri. Arithmeticæ. – Mense Decembri. Opticæ. – Mense Ianuario. Staticæ. – Mense Februario. Hydrostaticæ. – Mense Martio. Nauticæ. – Mense Aprili. Architectonicae. – Mense Maio. Polemicae. – Mense Iunio. De Machinis Bellicis. – Mense Iulio. Geographicae. – Mense Augusto. Astronomicæ. – Mense Septembri. Chronologicae.*
- 20 STEVIN, Simon – *De Sterktenbouwing (A Construção de Fortificações)*, Françoys van Ravelen, Leyden, 1594.
- 21 CIERMANS, Ioanne – *Disciplinae Mathematicae Traditae, Institvtæ Sicietatis IESV*, Prostant apud Hieronymum Verdussen, Antverpiae, 1650: Antoine de Ville (Maii, Hebdomas Tertia, Militaria: Problemata); Simon Stevin (Novembbris Hebdomas Prima, Arithmeticæ: Proportionales / Novembbris Hebdomas Secunda, Arithmeticæ: Compvtvs Astronomicvs / Decembbris Hebdomas Secunda, Óptica: Ad Convexa); Samuel Marolois (Decembbris Hebdomas Prima, Optica: Cvriosa / Decembbris Hebdomas Tertia, Optica: Angli; Febrarii Hebdomas Tertia, Statica: Aere Rarefacio – in the errata he is substituted by Samuel Caux) (the work is not paginated).

Notes

- 1 The year that the Counts of Egmond and Hoorn were condemned to death in Brussels.
- 2 Because Juana, La Loca (“The Mad”: 1479-1555), married to the Archduke of Austria, Philip I, the Handsome, was Queen of Castile (1504-1555); they were the parents of Charles V, who married Isabel of Portugal.
- 3 In the Museum of Genius, in the Castelo de Sant'Angelo, in Rome, a chart signed by him with the system of attack that he proposed is preserved. This Italian military engineer completed in 1565, a treatise on fortification (*Della Architettura Militare*), that was published posthumously in Brescia, in 1599, by the printer Dall'Oglio. Francesco De Marchi was the soldier who accompanied the governess of the Low Countries, Margarite of Austria, daughter of Charles V, and had the opportunity to “ampliar en el norte de Europa sus conocimientos en el campo de la arquitectura militar y desempeñar un papel significativo en la difusión europea de las innovaciones italianas en este sector” (GROOF, Bart de y BERTINI, Giuseppe – “Francesco de Marchi y la Monarquía Española”, in *Las Fortificaciones de Carlos V*, Ediciones del Umbral, n.d., (and no place of publication stated), p. 389).
- 4 MAROLOIS, Samuel – *Fortification ou Architecture militaire tant offensive que defensive*, Henrik Bondius, Hague, 1614. This was only one part of a larger work *Oevres mathematiques tractans de géometrie, perspective, architecture et fortification*, published by the same editor from 1614.
- 5 DUFFY, Christopher (1979) – *Siege Warfare. The Fortress in the Early Modern World (1494-1660)*, Routledge & Kegan Paul, London, 1987, p. 92.
- 6 DE VILLE, Cavaleiro Antoine – *Les fortifications du Chevalier Antoine De Ville*, Philippe Borde, Alton, 1640.
- 7 PIMENTEL, Luis Serrão (1680) – *Methodo Lusitanico*, Direcção da Arma de Engenharia, Lisbon, 1993, “Summaria Noticia (...)”.
- 8 Idem, *ibidem*, pp. 47-49; pp. 49 ff; pp. 221 ff.
- 9 CAPMANY, Carlos Dias – *La Fortificación Abaluartada*, Ministerio de Defensa, (no place of publication stated), 2003, p. 168. (This is how Adam Freitag proposed it for the great royal fort, although Samuel Marolois defended an interval of 60º to 90º, increasing progressively, from a 4 sided polygon to a 12 sided one.)
- 10 PAGAN, Blaise François, Conde de – *Les fortifications du Comte de PAGAN*, Cardin Besogne, Paris, 1645.
- 11 PIMENTEL, Luis Serrão (1680), *op. cit.*, p. 481.
- 12 Probably an edition of *Tratado de fortificación militar destos tiempos breve e intelectible puesto en uso en estos estados de Flandes*, Bruselas, 1644.
- 13 TAPIA, Juan de Santans y – *Tratado de fortificación militar destos tiempos (...)*, Brussels, 1644, pp. 113-114, cit in GUERRA, Femando Cobos – “La fortificación española en los siglos XVII y XVIII: Vauban, sin Vauban y contra Vauban”, in *Técnica e Ingeniería en España, II El Siglo de las Luces. De la ingeniería a la nueva navegación*, Manuel Silva Suárez, ed., Zaragoza, 2005, p. 482.
- 14 Escuela de Palas, volume II, Milan, 1693, p. 36, cit. in GUERRA, Fernando Cobos (2005), article cited, p. 481.
- 15 PFEFFINGER, Jean Frederic – *Fortificaçam moderna ou recopilaçam de diferentes methodos de fortificar, de que usão na Europa os Espanhoes, Francezes, Italianos, & Hollandeze (...)*, Officina Real Deslandesiana, Lisboa, 1713, p. 126; cit in OLIVEIRA, Mário Mendonça de – *As fortificações portuguesas de Salvador quando Cabeça do Brasil*, Fundação Gregório de Mattos, Salvador-Bahia, 2004, p. 45.
- 16 VILLALÓN, María Cruz – *Babajoz, Ciudad amurallada*, Junta de Extremadura, Mérida, 1999, pp. 37-38 (city plans of Badajoz from 1679 and from 1698)
- 17 FORTES, Manoel de Azevedo (1728 and 1729), *op. cit.*, 2nd vol., p. 38.
- 18 PAAR, Edwin – “As fortificações seiscentistas de Elvas e o primeiro sistema holandês de fortificação”, in *A Cidade – Revista Cultural de Portalegre*, no.12 (nova série), 1998, p. 130. Sousa Viterbo refers to Leuven; see VITERBO, Sousa (1899) – *Dicionário Histórico e Documental dos Arquitectos, Engenheiros e Constructores Portugueses*, vol. I, Imprensa Nacional Casa da Moeda, Lisbon, 1988, p. 231.
- 19 There are two copies at the National Library in Lisbon (PTBN: S.A. 624A / FG 1455 / RES. 3140 A.). The treatise includes thematic monthly lessons for a year: *Mense Octobri. Disput. Geometricae. – Mense Novembri. Arithmeticæ. – Mense Decembri. Opticæ. – Mense Ianuario. Staticæ. – Mense Februario. Hydrostaticæ. – Mense Martio. Nauticæ. – Mense Aprili. Architectonicae. – Mense Maio. Polemicae. – Mense Iunio. De Machinis Bellicis. – Mense Iulio. Geographicae. – Mense Augusto. Astronomicæ. – Mense Septembri. Chronologicae.*
- 20 STEVIN, Simon – *De Sterktenbouwing (A Construção de Fortificações)*, Françoys van Ravelen Leyden, 1594.
- 21 CIERMANS, Ioanne – *Disciplinae Mathematicae Traditae, Institvtæ Sicietatis IESV*, Prostant apud

- 22 Ver, também, PAAR, Edwin, art. cit., pp. 130 and 131.
- 23 Neste colégio distinguiu-se, no ensino da Matemática e da fortificação, o Padre Ignacio Stafford (1599–1642), autor de "Várias obras mathematicas compuestas por El P. Ignacio Stafford (...), Lisboa, 1638", que inclui um capítulo intitulado "De la Architectura Militar". Ainda no ensino da Matemática, no colégio em questão, podemos referir o compêndio do Padre Fallopio: FALLOPIO, P. M. Simão – *Compendio spiculativo das Sphaeras Arteficial, Soblunar & Celestre*, composto em 3 Tratados pello P. M. Simão Fallopio da Companhia de Jesus em o Collegio de Sto. Antão. Lisboa. anno de 1639 (BN Lisboa, res. Códice 2258)
- 24 CONDE DE ERICEIRA – *História de Portugal Restaurado*, Livraria Civilização-Editora, vol. II, Porto, 1945, p. 77.
- 25 CONDE DE ERICEIRA, ob. cit., vol. I, Porto, 1945, p. 364.
- 26 SANTA CLARA, Francisco de Paula – *Elvas Antiga, Albergarias, Cosmander. Carta do Dr. Francisco de Paula Santa Clara a Victorino d'Almada*, António José Torres de Carvalho, Elvas, 1909, p. 14.
- 27 O Dicionário de História Religiosa de Portugal, Dir. Carlos Moreira Azevedo, vol. J.P, Círculo de Leitores e C. E. H. R. da Universidade Católica, Lisboa, 2001, p. 22, refere a data de 1644 como a do início do ensino em Elvas. Entra em contradição com a cronologia apresentada em R. J. T. C. – *A Companhia de Jesus em Elvas. Notas para a História do Colégio de S. Thiago*, Tipografia Popular, Elvas, 1931. Aqui se refere, de forma fundamentada em documentação, que o Colégio foi fundado a partir de uma doação testamentária de 1599, de D. Aldonça e de seu marido Diogo de Brito (p. 1), e que apesar da confirmação da autorização régia ter a data de 1644 (p. 12) – diga-se que muita tinta correu até o bispo estar de acordo com a vinda dos Jesuítas para cidade –, os primeiros padres da Companhia entraram em Elvas em 1645, ficando alojados em casa particular às Portas de Évora (p.12). Daqui passaram, no mesmo ano, para outra casa particular junto à igreja do Salvador (p. 12); seguidamente, e ainda no mesmo ano, foram alojar-se noutras casas perto da ermida de Santiago (p. 12), e daí se mudaram novamente, em 1647, para o sítio e bairro de São Martinho (p. 12), onde tinham licença para levantar casa; contudo, acabaram por escolher, definitivamente, o sítio de Santiago, "o mais sadio, mais alegre, de melhor vista, de ningum devassado, e com o ser mais frequente, contem mór largueza para n'elle se estender o novo collegio" (p. 14) que só estará concluído no séc. XVIII (em 1741 ainda se adjudicavam obras, v. p. 45). Note-se que só em 1678 é que os padres tinham comprado casas e terrenos suficientes para levantarem o colégio (p. 18). A igreja do colégio (Igreja do Salvador, onde antes existia a igreja medieval de São Tiago, doada em 1659, por D. Afonso VI, à Companhia) foi inaugurada em 1692. Após a expulsão da Companhia (1759), instalou-se o Seminário (PITTA, José Pereira de Paiva – *Breve Memória do Seminário Diocesano de Elvas*, Imprensa da Universidade, Coimbra, 1878, p. 9), a Livraria foi doada à Universidade de Coimbra (1774-1777), serviu ainda o edifício de armazém militar de reserva e é hoje propriedade municipal, onde está instalada a Biblioteca Municipal.
- 28 RODRIGUES, Francisco S. J. – *História da Companhia de Jesus na Assistência de Portugal*, Tomo Terceiro (1615-1700), vol. I, Livraria do Apostolado da Imprensa, Porto, 1944, p. 23.
- 29 Idem, ibidem, passim.
- 30 CONDE DE ERICEIRA, ob. cit., vol. II, p. 419.
- 31 Trabalhou em Elvas, Olivença, Campo Maior, Castelo de Vide, Estremoz e Vila Viçosa. Fortificou também, em Espanha, Vila Nueva del Fresno, que havia sido tomada pelos Portugueses, e alguns fortes na região de Setúbal e de Lisboa. (Ver: PAAR, Edwin, art. cit., p. 132; VITERBO, Sousa (1899), ob. cit., vol. I, pp. 231 ss.)
- 32 CONDE DE ERICEIRA, ob. cit., vol. II, p. 419.
- 33 R. J. T. C., ob. cit., p. 41. (Ver também RODRIGUES, Francisco S. J., ob. cit., p. 23, notas.)
- 34 Idem, ibidem, p. 15
- 35 Região da antiga Checoslováquia atravessada pelo rio Morava.
- 36 RODRIGUES, Francisco S. J., ob. cit., pp. 23 e 24.
- 37 Idem, ibidem, p. 24.
- 38 Idem, ibidem, p. 21.
- 39 Idem, ibidem, p. 19.
- 40 R. J. T. C., ob. cit., p. 23.
- 41 Dicionário de História Religiosa de Portugal, Dir. Carlos Moreira Azevedo, vol. J.P, Círculo de Leitores e C. E. H. R. da Universidade Católica, Lisboa, 2001, p. 23.
- 42 GARCIA, João Carlos and NOGUEIRA, Miguel – "Os sermões da Restauração (1640-1668)" (<http://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/2851.pdf>; 28XI2007)
- 43 Idem, ibidem, p. 23.
- 44 SOARES, Lopo (1643), Sermão [...] na [...] catedral da cidade de Elvas [...] na ocasião da procissão geral [...] de 1643. B.P. de Évora, CXXII, f. 8, pp. 2-20. In João Francisco Marques, "A utopia do Quinto Império em Vieira e nos pregadores da Restauração", *Utopia: Revista Electrónica de Estudos sobre a Utopia*, n.º 2 (2004). ISSN 1645-958X (<http://www.letras.up.pt/upi/utopiasportuguesas/e-topia/revista.htm>) (28XI2007)
- 45 PARKER, Geoffrey (1988) – *La Revolución Militar. Innovación Militar y Apogeo de Occidente 1500-1800*, Alianza Editorial, Madrid, 2002.
- 46 HEUVEL, Charles van den e ROOSENS, Bernhard – "Los Paises Bajos. Las fortificaciones y la coronación de la defensa del imperio de Carlos V", in *Las Fortificaciones de Carlos V*, Ediciones del Umbral, s. d., s. l., p. 581.
- 47 Que englobavam as actuais Bélgica, Holanda, Luxemburgo e algumas regiões do Noroeste da França.
- 48 CAPMANY, Carlos Díaz, ob. cit., p. 145.
- 49 Idem, ibidem, p. 149.
- 50 GUERRA, Fernando Cobos e FERNÁNDEZ, José Javier (2005) – "Los ingenieros, las experiencias y los escenarios de la arquitectura militar española en el siglo XVII" in *Los Ingenieros Militares de la Monarquía Hispánica en los Siglos XVII y XVIII*, Ministerio de Defensa, Coord. Alicia Cámaras, Madrid, 2005, p. 84.
- 51 DUFFY, Christopher, ob. cit., p. 105.
- 52 CAPMANY, Carlos Díaz, ob. cit., p.171.
- 53 DUFFY, Christopher, ob. cit. pp. 104 e 105.
- 54 HOPPEN, Alison – *The Fortification of Malta by the Order of St. John, 1530-1796*, Mireva Publications, Tarxien, 1999, Appendix ii, iii e iv. Para definir a nacionalidade de cada engenheiro, conjugámos a língua em que está escrito o nome com o país ou região de origem.
- 22 See also PAAR, Edwin, article cited, pp. 130 and 131.
- 23 In this college, Father Ignacio Stafford (1599–1642), distinguished himself in the teaching of mathematics and fortification, was the author of "Several mathematical works (...), Lisbon, 1638", which includes a chapter entitled "From Military Architecture". Still in the teaching of mathematics at the college in question, we refer to the compendium of Father Fallopio: FALLOPIO, P. M. Simão – *Compendio spiculativo das Sphaeras Arteficial, Soblunar & Celestre*, composed of three treatises by P. M. Simão Fallopio at the Society of Jesus in the College of Saint Antão. Lisbon. Year of 1639" (BN Lisbon, res. Codex 2258).
- 24 CONDE DE ERICEIRA – *História de Portugal Restaurado*, Livraria Civilização-Editora, vol. II, Porto, 1945, p. 77.
- 25 CONDE DE ERICEIRA, op. cit., vol. I, Porto, 1945, p. 364.
- Hieronymus Verdussen, Antveriae, 1650: Antoine de Ville (Maii, Hebdomas Tertia, Militaria: Problemata); Simon Stevin (Novembris Hebdomas Secunda, Arithmetica: Proportionales / Novembris Hebdomas Secunda, Arithmetica: Compvtvs Astronomicvs / Decembris Hebdomas Secunda, Óptica: Ad Convexa); Samuel Marolois (Decembris Hebdomas Prima, Optica: Cvrosa / Decembris Hebdomas Tertia, Optica: Anguli; Febrvari Hebdomas Tertia, Statica: Aere Rarefacio – in the errata he is substituted by Samuel Caux) (the work is not paginated).
- 26 SANTA CLARA, Francisco de Paula – *Elvas Antiga, Albergarias, Cosmander. Carta do Dr. Francisco de Paula Santa Clara a Victorino d'Almada*, António José Torres de Carvalho, Elvas, 1909, p. 14.
- 27 O Dicionário de História Religiosa de Portugal, Directed by Carlos Moreira Azevedo, Vol. J.P, Círculo de Leitores and C. E. H. R. da Universidade Católica, Lisbon, 2001, p. 22, mentions 1644 as the date teaching began in Elvas. This contradicts the chronology given in A Companhia de Jesus em Elvas. Notas para a História do Colégio de S. Thiago, Tipografia Popular, Elvas, 1931. Here it states, with documentary support, that the College was founded from a legacy of 1599 by D. Aldonça and Diogo de Brito (p. 1), and despite the confirmation of royal authorisation being dated 1644 (12) – we can say that much ink was expended before the bishop agreed to the Jesuits coming to the city – the first priests of the Society of Jesus arrived in Elvas in 1645 and were accommodated in a private house at the Gates of Évora (p. 12). They moved from here in the same year to another private house next to the Church of Salvador (p. 12). Then, still in the same year, they went to live in other houses close to the Hermitage of Santiago (p. 12), and from there they moved again in 1647, to the São Martinho quarter (p. 12), where they had permission to erect a house. However, they finally chose the Santiago part of the city, "the most healthy, the most joyful part, with the best view, complete privacy and as many people come there and it has plenty of space to build a new college" (p. 14). This was not completed until the 18th century (in 1741 the work was still being allocated, see p. 45). Note that the priests had not bought houses and land sufficient to build the college until 1678 (p. 18). A college church was consecrated in 1692: the Church of Salvador, where the medieval Church of São Tiago had formerly stood, was donated by D. Afonso VI to the Society in 1659. After the Society was expelled in 1759, the Seminary was installed there (PITTA, José Pereira de Paiva – Breve Memória do Seminário Diocesano de Elvas, Imprensa da Universidade, Coimbra, p. 9), the Library was donated to the University of Coimbra (1774-1777), and the building also served as a reserve military storehouse and is today municipal property, occupied by the Municipal Library.
- 28 RODRIGUES, Francisco S. J. – *História da Companhia de Jesus na Assistência de Portugal*, Third Volume (1615-1700), vol. I, Livraria do Apostolado da Imprensa, Porto, 1944, p. 23.
- 29 Idem, ibidem, passim.
- 30 CONDE DE ERICEIRA, op. cit., vol. II, p. 419.
- 31 He worked in Elvas, Olivença, Campo Maior, Castelo de Vide, Estremoz and Vila Viçosa. He also fortified, in Spain, Vila Nueva del Fresno, that had been taken by the Portuguese (1643), and some forts in the region of Setúbal and Lisbon (See: PAAR, Edwin, article cited, p.132; VITERBO, Sousa (1899), op.cit., vol. I, pp. 231ff).
- 32 CONDE DE ERICEIRA, op. cit., vol. II, p. 419.
- 33 RJTC – A Companhia de Jesus em Elvas. Notas para a História do Colégio de S. Thiago, Tipografia Popular, Elvas, 1931, p. 41. (See also RODRIGUES, Francisco S. J., op. cit., p. 23, notes.)
- 34 Idem, ibidem, p. 15.
- 35 Region in the former Czechoslovakia through which the River Morava flowed.
- 36 RODRIGUES, Francisco S. J., op. cit., pp. 23 and 24.
- 37 Idem, ibidem, p. 24.
- 38 Idem, ibidem, p. 21.
- 39 Idem, ibidem, p. 19.
- 40 RJTC, op. cit., p. 23.
- 41 Dicionário de História Religiosa de Portugal, Directed by Carlos Moreira Azevedo, vol. J.P, Círculo de Leitores and C. E. H. R. da Universidade Católica, Lisbon, 2001, p. 23.
- 42 GARCIA, João Carlos and NOGUEIRA, Miguel – "Os sermões da Restauração (1640-1668)" (<http://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/2851.pdf>; 28XI2007)
- 43 Idem, ibidem, p. 23.
- 44 SOARES, Lopo (1643), Sermão [...] na [...] catedral da cidade de Elvas [...] na ocasião da procissão geral [...] de 1643. Public Library, Évora, CXXII, f. 8, pp. 2-20. In João Francisco Marques, "A utopia do Quinto Império em Vieira e nos pregadores da Restauração", Utopia: Revista Electrónica de Estudos sobre a Utopia, n.º 2 (2004). ISSN 1645-958X (<http://www.letras.up.pt/upi/utopiasportuguesas/e-topia/revista.htm>) (28XI2007)
- 45 PARKER, Geoffrey (1988) – La Revolución Militar. Innovación Militar y Apogeo de Occidente 1500-1800, Alianza Editorial, Madrid, 2002.
- 46 HEUVEL, Charles van den and ROOSENS, Bernhard – "Los Paises Bajos. Las fortificaciones y la coronación de la defensa del imperio de Carlos V", in Las Fortificaciones de Carlos V, Ediciones del Umbral, s. d., (no place of publication stated), p. 581.
- 47 Which included present-day Belgium, Netherlands, Luxembourg and some parts of northwestern France.
- 48 CAPMANY, Carlos Díaz, op. cit., p. 145.
- 49 Idem, ibidem, p. 149.
- 50 GUERRA, Fernando Cobos e FERNÁNDEZ, José Javier – "Los ingenieros, las experiencias y los escenarios de la arquitectura militar española en el siglo XVII" in Los Ingenieros Militares de la Monarquía Hispánica en los Siglos XVII y XVIII, Ministerio de Defensa, Coord. Alicia Cámaras, Madrid, 2005, p. 84.

- 55 DUFFY, Christopher, *ob. cit.*, p. 89.
- 56 Destacamos os seguintes tratados editados até 1640: FLORIANI, Pietro Paolo – *Difesa et offesa delle piazze, Giuliano Carboni, Macerata, 1630; SARDI, Pietro – Corona imperiale dell'architettura militare (...), Barezzo Baretti, Venezia, 1618.*
- 57 No ano seguinte foi editado o tratado: BARBA, Diego Gonzalez de Medina – *Examen de Fortification (...), Madrid, 1599.* Não pretendendo ser exaustivos e porque qualquer deles não rompe com a tradição italiana (DUFFY, 1987: 89), escolhemos o primeiro para o enquadramento pretendido.
- 58 Fundou, com Juan de Herrera, em 1582, a Cátedra de Mathemáticas y Arquitectura Militar, em Madrid, com o patrocínio de Filipe II.
- 59 ROJAS, Christoual de – *Teorica y practica de fortificacion, conforme las medidas y defensas destos tiempos, repartida en tres partes*, Editado por Luis Sanchez, Madrid, 1598, Fol. 1.
- 60 Idem, *ibidem*, Fol. 31 v.
- 61 Idem, *ibidem*, Fol. 33 v.
- 62 Idem, *ibidem*, Fol. 39.
- 63 *Dictionnaire des Architectes, Encyclopaedia Universalis et Albin Michel, Paris, 1999*, p. 233.
- 64 Consultámos: ERRARD, Jean - *Le Second Livre de la Fortification Demonstrée et Redvictre en Art, Paris, 1619.*
- 65 VILLE, Antoine de – *Les Fortifications, Pour la Compagnie des Libraires du Palais, Paris, 1666.* (Manuscritos de 1628) (1ª edição Lyon, 1629)
- 66 CIERMANS, Ioanne – *Disciplinae Mathematicae Traditae, Institvtiae Societatis IESV, (Antuérpia, 1640)*, Maii, *Hebdomas Tertia, Problemata.*
- 67 Para a elaboração destas notas biográficas compulsámos: *Teoria da Arquitectura do Renascimento aos Nossos Dias*, Taschen, Colónia, 2003, pp. 510-512.
- 68 DÜRER, Albrecht – *Eticliche underricht, zu befestigung der Stett, Schloß, und flecken, Nuremberg, 1527* (Instruções diversas para a fortificação das cidades, castelos e praças-fortes).
- 69 MARCHI, Francesco de – *Della Architettura Militare, Dall'Oglio, Brescia, 1599.* (O tratado estava finalizado cerca de 1565)
- 70 SPECKLE, Daniel – *Architectura von Vestungen, 1589.*
- 71 Esta opinião, mais comum, sobre o encontro das duas personagens (ambos a estudar na mesma universidade) é, contudo, rebatida por uma outra (de Dijksterhuis) que defende que o relacionamento de ambos deve ter acontecido cerca de 1590, quando Stevin se mudou para Delft e Maurice era Capitão-general e Stadtholder da Holland e Zealand. (STEVIN, Simon – *De Sterctenbovwing*. Editado por François van Ravelghien, Leyden, 1594. Utilizamos a versão fac-similada, comentada e traduzida para o inglês: *The Principal Works of Simon Stevin*, vol. IV, Royal Academia Holandesa de Ciências, Amesterdão, 1965, Introdução Geral, p. 4).
- 72 Idem, *ibidem*, p. 129.
- 73 Idem, *ibidem*, pp. 18, 20, 25, 26; Figs. 1, 3, 6, 7 e 8.
- 74 Idem, *ibidem*, pp. 39-71.
- 75 Idem, *ibidem*, pp. 71-91.
- 76 Idem, *ibidem*, p. 75, Exemplo 3.
- 77 Idem, *ibidem*, pp. 73 e 74, Exemplos 1 e 2.
- 78 Idem, *ibidem*, p. 174.
- 79 Idem, *ibidem*, p. 76.
- 80 Idem, *ibidem*, p. 77.
- 81 Idem, *ibidem*, p. 78.
- 82 Idem, *ibidem*, p. 79.
- 83 FORTES, Azevedo, *ob. cit.*, tomo II, p. 37.
- 84 MAROLOIS, Samvel – *Oevres Mathematicques de S. M. Traitétant de la Geometrie et Fortification, Chez Guillaume Iansson Caesius, Amesterdão, 1628*, fig. 78.
- 85 MAROLOIS, Samvel (1628), *ob. cit.*, Table des Dimensions (...).
- 86 FRITACH, Adam – *L'Architectvre Militaire ou La Fortification Novvelle, (...), Chez les Elzeviers, Leide, 1635, Table Num. I.*
- 87 No caso de Freitag, tomaremos as medidas do Forte Real, segundo a “primeira” e a “segunda maneiras” ou regras de cálculo, (Table Num. I e Table Num. V); estas duas formas de cálculo são apresentadas nos Capítulos IV e VI, pp. 13-23.
- 88 FRITACH, Adam, *ob. cit.*, “Livro Segundo”, pp. 71 ss.
- 89 Vamos utilizar a edição de 1628, que resultou de uma revisão publicada no ano seguinte à morte do autor, pelo matemático Theodore Verbeeck (que revê a Geometria) e pelo matemático e professor de fortificações na Universidade de Leiden, François van Schoten.
- 90 Assim o consideram muitos autores, como por exemplo LANGINS, Janis – *Conserving the Enlightenment. French Military Engineering from Vauban to the Revolution*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2004, p. 42.
- 91 MAROLOIS, Samvel (1628), *ob. cit.*, pp. 163-164.
- 92 Para todas as equivalências tomamos as de Luís Serrão Pimentel, *ob. cit.*, p. 26.
- 93 PIMENTEL, Luís Serrão, *ob. cit.*, p. 49.
- 94 Como há sempre dois ângulos de espalda (e diferentes numa fortificação irregular), relacionamos o valor calculado segundo a fórmula de Marolois com a média dos dois ângulos de cada baluarte.
- 95 AZEVEDO, Luis Marinho de – *Commentarios dos Valerosos Feitos (...), Oficina de Lourenço de Anveres, Lisboa, 1644.*
- 96 Idem, *ibidem*, p. 8.
- 97 Foi nomeado Mestre de Campo General do exército do Alentejo. CHABY, Claudio de – *Synopse dos Decretos Remetidos ao Extinto Conselho de Guerra, Imprensa Nacional, Lisboa, 1869*, p. 5 (Maço n.º 1 (1640-1641), Decreto n.º 10 de 20 de Dezembro de 1640).
- 98 AZEVEDO, Luis Marinho de, *ob. cit.*, pp. 9 e 10.
- 99 Idem, *ibidem*, pp. 72 e 73.
- 100 Idem, *ibidem*, pp. 9 e 73. Sebastião Pereira de Frias era natural de Pernes e prestou serviço militar como engenheiro na Guerra da Restauração, “desde 1641, a que assistiu ao assédio da praça de Elvas, até ao de 1663, em que foi a Setúbal tratar da sua fortificação (...)” (v. VITERBO, Sousa, *ob. cit.*, vol. I, INCM, Lisboa, 1988, p. 386).
- Madrid, 2005, p. 84
- 51 DUFFY, Christopher, *op. cit.*, p. 105.
- 52 CAPMANY, Calos Díaz, *op. cit.*, p. 171.
- 53 DUFFY, Christopher, *op. cit.*, pp. 104 and 105.
- 54 HOPPEN, Alison – *The Fortification of Malta by the Order of St. John, 1530-1796*, Mireva Publications, Tarxien, 1999, Appendix ii, iii and iv. To define the nationality of each engineer, we connected the language in which the name is written with the country or region of origin.
- 55 DUFFY, Christopher, *op. cit.*, p. 89.
- 56 We highlight the following treatises published up to 1640: FLORIANI, Pietro Paolo – *Difesa et offesa delle piazze, Giuliano Carboni, Macerata, 1630* and SARDI, Pietro – *Corona imperiale dell'architettura militare (...), Barezzo Baretti, Venezia, 1618.*
- 57 The following year this treatise was published: BARBA, Diego Gonzalez de Medina – *Examen de Fortification (...), Madrid, 1599.* Not claiming to treat the subject exhaustively and also because neither of them broke away from the Italian tradition (DUFFY, 1979: 89), we have chosen to examine the first for our present purposes.
- 58 Founded, with Juan de Herrera, in 1582, the Chair of Mathematics and Military Architecture, in Madrid, with the sponsorship of Philip II.
- 59 ROJAS, Christoual de – *Teorica y practica de fortificacion, conforme las medidas y defensas destos tiempos, repartida en tres partes*, Edited by Luis Sanchez, Madrid, 1598, Sheet 1.
- 60 Idem, *ibidem*, Sheet 31, verso.
- 61 Idem, *ibidem*, Sheet 33, verso.
- 62 Idem, *ibidem*, Sheet 39.
- 63 *Dictionnaire des Architectes, Encyclopaedia Universalis et Albin Michel, Paris, 1999*, p. 233.
- 64 We consulted: ERRARD, Jean - *Le Second Livre de la Fortification Demonstrée et Redvictre en Art, Paris, 1619.*
- 65 VILLE, Antoine de – *Les Fortifications, Pour la Compagnie des Libraires du Palais, Paris, 1666.* (Manuscripts, 1628) (1st edition, Lyon, 1629).
- 66 CIERMANS, Ioanne (1640), *op. cit.*, Maii, *Hebdomas Tertia, Problemata.*
- 67 For the elaboration of these biographical notes, information was culled from: *Teoria da Arquitectura do Renascimento aos Nossos Dias*, Taschen, Cologne, 2003, pp. 510-512.
- 68 DÜRER, Albrecht – *Eticliche underricht, zu befestigung der Stett, Schloß, und flecken, Nuremberg, 1527* (Diverse instructions for the fortification of cities, castles and fortress-towns).
- 69 MARCHI, Francesco de – *Della Architettura Militare, Dall'Oglio, Brescia, 1599.* (The treatise was completed around 1565.)
- 70 SPECKLE, Daniel – *Architectura von Vestungen, 1589.*
- 71 This opinion, the more common, about the meeting between the two (who were both studying at the same university) is, however, challenged by another (by Dijksterhuis) who argues that the relationship must have happened around 1590, when Stevin moved to Delft and Maurice was Captain-General and Stadtholder of the Netherlands and Zealand. (STEVIN, Simon – *De Sterctenbovwing*, Edited by Francois van Ravelghien, Leyden, 1594. We used the facsimile version, with commentary and translated from the English: *The Principal Works of Simon Stevin*, vol. IV, Royal Dutch Academy of Sciences, Amsterdam, 1965, General Introduction, p. 4).
- 72 Idem, *ibidem*, p. 129.
- 73 Idem, *ibidem*, pp. 18, 20, 25, 26; Figs. 1, 3, 6, 7 and 8.
- 74 Idem, *ibidem*, pp. 39-71.
- 75 Idem, *ibidem*, pp. 71-91.
- 76 Idem, *ibidem*, p. 75, Example 3.
- 77 Idem, *ibidem*, pp. 73 and 74, Examples 1 and 2.
- 78 Idem, *ibidem*, p. 174.
- 79 Idem, *ibidem*, p. 76.
- 80 Idem, *ibidem*, p. 77.
- 81 Idem, *ibidem*, p. 78.
- 82 Idem, *ibidem*, p. 79.
- 83 FORTES, Azevedo, *ob. cit.*, tome II, p. 37.
- 84 MAROLOIS, Samvel – *Oevres Mathematicques de S. M. Traitétant de la Geometrie et Fortification, Chez Guillaume Iansson Caesius, Amesterdão, 1628*, fig. 78.
- 85 MAROLOIS, Samvel (1628), *op. cit.*, Table des Dimensions (...).
- 86 FRITACH, Adam – *L'Architectvre Militaire ou La Fortification Novvelle, (...), Chez les Elzeviers, Leide, 1635, Table Num. I.*
- 87 In the case of Freitag, we will take the measurements of the Royal Fort, according to the “first” and “second manners” or rules of calculation, (Table Num. I and Table Num. V); these two forms of calculations are presented in Chapters IV and VI, pp. 13-23.
- 88 FRITACH, Adam, *op. cit.*, “Second Book”, pp. 71 ff.
- 89 We will use the 1628 edition, which was the result of a published revision the year following the author's death, by the mathematician Theodore Verbeeck (who revised the Geometry) and by the mathematician and professor of fortifications at the University of Leiden, François van Schoten.
- 90 It is thus considered by many authors, for example, LANGINS, Janis – *Conserving the Enlightenment. French Military Engineering from Vauban to the Revolution*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2004, p. 42.
- 91 MAROLOIS, Samvel (1628), *op. cit.*, pp. 163-164.
- 92 For all the equivalences we used those of Luís Serrão Pimentel, *op. cit.*, p. 26.
- 93 PIMENTEL, Luís Serrão, *op. cit.*, p. 49.
- 94 As there are always two shoulder angles (and they are different in an irregular fortification), for the purpose of calculating a value according to Marolois's formula we use the average of the two angles of each bulwark.
- 95 AZEVEDO, Luis Marinho de – *Commentarios dos Valerosos Feitos (...), Atelier of Lourenço de Anveres, Lisbon, 1644.*
- 96 Idem, *ibidem*, p. 8.
- 97 He was appointed Colonel General in the Army of Alentejo. CHABY, Claudio de – *Synopse dos Decretos Remetidos ao Extinto Conselho de Guerra, National Press, Lisbon, 1869*, p. 5 (Bundle no.1 (1640-1641), Decree no.10 of 20 December 1640).

- 101 Fundação de João Sotil que foi bispo de Cafim e abade de Alcobaça (provavelmente Fr. João de Elvas, a partir de 1530). Ver BAÍÃO, José, art. cit., p. 17.
- 102 AZEVEDO, Luis Marinho de, ob. cit., p. 73.
- 103 Idem, ibidem, p. 73.
- 104 Idem, ibidem, passim.
- 105 VITERBO, Sousa, ob. cit., vol. II, INCM, Lisboa, 1988, pp. 418 e 419.
- 106 BAÍÃO, José, art. cit., p. 18.
- 107 Foi enviado para o Alentejo para "examinar e emendar as fortificações", Decreto n.º 42 de 27 de Março de 1642 do Conselho de Guerra; ver CHABY, Claudio de, ob. cit., p. 24.
- 108 AZEVEDO, Luis Marinho de, ob. cit., pp. 73 e 74.
- 109 Idem, ibidem, p. 74.
- 110 CHABY, Claudio de, ob. cit., pp. 28 e 39. Considerar também que por Decreto n.º 181 de 22 de Novembro de 1643, é ordenado aos engenheiros Lassart e Gilot que partissem para a praça de Elvas a fim de assistirem às fortificações com D. João de Castro (sic) (será D. João da Costa, promovido a General de Artilharia do Alentejo em 1643); ver CHABY, Claudio de, ob. cit., p. 47, 49 e 60.
- 111 BAÍÃO, José, art. cit., p. 22; o autor não refere a fonte de onde copia a carta.
- 112 Idem, ibidem, p. 23.
- 113 Idem, ibidem, p. 24.
- 114 Tradução de Leonel Cardoso Martins.
- 115 Blaise François, Comte de Pagan, também conhecido por Comte de Merveilles (Avignon, 1604 – 1665), foi um militar de ascendência nobre napolitana que serviu os exércitos de Luís XIII e de Luís XIV chegando ao posto de Marechal de Campo. Terá participado em vinte cercos depois que entrou no exército francês aos doze (ou catorze) anos de idade, tendo perdido o olho esquerdo, atingido com um tiro de mosquete no cerco de Montauban. Em 1642 foi nomeado para servir no exército português com o posto de Marechal de Campo, mas terá regressado a França no ano seguinte por ter perdido completamente a visão. Esteve em 1645 em Malta (já cego, obviamente), como conselheiro da Ordem dos Hospitalários na fortificação de Floriana. Ali deixou o jovem engenheiro Blondel Croisette a dirigir os trabalhos e a participar na conceção de uma nova fortificação em Gozo (Marsalforn), embora tivessem prevalecido os projectos anteriormente apresentados por dois engenheiros italianos. A sua obra de referência – *Les Fortifications (...) (1645)* - foi considerada essencialmente do ponto de vista teórico, mas a este nível teve uma considerável influência em Vauban, que não seguiu o sistema de Errard de Bar-le-Duc - *La fortification réduite en art et démontrée* (1600) -, com ângulos de flanco agudos, então seguido nas cidades de Amiens (i. 1597), Doullens (i. 1599) e Verdun (cidadela: 1622-1627 por Alexis Erard - sobrinho de Jean - Hugues, Pierre Chastillon, d'Argencourt e Jacques Alleaume; intervenção de Vauban entre 1675-1680: caminho coberto, parapeitos novos e meia tenelha na zona sul). Vauban (1633-1707) adoptou a frente da Pagan (do ponto de vista da geometria das frentes) nas cidades de Arras (1668-1670), que orientou com Aspremont, e de Lille (1668-1671), de que foi governador (v. VAUBAN, Sa Vie, Son Oeuvre, Association des Amis de la Maison Vauban, Saint-Léger-Vauban, 1984, p. 5). Pagan estudou Matemática, Fortificação e Astronomia, publicando, em 1651, *Théorèmes Géométriques*. Em 1655, depois de viajar pela América do Sul (Amazônia), supostamente para aconselhar o Cardeal Mazarino sobre os interesses franceses na região, produziu um *Commentários desenvolvido à obra, em língua espanhola, do jesuíta P. Christophe de Rennes [Rivière des Amazones - Relation historique et géographique de la grande rivière des Amazones dans l'Amérique (1655)]*. Em 1657 publicou *Théorie des Planètes (...)*, e em 1658, *Tables Astronomiques*. Foi distinguido da seguinte forma na obra TRINCANO – *Éléments de fortification*, 1768, p. 72 : "Le comte de Pagan est le premier qui ait osé franchir les bornes étroites de l'ancienne fortification: il est pour les ingénieurs modernes, ce que Descartes est pour les géomètres. Sans Descartes aurions-nous eu des Newton, des Leibnitz? Sans le comte de Pagan aurions-nous eu des Vaubans, des Coehorn?". Elementos bibliográficos compilados a partir de ZASTROW, A. de - *Histoire de la Fortification Permanente*, 3ª edição, Paris, 1856, pp. 208-210, que por sua vez recolhe elementos de PERRAULT - *Hommes Illustres*, tom. II, 1697. Foi também consultada a obra: HUTTON, Charles - *A Mathematical and Philosophical Dictionary*, Londres, 1795, vol. II, p. 186.
- 116 PERRAULT, Charles (1696) - *Les Hommes Illustres qui ont Paru en France au Cours de ce Siècle*, 1698, p. 77.
- 117 LAMBERT, Claude-François - *Histoire Littéraire du Règne de Louis XIV*, Paris, 1751, p. 40
- 118 PINARD, M. - *Chronologie Historique et Militaire*, Paris, 1760-1770, entrada: Pagan.
- 119 MAIZEROY - *Cours de Tactique*, tom. IV, 1785, p. 336, cit in ZASTROW, A. De - *Histoire de la Fortification Permanente*, 3ª edição, Paris, 1856, pp. 208-210.
- 120 HOEFER, Jean-Chrétien Ferdinand (1852-1866) - *Nouvelle Biographie Générale*, Fermin Didot Frères, vol. XXXIX, Paris, 1862, p. 37.
- 121 Ver CHABY, Claudio de, op. cit.
- 122 AIRES, Cristóvão - *História Orgânica e Política do Exército Português*, 21 vols., vol. 9º das Provas e vol. 5º da *História da Engenharia Militar Portuguesa*, Subsídios, Imprensa da Universidade, Coimbra, 1923.
- 123 PAGAN, Blaise-François de - *Les Fortifications du Cte de Pagan*. Nouvelle édition... avec des notes sur le texte et des éclaircissements... et la manière de fortifier de M. de Vauban, par M. Hébert,... N. Langlois, Paris, 1669, pp. 9 e 10.
- 124 VILLALÓN, María Cruz (coord), ob. cit., p. 277. Ver também:
- MATTOS, Gastão de Mello de - *Nicolau de Langres e a sua Obra em Portugal*, Publicações da Comissão de História Militar, Lisboa, 1941, p. 95.
- 125 VITERBO, ob. cit., vol. I, p. 233. Trata-se de CASTRO, João Baptista de - *Mappa de Portugal antigo e moderno*, 2ª edição, Oficina Patriarcal de Francisco Luiz Ameno, Lisboa, 1762.
- 126 PAGAN, Blaise François Comte de (1645) - *Les Fortifications de Monsieur le Comte de Pagan avec ses Théoremes sur la Fortification*, Chez François Foppens, Bruxelles, 1668.
- 127 Idem, ibidem, pp. 4 v.º - 5 v.º.
- 128 FAUCHERRE, NICOLAS - "La place forte de Mont-Dauphin. L'héritage de Vauban", Actes Sud / Aristeas, Arles, 2007, p. 30.
- 129 PAGAN, ob. cit., pp. 1-2.
- 130 Idem, ibidem, pp. 3 e 4.
- 131 1 toise = 6 pieds; 1 pied = 12 pouces (PAGAN, ob. cit., p.15); 1 toesa = 1,949 m; 1 pé (Pied du Roy) = 0,32484 m
- 132 Idem, ibidem, p. 12.
- 98 AZEVEDO, Luis Marinho de, op. cit., pp. 9-10.
- 99 Idem, ibidem, pp. 72-73.
- 100 Idem, ibidem, pp. 9 and 73. Sebastião Pereira de Frias was born in Pernes and served in the military as an engineer in the War of Restoration, "from 1641, when he was present at the siege of Elvas, until the 1663 siege, when he went to Setúbal to take part in the fortification there (...)" (see. VITERBO, Sousa, op.cit., vol. I, INCM, Lisbon, 1988, p. 386).
- 101 Founded by João Sotil who was bishop of Cafim and abbot of Alcobaça (probably Fr. João de Elvas, from 1530). See BAÍÃO, José, art. cit., p. 17.
- 102 AZEVEDO, Luis Marinho de, op. cit., p. 73.
- 103 Idem, ibidem, p. 73.
- 104 Idem, ibidem, passim.
- 105 VITERBO, Sousa, op. cit., vol. II, INCM, Lisbon, 1988, pp. 418-419
- 106 BAÍÃO, José, art. cit., p. 18.
- 107 He was sent to the Alentejo to "examine and amend the fortifications" War Council Decree 42 of 27 March 1642; see CHABY, Claudio de, op. cit., p. 24.
- 108 AZEVEDO, Luis Marinho de, op. cit., pp. 73-74.
- 109 Idem, ibidem, p. 74.
- 110 CHABY, Claudio de, op. cit., pp. 28-39. Consider also that by Decree no. 181 of 22 November 1643, engineers Lassart and Gilot were ordered to leave for the fort of Elvas in order to attend the fortifications with D. João de Castro (sic) (could this be D. João da Costa? he was promoted to General of Artillery of the Alentejo in 1643); see CHABY, Claudio de, op. cit., p. 47, 49 and 60.
- 111 BAÍÃO, José, art. cit., p. 22; the author does not mention the source from which the letter is copied.
- 112 Idem, ibidem, p. 23.
- 113 Idem, ibidem, p. 24.
- 114 Translated into Portuguese by Leonel Cardoso Martins.
- 115 Blaise François, Comte de Pagan, also known as Comte de Merveilles (Avignon, 1604-1665), was a soldier of noble Neapolitan ancestry who served in the armies of Louis XIII and Louis XIV, rising to the rank of Field Marshal. He may have participated in twenty sieges after entering the French army at twelve (or fourteen) years of age, losing his left eye, and suffering a musket shot at the siege of Montauban. In 1642 he was appointed Field Marshal in the Portuguese army, but returned to France the following year having completely lost his eyesight. In 1645 he was in Malta (already blind, obviously), as adviser to the Knights Hospitaller in the fortification of Floriana. He left the young engineer Blondel Croisettes there in charge of the work and to participate in the design of a new fortification in Gozo (Marsalforn), although the projects had been started earlier under two Italian engineers. His reference work, *Les Fortifications (...) (1645)*, was considered essentially from a theoretical point of view, but as such had a considerable influence on Vauban, who did not follow the system of Errard Bar-le-Duc: *La fortification réduite et en art démontrée* (1600) - with acute flanking angles, followed at that time in the citadels of Amiens (begun 1597), Doullens (begun 1599) and Verdun (citadel: 1622-1627 by Alexis Erard, nephew of Jean Hugues, Pierre Chastillon, d'Argencourt and Jacques Alleaume). Vauban carried out work from 1675-1680, with a covered way, new parapets and a half tenaille to the south). Vauban (1633-1707) adopted fronts after Pagan (from the point of view of the geometry of fronts) in the citadels of Arras (1668-1670) in partnership with Aspremont, and Lille (1668-1671), where he was governor. (See VAUBAN, Sa Vie, Son Oeuvre, Association des Amis de la Maison Vauban, Saint-Léger-Vauban, 1984, p. 5). Pagan studied Mathematics, Fortification and Astronomy, publishing in 1651, *Théorèmes Géométriques*. In 1655, after traveling through South America (Amazonia), supposedly to advise Cardinal Mazarin on French interests in the region, he produced a Commentary in Spanish on the works of the Jesuit Fr Christophe de Rennes. [Rivière des Amazones - Relation historique et géographique de la grande rivière des Amazones dans l'Amérique (1655)]. In 1657 he published the *Théorie des Planètes (...)*, and in 1658, *Tables Astronomiques*. He was lauded in these terms in the work TRINCANO - *Éléments de fortification*, 1768, p. 72 : "Le comte de Pagan est le premier qui ait osé franchir les bornes étroites de l'ancienne fortification: il est pour les ingénieurs modernes, ce que Descartes est pour les géomètres. Sans Descartes aurions-nous eu des Newton, des Leibnitz? Sans le comte de Pagan aurions-nous eu des Vaubans, des Coehorn?". Bibliographic elements compiled from ZASTROW, A. de - *Histoire de la Fortification Permanente*, 3rd edition, Paris, 1856, pp. 208-210, who in turn used elements from PERRAULT - *Hommes Illustres*, tom. II, 1697. This work was also consulted: HUTTON, Charles - *A Mathematical and Philosophical Dictionary*, London, 1795, vol. II, p. 186.
- 116 PERRAULT, Charles (1696) - *Les Hommes Illustres qui ont Paru en France au Cours de ce Siècle*, 1698, p. 77.
- 117 LAMBERT, Claude-François - *Histoire Littéraire du Règne de Louis XIV*, Paris, 1751, p. 40
- 118 PINARD, M. - *Chronologie Historique et Militaire*, Paris, 1760-1770, entry on Pagan.
- 119 MAIZEROY - *Cours de Tactique*, vol. IV, 1785, p. 336, cit. in ZASTROW, A. De - *Histoire de la Fortification Permanente*, 3rd edition, Paris, 1856, pp. 208-210.
- 120 HOEFER, Jean-Chrétien Ferdinand (1852-1866) - *Nouvelle Biographie Générale*, Fermin Didot Frères, vol. XXXIX, Paris, 1862, p. 37.
- 121 See CHABY, Claudio de, op. cit.
- 122 AIRES, Cristóvão - *História Orgânica e Política do Exército Português*, 21 vols., vol. 9º das Provas e vol. 5º da *História da Engenharia Militar Portuguesa*, Subsídios, Imprensa da Universidade, Coimbra, 1923.
- 123 PAGAN, Blaise-François de - *Les Fortifications du Cte de Pagan*. Nouvelle édition... avec des notes sur le texte et des éclaircissements... et la manière de fortifier de M. de Vauban, par M. Hébert,... N. Langlois, Paris, 1669, pp. 9 e 10.
- 124 VILLALÓN, María Cruz (Coord.) - *Ciudades y Núcleos Fortificados de la Frontera Hispano-Lusa (...)*, University of Extremadura, Cáceres, 2007, p. 277. See also:
- MATTOS, Gastão de Mello de - *Nicolau de Langres e a sua Obra em Portugal*, Publications of the Military History Commission, Lisbon, 1941, p. 95.
- 125 VITERBO, Sousa - *Dicionário Histórico e Documental dos Arquitectos, Portuguese Engineers and Constructors*, vol. I, INCM, Lisbon, 1988, p. 233. It deals with CASTRO, João Baptista de - *Mappa de Portugal antigo e moderno*, 2nd edition, Patriarchal Office of Francisco Luiz Ameno, Lisbon, 1762.
- 126 PAGAN, Blaise François Comte de (1645) - *Les Fortifications de Monsieur le Comte de Pagan avec ses Théoremes sur la Fortification*, Chez François Foppens, Brussels, 1668.
- 127 Idem, ibidem, pp. 4 v.º - 5 v.º.

- 133 Idem, *ibidem*, p. 13.
- 134 Calculámos a medida da "verga" (3,718309 m) através da tábuia de equivalências apresentada por PIMENTEL, Luís Serrão – *Método Lusitânico* (...), Direcção da Arma de Engenharia do Exército, Lisboa, 1993, p. 26.
- 135 PIMENTEL, Luís Serrão, *ob. cit.*, pp. 481 e 482.
- 136 PAGAN (1645), *ob. cit.*, p. 82 ss.
- 137 Idem, *ibidem*, pp. 82 e 83.
- 138 Idem, *ibidem*, pp. 107 ss.
- 139 Idem, *ibidem*, pp. 108 e 109.
- 140 Idem, *ibidem*, pp. 123 e 124.
- 141 Idem, *ibidem*, p. 117.
- 142 Idem, *ibidem*, p. 123.
- 143 Confrontamo-nos sempre com as diferenças entre projecto e a sua aplicação no terreno.
- 144 Consideremos a face mais curta da frente norte uma vez que a maior tem embasamento.
- 145 Idem, pp. 63 e 64.
- 146 PAGAN (1645), *ob. cit.*, p. 85.
- 147 Arquivo Histórico Militar, relatório citado de 1874.
- 148 ROJAS, Christoual de – *Teorica y practica de fortificacion, conforme las medidas y defensas destos tiempos, repartida en tres partes*, Luis Sanchez, Madrid, 1598, folio 33 v.
- 149 Idem, *ibidem*, folios 33 v., 34, 39, 42, 43, 43v e 44.
- 150 Consideramos o pé de 33 cm, deduzido de PIMENTEL, Luís Serrão, *ob. cit.*, p. 26.
- 151 VILLE, Antoine de – *Les Fortifications*, Irénée Barlet, Lyon, 1629.
- 152 VILLE, Antoine de (1666), *ob.cit.*
- 153 Idem, *ibidem*, p. 66.
- 154 Idem, *ibidem*, pp. (197-199).
- 155 Idem, *ibidem*, p. 200 ss.
- 156 Idem, *ibidem*, p. 22.
- 157 Idem, *ibidem*, p. 54; para Antoine de Ville, a meia gola é sempre 1/6 do lado do polígono interno; a cortina será o resultado da subtração entre esse lado e as duas meias golas; acrescente-se que o nosso rectângulo não é considerado um "Quarré long", necessitando de um redente ou de um baluarte entre os baluartes de ângulo (ver *idem, ibidem*, p. 197).
- 158 SPECKLE, Daniel – *Architectura von Vestungen*, 1589.
- 159 STEVIN, Simon – *De Sterctenbowing*, Edited por François van Ravelenghien, Leyden, 1594. *The Principal Works of Simon Stevin*, vol. IV, Real Academia Holandesa de Ciências, Amesterdão, 1965, p. 32.
- 160 Idem, *ibidem*, p. 37.
- 161 Idem, *ibidem*, Figs. 1, p. 18 do tratado (a tradução para Inglês tem outra numeração).
- 162 Idem, *ibidem*, Chapter 7, pp. 71-91 do tratado.
- 163 MAROLOIS, Samvel (1628), *ob.cit.*, p. 164, "10 Maxime".
- 164 Idem, *ibidem*, anexada no final do tratado.
- 165 Idem, *ibidem*, pp. 165 ss.
- 166 FREITAG, Adam – *Architectura militaris nova et aucta, oder Neue vermehrte Fortification, von Regular Vestungen und Aussen wercken, von praxi Offensivā und Defensivā*, Amesterdão, 1631; (versão francesa : *L'Architecture militaire, ou la Fortification nouvelle, augmentée et enrichie de forteresses régulières, irrégulières et de dehors, le tout à la pratique moderne*, par Adam Fritach, Leiden, 1635). Table Num. III e Table Num. VII, entre as pp. 24 e 25.
- 167 Escuela de Pallas, Emprensa Real, por Marcos Antonio Maçatesta, Milan, 1693.
- 168 MARCHI, Francesco de, *ob.cit.*
- 169 LORINI, Buonaiuto - *Le fortificazioni* (...), Francesco Rampazetto, Venezia, 1609. [1ª edição, *Delle fortificazioni* (1596)]
- 170 Escuela de Pallas, *ob.cit.*, "Tratado XI del Arte Militar", p. 28
- 171 BUCHO, Domingos, *ob. cit.*, pp. 20-21:
- Forte do Pinhão (Lagos), em construção em 1556, arruinado com o Terremoto de 1755.
 - Forte de Peniche (1557-1570), posteriormente reforçado por Nicolau de Langres, durante a Guerra da Restauração.
 - Forte de Nossa Senhora da Luz (Cascais) (i. entre 1564 e 1594), da autoria de Tommaso Benedetto da Pesara ou de Tibúrcio Spanochi.
 - Forte de São Brás da Ponta Delgada, na ilha de São Miguel (Açores), traçado, c. 1567, por uma equipa de engenheiros italianos que aí se deslocou: Tommazo Benedetto de Péssaro (contratado em Roma em 1559), seu irmão, o Doutor Benedetto, e Pompeu Ardit, ficando a construção a cargo do fortificador daquelas ilhas, Pero Maeda; trata-se de um dos melhores exemplos que possuímos das primeiras experiências em fortificação abaluartada.
 - Forte de São Julião da Barra, em Oeiras; uma fortificação inicial foi levantada entre 1552 ou 53 e c. 1568, sob o traço de Miguel Arruda que acompanhava os trabalhos até 1562; ficou operacional em 1575. Durante a governação filipina, o forte foi ampliado, a nascente, com os Baluartes de São Pedro e de São Filipe, e a norte, com fossos; também foram construídos, no mesmo período, o Baluário do Perdigão e a Porta do Sarilho, a partir, respectivamente, de 1582 e de 1589, com projectos de Giacomo Palearo, El Fratin (m. 1586) e de Frei Vicençio Casale; foi também ampliado o Baluarte de D. Fernando (c. 1590) e, mais tarde, a partir de 1597, o engenheiro militar cremonense (ou milanês) Leonardo Turriani (m. c. 1631) orientou novas obras de ampliação e reforço, estando concluídas em 1598. Durante a Guerra da Restauração procedeu-se a nova reforçaçāo, agora com o Baluarte do Revelim, com projecto de Nicolau de Langres (c. 1650), havendo a registar outras intervenções em períodos posteriores, nomeadamente nas muralhas do lado do mar (Período Pombalino) e ao nível de edifícios que não fortificações propriamente ditas.
 - Forte de São Filipe de Setúbal (1582-1600), com projecto de Filipe Terzi e continuação dos trabalhos por Leonardo Torriani.
 - Forte de Santo António da Barra (Estoril), com o traço de Frei Giovanni Vicenzo Casale (i. 1590).
 - Forte de Santiago da Barra, Viana do Castelo (1591), acrescentado posteriormente com revelins e outras obras (1700 e 1799).
- 128 FAUCHERRE, NICOLAS – "La place forte de Mont-Dauphin. L'héritage de Vauban", *Actes Sud / Aristeas*, Arles, 2007, p. 30.
- 129 PAGAN, op. cit., pp. 1-2.
- 130 Idem, *ibidem*, pp. 3-4.
- 131 1 fathom = 6 feet; 1 foot = 12 inches (PAGAN, op. cit., p.15); 1 fathom = 1,949 m; 1 foot (Royal foot) = 0,32484 m
- 132 Idem, *ibidem*, p. 12.
- 133 Idem, *ibidem*, p. 13.
- 134 We calculate the average value of a "verga" (3,718309 m) using the conversion table supplied by PIMENTEL, Luís Serrão – *Método Lusitânico* (...), Army Weapon Engineering Directorate, Lisbon, 1993, p. 26.
- 135 PIMENTEL, Luís Serrão, *op. cit.*, pp. 481 and 482.
- 136 PAGAN (1645), *op. cit.*, p. 82ff.
- 137 Idem, *ibidem*, pp. 82-83.
- 138 Idem, *ibidem*, pp. 107ff.
- 139 Idem, *ibidem*, pp. 108-109.
- 140 Idem, *ibidem*, pp. 123-124.
- 141 Idem, *ibidem*, pp. 117.
- 142 Idem, *ibidem*, p. 123.
- 143 We constantly confront the differences between the plan and its implementation on the ground.
- 144 We shall consider the north front face shorter since the longer one has a reinforced base.
- 145 Idem, *ibidem*, pp. 63-64.
- 146 PAGAN (1645), *op. cit.*, p. 85.
- 147 Arquivo Histórico Militar, relatório citado de 1874.
- 148 ROJAS, Christoual de – *Teorica y practica de fortificacion, conforme las medidas y defensas destos tiempos, repartida en tres partes*, Luis Sanchez, Madrid, 1598, folio 33 v.
- 149 Idem, *ibidem*, folios 33 v., 34, 39, 42, 43, 43v and 44.
- 150 We consider a foot to equal 33 cm, as deduced from PIMENTEL, Luís Serrão, *op. cit.*, p. 26.
- 151 VILLE, Antoine de – *Les Fortifications*, Irénée Barlet, Lyon, 1629.
- 152 VILLE, Antoine de (1666), *op.cit.*
- 153 Idem, *ibidem*, p. 66.
- 154 Idem, *ibidem*, pp. (197-199).
- 155 Idem, *ibidem*, p. 200ff.
- 156 Idem, *ibidem*, p. 22.
- 157 Idem, *ibidem*, p. 54; for Antoine de Ville, the half-gorge is always one-sixth of the side of the inner polygon; the curtain size will be the result of subtraction between this side and the two half-gorges. One may add that our rectangle is not considered a "Quarré long", as it needs a redan or a bulwark between the angle bastions (see *idem, ibidem*, p. 197).
- 158 SPECKLE, Daniel – *Architectura von Vestungen*, 1589.
- 159 STEVIN, Simon – *De Sterctenbowing*, Edited by François van Ravelenghien, Leyden, 1594. *The Principal Works of Simon Stevin*, vol. IV, Dutch Royal Academy of Sciences, Amsterdam, 1965, p. 32.
- 160 Idem, *ibidem*, p. 37.
- 161 Idem, *ibidem*, Fig 1, p. 18 of the treatise (the translation into English is differently numbered).
- 162 Idem, *ibidem*, Chapter 7, pp. 71-91 of the treatise.
- 163 MAROLOIS, Samvel (1628), *op.cit.*, p. 164, "10 Maxime".
- 164 Idem, *ibidem*, annexed at the end of the treatise.
- 165 Idem, *ibidem*, pp. 165ff.
- 166 FREITAG, Adam – *Architectura militaris nova et aucta, oder Neue vermehrte Fortification, von Regular Vestungen und Aussen wercken, von praxi Offensivā und Defensivā*, Amesterdão, 1631; (French version: *L'Architecture militaire, ou la Fortification nouvelle, augmentée et enrichie de fortifications régulières, irrégulières et de dehors, le tout à la pratique moderne*, par Adam Fritach, Leiden, 1635). Table No. III and Table No. VII, between pp. 24 and 25.
- 167 Escuela de Pallas, Royal Press, by Marcos Antonio Maçatesta, Milan, 1693.
- 168 MARCHI, Francesco de, *op.cit.*
- 169 LORINI, Buonaiuto - *Le fortificazioni* (...), Francesco Rampazetto, Venice, 1609. [1st edition, *Delle fortificazioni* (1596)]
- 170 Escuela de Pallas, *ob.cit.*, "Tratado XI del Arte Militar", p. 28
- 171 BUCHO, Domingos, *ob. cit.*, pp. 20-21:
- Forte de Pinhão (Lagos), under construction in 1556, ruined by the 1755 earthquake.
 - Forte de Peniche (1557-1570), later refortified by Nicolau de Langres, during the War of Restoration.
 - Fort of Our Lady of Light (Cascais) (begun between 1564 and 1594), built by Tommaso Benedetto da Pesara or Tiburcio Spanochi.
 - Fort of São Brás in Ponta Delgada on the island of São Miguel (Azores), laid out c. 1567, by a team of Italian engineers who moved there: Tommazo Benedetto da Pesaro (engaged in Rome in 1559), his brother, Dottore Benedetto, and Pompey Ardit, with the construction placed under the control of the fortifier of those islands, Pero Maeda; it is one of the best examples we have of early experiments in bulwarked fortification.
 - Fort of São Julião da Barra, in Oeiras, an initial fortification was raised between 1552 or 1553 and c. 1568, to the plan of Miguel Arruda who stayed with the work until 1562; it became operational in 1575. During the Philippine government, the fort was expanded to the east, with the Bulwarks of São Pedro and São Filipe, and to the north, with ditches; the Bulwark of Perdigão and the Sarilho Gate were also built in the same period, from respectively 1582 and 1589, with projects by Giacomo Palearo, El Fratin (d. 1586) and Frei Vicençio Casale; the Bulwark of D. Fernando was also expanded (c. 1590) and later, from 1597, the Cremonese (or Milanese) military engineer Leonardo Turriani (d. c. 1631) directed new expansion and improvements, completed in 1598. During the War of Restoration a new refortification was undertaken now with the Ravelin Bulwark, designed by Nicolau of Langes (c. 1650); there were other interventions in later periods, especially on the walls on the seaward side (Pombaline Period) and on buildings that were not themselves strictly fortifications.
 - Fort of São Filipe of Setúbal (1582-1600), to Filipe Terzi's design with additional work by Leonardo Torriani.
 - Fort of Santo António da Barra (Estoril), to the plan of Fra Giovanni Vincenzo Casale (begun 1590).

- Forte de São Filipe do Monte Brasil, defendendo o porto de Angra (Açores), com o traço de Tiburzio Spanochi (i. 1592-1643); recebeu posteriormente a designação de São João Baptista.
- Forte de São Lourenço da Barra, ou da Cabeça Seca, ou Torre do Bugio (Oeiras), com projecto atribuído a Tiburzio Spanochi (Engenheiro-Mor de Espanha) e cujos alicerces estavam prontos em 1593.
- Forte do Pico de São João, Funhal, de Jerónimo Jorge (i. c. 1600 – já guarnecido em 1609).
- Forte de São João Baptista (ou de Nossa Senhora da Assunção), Vila do Conde (1613).
- Forte da Boca do Rio ou de São Luís de Almádena (concelho de Vila do Bispo) (i. 1632); a sua construção foi requerida pelo engenheiro militar italiano Alexandre Massai, no manuscrito intitulado *Descrição do Reino do Algarve* (1621); este engenheiro militar era sobrinho de Giovanni Casali e ainda vivia no ano de 1630; não se conhece a autoria da planta.
- Outras fortificações deste período foram começadas e completamente alteradas após a Restauração, ou perderam-se, não restando, das mesmas, o suficiente para lhes achar o traço. Contudo, parece-nos evidente a fortíssima participação de engenheiros italianos, quer durante o período em que Miguel Arruda se ocupava das fortificações do reino – Benedito de Ravenna traça o Forte de Mazagão (1541), utilizando baluartes com orelhões -, mas sobretudo após a sua morte (1563) e a contratação de Filipe Terzi (1577), que detém o cargo de Arquitecto-Mor (1590) e que passará, com a sua morte, para outro italiano, Leonardo Torriani (m. c. 1631)."
- 172 LAZARD, P. - VAUBAN (1633-1707), Librairie Félix Alcan, Paris, 1934, pp. 18-20
- 173 Arquivo Histórico Militar, 3ª Divisão, 9ª Secção, Caixa 73, Número 11 (1875), Relatório sobre a defesa da Praça de Elvas feito pelo seu actual governador, o General de Brigada Francisco Xavier Lopes.
- 174 ZASTROW, A. de – *Histoire de la Fortification Permanente*, Tome Premier, CH. Tanera, Éditeur, Paris, 1856, p. 209, ss.
- 175 CAPMANY, Carlos Diaz – *La Fortificación Abaluartada*, Ministerio de Defensa, s. l., 2003, p. 199.
- Apesar de ser extremamente difícil tirar conclusões seguras sobre o alcance eficaz da artilharia - porque os dados que compilamos da bibliografia coeva não são, em regra, muito objectivos; porque o conceito de alcance eficaz tem que se relacionar com os objectivos, ao tempo, de cada tipo de peça; porque as medidas utilizadas são de conversão pouco segura; porque o alcance das peças depende da quantidade e da qualidade da pólvora empregue -, podemos, contudo, reter, cautelosamente, cruzando as várias referências coevas disponíveis, que em meados do séc. XVII o canhão seria seguramente eficaz, para bater muros, até aos 400 m, e que o mosquete matava até aos 200 m.
- Em LECHUGA, Cristóbal – *Tratado de la Artillería y de Fortificación*, Ministerio de Defensa, Madrid, 1990, p. 271 (a partir da edição de 1611), podemos compulsar algumas referências relativamente ao alcance máximo das armas de fogo: canhão, 6000 passos (4200 m); meio canhão, 5400 passos (3780 m); ¼ de canhão, 4800 passos (3360 m); sacre, 4200 passos (2940 m); falcão, 3600 passos (2520 m); falconete, 3000 passos (2100 m); "culebrina", 7200 passos (5040 m); ½ culebrina, 5400 passos (3780 m). O autor refere que a medida do passo que utiliza tem 2,5 pés; considerando que o "pé castelhano" tinha 0,2789 m e que o "pé de burgos" tinha 0,2786 m, arredondando para 0,279 m, temos um passo arredondado de 0,70 m, através do qual se faz a equivalência.
- Em FORTES, Manoel de Azevedo, ob. cit., p. 478 ss (a partir da edição de 1729), podemos compulsar os "alcances das peças de artilharia" que o autor dá a conhecer a partir de Sebastião de Medrano; aqui se referem os alcances máximos (até à elevação de 45º): falconete ou oitavo de colubrina, 3320 passos (4628 m); sacre, 4360 passos (6078 m); ½ colubrina, 7500 passos (10455 m); 1/8 de canhão, 3600 passos (5018 m); ¼ de canhão, 4480 passos (6245 m); ½ canhão, 5600 passos (7806 m); canhão inteiro, 1990 passos (2774 m). Na p. 73 temos o alcance do mosquete: "mata um homem a mais de 200 passos geométricos (279 m)". Calculámos o "passo geométrico" em 1,394 m, a partir da "Taboada" de PIMENTEL, Luís Serrão, ob. cit., p. 26. É interessante opinião de Azevedo Fortes sobre esta questão dos alcances: "Não se pôde facilmente determinar o que alcançam as peças de Artilharia (...) atirando vários Artelheiros com peças do mesmo género, e espécie, e ainda com a mesma pólvora, se achou, que os alcances erão todos diferentes (...) e assim não há regra certa nesta matéria, e nos Autores poderá ver o curioso a grande variedade de opiniões sobre os alcances das peças". Idem, ibidem, pp. 478 e 479.
- Em VAUBAN - *A Manual of Siegework and Fortification*, The University of Michigan, Michigan, 1968, a partir da publicação Mémoires pour servir d'instruction dans la conduite des sièges et dans la défense des places (Leiden, 1740), podemos compulsar algumas referências relativamente às distâncias a que as armas de fogo eram eficazes no tempo de Vauban:

 - A distância entre os vértices de dois redentes das linhas de cerco não devia ultrapassar 200 jardas (eficácia plena do mosquete) (200 jardas x 0,9144 m = 182,88 m). (p. 32)
 - Os morteiros eram eficazes a distâncias inferiores a 280 jardas (280 jardas x 0,9144 m = 256,032 m) (p. 59)
 - 600 jardas (600 jardas x 0,9144 m = 548,64 m) era a distância a que as linhas de cerco deviam ficar da fortaleza, para estarem a salvo das suas baterias (p. 28).
 - Através das plantas, podemos concluir que Vauban colocava os canhões das linhas de cerco à distância máxima de 520 jardas (520 jardas x 0,9144 m = 475,5 m) da fortificação que atacava (Plate XI, p. 72).

- Em BRAGARD, Philippe et all – *Griebeauval. Un canon pour l'Aigle*, Les Amis de la Citadelle de Namur, Namur, 2000, p. 18, podemos compulsar que, no tempo de Jean-Baptiste Griebeauval (1715-1789), contratado pela França em 1763 para reorganizar e modernizar a artilharia, os canhões de 4 libras (1,96 kg) e os de 24 libras (11,76 kg) – ou seja os de menor e maior calibre - tinham alcances máximos, respectivamente, de 1200 m e de 2800 m, e alcances eficazes de 800 m e 1800 m.
- Sobre os calibres:
- "Após 1744 de acordo com a obra de Fernandes Alpoim, os calibres das bocas de fogo passaram a ser definidos pelo peso da bala de ferro em arráteis ou libras" (459 gramas / 454 gramas) (v. SOUSA, Pedro Marquês de e BERGER, José Paulo, art. cit., p. 48.)
- RUBIM, Nuno – *Artilharia Histórica Portuguesa*, Museu Militar de Lisboa, Lisboa, 1985, pp. 28 e 29, refere que após a Restauração se procedeu à compra de artilharia à Inglaterra, à Suécia e aos Países Baixos, criou-se a Tenência para superintender na respectiva arma, reactivaram-se as nossas oficinas de fundição (1645), sendo que a nomenclatura técnica para as peças de artilharia em bronze era a seguinte: 1º grupo (canhões: alma de 18 a 24/26 calibres): canhão inteiro, meio-canção, terço de canhão, quarto de canhão e oitavo de canhão; 2º grupo (colubrinas: alma de 28 a 32/36 calibres): colubrina, meia-colubrina, sagre e falconet; havia ainda as colubrinas bastardas, com alma de 26 e 27 calibres, podendo apresentar, o sagre bastardo, até 29 calibres.
- Fort of Santiago da Barra, Viana do Castelo (1591), later added to with ravelins and other works (1700 and 1799).
- Fort São Filipe of Monte Brasil, defending the port of Angra (Azores) to the plan of Tiburzio Spanochi (begun 1592-1643), and later named "of São João Baptista".
- Fort of São Lourenço da Barra, or of Cabeça Seca, or Bugio Tower (Oeiras), a project assigned to Tiburzio Spanochi (Chief Engineer in Spain) for which the foundations were ready in 1593.
- Fort of Pico de São João, Funchal, by Jerónimo Jorge (begun 1600 - already revetted in 1609).
- Fort of São João Baptista (or Nossa Senhora da Assunção), Vila do Conde (1613).
- Fort of Boca do Rio or São Luís de Almádena (municipality of Vila do Bispo) (begun 1632); construction was commissioned by the Italian military engineer Alexandre Massai, in the manuscript entitled *Description of the Kingdom of the Algarve* (1621); this military engineer was the nephew of Giovanni Casali and was still living in the year 1630; we do not know the authorship of the plan.
- Other fortifications of this period were started and completely altered after the Restoration, or were lost, not enough remaining to recover their layouts. However, it seems evident that Italian engineers were heavily involved, both during the period in which Miguel Arruda was entrusted with the fortifications of the kingdom - Benedetto Ravenna planned the Fortress of Mazagão (1541), employing orillions with bulwarks - but especially after his death (1563) and the hiring of Philip Terzi (1577), who held the post of Chief Architect (1590) which passed on his death to another Italian, Leonardo Torriani (d. c. 1631)."
- 172 LAZARD, P. – VAUBAN (1633-1707), Librairie Félix Alcan, Paris, 1934, pp. 18-20
- 173 Military Historical Archives, 3rd Division, 9th Section, Box 73, Number 11 (1875), Relatório sobre a defesa da Praça de Elvas feito pelo seu actual governador, o General de Brigada Francisco Xavier Lopes.
- 174 ZASTROW, A. de – *Histoire de la Fortification Permanente*, Tome Premier, CH. Tanera, Éditeur, Paris, 1856, pp. 209, ss.
- 175 CAPMANY, Carlos Diaz – *La Fortificación Abaluartada*, Ministerio de Defensa, s. l., 2003, p. 199.
- Despite the extreme difficulty of drawing firm conclusions about the effective range of artillery: because the data we glean from the contemporary bibliography are not, as a rule, very objective; because the concept of effective range has to relate to the objectives at the time of each type of weapon; because conversion of the measures used is unreliable; because the range of weapons depended on the quantity and quality of gunpowder employed – we can, however, cautiously state, assessing the various available contemporary references, that in the mid-17th century cannon would surely be effective at hitting walls from up to 400 m, and the musket could kill from up to 200 m.
- In LECHUGA, Cristóbal – *Tratado de la Artillería y de Fortificación*, Ministry of Defence, Madrid, 1990, p. 271 (from the 1611 edition), we can glean some references regarding the maximum range of weapons: cannon, 6000 paces (4200 m), demi-cannon, 5400 paces (3780 m); ¼ cannon, 4800 paces (3360 m); saker, 4200 paces (2940 m), falcon 3600 paces (2520 m); falconet, 3000 paces (2100 m); "culverin" 7200 paces (5040 m); ½ culverin, 5400 paces (3780 m). The author states that the mean length of a pace that he uses is 2.5 feet: given that the "Castilian foot" was 0.2789 m and that the "Burgos foot" was 0.2786 m; rounding this to 0.279 m, gives a pace rounded to 0.70 m, from which the equivalence is derived.
- In FORTES, Manoel de Azevedo, op. cit., p. 478ff., (from the 1729 edition), we may surmise the "range of artillery pieces" that the author reveals from Sebastião de Medrano: maximum ranges (up to 45° elevation) are given here: falconet, or eighth culverin, 3320 paces (4628 m); saker, 4360 paces (6078 m); ½ culverin, 7500 paces (10455 m); one-eighth cannon, 3600 paces (5018 m); ¼ cannon, 4480 paces (6245 m), demi-cannon, 5600 paces (7806 m), full cannon, 1990 paces (2774 m). At p. 73 we have the range of the musket: "it kills a man at more than 200 geometric paces (279 m)." We calculated the "geometric pace" as 1.394 m, from the "Taboada" of PIMENTEL, Luís Serrão, op. cit., p. 26. Azevedo Fortes' interesting opinion on this question of range: "one cannot easily determine the range of Artillery pieces (...) shooting various items of Artillery together with several pieces of the same type genre, using the same powder, it was found that the ranges were all different (...) and that there is no certain rule in this matter, and one can see the curious and wide variety of Authors' opinions on the range of the weapons." Idem, ibidem, pp. 478-479.
- In VAUBAN – *A Manual of Siegework and Fortification*, The University of Michigan, Michigan, 1968, taken from the publication Mémoires pour servir d'instruction dans la conduite des sièges et dans la défense des places (Leiden, 1740), we may derive some references regarding the distances to which firearms were effective at the time of Vauban:
 - The distance between the vertices of two redans of the siege lines should not exceed 200 yards (full effective range of the musket) (200 yards x 0.9144 m = 182.88 m). (p. 32)
 - Mortars were effective at ranges less than 280 yards (280 yards x 0.9144 m = 256.032 m) (p. 59)
 - 600 yards (600 yards x 0.9144 m = 548.64 m) was the distance that siege lines should be from the fortress, to be safe from their batteries (p. 28).
 - From the plans, we can conclude that Vauban placed the guns of the siege lines at a maximum distance of 520 yards (520 yards x 0.9144 m = 475.5 m) from the fortification they were attacking (Plate XI, p. 72).
- In BRAGARD, Philippe et al – *Griebeauval. Un canon pour l'Aigle*, Les Amis de la Citadelle de Namur, Namur, 2000, p. 18, we learn that in the time of Jean-Baptiste Griebeauval (1715-1789), commissioned by France in 1763 to reorganise and modernise the artillery, guns of 4 pounds (1.96 kg) and 24 pounds (11.76 kg) - i.e. the smallest and the largest calibre - had maximum ranges, respectively, of 1200 and 2800 m, and effective ranges of 800 m and 1800m.
- About calibres:
- "After 1744, according to the work of Fernandes Alpoim, the calibre of cannons began to be defined by the weight of the iron ball in arráteis, or pounds" (459 grams / 454 grams) (see SOUSA, Pedro Marquês de e BERGER, José Paulo, art. cit., p. 48.)
- RUBIM, Nuno – *Artilharia Histórica Portuguesa*, Lisbon Military Museum, Lisbon, 1985, pp. 28-29, indicates that after the Restoration artillery was purchased in England, Sweden and the Netherlands, and a Lieutenant was created to oversee the weapons. Foundries were reactivated (1645), the technical nomenclature for artillery pieces in bronze being as follows: first group (guns with gauges from 18 to 24/26) - full cannon, demi-cannon, one-third cannon, quarter cannon and one-eighth cannon; second group (culverins with gauges from 28 to 32/36): culverin, half-culverin, saker and falconet; there were also the bastard culverins, with gauges of 26 and 27, and possibly also the bastard saker, up to 29 gauge.

- 176 MONTALEMBERT, M. le Marquis de – *La Fortification Perpendiculaire (...)*, cinco volumes, Chez Philippe-Denys Pierres, Paris, 1776-1784.
 - (1793) *L'Art défensif supérieur à l'offensif, ou la Fortification perpendiculaire (...)*, Chez Magimel, 1795.
- 177 FORTES, Manoel de Azevedo (1728 e 1729), *ob. cit.*, II volume, p. 71.
- 178 Arquivo Histórico Militar, 3^a Divisão, 9^a Secção, Caixa n.º 67, Número 6, (1797), Extractos de cartas do Tenente General Francisco Noronha (20 de Janeiro e 6 de Fevereiro de 1797).
- 179 "Propus em 1764 que o aprovisionamento das praças fosse segundo as tábulas de Vauban, ordenei-o em uma circular aos governadores e comandantes." Extracto de uma carta do Conde de Lippe para o Marquês de Pombal datada de 9 de Julho de 1774. In SALES, Padre Ernesto Augusto Pereira – *O Conde de Lippe em Portugal*, Edições Comissão de História Militar, Vila Nova de Famalicão, 1937.
- 180 VALLERÉ, D.^a Maria Luiza de - *Elogio Histórico de G. L. A de Valleré. Recitado na sessão pública da Academia Real das Ciências de Lisboa, de 20 de Janeiro de 1798, por Francisco (...)* Stockler, na Officina de Firmin Didot, Impressor-Livreiro, Paris, 1808, p. 48.
- 181 Idem, *ibidem*, pp. 42 e 44. (A transcrição destas inovações, por alíneas, é opção nossa para melhor entendimento). Nos "outros não menos entendidos" a que a autora da memória se refere, deve estar incluído o Sargento Mor d'Artilharia José da Encarnação Delgado que assistiu à construção do forte desde o seu início e dirigiu as obras na ausência de Valleré. Produziu "memória" sobre o assunto (BNL, Código 4513, pp. 1-3, 1798). Respigamos deste documento alguns excertos sobre inovações que não constam no "Elogio" ou que estão explicadas de maneira diferente: a) O parapeito do caminho coberto "é dobrado, só que à vista se não percebe"; b) Este parapeito tem muitas canhоеiras e algumas "subterrâneas, que vasão a montanha até à raiz e defendem o acesso de inclinação das Esplanadas"; c) "Os travezess d'este caminho coberto têm canhоеiras"; d) "Deste caminho coberto se dirige outro a uma fonte. No fim dele há um lugar destinado para haver uma bomba, cuja manga pode ir buscar agoa à origem da fonte, dentro de um cano debaixo de terra." e) "No hornaveque fez cortaduras com canhоеiras e pequenos paíóis subterrâneos." f) "No mesmo trânsito [entrada no corpo principal do forte] ha sobre a sua abobeda uma canhоеira traídora, que defende parte do transito, e a porta principal do reduto." g) "Em muitos lugares ha depósitos de pedras escolhidas e próprias a servirem nas bocas de fogo que as podem lançar". h) O reduto central está construído de tal forma que "os impulsos de suas abobedas se destroem mutuamente uns aos outros, não havendo uma só que faça esforço contra a muralha". i) Sobre a Casa do Governador há "outra varanda para servir de observatorio". j) "O modo de tirar agoa [da cisterna], he por bombas que a conduzem a umas pequenas conservas que tens uns registos para o fosso do reduto, e por meio de bombas pode ir agoa até ao plano superior do reduto."
- 182 Idem, *ibidem*, pp. 44 e 46.
- 176 MONTALEMBERT, M. le Marquis de – *La Fortification Perpendiculaire (...)*, five volumes, Chez Philippe-Denys Pierres, Paris, 1776-1784.
 - (1793) *L'Art défensif supérieur à l'offensif, ou la Fortification perpendiculaire (...)*, Chez Magimel, 1795.
- 177 FORTES, Manoel de Azevedo (1728 and 1729), *op. cit.*, II volume, p. 71.
- 178 Military Historical Archives, 3rd Division, 9th Section, Box 67, Number 6, (1797), Excerpts of letters from Lieutenant General Francisco Noronha (20 January and 6 February 1797).
- 179 "I proposed in 1764 that the provisioning of the fortifications should be according to Vauban's tables, I ordered it in a circular letter to the governors and commanders." Excerpt from a letter from the Count of Lippe to the Marquis of Pombal dated 9 July 1774. In SALES, Padre Ernesto Augusto Pereira – *O Conde de Lippe em Portugal*, Edições Comissão de História Militar, Vila Nova de Famalicão, 1937.
- 180 VALLERÉ, D.^a Maria Luiza de - *Elogio Histórico de G. L. A de Valleré. Recitado na sessão pública da Academia Real das Ciências de Lisboa, de 20 de Janeiro de 1798, por Francisco (...)* Stockler, Atelier of Firmin Didot, Printer and Bookseller, Paris, 1808, p. 48.
- 181 Idem, *ibidem*, pp. 42 and 44. (The transcription of these innovations, paragraph by paragraph, is our choice for better understanding them). Among the "others no less expert" that the author of the memoir refers to should be included Artillery Sergeant-Major Jose da Encarnação Delgado who produced a "memoir" on the subject (National Library at Lisbon, Codex 4513, pp. 1-3, 1798). From this document we will select some excerpts on innovations that are not in the "Elogium" or are explained in different ways: a) The parapet of the covered way "is doubled, only this is not apparent to the eye"; b) This parapet has many embrasures and some of them are "underground, permitting fire to sweep the whole of the mountainside down to the bottom, thus defending the ramped access of the Glacis"; c) "the traverses of this covered way have embrasures"; d) "from this covered way another leads to a spring. At the end there is a place designated for a pump, the handle of which brings up water from where the spring rises, inside a pipe under the ground"; e) "in the hornwork, retranchments have been inserted with embrasures and small underground powder-magazines"; f) "in the same passage [entry in the main body of the fort] there is on its vault a hidden embrasure which defends part of the passage, and the main door of the redoubt"; g) "in many places there are piles of stones chosen and suitable for firing from cannons"; h) the central redoubt is constructed in such a way that "if the vaults are destroyed the outside walls of the redoubt will remain unscathed"; i) on the Governor's House there is "another balcony that serves as an observatory"; j) "the means of drawing water [from the cistern] is by pumps that send it to some small tanks which feed into taps in the ditch of the redoubt, and by means of pumps one can raise water from there to the upper level of the redoubt."
- 182 Idem, *ibidem*, pp. 44 and 46.