

Projeto Final de Arquitetura

ISCTE-IUL - Instituto Universitário de Lisboa

André Filipe Barros Coelho

2016

Todas as ilustrações, quadros ou desenhos são da minha autoria,
exceto indicação em contrário.

O presente trabalho está redigido segundo o novo acordo ortográfico.

ISCTE  **IUL**
Instituto Universitário de Lisboa

**Escola de Tecnologias e Arquitetura
Departamento de Arquitetura e Urbanismo
Mestrado Integrado em Arquitetura**

André Filipe Barros Coelho

Trabalho de projeto submetido como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura

**Método de Levantamento Fotogramétrico.
Caso de estudo: a fachada da igreja do Mosteiro de Alcobaça.**

Orientadora:
Professora Doutora, Soraya Genin, Professora Auxiliar, ISCTE-IUL

**A Cidade, o Porto e Arte: Residência Artística em Sines.
Ateliers para Artistas Plásticos e Galeria Expositiva**

Tutor:
Professor Doutor, José Neves, Professor Auxiliar Convidado, ISCTE-IUL

Outubro, 2016

ÍNDICE GERAL

PARTE I - VERTENTE TEÓRICA

Método de Levantamento Fotogramétrico.

Caso de estudo: a fachada da igreja do Mosteiro de Alcobaça. 007

I. Importância do Levantamento em Conservação Arquitetónica 031

II. Métodos de Levantamento 045

III. Caso de Estudo 065

BIBLIOGRAFIA 099

ANEXOS 107

PARTE II - VERTENTE PROJETUAL

A Cidade, o Porto e Arte: Residência Artística em Sines.

Ateliers para Artistas Plásticos e Galeria Expositiva. 123

Proposta de Grupo 161

Proposta Individual 173

Desenhos Técnicos 189

PARTE I - VERTENTE TEÓRICA

MÉTODO DE LEVANTAMENTO FOTOGRAMÉTRICO.

CASO DE ESTUDO: A FACHADA DA IGREJA DO MOSTEIRO DE ALCOBAÇA.

Método de Levantamento Fotogramétrico.

Caso de estudo: a fachada da igreja do Mosteiro de Alcobaça.

Coelho A¹, Genin S²

¹Aluno do Mestrado Integrado em Arquitetura do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, ISCTE-IUL - Instituto Universitário de Lisboa

²Professora Auxiliar do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, ISCTE-IUL - Instituto Universitário de Lisboa, e membro associado do ISTAR-IUL - Centro de Investigação em Ciências da Informação, Tecnologias da Arquitetura

Endereço: Avenida das Forças Armadas Edifício ISCTE,
1649 - 026 Lisboa, Portugal
Telefone/fax.: 00 351 210 464 031

Endereço eletrónico: afbarros4@gmail.com

RESUMO

No Projeto de Conservação Arquitetónica é fundamental a produção de documentação gráfica para suporte das intervenções.

A fotogrametria é um dos meios mais eficazes para o registo e caracterização do edifício, permitindo fornecer uma elevada quantidade de informação precisa e duradoura. O levantamento arquitetónico com recurso a esta tecnologia tem sido cada vez mais procurado, existindo atualmente no mercado uma grande variedade de *softwares* fotogramétricos.

Com o objetivo de aprofundar conhecimentos sobre o método fotogramétrico e avaliar a sua aplicabilidade no Projeto de Conservação, efetuou-se o levantamento da fachada da igreja do Mosteiro de Alcobaça, em colaboração com a Direção Geral do Património Cultural (DGPC).

Apresentam-se todas as fases do processo: o planeamento (testes dos equipamentos disponíveis, drones e máquinas fotográficas), o trabalho de campo (levantamentos fotográfico e topográfico) e o trabalho de gabinete (processamento de dados e restituição gráfica).

Utilizaram-se dois *softwares* fotogramétricos, com o objetivo de melhorar os resultados da orientação absoluta e visualização da nuvem densa de pontos. Os dois modelos obtidos apresentaram erro métrico devido à distorção da lente fotográfica. Um dos modelos permitiu a visualização detalhada dos pormenores construtivos e efetuar a restituição gráfica a partir da orto-imagem produzida, servindo de base para o mapeamento de materiais e anomalias construtivas. Concluiu-se que o método foi eficaz para a produção de peças gráficas necessárias ao Projeto de Conservação.

Palavras - chave:

Fotogrametria;
Levantamento;
Conservação;
Mosteiro de Alcobaça.

ABSTRACT

For the subject architectural conservation project, the production of graphic documents to support on interventions is fundamental.

Photogrammetry is one of the ways for registering and characterizing buildings design, allowing a high information which is precise and durably. The use of this type of technology for architectural survey is getting its hit, making it recently to the market an all new type of photogrammetric software.

With the main goal of increasing knowledges about the photogrammetric method and evaluating its use on architectural conservation project, a facade survey from Mosteiro de Alcobaça church was made, in collaboration with Direção Geral do Património Cultural (DGPC).

All stages of the research are presented: planning (testing the equipment available, drones and cameras), field work (photographic and topography survey) and office work (data processing and graphic restitution).

Two types of photogrammetric software were used, with the main goal of getting a better result on absolute orientation and on visualizing the dense cloud of dots. The two models obtained show us a metric error due to an ocular distortion. One of the models allowed a detailed visualization of constructive details and also making a graphic restitution from an ortho-image as a base for the material mapping and constructive anomalies. In conclusion it is clear that the method was effective for the production of the graphic pieces, necessary for Conservation Project.

Key - words:

Photogrammetry;
Survey;
Conservation;
Mosteiro de Alcobaça.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Professora Doutora Soraya Genin, pela disponibilidade, apoio, dedicação e cooperação, pelos conhecimentos que me transmitiu, por toda a confiança que depositou em mim e, por me ter sempre motivado ao longo deste trabalho.

À DGPC, nomeadamente ao Arq. João Seabra Gomes, ao Arq. Ângelo Silveira, à Dra. Ana Paragá, pelo fornecimento do desenho da fachada, levantamento topográfico, e todo o apoio logístico necessário.

Ao CIAUD da FA-ULisboa, nomeadamente ao Professor Dr. Vítor Ferreira, pela disponibilidade prestada no acompanhamento do trabalho de campo e ensinamento dos programas fotogramétricos.

Ao IT-IUL, nomeadamente ao Professor Dr. Pedro Sebastião e seus alunos António Raimundo e Diogo Peres, pela disponibilização dos drones e máquina fotográfica, colaboração na execução dos testes preliminares e levantamento fotográfico.

A todos os meus professores, pelos conhecimentos que me transmitiram ao longo do curso.

Um agradecimento especial ao André Caiola, à Andreia Tavares, à Cristina Rodrigues à Isabel Ávila e à Madalena Cota, que ajudaram de forma incondicional sempre que precisei e sempre me apoiaram e incentivaram, e com os quais vivi os melhores momentos de todo este percurso.

E por fim aos mais importantes de todos, à minha mãe e avós, por terem sempre acreditado, por todo o imenso carinho e apoio dados. Sem os quais todo este percurso teria sido impossível.

ÍNDICE

Resumo

Abstract

Agradecimentos

Índice

Índice das Ilustrações

Índice dos Quadros

Glossário de Siglas

Introdução 025

I. Importância do Levantamento em Conservação

Arquitetónica 031

II. Métodos de Levantamento 045

2.1. Levantamento geométrico / arquitetónico 049

2.2. Métodos de levantamento diretos e indiretos 049

2.3. Levantamento manual 052

2.4. Levantamento instrumental 053

2.4.1. Laser de distância 053

2.4.2. Estação Total 054

2.4.3. Scanner laser 3D terrestre 055

2.5. Levantamento Fotogramétrico 060

III. Caso de Estudo 065

3.1. Testes preliminares 070

3.2. Trabalho de campo 072

3.3. Levantamento fotográfico 074

3.4. Levantamento topográfico 076

3.5. Processamento de dados e restituição gráfica 078

3.5.1. Importação e orientação das imagens 078

3.5.2. Orientação absoluta 080

3.6. Reconstrução de nuvem de pontos 082

3.7. Produção de orto-imagem	086
3.8. Restituição gráfica	088
Considerações Finais	093
Bibliografia	099
Anexos	107

ÍNDICE DAS ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1. Esquiço de campo manual [SOUSA, 2013]	052
Ilustração 2. Laser de distância	053
Ilustração 3. Estação total	054
Ilustração 4. Scanner laser 3D terrestre	056
Ilustração 5. Representação esquemática de um dispositivo de scanner laser 3D terrestre (MATEUS, 2012)	057
Ilustração 6. Nuvem de pontos produzida por scanner laser 3D terrestre. Fachada Mosteiro de Alcobaça. Imagem fornecida pelo CIAUD, FA-ULisboa	057
Ilustração 7. Levantamento com Scanner Laser 3D Terrestre efetuado pelo CIAUD	059
Ilustração 8. Exemplo de Retificação Fotogramétrica [MATEUS, 2012]	060
Ilustração 9. Levantamento fotográfico baseado em estereoscopia (a). Fotogrametria de múltiplas imagens (b) (BASTIAN, 2013)	062
Ilustração 10. Planta do Mosteiro de Alcobaça	068
Ilustração 11. Fachada pétrea da igreja do Mosteiro de Alcobaça	069
Ilustração 12. Drone 1	071
Ilustração 13. Drone 2	071
Ilustração 14. Planta Mosteiro de Alcobaça, com localização da zona levantada.	072
Ilustração 15. Execução dos trabalhos de campo	073
Ilustração 16. Localização de cinco estações para voo do drone	074
Ilustração 17. Levantamento fotográfico com diferentes	

orientações da máquina em relação à fachada (imagens convergentes)	075
Ilustração 18. Alçado com localização dos alvos topográficos	076
Ilustração 19. Alvos topográficos colocados na fachada	077
Ilustração 20. Alvo topográfico	077
Ilustração 21. Orientação externa e modelo de nuvem de esparsa de pontos	079
Ilustração 22. Imagem captada com lente de grande angular	081
Ilustração 23. Reconstrução de nuvem densa de pontos, em execução	083
Ilustração 24. Reconstrução densa de nuvem de pontos no visual SFM	084
Ilustração 25. Reconstrução densa de nuvem de pontos no Agisoft PhotoScan	085
Ilustração 26. Modelo importado para o MeshLab	086
Ilustração 27. Orto-imagem exportada.	087
Ilustração 28. Representação da estereotomia em AutoCad.	088
Ilustração 29. Sobreposição de orto-foto do modelo com desenho da fachada fornecido pela DGPC, e representação da estereotomia.	089
Ilustração 30. Desenho fornecido pela DGPC sem estereotomia da pedra.	090
Ilustração 31. Desenho final com a estereotomia da pedra.	091

ÍNDICE DOS QUADROS

Quadro 1. Métodos de levantamento diretos e indiretos. Traço interrompido- diretos, traço continuo - indiretos (MA- TEUS, 2012).	051
Quadro 2. Coordenadas (x, y, z) dos oito pontos de controlo	080
Quadro 3. Resultado obtido da orientação absoluta	081

GLOSSÁRIO DE SIGLAS

3D - Três Dimensões

2D - Duas Dimensões

HDS - *Hight Definition Survey*

MVS - *Multi View Stereo*

TOF - *Time of Light*

PS - *Phase Shift*

Px - *Pixels*

VSFM - *Visual Structure From Motion*

APS - *Agisoft PhotoScan*

INTRODUÇÃO

Razões e objetivos do estudo

O levantamento fotogramétrico tem vindo a ganhar destaque, com um crescimento significativo na área da Conservação do património arquitetónico. É um método de levantamento não intrusivo, permite um registo mais detalhado que o método manual tradicional, assim como maior rapidez de resultados, quer no trabalho de campo, quer no processamento de dados. O levantamento fotográfico permanece e pode ser reutilizado para outros fins em qualquer momento.

Diversos estudos especializados confirmam a importância da fotogrametria na produção de documentação gráfica base do Projeto de Conservação [MATEUS, 2012].

No Mestrado Integrado em Arquitetura (MIA) do ISCTE-IUL, o primeiro contacto com a Conservação Arquitetónica e os métodos de levantamento e diagnóstico, ocorre no 4º ano do curso, na unidade curricular “Conservação e Reabilitação de Edifícios”. No 5º ano o tema do levantamento é aprofundado na unidade curricular “Acompanhamento de Obra e Fotogrametria”, que inclui um seminário e *workshop* sobre métodos de levantamento e Fotogrametria.

Na sequência deste percurso de aprendizagem, pretendeu-se aprofundar os conhecimentos teóricos sobre Fotogrametria e desenvolver uma experiência prática.

Estabeleceu-se um acordo de colaboração com a Direção Geral do Património Cultural (DGPC), para o levantamento da fachada da igreja do mosteiro de Alcobaça. Esta entidade tinha em curso a elaboração de um caderno de encargos para lançamento da empreitada de conservação da fachada do mosteiro, necessitando por isso de um levantamento pormenorizado, incluindo a estereotomia da pedra, para servir de base ao registo dos materiais e anomalias.

Iniciou-se assim o trabalho em contexto profissional, aproveitando

todo o apoio disponibilizado para a realização do trabalho de campo. O trabalho de gabinete para o processamento de dados, foi desenvolvido no seio do ISTAR-IUL (*Information Sciences, Technologies and Architecture Research*).

A investigação teve por objetivo:

- por em prática os conhecimentos adquiridos;
- testar equipamentos fotogramétricos (drones e máquinas fotográficas);
- testar *softwares* disponíveis na internet;
- avaliar os resultados obtidos e a sua aplicabilidade no projeto de conservação.

Metodologia e estrutura

A estrutura do trabalho relaciona-se com a metodologia utilizada.

No primeiro capítulo “Importância do levantamento em conservação arquitetónica” apresenta-se o trabalho desenvolvido de pesquisa bibliográfica sobre os princípios da Conservação do Património Arquitetónico, sobretudo relacionadas com o levantamento e registo arquitetónico.

No segundo capítulo “Métodos de Levantamento” são expostos os princípios básicos dos diversos meios e técnicas de levantamento e de produção de documentação gráfica, incluindo a Fotogrametria.

O último e principal capítulo “Caso de Estudo”, apresenta de forma detalhada a metodologia e processo utilizado para o levantamento fotogramétrico da fachada da Igreja do Mosteiro de Alcobaça. Põe-se em discussão a eficácia e rigor dos equipamentos e *softwares* utilizados, a qualidade dos resultados obtidos para visualização do modelo 3D e produção de documentação gráfica necessária ao

Projeto de Conservação.

Nos anexos inclui-se o levantamento laser efetuado pelo CIAUD em simultâneo.

Importa referir que sendo um trabalho académico e pioneiro no MIA e ISTAR-IUL, teve limitações de recursos e equipamentos (computador, *software*, drone, máquina fotográfica, estação total). O computador foi cedido pelo ISTAR-IUL. O drone e a máquina fotográfica foram disponibilizados pelo Instituto de Telecomunicações do ISCTE-IUL (IT-IUL). O levantamento topográfico foi fornecido pela Direção Geral do Património Cultural (DGPC). Na impossibilidade de aquisição de *software*, contou-se com a colaboração do Centro de Investigação em Arquitetura, Urbanismo e Design (CIAUD) da Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa (FA-ULisboa), no ensino de dois *softwares* disponíveis na internet.

Assim, os equipamentos foram sendo adquiridos no decorrer do estudo e a metodologia foi sendo adaptada em função das disponibilidades, o que gerou complexidade no desenvolvimento do trabalho. Graças à colaboração das diversas entidades referidas, foi possível desenvolver e cumprir os objetivos propostos.



**IMPORTÂNCIA DO
LEVANTAMENTO
EM CONSERVAÇÃO
ARQUITETÔNICA**

“Ao contrário do animal, que de si só deixa passos, o homem deixa coisas, por detrás das quais ele se supera ou se perfila. O mundo dos objectos é assim, um mundo de cultura, um mundo de coisas que o homem pensou, fez e de que se serviu.”¹

Hoje em dia o património arquitetónico construído tem estado no centro das atenções quanto à sua importância no entendimento das raízes de um povo, onde paisagens, lugares, sítios e monumentos coexistem num contexto espiritual e imaterial, permitindo entender e moldar a identidade [COSTA, 2002].

O edificado histórico consiste num elemento estabilizador no desenvolvimento de culturas tornando-se história ativa sendo, por isso, necessário preservar as memórias construídas [LAMBERINI, 2000].

O património construído permite materializar e dar continuidade a memórias que espelham um acontecimento ou uma determinada época - são considerados os marcos mais significativos da história da humanidade e que devem ser salvaguardados.

“Imbuídos de uma mensagem do passado, os monumentos históricos perduram até aos nossos dias como testemunhas vivas das tradições de várias gerações. Os povos tornam-se cada vez mais conscientes da unidade dos valores humanos e consideram os monumentos antigos como património comum. A responsabilidade coletiva de os proteger para gerações futuras é reconhecida. É nosso dever mantê-los com a riqueza da sua autenticidade.”²

Como se pode observar no excerto retirado do preâmbulo da

1. DIAS, Lino Tavares. (2000). A Intervenção no Património. Práticas de Conservação e Reabilitação. In Arquitectura e Engenharia Civil: Qualificação para a Reabilitação e a Conservação. Lisboa: GECORPA. Pág. 105.
2. Carta de Veneza, Preâmbulo.

Carta de Veneza, a intervenção no património é vista como uma necessidade, reconhecendo a sua importância sobre algo construído noutra tempo e que se trata de um documento do passado, carecendo de estudo e análise [DIAS, 2000].

Um edifício histórico apresenta um “tempo de vida” indeterminado, podendo atingir os cinco mil anos ou até mais. Esta dimensão temporal leva a que o seu uso e conservação sejam atribuídos a várias gerações. Submetido a modificações devido à sua utilização geracional, faz com que tenha um papel ativo na transmissão de conhecimentos, sendo imperativo a sua conservação enquanto testemunho de várias épocas [COSTA, 2002].

As modificações efetuadas ao longo do tempo assumem do mesmo modo o seu valor histórico, merecendo ser alvo de conservação. É, portanto, necessário analisar cuidadosamente qualquer intervenção, devendo ser encarada com a maior cautela.

Quando uma construção deixar de responder ao fim para o qual foi construída, esta perde o seu valor de utilidade, passando a ser um ícone meramente cultural a conservar.

É necessário que a Conservação e a Reabilitação estejam sujeitas a um código ético próprio e bem definido, associado a três tipos de valores distintos: emocionais (identidade, continuidade e simbolismo); culturais (históricos, documentais, arqueológicos, estéticos e científicos) e de uso (sociais, económicos, políticos). Um determinado edifício apresenta valores que lhe são característicos e únicos, provenientes da sua natural evolução. Trabalhar num determinado património é trabalhar em memórias, hábitos e tradições de um povo. O estudo dos seus aspetos e características deve tratar as situações políticas, sociais e económicas da época em que foi construído, fornecendo uma sequência cronológica dos eventos da sua vida. Preservar a arquitetura do passado é fundamental para a criação de uma nova arquitetura,

tratando-se de um processo de continuidade: é importante perceber o que se fez para compreender o que se pode fazer [VIEIRA, 2002].

Qualquer prática intervencionista deve englobar todos os atos que visam prolongar a vida dos edifícios, fundamentando-se numa série de premissas e orientações com vista a respeitar a sua identidade. A salvaguarda de um edifício deve ter por base um conjunto de justificações intervencionistas que acompanhe um padrão de ações. Deste modo existem cinco linhas de maior importância: investigação; formação; intervenção; apoio técnico e divulgação [COSTA¹, 2002].

Na execução de intervenções de conservação, restauro e reabilitação, é possível definir uma sequência de etapas que descrevem o processo e garantem bons resultados, para as fases de preparação, projeto e obra [RATO, 2003]. Em primeira instância é necessário elaborar um plano de aquisição prévia de informação, onde estão incluídas várias tarefas:

- recolha e análise de dados de informação histórica (estudo relativamente à sua evolução histórica e importância que adquiriu perante os dias de hoje);
- relatórios de inspeções anteriores;
- descrições dos trabalhos efetuados;
- hábitos de utilização;
- inspeção visual e recolha de desenhos existentes, com objetivo de elaborar uma listagem dos materiais que se encontravam presentes e respetivas formas de degradação e criação de novos desenhos.

Estas tarefas permitem a documentação e interpretação dos problemas detetados, de forma a sintetizar e permitir uma leitura geral da informação.

Aliado a estes trabalhos, deve ser exercida por parte do projetista uma ação que defina e controle criteriosamente a execução dos mesmos. Os elementos produzidos devem ser adequados às questões

a abordar no projeto (ação necessária antes, durante e depois de qualquer intervenção) [MATEUS, 2012]. Deste modo, o conhecimento das características dos materiais e dos elementos que constituem o edifício, permite decidir quais as melhores soluções a adotar nas intervenções, assegurando a compatibilidade entre o velho e o novo (premissas essenciais para o bom comportamento no futuro).

Qualquer intervenção deve ser governada por um inabalável respeito pela estética e integridade geral do edifício:

- deve-se atuar de forma a que as evidências históricas não sejam destruídas, falsificadas ou removidas;

- deve-se garantir que todas as técnicas e materiais usados durante a intervenção fiquem totalmente documentados;

- deve-se atuar de modo a que o máximo de material original seja mantido e se forem necessárias adições, estas devem ser harmoniosas na cor, textura, forma e escala, tendendo a ser menos perceptíveis que os materiais originais e ao mesmo tempo identificáveis.

- todas as ações aplicadas devem ser reversíveis ou repetíveis, de forma a não prejudicar possíveis intervenções futuras sempre que for necessário [FEILDEN, 1994].

A Conservação do Património Arquitetónico é uma área onde o arquiteto tem de ser apoiado por responsáveis de outras especialidades - trabalho multidisciplinar. Só assim se torna possível que uma intervenção seja sólida, credível e que respeite os valores do edifício em questão. Pode-se determinar como principais áreas a Arquitetura, a Engenharia, a História, a Arqueologia e o Restauro, tendo todas a capacidade e obrigatoriedade de trabalhar em equipa num forte sentido de colaboração e troca de conhecimentos [COSTA², 2002].

A falta de conhecimento das técnicas construtivas do passado por parte de quem opera neste tipo de trabalhos, traz consigo uma série de dificuldades no alcance do equilíbrio interdisciplinar. O uso das

novas tecnologias e técnicas construtivas sem conhecimento das tradicionais, assim como a falta de conhecimento da necessidade do registo do trabalho e observação fotográfica, tem levado inevitavelmente ao fracasso de algumas intervenções que têm vindo a ser realizadas, causando, em alguns casos, a destruição de monumentos, centros históricos e áreas rurais [COSTA², 2002]. Este tipo de questões tem levado a que haja cada vez mais a consciência da necessidade de uma coexistência de soluções (tradicionais *versus* correntes), na procura de um equilíbrio construtivo que se adequa aos edifícios históricos.

Tem-se vindo a desenvolver um trabalho por parte de entidades e profissionais com o objetivo de fomentar a consciência que é necessária uma especialização específica para quem pretende trabalhar nestes domínios, uma vez que este sistema de intervenção não se trata de um processo linear. Uma determinada intervenção consiste num conjunto de trabalhos, onde cada assunto é tratado por um determinado especialista para posteriormente ser passado a outro, o qual irá proceder aos estudos que lhe competem [MATEUS, 2012]. Aliado a este processo é necessário que exista um diálogo contínuo e coerente entre os vários intervenientes, de modo a ser possível produzir informação precisa.

Cabe às ordens profissionais, aos planos de pormenor autárquicos bem como à própria governação, sustentar o conhecimento da prática e lógica destas intervenções em ações de formação estruturada. São estes os agentes que por si só podem conduzir a ações de defesa patrimonial que induzam a vontade de criar conhecimento e, assim, gerar uma maior responsabilidade sobre os bens que queremos manter. Exemplo disto é o ICOMOS (*International Council of Monuments and Sites*), uma organização não governamental para os monumentos e sítios, criada pela UNESCO no âmbito do “Segundo Congresso de Arquitetos e Especialistas em Edifícios Históricos”, que

3. FEILDEN, Bernard M. (1994). Conservation of Historic Buildings. Oxford, United Kingdom: Architectural Press, 2ª Edição. pp. VII.

decorreu em Veneza no ano de 1964. Este concílio teve como objetivo promover a salvaguarda do património edificado, sendo onde se aprovou a conhecida Carta de Veneza sobre Conservação e Restauro de Monumentos e Sítios. Da mesma forma, tem vindo a ser desenvolvido por parte das universidades, um trabalho de formação para esta vertente de defesa e intervenção no património, “ligando” saberes, formando novos profissionais e alertando-os para estas preocupações. Dentro das iniciativas desenvolvidas, podem-se destacar os intercâmbios universitários, congressos e seminários liderados por especialistas da área [PINHEIRO, 2002].

“In executing a conservation Project the architect has a role similar to that of the condutor of an orchestra. The buildings is his musical score - not a note may be altered yet his artistic skill in presenting the building should make its architectural music a joy to the beholder. To do this, he must understand its totality.”³ [FEILDEN, 1994]

A representação gráfica dos edifícios históricos, constitui uma das principais ferramentas para registo do existente e para suporte base das ações de conservação e divulgação. Sendo os edifícios únicas e insubstituíveis fontes de conhecimento, o processo de aquisição de informação sobre os mesmos serve para os identificar como locais de interesse e significado para a comunidade local, nacional e/ou internacional [STYLIANDIS, PATIAS, QUINTERO, 2007].

A documentação de edifícios históricos surge assim como uma área que requer uma aproximação multidisciplinar, de modo a garantir não só instrumentos de registo e documentação, como a preparação de sistemas de fomentem uma apropriada informação, com objetivo de compreender, detetar e monitorizar a sua integridade. Desta forma, tem-se vindo a criar uma consciência de necessidade de elaborar uma

adequada e rigorosa documentação, sendo a base para o conhecimento e intervenção.

O método de representação em arquitetura tem sido por excelência caracterizado pela definição das propriedades geométricas e construtivas dos edifícios, através de plantas, alçados e cortes, assim como perspectivas cónicas e axonometrias através do desenho manual, que foi até há poucos anos o principal método de representação. Contudo graças ao avanço tecnológico, recentemente têm surgido outros meios complementares que visam melhorar o registo de dados e a sua posterior gestão, como a fotografia, o vídeo ou a modelação tridimensional [TAVALERANO, 2014].

Uma adequada documentação gráfica, baseada no registo rigoroso e detalhado da geometria e definição dos materiais e sistemas construtivos, pode ser um dos mais efetivos meios para a conservação do património cultural, fornecendo uma elevada quantidade de informação e permitindo representar, comparar e analisar distintos resultados. Sendo o levantamento a atividade principal na recolha, análise e interpretação de evidências, resulta numa mistura de descrição, análise e interpretação, fornecendo informações sobre o projeto, a construção, a função do edifício e a sua evolução e contexto local. Consubstanciado ao registo de edifícios existentes numa variedade de fontes documentais, irá variar inevitavelmente quanto ao objetivo, ênfase, nível de detalhe e fim a que se destina. [ENGLISH HERITAGE, 2006].

Além do registo, deve-se também atender às necessidades particulares de trabalhos posteriores, como a investigação, a conservação e/ou a divulgação, que devem estar assentes no registo rigoroso e completo de um edifício, uma vez que trata da base sobre a qual se desenrola qualquer projeto de investigação.

A documentação gráfica (bidimensional e tridimensional) é importante também para a análise de anomalias que requeiram informação

4. CARTA DE ATENAS. (1931). Conclusões da Conferência Internacional de Atenas sobre o Restauro dos Monumentos. <http://www.patrimoniocultural.pt/media/uploads/cc/CartadeAtenas.pdf>. 24-11-2015.

da cor, podendo ser fornecida mediante imagens, com intuito de registar fissuras, alterações na superfície, manchas, elementos vegetais, sujidade, entre outros. A recolha de dados da geometria tridimensional tem também por objetivo analisar o comportamento estrutural do edifício: deformações, movimentos, roturas, etc. Aliado a estes trabalhos, a documentação gráfica na sua vertente tridimensional constitui também uma importante ferramenta para a musealização, pois a partir dos modelos tridimensionais é possível obter-se relações virtuais (estáticas ou animadas) do objeto, permitindo entender e disfrutar o património cultural por parte do público não especializado.

A primeira recomendação internacional que visa o estabelecimento de princípios para a conservação de monumentos históricos foi a “Carta de Atenas” de 1931 ⁴, adotada no “Primeiro Congresso Internacional de Arquitetos e Técnicos de Monumentos Históricos”. Esta encontra-se dividida em sete secções, sendo que a última alínea da última secção faz referência a um conjunto de recomendações, visando criar uma documentação internacional:

“1º - Cada Estado, ou as instituições criadas ou reconhecidas competentes para esse fim, publiquem um inventário dos monumentos históricos;

2º - Cada Estado constitua arquivos onde sejam reunidos todos os documentos relativos aos seus monumentos históricos;

3º - Cada Estado deposite no Conselho Internacional de Museus as suas publicações;

4º - O conselho consagre, nas suas publicações, artigos relativos aos processos e aos métodos gerais de conservação de monumentos históricos;

5º - O conselho estude a melhor utilização das informações assim centralizadas.”

(in Carta de Atenas de 1931)

Numa publicação do *Cipa Heritage Documentation* [STYLIAN-DIS, PATIAS, QUINTERO, 2007], a informação recolhida para a documentação direcionada a projetos de conservação assume um papel na salvaguarda dos edifícios históricos, estando assente em cinco premissas principais:

- transmitir e compreender de forma a aumentar a consciência pública;
- perceber o significado e integridade dos locais históricos;
- informar decisões para a conservação;
- criar registos em caso de posterior destruição
- fornecer informação atempada e suficiente para uma manutenção preventiva.

Para além disto, este mesmo trabalho apresenta uma lista como diretriz para adequar o levantamento além da informação exigida, definindo uma linha condutora:

- identificar a localização do sítio;
- identificar e mapear evidências e critérios;
- avaliar os riscos - ameaças e perigos;
- questões administrativas e de gestão - correntes e passadas;
- entre outras avaliações que se considerem necessárias.

Por sua vez, no *English Heritage* [English Heritage, 2006] é estabelecido que o ato de registar deve estar sujeito a uma distinção clara entre a observação e a interpretação, permitindo que os dados sejam reinterpretados numa data posterior:

- a recolha e registo da informação de edifícios históricos deve estar assente em questões como a promoção, compreensão e apreciação dos edifícios quer individual quer coletivamente;
- deve informar a utilização e gestão de edifícios históricos individuais a longo prazo;
- deve garantir a compreensão de um edifício e o seu significado,

permitindo a elaboração de um programa de conservação, reparação ou alteração, e decisões relativas ao processo de planeamento;

- devem ser documentados os edifícios ou partes que podem ser perdidos como resultado da demolição, alteração ou negligência;

- deve avaliar-se a importância dos grupos de edifícios, implantações e paisagens, fornecendo uma base para a gestão estratégica do património;

- devem ser fornecidos dados suficientes para desenvolver trabalhos temáticos, topográficos ou de síntese, através do registo de amostras;

- deve informar uma pesquisa académica através de uma gama de disciplinas;

- deve criar um registo permanente num arquivo.

A documentação deve estar apoiada e respeitar quatro *standards* estabelecidos, sendo cada um destes referente a três tipos de informação a produzir - desenhos métricos, fotografias e relatórios escritos:

- 1 - deve explicar e ilustrar adequadamente o que é significativo ou valioso sobre o edifício histórico, sítio, estrutura ou objeto a ser documentado;

- 2 - deve ser rigorosamente preparada a partir de fontes fiáveis com limitações perfeitamente declaradas, para permitir a verificação independente da informação;

- 3 - deve ser preparada em suportes que sejam imediatamente reproduzíveis, duráveis e com dimensões padronizadas;

- 4 - deve ser claramente e concisamente produzida.

A documentação gráfica é um suporte que apela ao raciocínio visual e que faz uso essencialmente da informação constituída por linhas, figuras geométricas, manchas e cores, em suportes reais ou virtuais. Permite a elaboração de raciocínios, conjeturas e interpretações mais ou menos profundas, consoante o nível de formação de quem as

utiliza. É sempre obtida por um processo de levantamento do objeto real e complementada por observações diretas. Contribui para fazer um juízo sobre opções de intervenção a realizar, pressupondo sempre a intenção de comunicar. Trata-se de um instrumento vital e incontornável na análise e planeamento de ações, que visam a intervenção física sobre o edifício construído, correspondendo ela própria numa medida de salvaguarda. Uma vez que representa o estado em que se encontra um determinado edifício num determinado momento, serve também de base para futuras intervenções, como inventário e caracterização do objeto no momento do seu registo, assumindo por outro lado um triplo carácter de salvaguarda: preservação da memória do objeto; preservação da memória tecnológica e doutrinária da época; suporte de análises e de planeamento de ações [MATEUS, 2012].



MÉTODOS DE LEVANTAMENTO

A representação em arquitetura é uma tradição milenária, que pressupõe o domínio da geometria. Põe em prática processos que materializam um conjunto de elementos próprios do projeto de arquitetura, projeções de plantas, cortes e alçados, assim como, sistemas perspéticos.

No que respeita ao registo gráfico, estes processos têm revelado uma sensível evolução, desde o apontamento desenhado, obtido “*in situ*” ou de memória, até aos levantamentos diretos e restituições fotogramétricas de grande precisão [FERREIRA, 1985]. Visam como forma adicional, informar os referidos desenhos, baseando-se na reconversão de um modelo 3D para 2D.

Existe uma panóplia de instrumentos que permitem a elaboração da documentação gráfica. O surgimento de métodos modernos, como a fotogrametria, não implica que não se recorra aos métodos mais tradicionais para complementar informação.

Os novos processos de levantamento, têm-se revelado um instrumento imponentíssimo na obtenção de imagens gráficas de alta precisão, assegurando a homogeneidade de critérios e de resultados.

Nas últimas cinco décadas têm apresentado um crescimento surpreendente mundialmente, como instrumentos fundamentais para a edição de documentação gráfica [TEMBA, 2000]. O papel destas tecnologias torna-se assim muito notável na sua utilização em arquitetura, pois permite uma multiplicação das possibilidades de tomada e gestão dos dados. Possibilitam acrescentadas exigências de rigor métrico e micrométrico, facultando possibilidades inovadoras na formação de inventários, para análise rigorosa de elementos arquitetónicos.

A escolha dos diferentes métodos de levantamento depende dos objetivos, da relação entre a escala da representação e a precisão exigida, do desempenho métrico, geométrico, entre outros.

É necessário definir quais os métodos que se adequam à recolha

de informação pretendida, e à sua sistematização, registo e representação, podendo ser apresentados sobre diversas formas: plantas, cortes, alçados, modelos 3D, fotografias, fotos retificadas, orto-imagens, texto, quadros e tabelas, gravações áudio, outros.

As técnicas de levantamento podem ser agrupadas em três grandes categorias: manual; instrumental; fotogramétrico.

2.1. Levantamento Geométrico / Arquitetónico

O levantamento de um edifício ou conjunto, consiste numa síntese gráfica que tem como principal objetivo conter todos os elementos construtivos necessários para a definição do objeto. Os levantamentos subdividem-se em levantamento geométrico e levantamento arquitetónico.

O levantamento geométrico, corresponde à correta definição da geometria do edifício, ou seja, o posicionamento relativo dos seus elementos constituintes e/ou o posicionamento do edifício relativamente a qualquer tipo de referência previamente definido.

O levantamento arquitetónico corresponde a uma descrição, o mais completa possível, dos seus elementos. Corresponde a um nível de conhecimento principalmente descritivo.

Estes processos consistem no sentido inverso ao do projeto de arquitetura, uma vez que se parte do edifício construído para a sua representação e compreensão gráfica [MATEUS, 2012].

2.2. Métodos de Levantamento Diretos e Indiretos

Os métodos de levantamento dividem-se em duas grandes categorias, diretos e indiretos. No esquema do quadro 1, é possível observar os diversos métodos, enquadrando-os relativamente à quantidade de informação que permitem recolher, consoante a dimensão do objeto. Permite selecionar o método que melhor se adequa ao trabalho a realizar.

No que diz respeito aos métodos diretos, representados a traço interrompido, temos o levantamento manual, os métodos topográficos e o posicionamento por GPS. Caracterizam-se por se basearem numa

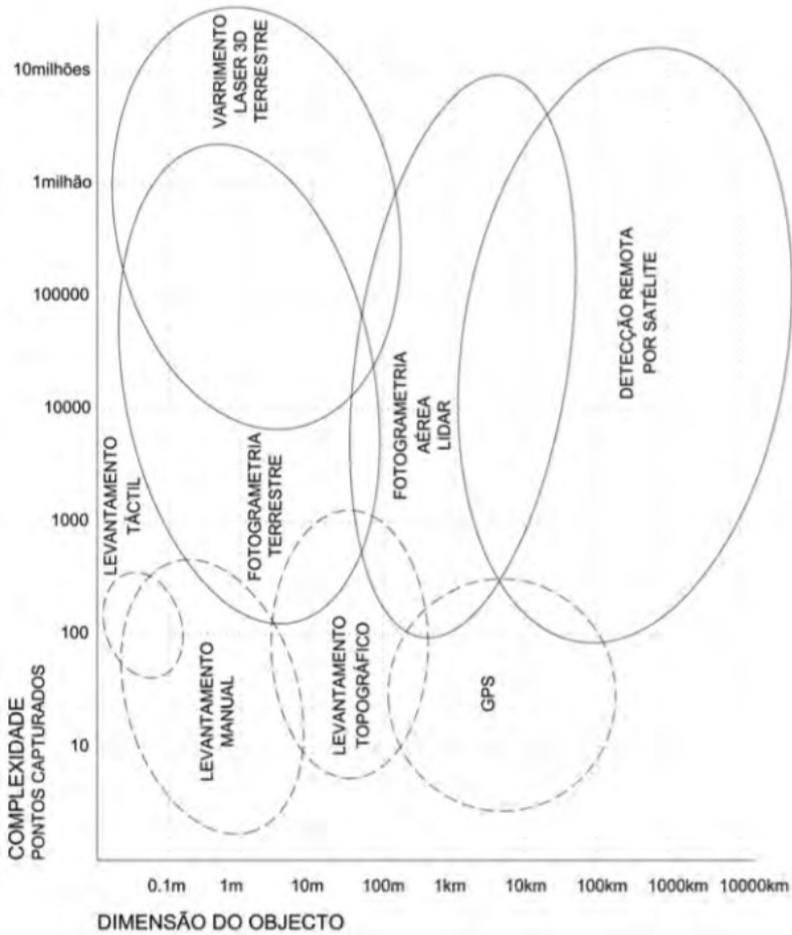
metodologia onde cada ponto do objeto a registar é criteriosamente selecionado e registado individualmente no ato da recolha de informação.

Neste sistema são selecionados e levantados um número relativamente pequeno de pontos. Trata-se de uma amostragem de reduzida dimensão dos objetos na área de representação, havendo necessidade de interpretação na recolha dos dados, o que implica mais tempo de trabalho de campo. A colocação de alvos topográficos é um procedimento intrusivo, podendo em alguns casos ser indesejável, por questões de segurança ou valor patrimonial [MATEUS, 2012].

Quanto aos métodos indiretos, representados a traço contínuo, temos a fotogrametria aérea e terrestre, o varrimento laser 3D terrestre e as imagens satélite. Nestes métodos, no processo de recolha de informação é selecionada uma zona mais ou menos ampla do objeto, e o registo de pontos é indiferenciado. Com esta técnica procede-se a uma amostragem de grande dimensão dos objetos, recolhendo e registando-se um grande número de pontos que seria impraticável recolher pelos métodos diretos.

Ao contrário dos métodos diretos, nesta metodologia não há contacto com os objetos a registar, entrando-se no domínio da deteção remota, que permite obter informação sobre um objeto, área, ou fenómeno, através da análise de dados obtidos com um dispositivo exterior ao objeto, evitando-se qualquer dano do imóvel.

Deve-se selecionar o método de levantamento em função dos objetivos, de forma a responder adequadamente aos critérios previamente definidos.



Quadro 1.

Métodos de Levantamento Diretos e Indiretos. (MATEUS, 2012)

Traço Interrompido - Diretos

Traço Contínuo - Indiretos

2.3. Levantamento Manual

O levantamento manual é o método tradicional de levantamento arquitetónico. Consiste no registo arquitetónico através de esquiços *in situ* (ilustração 1).

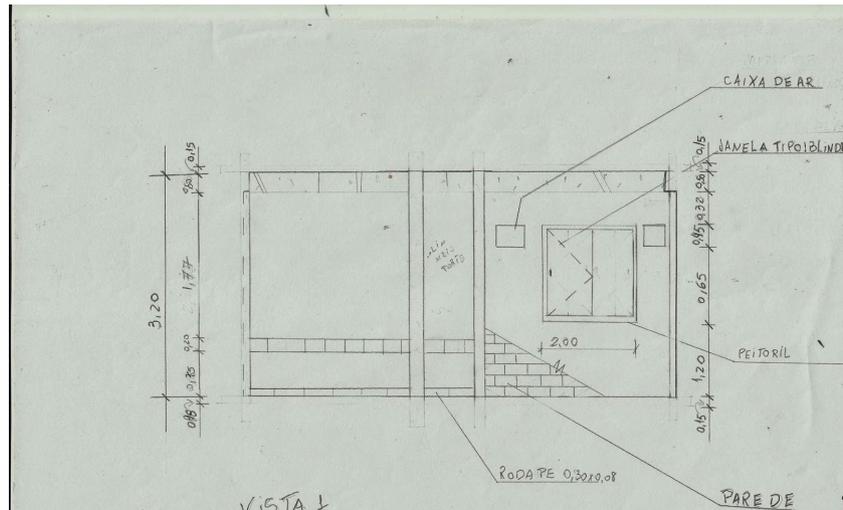
Este método constitui o principal processo de interpretação construtiva do edifício [MARTIN², PUERTO, 2003].

Apresenta vantagens na medida em que obriga à proximidade com o objeto, permitindo uma compreensão mais íntima e direta. Exige menos tempo de treino por parte de quem os efetua [MATEUS, 2012].

No levantamento de um edifício, a medição manual apresenta uma falta de precisão considerável, uma vez que a gestão dos dados obtidos - plantas, alçados, cortes - se torna complexa e sujeita a erros, devido ao seu escasso grau de informação. Contudo as medições e croquis manuais são essenciais em qualquer levantamento, atualmente como complemento de outros sistemas.

052

Ilustração 1.
Esquízo de Campo Manual
(SOUZA, 2013)



2.4. Levantamento Instrumental

2.4.1. Laser de Distância

Para a recolha de dados existe uma serie de instrumentos que complementam a medição manual com fita métrica. Permitem uma maior rapidez e facilidade de medição à distância de pontos inacessíveis, para além de uma gestão informatizada dos dados, que se registam automaticamente em arquivos de coordenadas e podem ser facilmente operacionalizados em *softwares* específicos.

O mais básico dos instrumentos é o laser de distância (ilustração 2), um pequeno aparelho de mão que permite obter informações de forma rápida, graças à utilização de um raio laser que incide sobre o objeto a ser medido. Contudo a sua utilização é igual à da fita métrica, uma vez que os dados obtidos não se encontram relacionados entre si num sistema de referência comum, obrigando o utilizadora efetuar o procedimento manualmente para cada ponto pretendido, o que pode originar erros na transcrição das medidas e interpretação dos dados levantados. É um método que pode apresentar baixo rigor, lento e moroso relativamente a outros.



Ilustração 2.
Laser de Distância

2.4.2. Estação Total

Outro instrumento também de aplicação limitada é a estação total (ilustração 3), que permite a medição de ângulos horizontais e verticais relativamente a uma orientação de referência (x, y, z) introduzida. A medição dos ângulos e dos raios visuais lançados a um mesmo ponto, desde duas posições distintas, permitem o cálculo da posição relativa do objeto.

Permite a medição de pontos referenciados a um sistema de coordenadas, que deve ser definido inicialmente, configurando-se assim a localização de um ponto base (distância desde a estação ao ponto medido), desde o qual se lançam os pontos sobre o edifício, denominando-se por “leitura” de cada ponto. O processo deve ser repetido a partir de distintas estações, o usuário deve seleccionar cada ponto e medi-lo independentemente, sendo uma medição totalmente discriminada e seletiva. Os pontos devem ser referenciados previamente em fotografia ou desenho, permitindo posterior identificação dos mesmos, para a elaboração dos desenhos.

054



Ilustração 3.
Estação Total

2.4.3. Scanner Laser 3D Terrestre

O Scanner Laser (ilustração 4) é um instrumento que permite acelerar notavelmente todo o processo de levantamento. Revolucionou o panorama atual de documentação gráfica de edifícios. Este é um dispositivo com o mais alto grau de automatização, possibilitando obter em tempo muito reduzido uma grande quantidade de informação. Os dispositivos de varrimento laser são compostos por três componentes [GÓMEZ, VINASPRE, MORAZA, 2011]:

- uma unidade que emite o laser;
- um dispositivo ótico-mecânico que reflete o feixe laser;
- um sensor que recebe e regista o laser refletido pelo ambiente.

Baseado num sistema motorizado, o scanner laser realiza um varrimento de medições a alta velocidade, combinando um movimento horizontal com giros verticais que lhe permitem alcançar todos os pontos que não se encontrem ocultos relativamente à posição do modelo [MATEUS, 2012].

É um tipo de tecnologia ativa (instrumento que recebe a radiação que emite), isto é, o feixe laser que é emitido pelo dispositivo é refletido pela superfície a registar e recebido de novo pelo dispositivo (ilustração 5) [BASTIAN, 2013]. Para cada feixe emitido são conhecidos o seu ângulo horizontal (x) e vertical (y), e a distância (z) é determinada pelo tempo de retorno do raio laser emitido após atingir o alvo (edifício). Assim ficam determinadas as posições dos pontos no espaço em X , Y e Z [BASTIAN, 2013].

As leituras registadas apresentam uma densidade extremamente elevada de pontos, designada por nuvem de pontos (ilustração 6), podendo conter desde milhares de pontos, até milhões de pontos, permitindo elaborar uma documentação gráfica de alta definição, HDS (*High Definition Survey*) [GÓMEZ, VINASPRE, MORAZA, 2011].

Os dispositivos de varrimento laser 3D terrestres podem ser divididos em três grupos, correspondendo a métodos de medição de distâncias, estando associados a alcances e resoluções típicas [MA-TEUS, 2012]:

- tecnologia de tempo de voo (TOF - *Time of Flight*), alcance até 2000m;
- tecnologia de comparação de fase (PS - *Phase Shift*), alcance até 100m;
- tecnologia de triangulação ótica, alcance até 5m.

É possível também uma classificação baseada no alcance dos sistemas:

- longo alcance (mais de 500m);
- médio alcance (100 a 500m);
- curto alcance (5 a 100m);
- muito curto alcance (até 5m).

Na utilização do scanner laser 3D terrestre é importante controlar o tipo de laser, a distância do aparelho aos objetos, assim como a densidade da captura, uma vez que define a quantidade de pontos a ser medida em cada unidade de deslocamento do aparelho [TEMBA, 2000].



Ilustração 4.

Scanner Laser 3D Terrestre

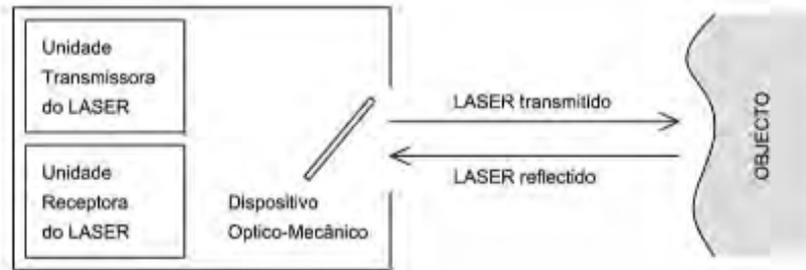


Ilustração 5.

Representação esquemática de um dispositivo de scanner laser 3D terrestre. (MATEUS, 2012)

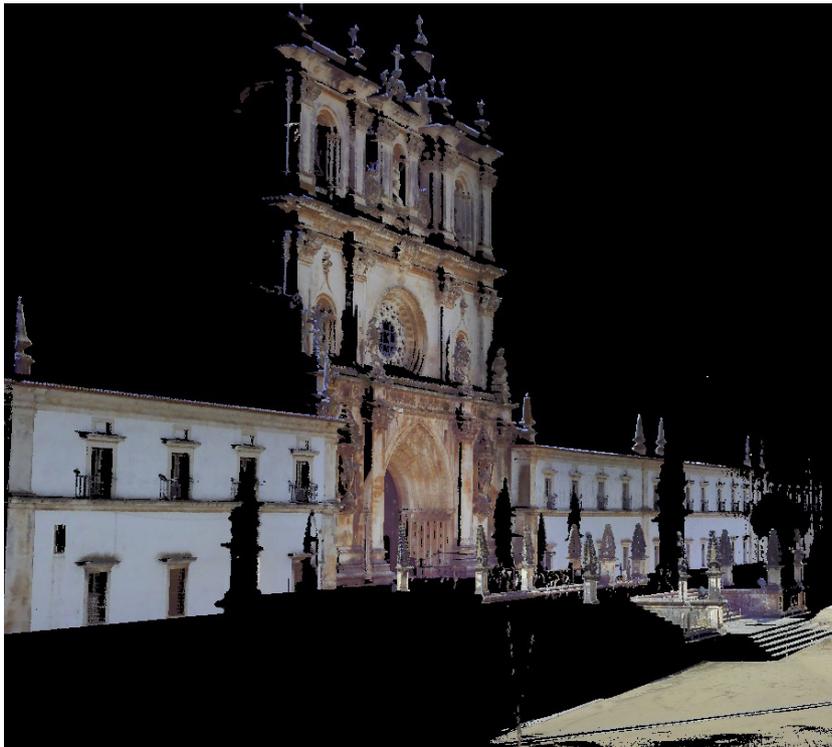


Ilustração 6.

Nuvem de pontos produzida por scanner laser 3D terrestre. Fachada este do Mosteiro de Alcobaça. Imagem fornecida pelo CIAUD, FA-ULisboa.

Apresenta-se como exemplo o levantamento da fachada do Mosteiro de Alcobaça com scanner laser 3D terrestre realizado pelo CIAUD. O trabalho de campo foi efetuado em simultâneo com o levantamento fotogramétrico. Apresenta-se o resultado da nuvem de pontos produzida, para comparação com o modelo obtido a partir da fotogrametria (ilustração 7).

Este tipo de levantamento tem pouca informação da cor, tornando-se limitada a visualização de algumas anomalias, como a colonização biológica, oxidações ou humidade, apenas detetáveis com informação da cor.

Outra desvantagem é o registo ser feito a partir de estações no solo, sendo o alcance do laser a toda a superfície do edifício limitado. Quando a projeção dos raios não é perpendicular, mas sim oblíqua em relação à fachada, os elementos arquitetónicos salientes criam uma barreira e os raios do laser não conseguem atingir a superfície pretendida.

Contudo é um método muito eficaz para o levantamento geométrico e arquitetónico. Permite obter informação métrica rigorosa, possibilitando a leitura de anomalias estruturais, num curto espaço de tempo com uma grande precisão de informação. O resultado é obtido imediatamente, após importação dos dados para o computador, sem necessidade de processamento para obtenção do modelo 3D e visualização da nuvem de pontos.

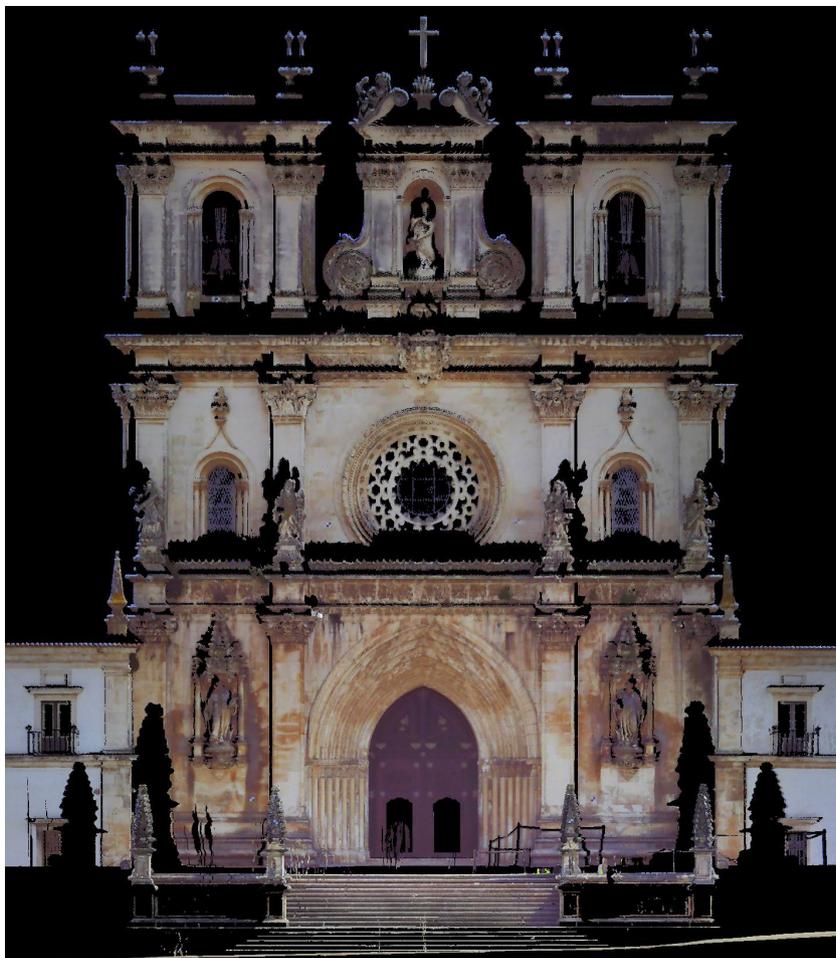


Ilustração 7.

Levantamento com scanner laser
3D terrestre efetuado pelo CIAUD.

2.5. Levantamento Fotogramétrico

A fotogrametria apresenta diversas potencialidades utilizando como base operacional a imagem fotográfica, integrando um conjunto de técnicas que têm como objetivo a obtenção de levantamentos geométricos e arquitetónicos, assim como a quantificação métrica de superfícies e volumetria de objetos [BASTIAN, 2013].

Um dos critérios de classificação da Fotogrametria Digital Terrestre (FDT) é estabelecido em função do número de imagens utilizadas: fotogrametria de imagem única (ou fotogrametria 2D); estereofotogrametria (duas imagens obtidas com eixos paralelos entre si); fotogrametria de múltiplas imagens (fotogrametria de convergência ou manoscópica) [MATEUS, 2012].

A técnica de fotogrametria de imagem única permite restituir elementos planos sem informação sobre a sua profundidade. O seu princípio operativo tem como objetivo conseguir uma projeção ortogonal de um elemento plano do edifício, obtendo-se uma representação bidimensional metricamente definida baseada numa imagem (retificação de imagem), sendo os pontos ou linhas delineados manualmente sobre esta, na qual posteriormente se podem realizar medições (ilustração 8) [RAMÍREZ, 2006].

Ilustração 8.
Exemplo de retificação fotogramétrica (MATEUS, 2012)



A estereofotogrametria é uma técnica que se baseia na utilização de duas imagens fotográficas de um mesmo objeto (par estereoscópico) (ilustração 9a). Na captação das fotografias, os eixos óticos das câmaras têm de estar paralelos entre si e as imagens obtidas com a mesma direção e distância ao objeto. Permite a visão estereoscópica e a restituição fotogramétrica. Em cada imagem fotográfica são identificados os pontos homólogos.

Para proceder ao cálculo da posição espacial de cada ponto é necessário conhecer os parâmetros de translação e rotação da câmara, obtidos no momento da captura da imagem fotográfica, ou independentemente com pontos de controlo obtidos por topografia. À medida que se calcula cada par homólogo vai-se obtendo a informação relativa à sua posição e orientação, segundo o sistema de coordenadas cartesiano (x, y, z) sendo possível então obter-se modelos tridimensionais [BASTIAN, 2013]

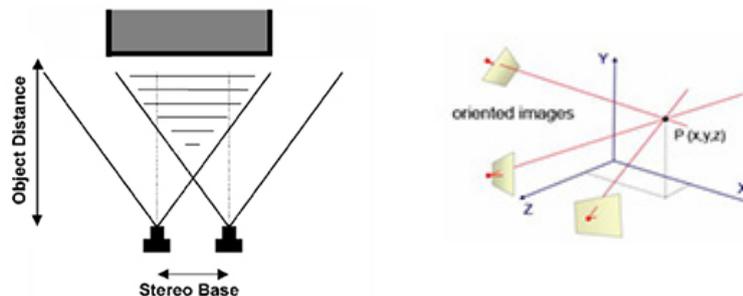
A Fotogrametria de múltiplas imagens (ilustração 9b), tem como base o princípio da triangulação, que consiste na interseção de linhas convergentes no espaço, determinando-se matematicamente a posição de um ponto. A determinação desse ponto ou conjunto consiste na orientação das imagens a um sistema de coordenadas (x, y, z) . Para este procedimento é necessário conhecer, no momento da captura, as coordenadas do ponto, em pelo menos duas imagens, sendo a situação ideal em três ou mais [BASTIAN, 2013].

O ângulo máximo definido entre os raios de um dado ponto obtidos a partir de fotografias convergentes, não deve ser inferior a 30° nem superior a 90° . O raio de um dado ponto de uma fotografia é o vetor definido pelo ponto e o centro da lente da câmara fotográfica [VALENÇA et al., 2006].

O método de levantamento fotogramétrico é indireto, no entanto é necessário o levantamento topográfico de alguns pontos para

Ilustração 9.

Levantamento fotográfico baseado em estereoscopia (a).
Fotogrametria de múltiplas imagens (b) (BASTIAN, 2013).



obtenção do modelo à escala e sua georreferenciação. É um trabalho muito menos moroso que o levantamento tradicional, em que cada ponto do objeto é levantado e registado individualmente.

Os métodos indiretos - a fotogrametria aérea e terrestre, o varrimento laser 3D e as imagens de satélite - têm a vantagem do registo de pontos ser indiferenciado e em grande número. Para além de representar grande redução do trabalho de campo, permite obter informação através de dispositivos que não estão em contacto com o objeto, sendo por isso um método não intrusivo, ideal para o levantamento do Património Arquitetónico [MATEUS, 2012].



CASO DE ESTUDO

Neste capítulo apresenta-se o trabalho desenvolvido de levantamento da fachada da igreja do Mosteiro de Alcobaça. Descreve-se todo o processo e metodologia utilizada e avalia-se o resultado obtido como documentação gráfica do projeto de Conservação.

Foi realizada uma parceria com a DGPC (Direção Geral do Património e Cultura), que tinha em curso o desenvolvimento de um caderno de encargos para lançamento do concurso para a obra de conservação da fachada do Mosteiro de Alcobaça.

A última intervenção de conservação do mosteiro remonta aos anos 2002 / 2003. Passados doze anos é notória a necessidade de uma nova intervenção para conservação da fachada. A fotogrametria teve como objetivo o levantamento da fachada da igreja do Mosteiro de Alcobaça, para criação de documentação gráfica base do projeto de conservação. A DGPC forneceu o desenho da fachada em formato “dwg”, pretendendo um levantamento mais pormenorizado, incluindo juntas da alvenaria.

O Mosteiro de Alcobaça (Real Abadia de Santa Maria de Alcobaça), fundado em 1153, destaca-se pela sua monumentalidade. É a primeira edificação totalmente gótica erguida em Portugal, classificada como Monumento Nacional e inscrita pela UNESCO na lista do Património Mundial (ilustração 11).

É composto por uma igreja de planta longitudinal em cruz latina com três naves, transepto de duas naves e cabeceira formada por abside semi-circular (ilustração 10).

Apresenta uma fachada de acentuada verticalidade, dividida em três secções e tripartida por pilastras com capitéis compósitos. A fachada inicialmente gótica, foi alterada entre 1702 e 1725 com elementos barrocos. Do período gótico apenas restam o portal e a rosácea.

A primeira secção tem um portal composto por sete arquivoltas, com colunelos e folhagem nos capitéis. Lateralmente encontram-se dois nichos com estátuas de S. Bento (direita) e S. Bernardo (esquerda), posicionadas simetricamente em relação ao portal. Na segunda secção, o centro é marcado por uma rosácea e lateralmente por dois janelões em arco pleno de duas arquivoltas sobre colunas. A arquitrave tem função de varanda, é esculpida com grutescos e inclui quatro estátuas das Virtudes Cardeais. Na terceira secção, encontra-se um nicho entre volutas com a Imagem de Nossa Senhora, rematado por um frontão aberto de volutas com dois anjos, entre as torres sineiras, abertas por arcos plenos e delimitadas por pilastras com capitéis compósitos, sobre cornijas volumosas com decoração vegetalista e geométrica. Possui um remate em friso de enrolamentos vegetalistas entre cornijas com rosetas [TEIXEIRA, 2007].

A fachada da igreja do Mosteiro de Alcobaça, caso de estudo, corresponde a uma área de aproximadamente 870.00m², 25m de largura por 42m de altura.

Ilustração 10.
Planta do Mosteiro de Alcobaça.





Ilustração 11.
Fachada Pétreia da Igreja do
Mosteiro de Alcobaça a docu-
mentar.

3.1. Testes preliminares

Antes de iniciar o levantamento fotogramétrico da fachada do Mosteiro de Alcobaça, foram testados os equipamentos disponíveis, no campus universitário do ISCTE-IUL: dois drones montados pelo IT-IUL (Instituto de Telecomunicações do ISCTE-IUL) e duas câmaras fotográficas, uma Sony Alpha A6000 e uma GoPro Hero+ Black Edition.

Realizaram-se três voos com o primeiro drone (ilustração 12), para testar a autonomia das baterias com o drone em voo. Foram realizados testes sem a câmara fotográfica e com a câmara incorporada, resultando 5 minutos de voo sem câmara e 3 minutos de voo com a câmara.

Testou-se a qualidade das imagens fotográficas tiradas durante o voo. A câmara testada neste drone foi a Sony Alpha A6000, indicada para este tipo de levantamento. Observou-se que as dimensões e peso da máquina excediam o limite suportado pelo gimble (estrutura do drone para suporte da máquina). Este não conseguia efetuar os movimentos giratórios de compensação às vibrações para estabilização das imagens. No entanto, as fotografias tinham boa qualidade, devido à excelente velocidade de obturação de imagem em 1/200.

Observou-se também que o peso adicionado ao drone pela câmara fotográfica causava instabilidade durante o voo, podendo por em risco a segurança de utentes e visitantes do Mosteiro ou o próprio edifício. Outro fator de risco era a pouca durabilidade da bateria durante o voo, podendo provocar a queda do equipamento.

Foram efetuados os mesmo testes com o segundo drone (ilustração 13), mais pequeno e leve, e com duração de voo até 10 minutos. Devido às reduzidas dimensões do drone, não tinha capacidade para suportar a câmara pretendida, mas apenas máquinas da gama GoPro. Utilizou-se uma GoPro Hero+ Black Edition, apesar de não ser adequada

para fotogrametria, devido à deformação das lentes de olho de peixe. A qualidade das imagens captadas mostrou-se satisfatória para observação de pormenores construtivos. Optou-se por esta última solução, por questões de segurança.



Ilustração 12.

Drone 1



Ilustração 13.

Drone 2

3.2. Trabalho de campo

Para planeamento do trabalho de campo efetuaram-se várias deslocções ao local, para reconhecimento do mosteiro e sua envolvente, para aferição das condicionantes logísticas e recursos disponíveis. Foram selecionados os locais para colocação dos alvos topográficos na fachada e definidos os locais para voo do drone.

O trabalho de campo teve a duração de um dia e decorreu a 15 de Março de 2016. As condições de luz não eram as ideais devido à forte intensidade da luz solar incidente na fachada. O excesso de luz solar e incidência direta provoca contrastes acentuados e consequente dificuldade na leitura das imagens.

Previamente à execução dos trabalhos, foram colocados alvos topográficos na fachada e a área de utilização do drone foi vedada com baias, para segurança dos utentes e dos visitantes do mosteiro.

072

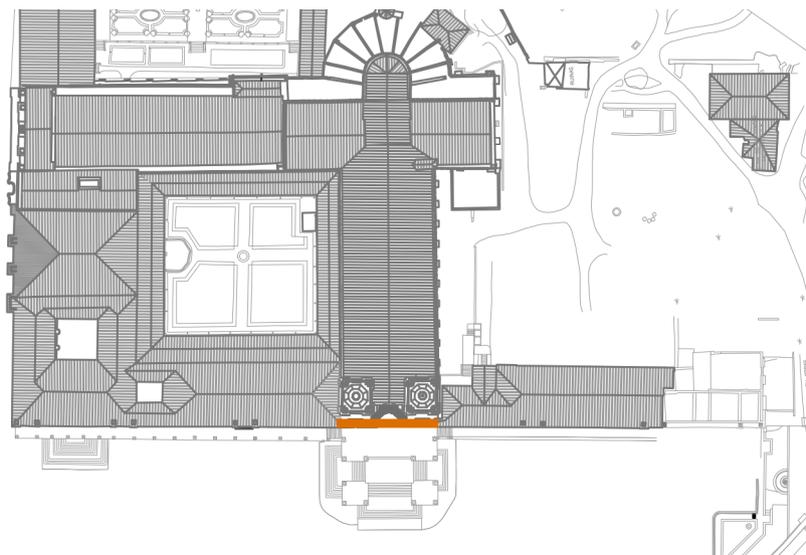


Ilustração 14.
Planta do Mosteiro de Alcobaça,
com localização da zona levantada.

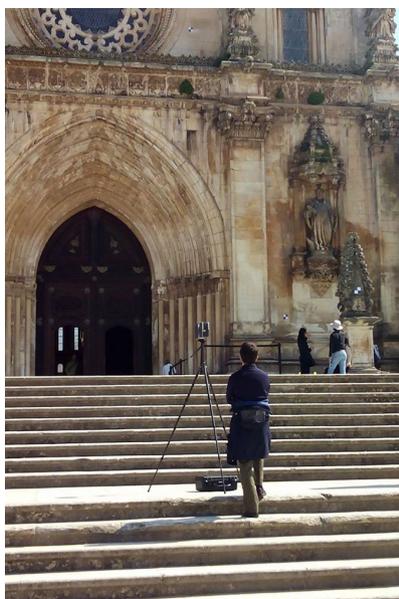
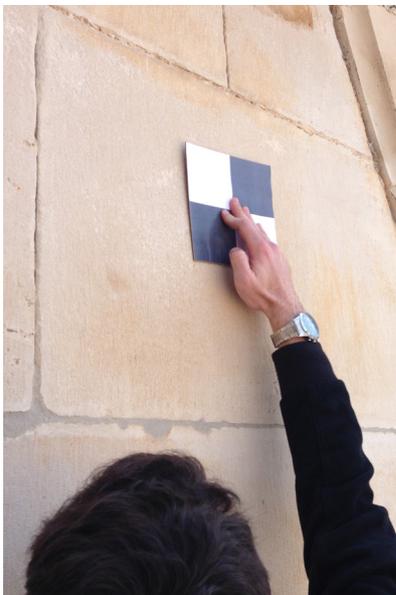


Ilustração 15.
Execução dos trabalhos de campo de levantamento fotográfico.

3.3. Levantamento Fotográfico

O levantamento fotográfico foi realizado com drone e máquina fotográfica GoPro Hero+ Black Edition, com uma distância focal de 2.77mm.

Realizou-se um total de quinze voos a partir de cinco estações pré-definidas: três estações a distância aproximada da 3,00m e 6,00m da fachada, e duas estações mais afastadas a 12,00m, para fotografias de enquadramento geral (ilustração 16). A partir de cada estação, o drone efetuou três voos no sentido vertical, captando fotografias convergentes (paralelas e oblíquas em relação à fachada) para obtenção de imagens com sobreposição de pontos homólogos (ilustração 17).

Foram captadas um total de 2920 imagens, com resolução de 3000x2250px, e selecionadas 844 imagens para a produção do modelo.

Ilustração 16.
Localização de cinco estações
para voo do drone.

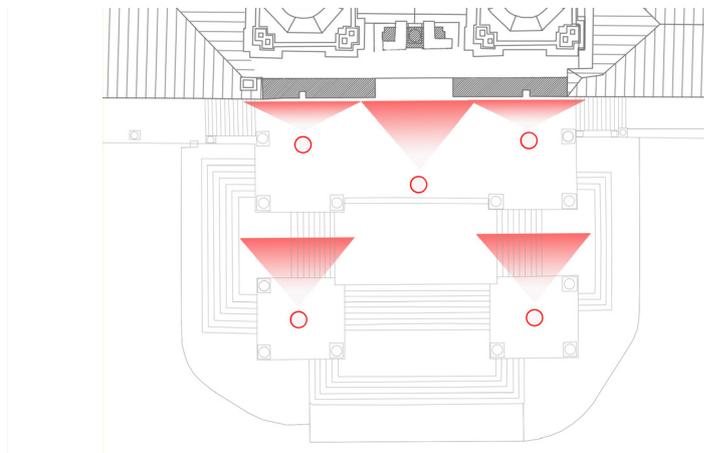




Ilustração 17.

Levantamento fotográfico com diferentes orientações da máquina em relação à fachada (imagens convergentes).

3.4. Levantamento Topográfico

O levantamento topográfico teve como objetivo a determinação de pontos de controlo para fornecer coordenadas da fachada, para posteriormente, no processamento dos dados proceder-se ao dimensionamento do modelo.

Foi materializado um conjunto de oito alvos topográficos (pontos de controlo) (ilustração 18), localizados de forma dispersa na fachada, dois nos pináculos da escadaria, em locais facilmente identificáveis nas fotografias (ilustração 19 e 20). Os pontos de controlo não são fixos mecanicamente à fachada, mas com material aderente facilmente removível. O levantamento topográfico foi efetuado com uma estação total, a partir de estações topográficas já existentes no local, trabalho desenvolvido pela DGPC.

076

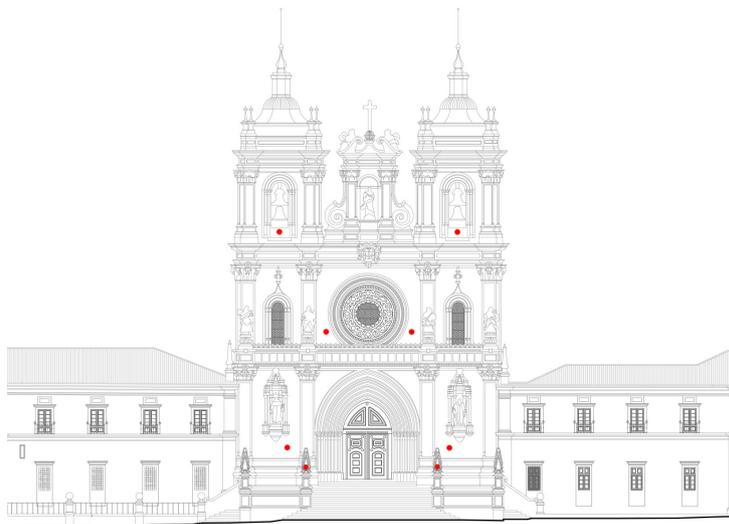


Ilustração 18.
Alçado com a Localização dos Alvos Topográficos



Ilustração 19.

Alvos topográficos colocados na fachada.

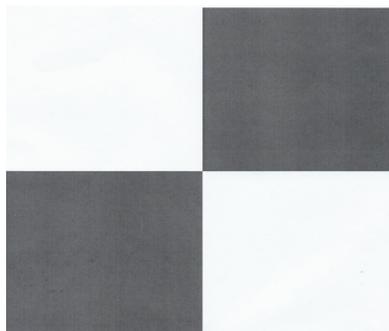


Ilustração 20.

Alvo Topográfico

3.5. Processamento de dados e restituição gráfica

Para processamento de dados foi utilizado um computador portátil Asus, com memória DDR3L MHz SDRAM de 32 GB, processador Intel Core i7 4860HQ, placa gráfica NVIDIA GeForce GTX980M de 4 GB e sistema operativo Windows 8.1 de 64 bits.

Foram utilizados os *softwares* Visual SFM, Agisoft PhotoScan, MeshLab e AutoCad.

Os *softwares* fotogramétricos Visual SFM e Agisoft PhotoScan, operam no sistema SFM (Structure From Motion), que consiste num processo de recolha de informação sobre o objeto, através da visualização de várias perspetivas, possibilitando a criação de modelos 3D através de nuvem de pontos, construídas a partir de fotografias digitais (LOPES, 2013). Primeiro foi utilizado o *software* Visual SFM, *software* disponível online.

O processamento das imagens fotográficas é feito automaticamente. Primeiro decorre a reconstrução esparsa de nuvens de pontos, seguindo-se a reconstrução densa de nuvens de pontos. A reconstrução densa da geometria a partir de múltiplas imagens é feita através da metodologia MVS (Multi View Stereo). Tradicionalmente o processamento de imagens fotográficas era feito de forma manual, onde tanto a calibração da câmara fotográfica como a identificação dos pontos homólogos nas várias imagens era feito pelo operador.

3.5.1. Importação e orientação das imagens

A primeira fase do trabalho consiste na importação e seleção das imagens fotográficas.

Após a importação das imagens, procede-se à orientação das imagens, a partir das quais se consegue obter o modelo tridimensional.

A orientação interna consiste na reprodução do posicionamento da fotografia, que identifica o centro de projeção de cada uma das imagens.

A orientação externa faz a relação entre a posição e orientação da câmara, de forma a obter as direções de cada um dos pontos.

Na orientação relativa são estimadas as posições relativas entre as câmaras, localizando-as em relação ao objeto. O programa cria um sistema de triangulação que permite efetuar a modelação do objeto, reconstruindo-o tridimensionalmente com nuvem esparsa de pontos (ilustração 21).

Este processo teve a duração de 3 horas.

Após a reconstrução esparsa de nuvem de pontos pode proceder-se à reconstrução densa de nuvem de pontos. Neste caso procedeu-se primeiro à orientação absoluta para georreferenciação e obtenção do modelo à escala.



Ilustração 21.

Orientação externa e modelo de nuvem esparsa de pontos.

3.5.2. Orientação absoluta

A orientação absoluta posiciona o conjunto de feixes perspetivos (formados durante a orientação relativa) de forma a estabelecer a posição correta do modelo em relação ao terreno. Permite efetuar medições do objeto a uma determinada escala.

Foram processados os dados topográficos, as coordenadas (x, y, z) dos pontos de controlo e identificados os oito pontos levantados da fachada (quadro 2). A identificação é manual, cada ponto deve ser identificado em pelo menos três imagens. Neste caso cada ponto foi identificado em quatro imagens.

Os resultados obtidos da orientação absoluta não foram satisfatórios em ambos os *softwares*. Foi detetado um erro de 0.354m no Visual SFM (quadro 3) e 0.34m no Agisoft PhotoScan.

Analisadas as possíveis causas de erro, concluiu-se que estava relacionado com a deformação originada pela lente de grande angular da câmara fotográfica (ilustração 22). Não se efetuou a calibração da máquina no Agisoft PhotoScan, para comparação dos *softwares*. Apesar do erro, deu-se continuidade ao trabalho para avaliar todo o processo e os resultados.

Quadro 2.

Coordenadas (x, y, z) dos oito pontos de controlo.

-8,477	22,136	36,882	Pináculo Norte
-9,588	9,578	36,927	Pináculo Sul
2,776	22,246	37,9	fachada da Igreja a norte do portal
1,488	7,603	37,895	fachada da Igreja a sul do portal
4,039	18,735	49,663	fachada da Igreja a norte da rosácea
3,340	10,783	49,808	fachada da Igreja a sul da rosácea
5,053	23,459	59,279	fachada da Igreja Torre Sul
3,524	6,009	59,278	fachda da Igreja Torre Norte

Current transformation $X' = S * R * X + T$:

S = 1.149549165637
R = 0.99999847 0.00151305 -0.00088116
-0.00151209 0.99999827 0.00108290
0.00088280 -0.00108157 0.99999903
T = -0.015906239979
-2.309806082090
-6.851276326175

[Transformed points]	[User coordinates]
3.7991 6.2570 59.2358	3.524 6.009 59.28
5.2653 23.1782 59.0424	5.053 23.46 59.28
3.1127 10.8656 49.9416	3.34 10.78 49.81
3.7863 18.6338 49.7597	4.039 18.73 49.66
2.8996 22.2310 38.2378	2.776 22.25 37.9
1.5969 7.6521 38.0772	1.488 7.603 37.9
-8.5670 22.5052 36.6611	-8.477 22.14 36.88
-9.7379 9.2261 36.6764	-9.588 9.578 36.93

8 points used to estimate the transformation.
Root of mean squared error = 0.363679
Mean absolute error = 0.354615

Quadro 3.

Resultado obtido da orientação absoluta.



Ilustração 22.

Imagem captada com lente de grande angular.

3.6. Reconstrução de nuvem de pontos

Após a orientação relativa, é reconstruído de forma automática, uma primeira nuvem de pontos esparsa, na ordem dos milhares e uma segunda nuvem de pontos densa, na ordem dos milhões. Esta última torna o modelo tridimensional extremamente detalhado em pontos, que permite uma leitura com boa definição.

Procedeu-se à reconstrução densa de nuvem de pontos na qualidade máxima, após a orientação absoluta (ilustração 23).

O procedimento teve a duração de 13 horas de cálculo no Visual SFM. O modelo não apresentou distorção, mas ficou incompleto, observando-se diversas lacunas, notória no torreão sul (ilustração 24).

Procedeu-se à reconstrução da nuvem densa de pontos no programa Agisoft PhotoScan e obteve-se um modelo muito mais uniforme e detalhado (ilustração 25) sendo que o processamento de dados durou 384 horas. O resultado final foi bastante satisfatório, obedecendo aos requisitos necessários de visualização de pormenores e juntas de alvenaria de pedra. Foi utilizado este último modelo para produção de orto-imagem e desenhos bidimensionais.

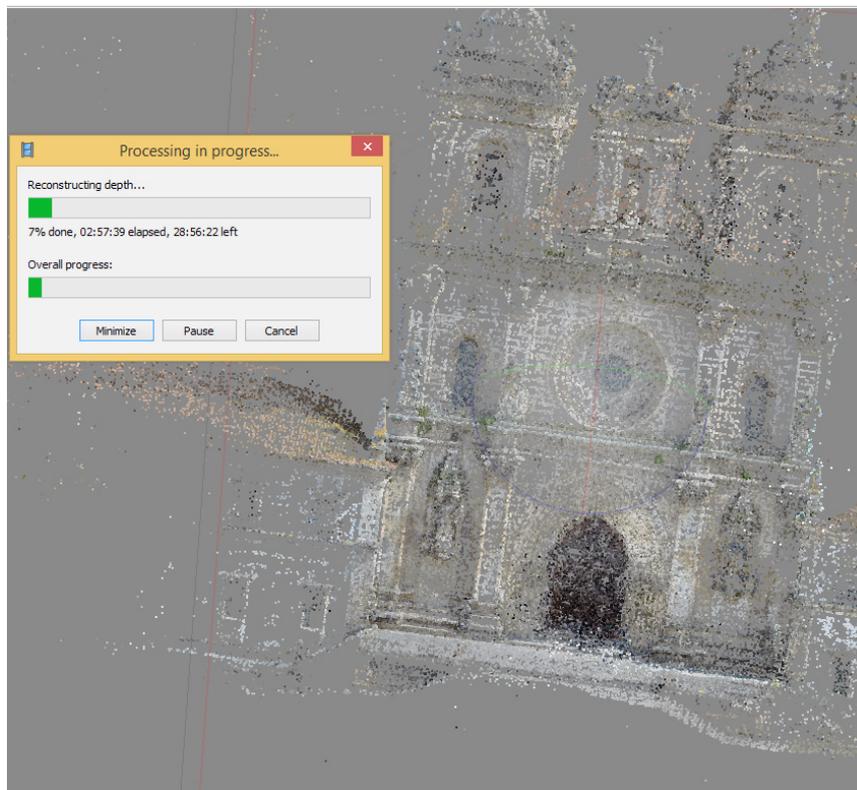


Ilustração 23.
Reconstrução de nuvem densa de pontos, em execução.



Ilustração 24.
Reconstrução densa de nuvem de
pontos no Visual SFM.



Ilustração 25.
Reconstrução densa de nuvem de pontos no Agisoft PhotoScan.

3.7. Produção de orto-imagem

Posteriormente à reconstrução da nuvem de pontos produzida no Agisoft PhotoScan, procedeu-se à sua exportação e importação para o *software* MeshLab, para ser gerada a orto-imagem.

Foi importado o ficheiro “obj” referente à nuvem de pontos produzida no APS. O modelo não se encontrava devidamente orientado. Calculou-se o ângulo e fez-se a rotação, para orientação do modelo segundo os eixos X, Y, Z (ilustração 26).

Efetou-se uma limpeza da nuvem de pontos, que consistiu na eliminação de pontos criados, referentes à envolvente e desnecessários ao modelo.

Procedeu-se à exportação do modelo e produção da orto-imagem. Para esta foi definida uma dimensão de 9933 x 14043 pixels, e o formato de imagem “png” (ilustração 27).

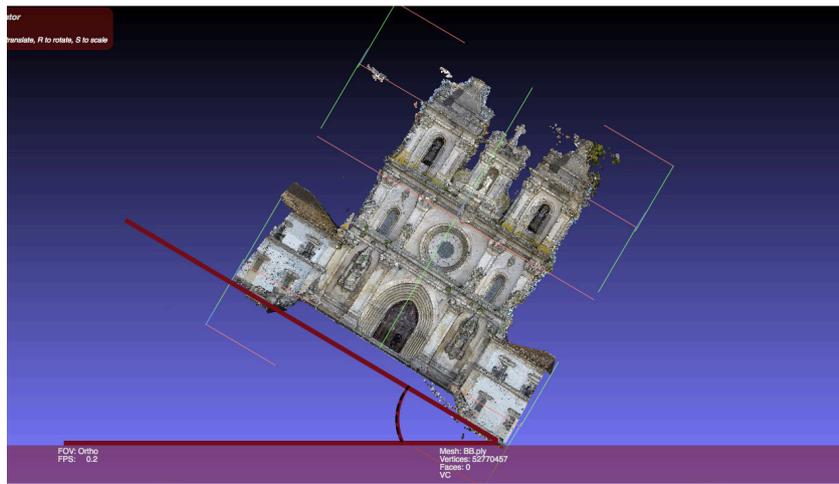


Ilustração 26.

Modelo importado para o MeshLab.



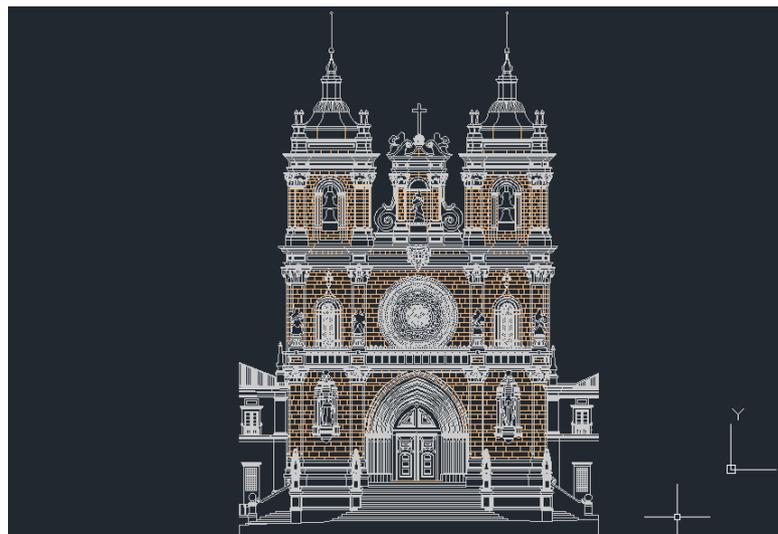
3.8. Restituição gráfica

A última etapa do trabalho consiste na importação da orto-imagem extraída da nuvem de pontos para o *software* AutoCad, para a restituição.

Sobrepõe-se a orto-imagem ao levantamento arquitetónico da fachada fornecido pela DGPC (ilustração 28), verificando-se uma diferença de 0.16m na largura e de 0,6m na altura. Considerou-se esta diferença pouco significativa para o fim pretendido, de registo de juntas para mapeamento de anomalias e medições de trabalhos de conservação.

Sobre a orto-imagem desenhou-se a estereotomia da pedra numa nova *layer* (ilustração 29). Conseguiu-se observar a quase totalidade das juntas, contudo, devido às condições de luminosidade referidas durante o levantamento, havia zonas sem leitura dos pormenores, a completar posteriormente com levantamentos complementares.

Ilustração 28.
Representação da estereotomia
em AutoCad.



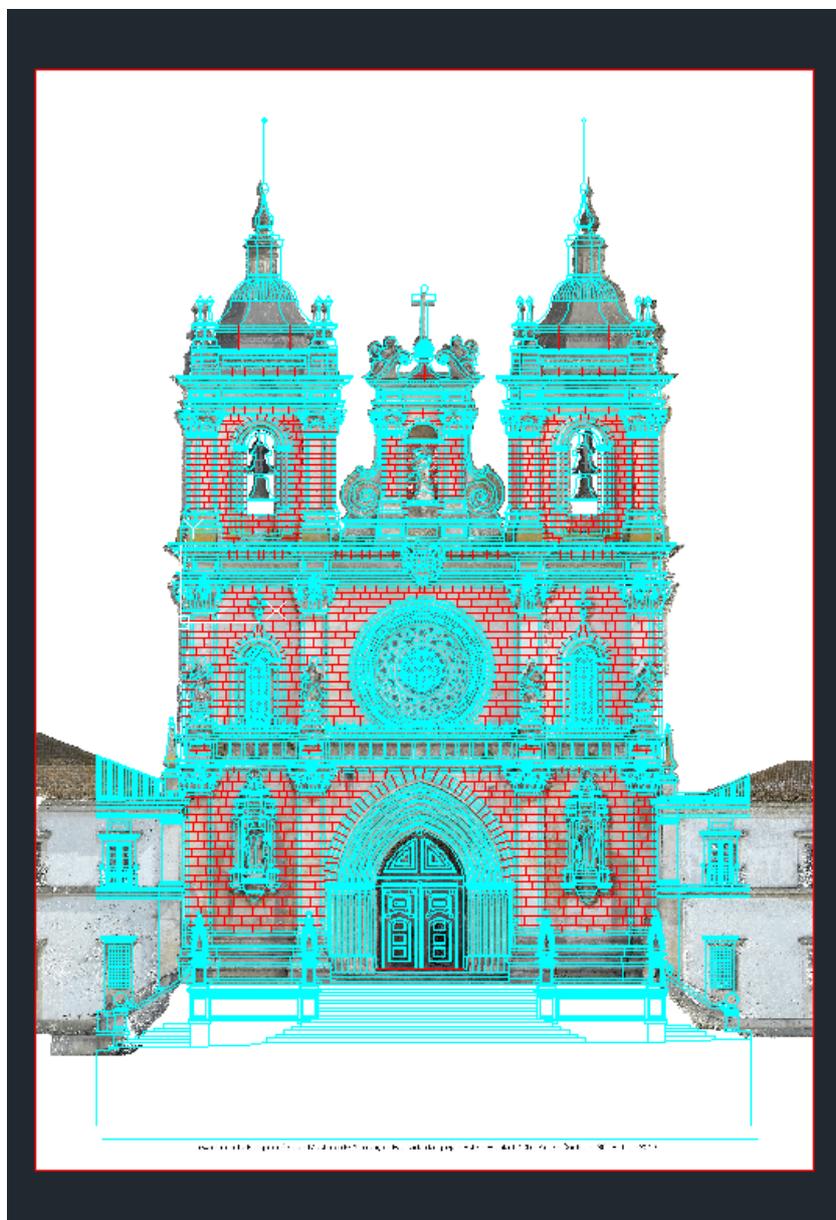


Ilustração 29.

Sobreposição de orto-foto do modelo com desenho da fachada fornecido pela DGPC, e representação da estereotomia.

090



Ilustração 30.

Desenho fornecido pela DGPC
sem a estereotomia da pedra.



Ilustração 31.

Desenho final com a estereotomia da pedra.

**CONSIDERAÇÕES
FINAIS**

O levantamento fotogramétrico efetuado da fachada da igreja do Mosteiro de Alcobaça, permitiu aprofundar os conhecimentos teóricos sobre fotogrametria, adquiridos no último ano do curso, e adquirir prática na matéria, desde o trabalho de campo ao trabalho de gabinete.

Numa primeira fase planificou-se o trabalho de campo e desenvolveram-se testes aos equipamentos de levantamento fotográfico (drones e máquinas fotográficas). Fizeram-se várias deslocações ao local, para verificação das condicionantes logísticas e recursos disponíveis. Foram selecionados os locais para colocação dos alvos topográficos e definidos os locais para voo do drone. Tratando-se de um estudo académico, o levantamento esteve condicionado ao equipamento disponível. Optou-se pelo sistema mais ligeiro, de drone e máquina fotográfica GoPro Hero+ Black Edition, por razões de segurança.

Cada área a levantar foi fotografada de pelo menos três ângulos, garantindo um conjunto no mínimo de quatro pontos homólogos. Os alvos topográficos, ou pontos de controlo, foram distribuídos de forma a facilitar a sua identificação, para o controlo de escala e orientação do modelo. Apesar da forte incidência da luz solar, as imagens capturadas mostraram-se adequadas para a observação de pormenores construtivos e registo da estereotomia, objetivo pretendido.

O modelo fotogramétrico foi efetuado com recurso a dois *softwares*, primeiro o Visual SFM e depois o Agisoft PhotoScan, pois o modelo produzido no VSFM apresentava lacunas e um erro de 0,354m. No entanto a orientação absoluta efetuada no programa APS, acusou um erro muito aproximado ao anterior, de 0,34m. Concluiu-se que a causa do erro está na deformação das imagens, causada pela lente grande angular (olho de peixe) da câmara fotográfica utilizada. Os resultados confirmam a necessidade de um bom equipamento fotográfico

e calibração da máquina fotográfica, de forma a minimizar os erros de deformação das lentes.

Estes programas operam de forma quase automática na reconstrução do modelo. Primeiro ocorre a orientação interna e relativa das imagens, produzindo um modelo de baixa densidade de nuvem de pontos. É feita a identificação de pontos homólogos nas várias imagens e a reconstrução da posição de cada fotografia em relação a outra. Segue-se a reconstrução do modelo tridimensional de elevada densidade de nuvem de pontos, tendo cada ponto associado, para além das coordenadas espaciais, a informação de cor.

O modelo 3D produzido no *software* APS mostrou-se mais uniforme e sem lacunas, com melhor visibilidade dos pormenores construtivos. No entanto, devido ao levantamento ter ocorrido sob condições de luminosidade não ideais, não havia leitura de algumas juntas, concluindo-se ser necessário complementar com levantamento manual e observação direta.

Para a produção dos desenhos finais, utilizou-se o programa MeshLab para extrair da nuvem de pontos uma orto-imagem. Utilizando o programa AutoCAD, procedeu-se ao desenho da estereotomia da pedra sobre a orto-imagem. Sobrepondo a imagem do alçado fornecido pela DGPC, verificou-se uma diferença em x e y pouco significativa para o fim pretendido.

Conclui-se que apesar das limitações e dos erros obtidos, o levantamento fotogramétrico desenvolvido foi eficaz para obtenção do modelo 3D e registo de pormenores construtivos, necessários ao Projeto de Conservação.

BIBLIOGRAFIA

BASTIAN, Andrea Verri. (2013). *Uma Discussão sobre Técnicas Baseadas em Imagens para Levantamento de Edificações*. Endereço Online: <http://wright.ava.ufsc.br/~grupohipermedia/graphica2013/trabalhos/UMA%20DISCUSSAO%20SOBRE%20TECNICAS%20BASEADAS%20EM%20IMAGENS%20PARA%20LEVANTAMENTO%20DE%20EDIFICACOES.pdf>. Acedido em: 12 de Junho de 2016.

CARTA DE ATENAS. (1931). *Conclusões da Conferência Internacional de Atenas sobre o Restauro dos Monumentos*. Endereço Online: <http://www.patrimoniocultural.pt/media/uploads/cc/CartadeAtenas.pdf>. Acedido em: 24 de Novembro de 2015.

CARTA DE VENEZA. (1964). *Preâmbulo, Sobre a Conservação e Restauro dos Monumentos e dos Sítios*. Endereço Online: <http://www.patrimoniocultural.pt/media/uploads/cc/CartadeVeneza.pdf>. Acedido em: 24 de Novembro de 2015.

COSTA, Augusto. (2002). *Discursos Proferidos nas Sessões de Abertura e Encerramento. In A Intervenção no Património: Práticas de Conservação e Reabilitação*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Pág. xix - xxi.

COSTA ¹, Vasco. (2002). *Tema I "Perspectivas para a Recuperação e Reabilitação do Património Histórico. Património e Desenvolvimento. In A Intervenção no Património: Práticas de Conservação e Reabilitação*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Pág. 3 - 11.

COSTA ², Aníbal. (2002). *Discursos Proferidos nas Sessões de Abertura e Encerramento. In A Intervenção no Património: Práticas de Conservação e Reabilitação*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Pág. xvii - xviii.

DIAS, Lino Tavares. (2000). *A Intervenção no Património. Práticas de Conservação e Reabilitação. In Arquitectura e Engenharia Civil: Qualificação para a Reabilitação e a Conservação*. Lisboa: GECORPA. Pág. 103 - 112.

ENGLISH HERITAGE. (2006). *Understanding Historical Buildings: A Guide to Good Recording Practice*. London: English Heritage.

FEILDEN, Bernard M. (1994). *Conservation of Historic Buildings*. Oxford, United Kingdom: Architectural Press, 2^a Edição.

FERREIRA, Carlos Antero. (1985). *A Ciência Fotogramétrica ao Serviço do Inventário e Conservação do Património Arquitectónico e Arqueológico*. Lisboa: Instituto Geográfico e Cadastral.

GÓMEZ, Ismael García; VINASPRES, Miren Fernández de Gorostiza López; MORAZA, Amaia Mesanza. (2011). *Láser Escáner y Nubes de Puntos. Un Horizonte Aplicado al Análisis Arqueológico de Edificios*. Endereço Online: <http://www.enklabe.net/wp-content/uploads/2014/03/126-123-2-PB.pdf>. Acedido em: 12 de Junho de 2016.

LAMBERINI, Daniela. (2000). *Restauro Arquitectónico e Pesquisa Histórica. In Arquitectura e Engenharia Civil: Qualificação para a Reabilitação e a Conservação*. Lisboa: GECORPA. Pág. 117 - 127.

LOPES, Pedro Miguel Mónica. (2013). *Modelação a partir de dados laser para reconstituição arquitetural: Observatório Astronómico da Escola Politécnica*. Universidade de Lisboa: Faculdade de Ciências, Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia.

MARTIN, Alfonso Jiménez; Puerto, Francisco Pinto. (2003). *Levantamiento y Analisis de Edificios: Tradicion y Futuro*. Universidad de Sevilla: Secretariado de Publicaciones.

MATEUS, Luís Miguel Cotrim. (2012). *Contributos para o Projecto de Conservação, Restauro e Reabilitação: Uma Metodologia Documental Baseada na Fotogrametria Digital e no Varrimento Laser 3D Terrestres*. Universidade Técnica de Lisboa: Faculdade de Arquitectura. Volume I.

PINHEIRO, Nuno Santos. (2002). *O Património e o Fórum UNESCO. In A Intervenção no Património: Práticas de Conservação e Reabilitação*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Pág. 13 - 18.

RAMÍREZ, Rodrigo Orellana. (2006). *Apuntes de Fotogrametría*. Endereço Online: http://www.cartografia.cl/download/apuntes_fotogrametria.pdf. Acedido em: 03 de Fevereiro de 2016.

RATO, Vasco. (2003). *Conservação do Património Histórico Edificado - Sistematização de Princípios Gerais. In Comunicação 3º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, 3º ENCORE*. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

STYLIANIDIS, Efstrations; PATIAS, Petros; QUINTERO, Mario Santana. (2007 & 2009). *CIPA HERITAGE DOCUMENTATION, BEST PRACTICES AND APPLICATIONS*. Athens & Kyot: CIPA. Serie I.

TAVALERANO, Rafael Martín. (2014). *Documentación Gráfica de Edificios Históricos: principios, aplicaciones y perspectivas*. Endereço Online: <http://arqarqt.revistas.csic.es/index.php/arqarqt/article/view/164/184>. Acedido em: 03 de Fevereiro de 2016.

TEMBA, Plínio. (2000). *Fundamentos da Fotogrametria*. Endereço Online: http://www.faed.udesc.br/arquivos/id_submenu/815/fotogrametria_material_01.pdf. Acedido em: 05 de Março de 2016.

TEIXEIRA, Luís; MARQUES, Lina. (2007). *Mosteiro de Alcobaça / Real Abadia de Santa Maria de Alcobalça*. In *Direção-Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais*. Endereço Online: http://www.monumentos.pt/Site/APP_PagesUser/SIPA.aspx?id=4719. Acedido em: 20 de Junho de 2016

VALENÇA, Jónatas Miguel de Almeida; JÚLIO, Eduardo Nuno Brito; ARAÚJO, Helder de Jesus. (2006). *Aplicações de Fotogrametria em Engenharia Civil*. Endereço Online: [http://www.civil.ist.utl.pt/~cristina/RREst/Aulas_Apresentacoes/07_Bibliografia/inspeccao%20\(inspection\)/NM_10.pdf](http://www.civil.ist.utl.pt/~cristina/RREst/Aulas_Apresentacoes/07_Bibliografia/inspeccao%20(inspection)/NM_10.pdf). Acedido em: 24 de Janeiro de 2016.

VIEIRA, Álvaro Siza. (2002). *Tema I "Perspectivas para a Recuperação e Reabilitação do Património Histórico", Recuperação e Manutenção*. In *A Intervenção no Património: Práticas de Conservação e Reabilitação*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Pág. 19 - 26.

ANEXOS



Anexo A.

Exemplo de imagem fotográfica utilizada para a criação do modelo fotogramétrico.



Anexo B.

Exemplo de imagem fotográfica utilizada para a criação do modelo fotogramétrico.

Anexo C.

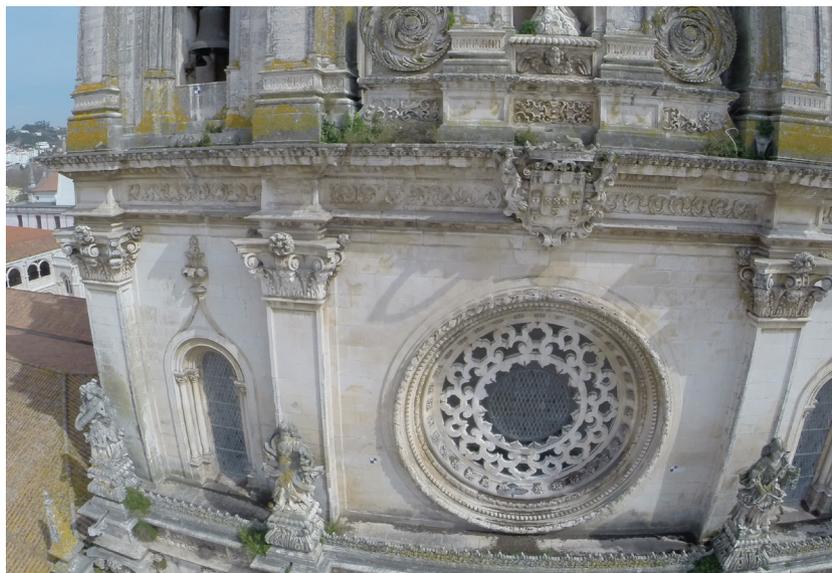
Exemplo de imagem fotográfica utilizada para a criação do modelo fotogramétrico.



110

Anexo D.

Exemplo de imagem fotográfica utilizada para a criação do modelo fotogramétrico.





Anexo E.

Exemplo de imagem fotográfica utilizada para a criação do modelo fotogramétrico.



Anexo F.

Exemplo de imagem fotográfica utilizada para a criação do modelo fotogramétrico.

Anexo G.
Exemplo de imagem fotográfica
utilizada para a criação do modelo
fotogramétrico.



112

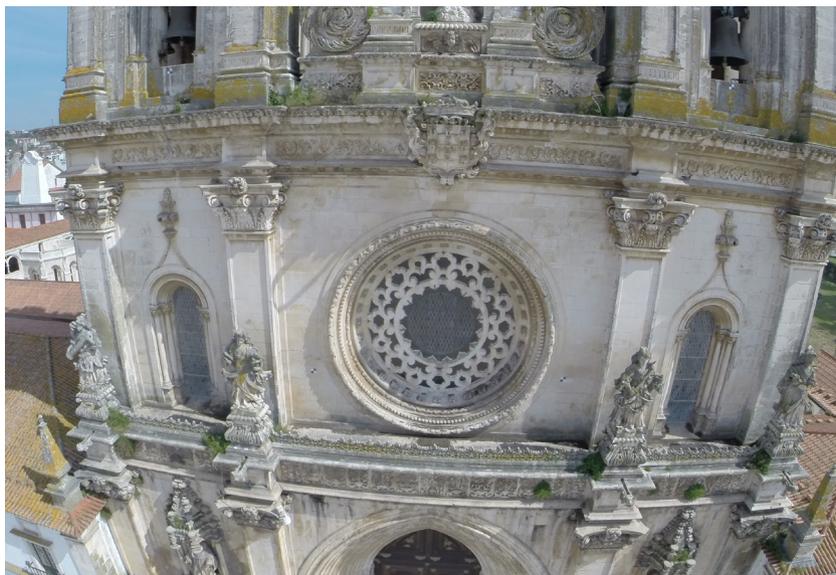
Anexo H.
Exemplo de imagem fotográfica
utilizada para a criação do modelo
fotogramétrico.





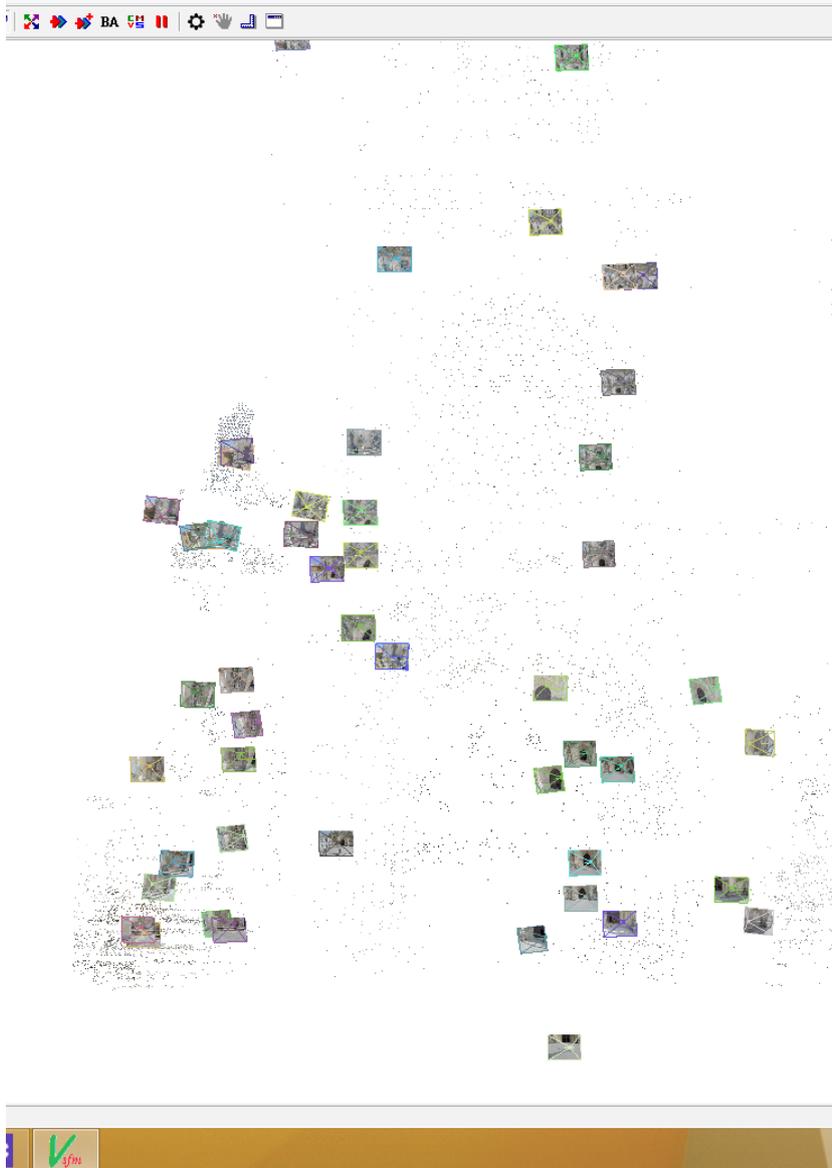
Anexo I.

Exemplo de imagem fotográfica utilizada para a criação do modelo fotogramétrico.



Anexo J.

Exemplo de imagem fotográfica utilizada para a criação do modelo fotogramétrico.



Anexo K.
Orientação do primeiro modelo
fotogramétrico de testes criado.
VSFM.



Anexo L.

Reconstrução esparça do primeiro modelo fotogramétrico de testes criado. VSFM.



Anexo M.

Reconstrução esparça do segundo modelo fotogramétrico de testes criado. VSFM.

VisualSFM - [Dense Reconstruction] - [0] - []



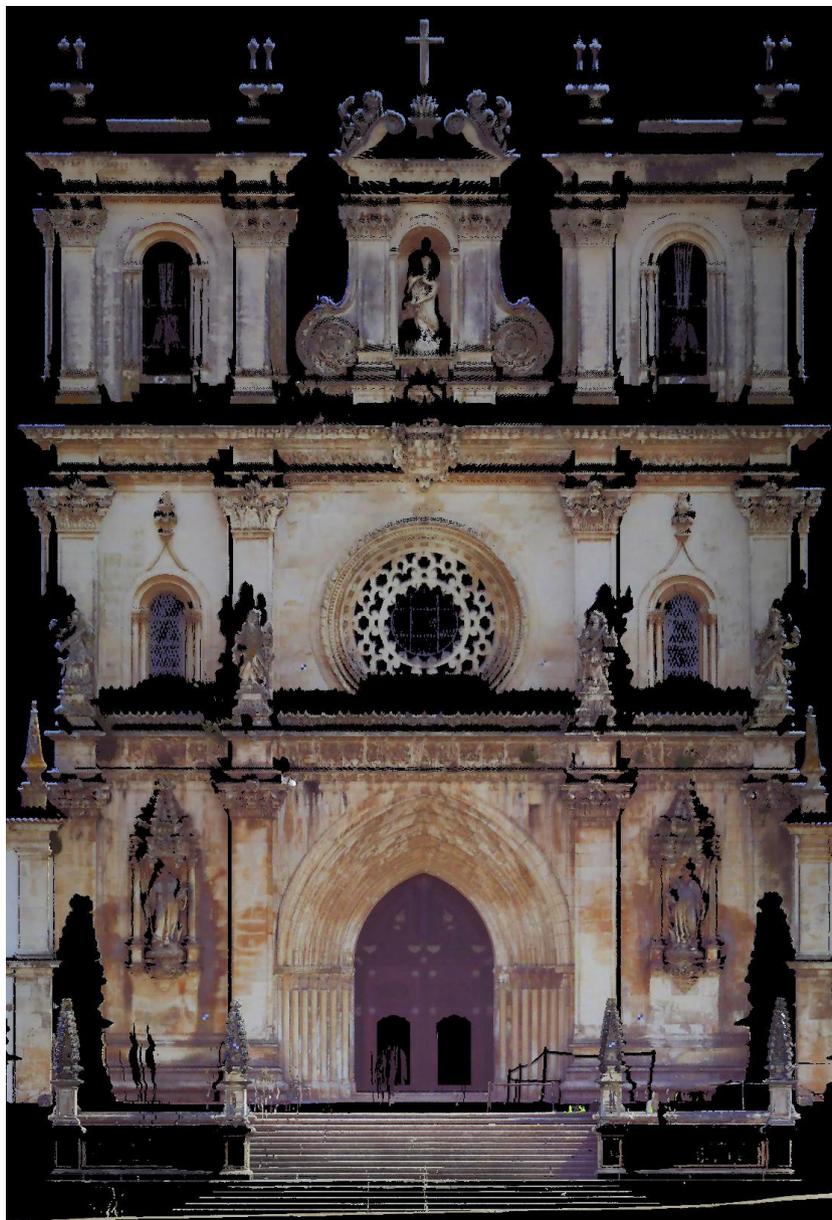
117

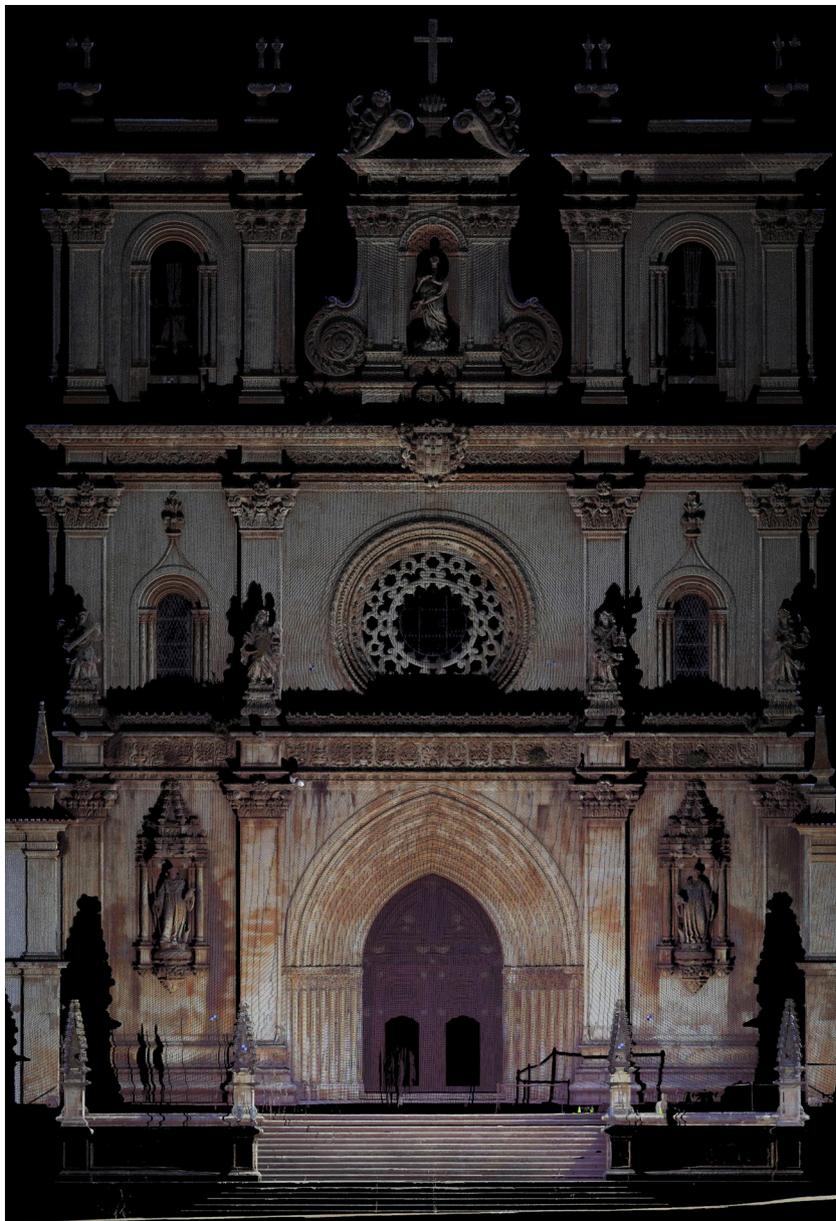
Anexo N.

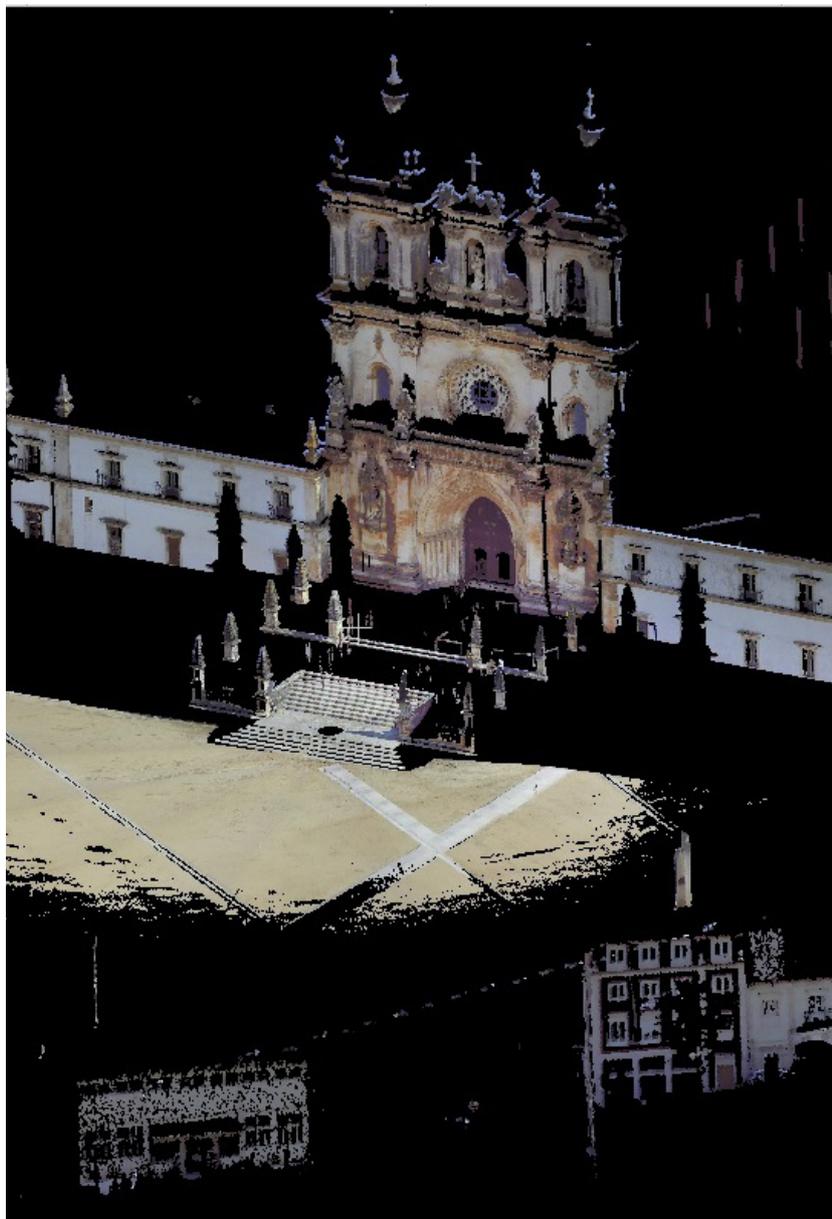
Reconstrução densa do segundo modelo fotogramétrico de testes criado. VSFM.

Anexo O.

Levantamento realizado com Scanner Laser 3D Terrestre, fornecido pelo CIAUD.







Anexo Q.

Levantamento realizado com Scanner Laser 3D Terrestre, fornecido pelo CIAUD.

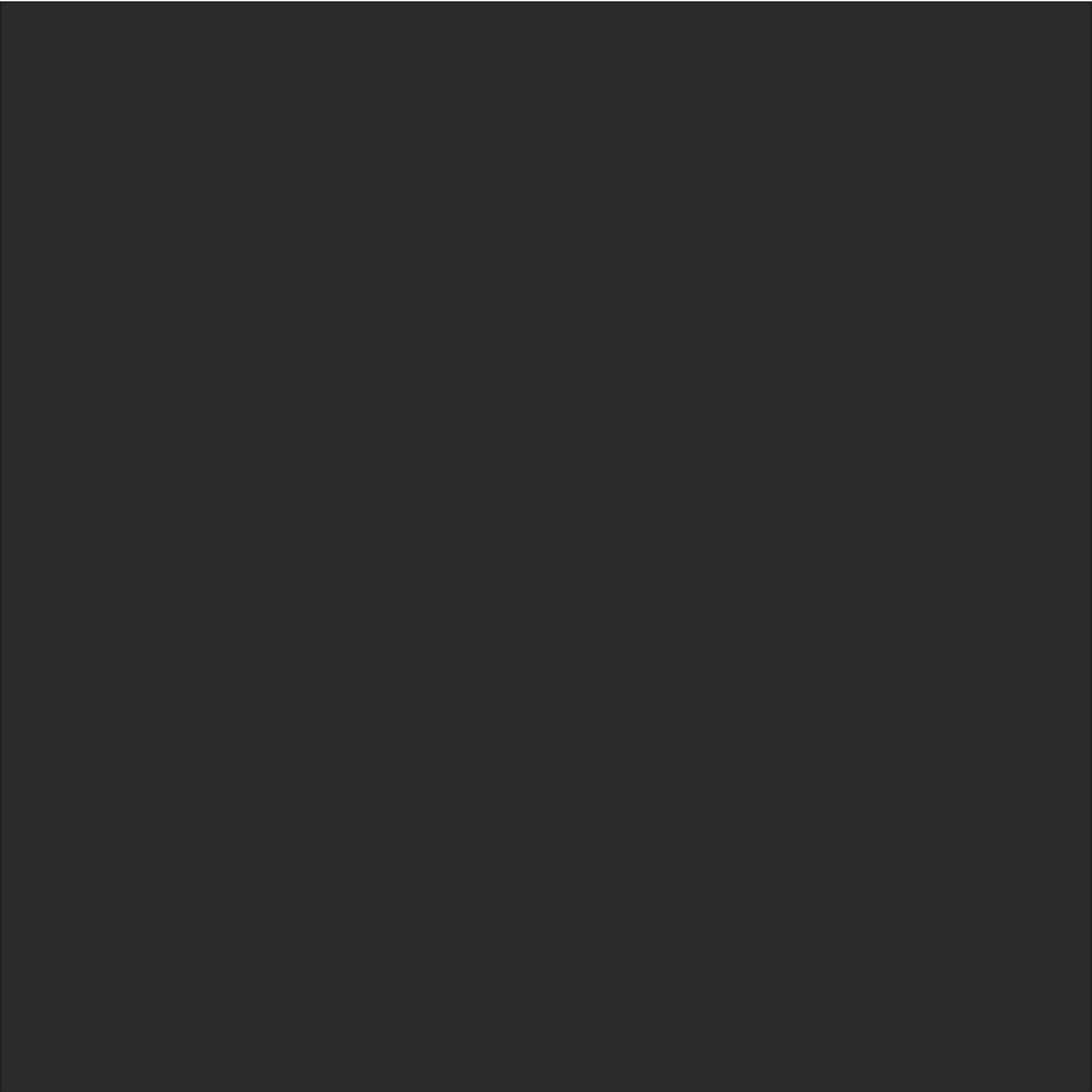


Anexo R.

Levantamento realizado com Scanner Laser 3D Terrestre, fornecido pelo CIAUD.

PARTE II - VERTENTE PROJETUAL

**A CIDADE, O PORTO E ARTE: RESIDÊNCIA ARTÍSTICA EM SINES.
ATELIERS PARA ARTISTAS PLÁSTICOS E GALERIA EXPOSITIVA.**



Sines

Sines é uma cidade situada no sudoeste de Portugal, pertencente ao concelho litoral do Alentejo, distrito de Setúbal, que se desenvolve de costas para norte (Lisboa). A sua posição geográfica, que avança sobre o mar, na costa portuguesa, confere-lhe uma característica de zona com grande potencial para a indústria. Aspeto que marca extremamente a imagem desta cidade hoje em dia, mostrando-se muito presente e manifestando-se no que tem sido o seu planeamento e crescimento.

Para além da sua forte característica industrial, Sines é identificada pela sua situação estrategicamente favorável para o domínio do território.

O antigo centro histórico desta cidade desenvolve-se sobre um alto planalto, sobre uma grande falésia quase impenetrável, voltada a sul sobre uma enorme baía, localizando-se numa área favorável tanto a nível visual como topográfico. Particularidade que confere à cidade um carácter de proteção.

Esta escarpa considerada como um dos grandes limites da cidade fez com que o seu crescimento se estendesse para norte, contudo, abraçada pela indústria, a cidade ao longo do tempo apresentou um crescimento desordenado. Com diversas configurações na sua malha urbana, torna-se claro a falta de planeamento prévio,



sendo comparada a uma manta de retalhos que se interliga por infraestruturas viárias.

O projeto a desenvolver corresponde à vertente prática de PFA, tem como local de intervenção Sines, surgindo no âmbito do “Concurso Universidades” integrado na programação da Trienal de Arquitetura de Lisboa 2016, com o Tema “Sines - Industria e Estrutura Portuária”.

Questões como, de que forma a arquitetura pode potencializar o aspeto industrial da cidade e sua capacidade transformadora, põs em discussão o potencial programático do local, procurando explorar relações e contextos que superem a

escala do território e do tempo. Assim o projeto Residências Artísticas e respetivos ateliers, desenvolvido ao longo do presente ano letivo surge no contexto de definir novos programas para esta cidade, incorporando uma reconfiguração dos tempos e do uso do lugar, de modo a explorar uma complementaridade entre as funções do habitar e do produzir.







Enquadramento Histórico

O nome dado à cidade de Sines deriva do termo “sinus” que significa enseada, nome este que surge associado à baía, uma das principais características geográficas desta zona.

Antiga vila piscatória e centro de veraneio, Sines sempre foi uma zona marcada pelo mar, usufruindo dos seus recursos económica e culturalmente. Esta cidade é fortemente marcada por acontecimentos históricos que desencadearam o seu crescimento e deram origem ao que é hoje. Uma das grandes figuras da história de Portugal, que vincula a relação de Sines com o mar, foi o navegador Vasco da Gama (ca. 1469-1524), descobridor do caminho marítimo para a

Índia, que nasceu e viveu em Sines.

Sendo uma zona extremamente cobiçada pela sua posição geográfica de grande destaque, Sines sempre se viu obrigada a proteger-se daqueles que a tentavam conquistar. Para sua defesa foram erguidas, sobre um ponto da sua falésia, as muralhas de um castelo, construído no século XV. Hoje em dia um dos melhores miradouros para a baía. A sua área é relativamente pequena, justificando-se por, na época em que foi construído a povoação já ocupar uma área demasiado grande para ser cercada.

Para além do castelo, ao longo da falésia foram



erguidos dois pequenos fortes, um em cada extremidade. Assim Sines contava com três pontos defensivos ao longo da falésia.

O crescimento urbano de Sines foi marcado por se desenvolver para norte da falésia, expandindo-se em direção aos campos agrícolas. O centro histórico da cidade estende-se ao longo da falésida desde o Castelo ao Forte do Revelim, o que proporciona à cidade magníficas vistas para o Atlântico em toda a sua extensão.

O centro histórico desenvolveu-se sobre dois eixos que a estruturam, e que sempre acompanharam e marcaram o seu crescimento, desde a

criação medieval da vila, a Rua Direita (atual Rua Teófilo de Braga) e a Rua da Praça (atual Rua Cândido dos Reis). A primeira (este-oeste), paralela ao mar, corresponde ao primeiro caminho de que há registo de chegada a Sines, uma reta que ligava o interior alentejano ao porto, passando pelo rossio que marcava a entrada na cidade. Era o espaço económico de sociabilidade. A segunda (norte-sul), perpendicular à primeira, tratava-se de um caminho que fazia a ligação do centro histórico de Sines com a baía, passando pelo castelo e pela Igreja Matriz do Salvador. A Praça Tomás Ribeiro (ou largo dos Correios) corresponde ao ponto de cruzamento das duas ruas, podendo-se considerar o centro



da cidade. Era onde se situavam as principais igrejas e foi o local do primeiro mercado.

No final do século XIX dá-se a chegada a Sines de dois irmãos, Charles e Samuel Pidwell. Estes vieram em busca de desenvolver atividades nesta zona, na área agrícola no ramo da cortiça. Descendentes de uma família burguesa mandaram construir duas casas à imagem de onde vinham, Cornualha, a Casa de Santa Isabel e a Casa Pidwell, localizando-se no centro da vila, contrariamente ao que era costume das famílias endinheiradas.

têm um valor marcante na cidade de Sines. As suas implantações formam entre si no território um triângulo, que permitia o seu total domínio.

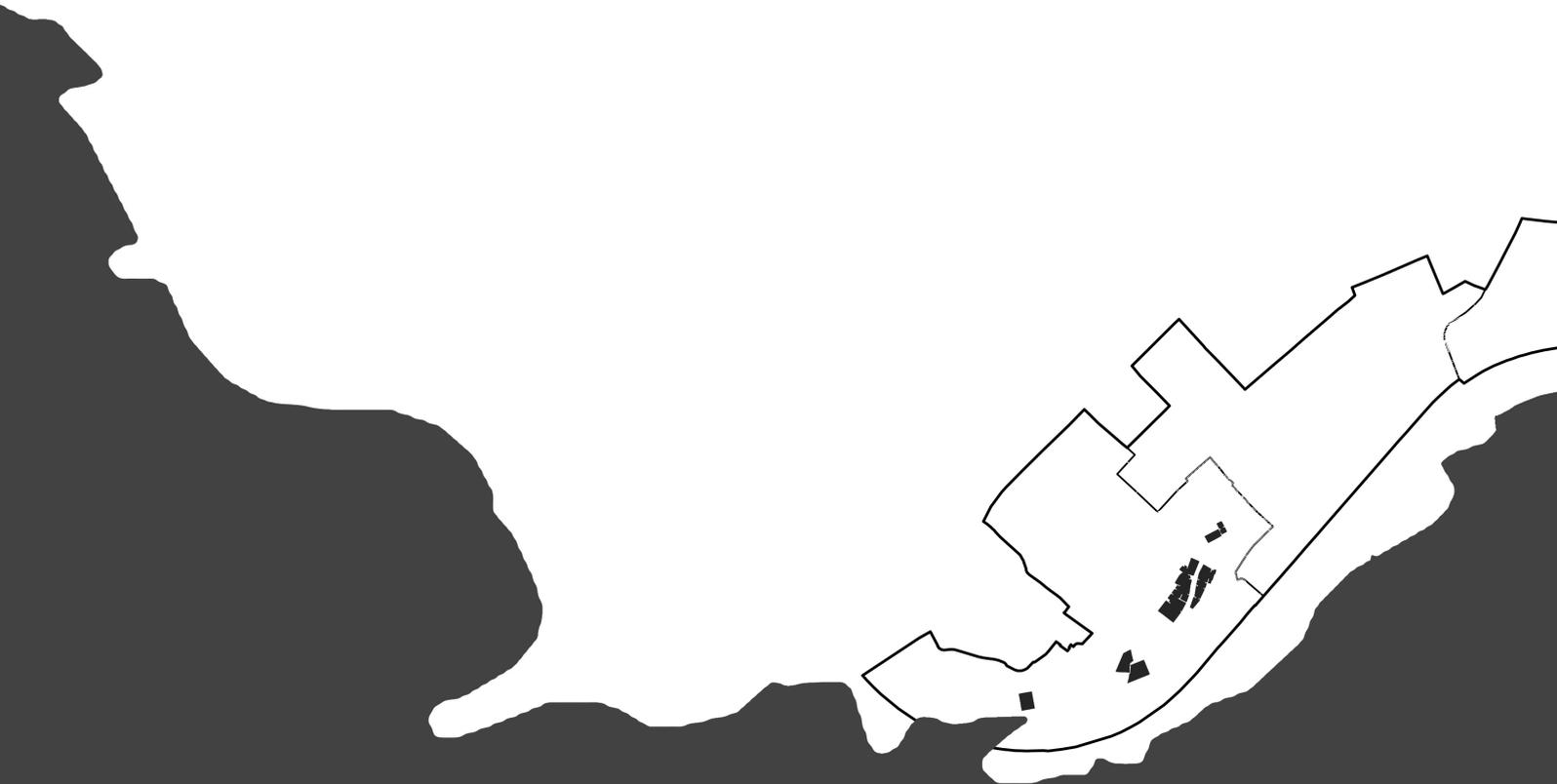
Sines ao contrário do que hoje é visível, nem sempre foi uma cidade industrial e portuária, mas sim um local com história e memórias de gente e acontecimentos, rica em património é uma colisão de vários tempos que hoje em dia se misturam e coexistem.

132

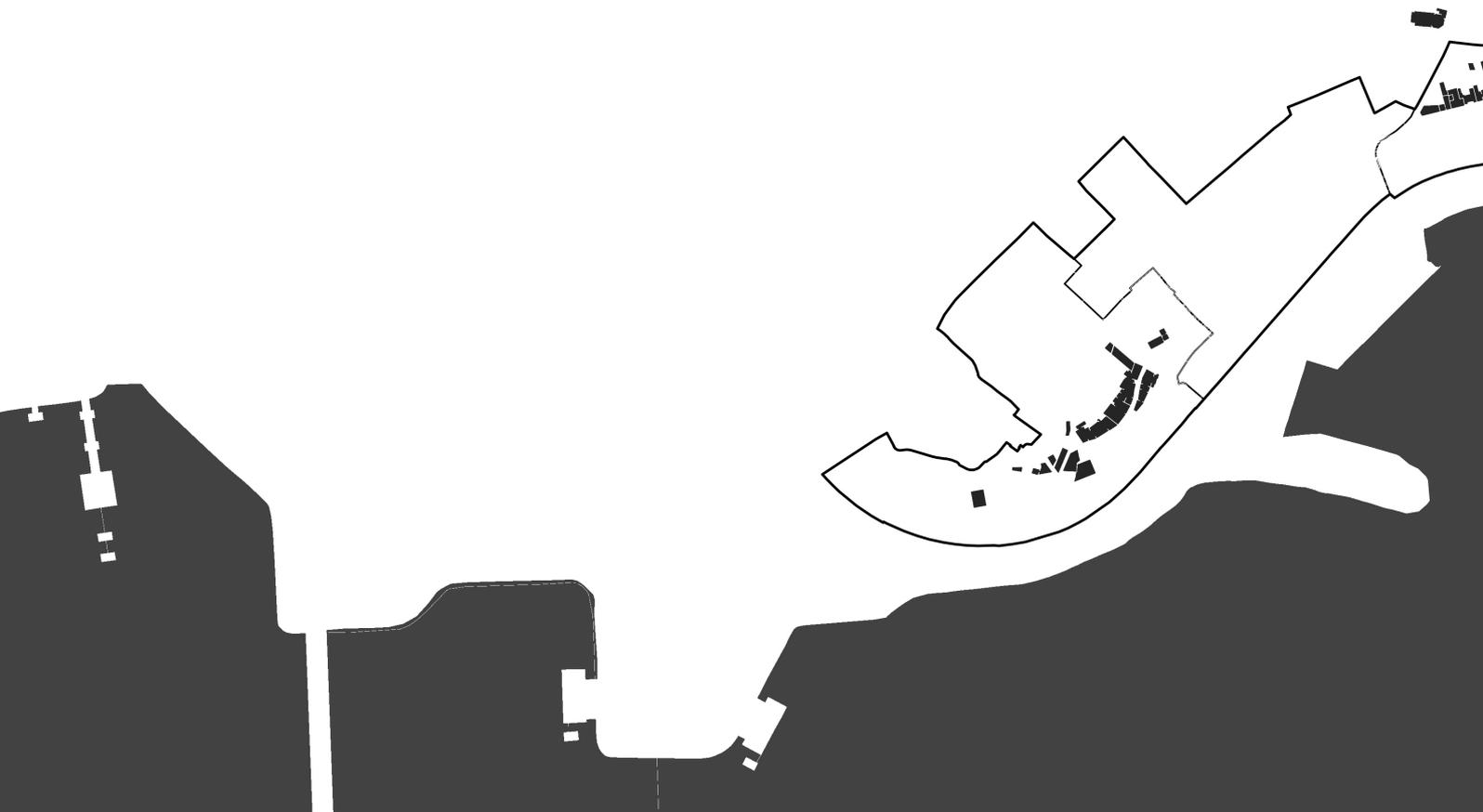
As habitações construídas pela família Pidwell

























Enquadramento Urbano

Sines é marcada por uma topografia naturalmente acidentada, com a presença muito forte de uma escarpa a sul do núcleo urbano.

Geograficamente Sines encontra-se encastrada entre a pedra, a encosta, o porto, os pipelines e o anel industrial que a abraçam. Os vários complexos industriais funcionam em complementaridade, interligando-se por um sistema rodoviário que envolve Sines. Dado esse cerco por essas infraestruturas dá-se a impossibilidade de Sines crescer para os terrenos expectantes que a envolvem, por questões de segurança. Sines pode ser visto como um concelho de trabalho que se organiza em três sectores, portuário, urbano e industrial, sendo definida como um polo tão importante quanto Lisboa ou Setúbal.

A morfologia do território consiste no reflexo do desenvolvimento urbano do território, que determina a sua estrutura e expansão urbana. A estrutura deste território sintetiza a morfologia do espaço na sua relação com o oceano, necessidades defensivas e aproveitamento das áreas mais produtivas, onde se inseriu a indústria e desenvolvimento portuário. Este aparecimento da indústria estabeleceu novas formas e orientações de crescimento urbano, definindo

diferentes relações espaciais.

No desenvolvimento da área urbana da cidade, a imponente escarpa com o passar do tempo sofreu diversas alterações, perdendo o seu carácter arborizado e sendo rasgada com acessos à sua cota inferior, onde se localiza a praia Vasco da Gama. Estas alterações fizeram com que perdesse a força protetora, apesar de manter o seu carácter imponente, tornando-se numa barreira permeável.

A atual configuração que o território de Sines apresenta confina a leitura de espaços autónomos - porto, indústria e centro urbano - que definem a atual morfologia do território. No desenvolvimento urbano da cidade a existência das infraestruturas que a envolvem definem o seu crescimento, podendo ser visto como a principal limitação da cidade de Sines.

Indústria Petroquímica

Oleoduto

Petrogal

Terminal Petrolero

Porto de Pesca

Terminal Petroquímico

Porto de Recreio

Pedreira

Terminal de Carga

Terminal Multipurpose

Terminal XXI_Terminal de Contentores

Terminal XXI_Expansão

Central Termoelétrica





-  Redes Viárias Principais
-  Redes Viárias Secundárias
-  Rua Direita | Rua Perpendicular (Cardos | Decumanus)
-  Largos | Praças
-  Espaços de Lazer e Recreio
-  Parques de Estacionamento



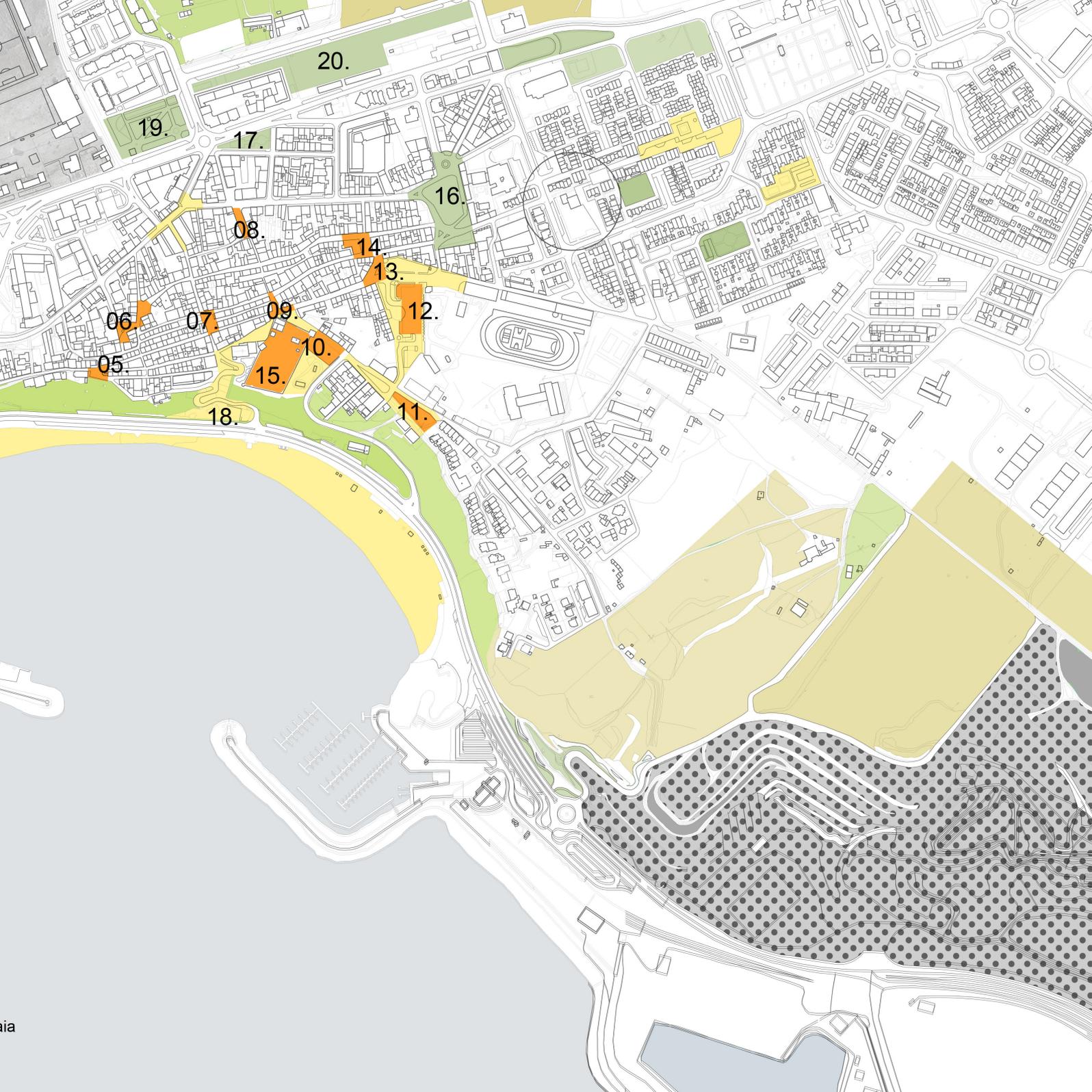
N120-1
Cercal

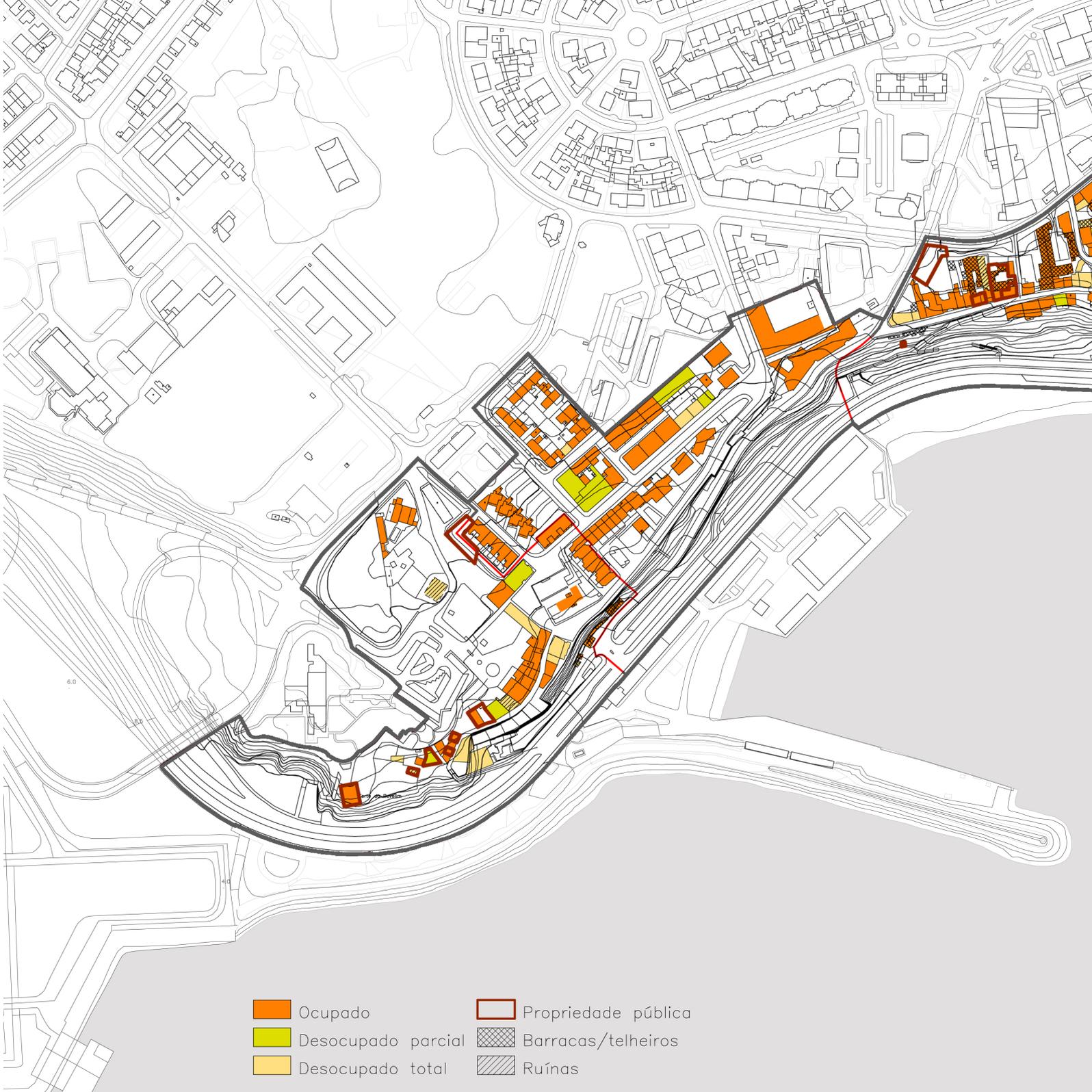


- Espaços Verdes Qualificados
- Espaços Verdes de Protecção e Enquadramento
- Parque de Campismo
- Zona Reservada à Industria Portuária
- Pedreira
- Terrenos Baldios
- Terrenos Agrícolas
- Praças | Largos
- Zonas de Lazer e Recreio

- 01. Largo Senhora das Salas
- 02. Largo dos Pescadores
- 03. Largo Professor Sines Fernandes
- 04. Largo Judice Fialho
- 05. Largo dos Penedos da Índia
- 06. Largo da Atalaia
- 07. Largo Tomaz Ribeiro
- 08. Largo Afonso Albuquerque
- 09. Largo do Castelo
- 10. Largo João de Deus

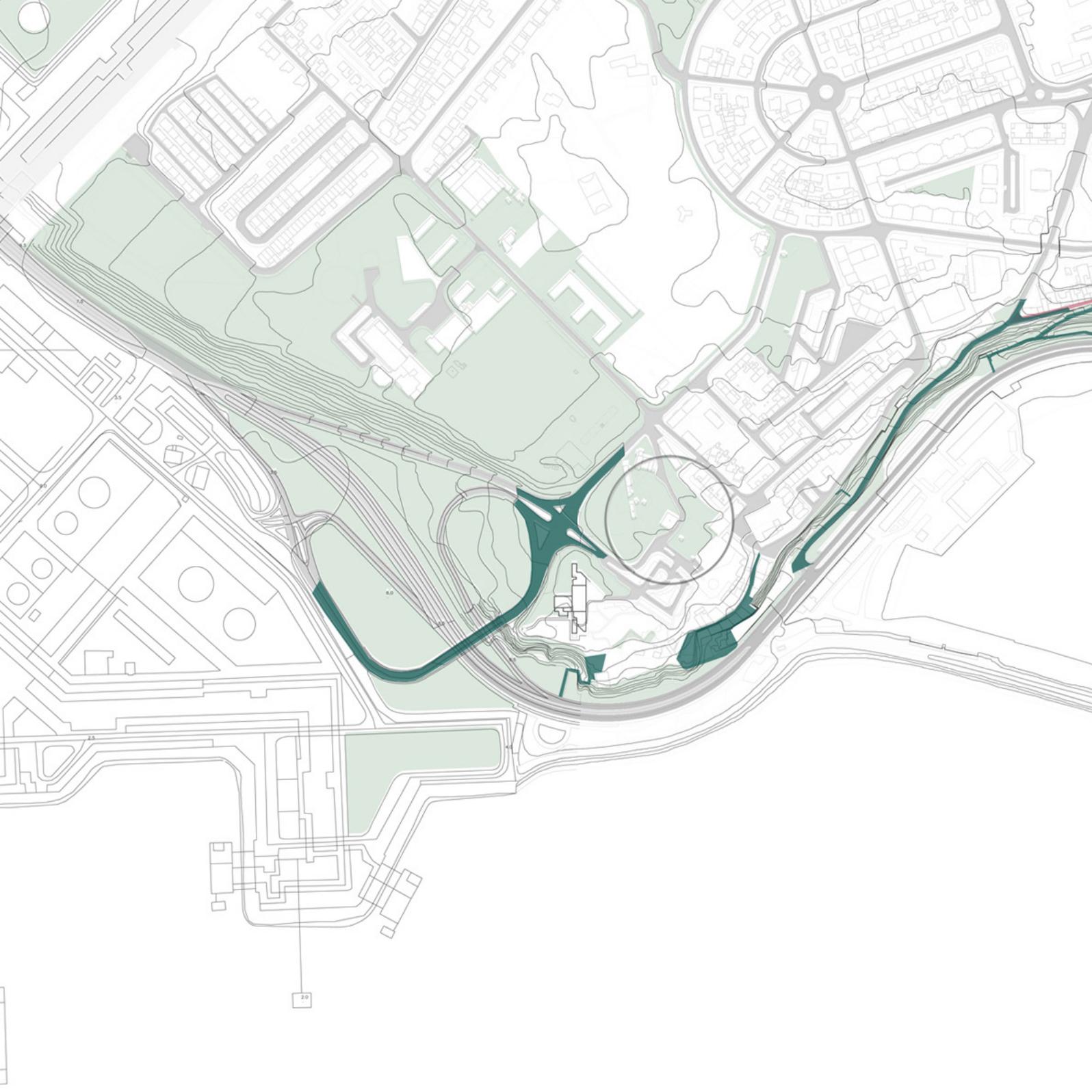
- 11. Largo Ramos da Costa
- 12. Largo 5 de Outubro
- 13. Largo Gago Coutinho
- 14. Largo Dona Aninhas
- 15. Castelo de Sines
- 16. Praça da República
- 17. Largo da Boavista
- 18. Jardim das Escadinhas do Muro da Praia
- 19. Jardim das Descobertas
- 20. Jardim Alameda da Paz





- | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|  | Ocupado |  | Propriedade pública |
|  | Desocupado parcial |  | Barracas/telheiros |
|  | Desocupado total |  | Ruínas |







Residências Artísticas

As residências artísticas apresentam-se na maioria dos casos inseridas em zonas urbanas informais. As suas localizações surgem em contextos urbanos onde por norma existem três tipos de serviços na proximidade, como, hotéis, restaurantes e espaços verdes. Nos serviços que pertencem às próprias residências podem ser destacados (existindo na maioria dos casos) uma biblioteca, galeria e espaços de ensino para formação, permitindo ao artista melhorar o estado de arte, e através de espaços expositivos apresentar os trabalhos realizados na própria residência.

154

O facto que leva a que na maioria as residências artísticas se localizem em meios urbanos, inclusive cidades históricas, resulta da proximidade com espaços de cultura e referências artísticas em diversas áreas, assim como a facilidade de acessos, estando perto de transportes públicos.

Contudo esses fatores não condicionam a localização de residências artísticas em espaços mais isolados.

Cada residência artística é vocacionada para um determinado público alvo, contudo é constante a presença de artistas plásticos, performers

e escritores, e apresentam vagas para um período de permanência de três meses a um ano.

A vida social nas residências artísticas é marcada por permitir ao artista escolher entre trabalhar isolado no seu quarto / estúdio, ou em conjunto, num ambiente comum aos artistas hospedados, promovendo uma ligação e discussão entre os artistas residentes e divulgação de arte dos mesmos.





Espaço de Atelier

Os espaços de trabalho para os artistas têm na maioria uma área razoável, respondendo à possível necessidade de um trabalho mais privado no quarto / atelier, observando-se que a própria liberdade na disposição do espaço esteja propícia a uma dinâmica pessoal própria do artista, interligando a área de trabalho e a zona privada e pessoal.

O espaço destinado ao artista, em termos gerais, apresenta, na maioria dos casos, mais de 30m² de área total, sendo preferencialmente aberto e em planta livre. A luminosidade no interior geralmente apresenta-se fraca ou mediana, e o pé-direito também varia entre o normalizado de 2.40 metros e um pouco acima deste valor.

Definições

Informal: um atelier é um espaço destinado à criação artística. Pode estar no espaço de trabalho de um artista é uma oportunidade de entrar em contacto com as intenções, inspirações e processos criativos deste, podendo ser melhor entendida a sua obra. A arquitetura do espaço está dependente da disciplina neste praticada, influenciando o tipo de iluminação, materiais e sua dimensão.

Técnica: o termo atelier é um estrangeirismo que significa “lugar onde um artista trabalha”. Refere-se ao espaço físico reservado onde o artista ou conjunto de artistas produz arte. É evocado como o substituto físico da mente do artista.

Citações relevantes: “o atelier, é um espaço ao qual o artista se entrega para a vida, é naturalmente importante, não só como local de trabalho, mas como fonte de inspiração. E geralmente consegue, de uma forma ou de outra, transformar-se no seu produto”. Grace Glueck, jornalista de arte, Nova Iorque, E.U.A.



Artista Plástico

Na contemporaneidade, os ateliers de um pintor, escultor ou desenhador, fundem-se num mesmo espaço com as mesmas características. Usualmente é caracterizado por ter vãos que permitam uma boa grande quantidade de iluminação natural, preferencialmente virados a norte. O pé-direito do atelier é geralmente mais alto e em alguns casos verifica-se duplo pé-direito. As dimensões médias consistem num espaço de 5x7 metros com pé-direito de 5 metros.



Musico

O estúdio de um músico poderá ter várias configurações que irão depender do género musical do artista. As suas dimensões têm sempre a condicionante da acústica, pois a dimensão mínima recomendada é de 70m³. Relativamente à luz esta poderá ou não vão de entrada de luz natural. A materialidade é um aspecto muito importante devido ao isolamento acústico, normalmente o pavimento é em madeira, e nas paredes como no teto são fixados painéis para absorção do som.



Escritor

O atelier do escritor não possui uma dimensão predefinida, contudo têm diversos espaços num só. Este tipo de espaço conta com uma zona de leitura, escrita, repouso / meditação, e estantes para os livros do artista. Relativamente aos vãos, estes são direcionados a norte, evitando a incidência de luz direta. Geralmente o posicionamento da secretária encontra-se junto a um dos vãos, perpendicularmente a este.

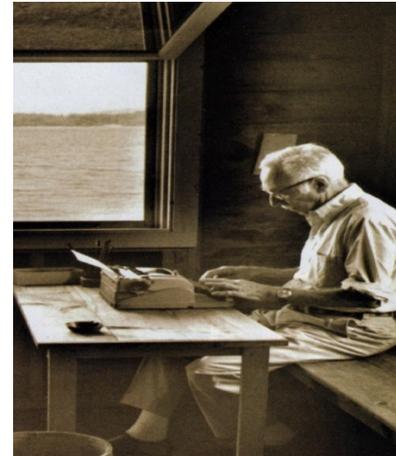
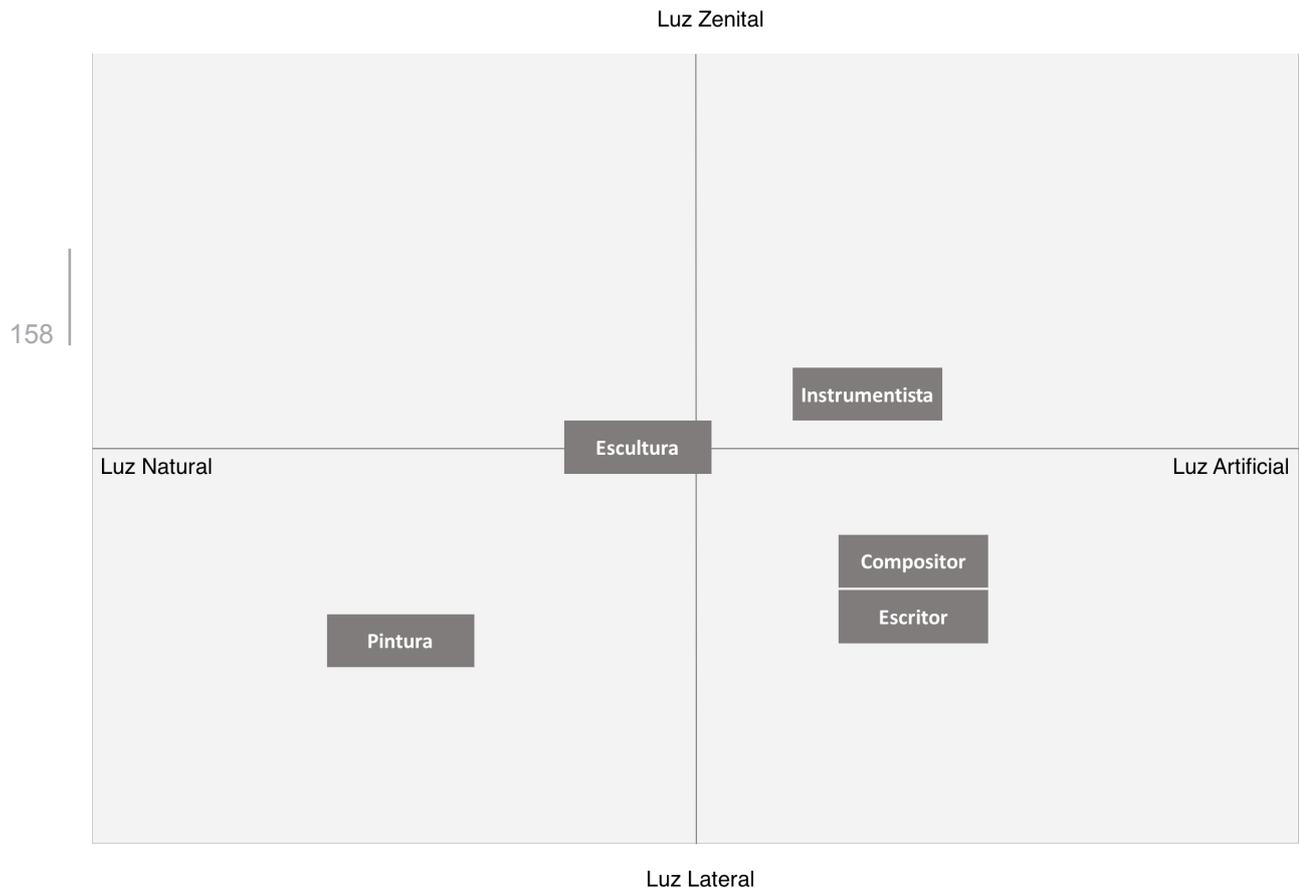
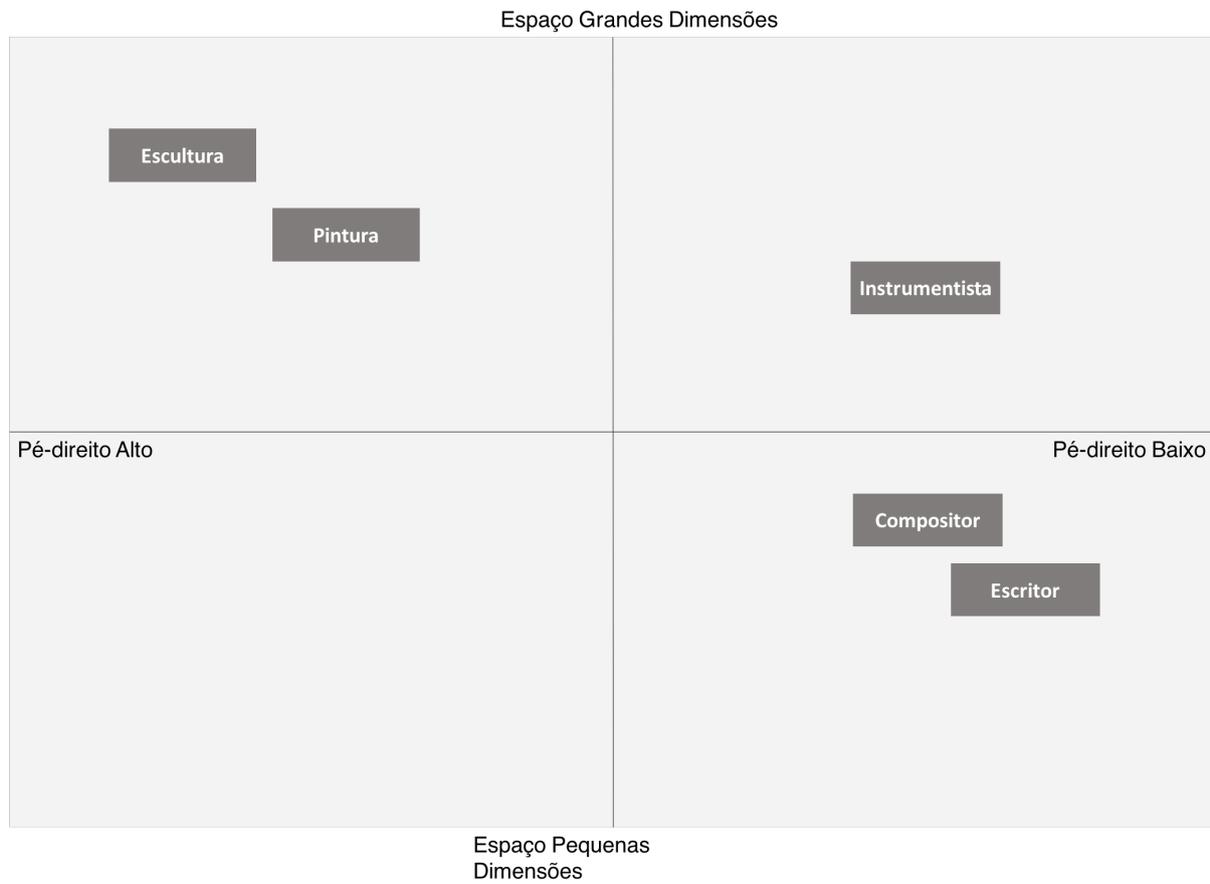


Diagrama de Correlações Programáticas





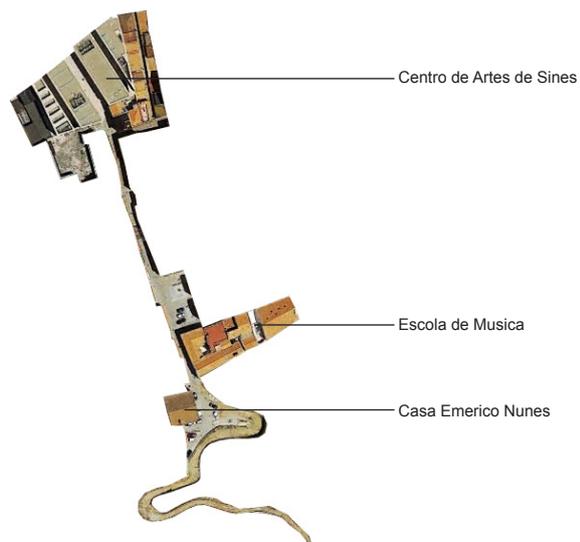
Proposta de Grupo

O projeto de Residências Artísticas em Sines surge da vontade de regenerar o núcleo urbano do centro histórico, estendendo as suas potências artístico culturais.

O local para a escolha do desenvolvimento do projeto foi a Rua Cândido de Reis, uma rua histórica e estruturante no crescimento de Sines. A pertinência desta opção prende-se com o facto de ser uma rua já marcada pela existência de equipamentos culturais (Centro de Artes de Sines, Escola de Música, Casa Emerico Nunes), podendo assim potencializar o uso desta, assumindo-a como “Rua das Artes”.



162





A proposta apresentada consiste em grupos de residências artísticas e respetivos locais de trabalho “ateliers”. Estas encontram-se impan-tadas em pontos estratégicos, interligadas por uma galeria expositiva subterrânea, que surge enquanto prolongamento do piso subterrâneo expositivo do centro de artes de Sines, estendendo-o, subterraneamente ao longo da rua e desaguando na falésia. É, portanto, intensão de fazer a expansão do programa artístico e exposi-tivo do centro de artes, através de uma galeria subterrânea que se interliga às intervenções na superfície através de espaços que complemen-tam o programa correspondente à superfície.

164

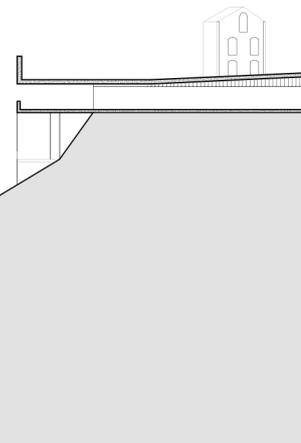
Apesar das implantações incisivas da proposta, pretendeu-se que os volumes arquitetónicos se impusessem perante o restante centro histórico, assumindo volumetrias aparentemente maciças, mas mantendo a escala de cidade.

Os artistas para os quais foi pensado o programa dividem-se em três grupos: Artes Plásticas, Música e Letras. Consoante a arte em questão, foi escolhida a localização ds residências e ateliers, relacionando-os com a envolvente.

As habitações dos artistas plásticos localizam-se junto ao Centro de Artes, recuperando uma anti-ga vila operária, e os ateliers foram implantados

no Pátio das Artes (anexado ao Centro de Ar-tes), reconfigurando-o e dando um uso apropria-do ao nome. No Pátio faz-se um dos acessos à galeria expositiva subterrânea, relacionando esta submersão com um espaço expositivo cen-trado no trabalho destes artistas que ocupam a superfície.

Aproveitando a Escola de Artes, localizada jun-to à Igreja da Matriz e do Castelo, opta-se por implantar aqui as Residências para os Músicos. Desenvolve-se um volume permeável ao nível do solo que estende a Praça Tomás Ribeiro, an-tigo centro cívico de Sines, para o largo junto da Muralha do Castelo, local atualmente utiliza-do para as festividades da cidade e como área de convívio dos alunos da Escola de Artes, es-tudantes de música. É feito ainda um acesso à galeria expositiva, na zona permeável que liga a praça ao largo do Castelo, providenciando a ligação dos músicos às suas salas de ensaio e a ligação da superfície com um auditório subter-râneo.

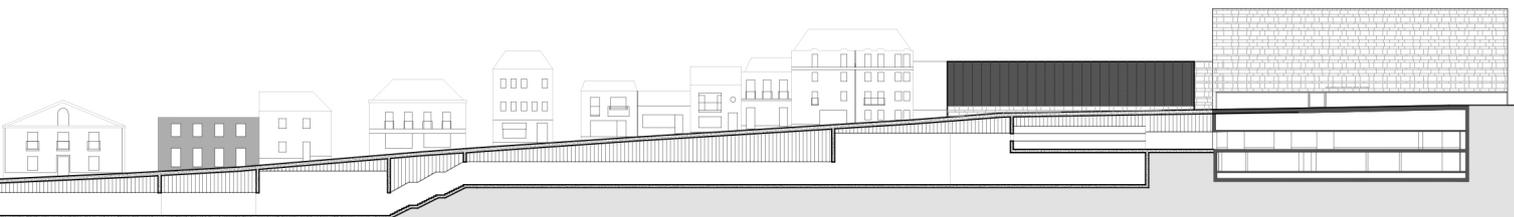


As Residências para os Escritores encontram-se submersas na encosta, criando o Largo das Artes acima destas, com uma fantástica vista sobre a baía. Os artistas aqui disfrutam da calma do isolamento e da reflexão excecional com a baía, que lhes é dada pela sua implantação.

Foi ainda notado que o adro da Igreja da Matriz sofreu um desarranjo, sendo do interesse dos habitantes de Sines que o adro volte a ter uma configuração apropriada, desafogada e agradável à permanência e circulação. Assim a estrada que faz a ligação desta zona do centro histórico com a baía é retirada a fim de reconfig

urar o adro e incluir o refeitório dos artistas abaixo deste, fazendo o acesso pela Rua Cândido dos Reis, e projetando-se uma ligação pedonal, pela encosta, a partir do final da galeria até à Av. Vasco da Gama.

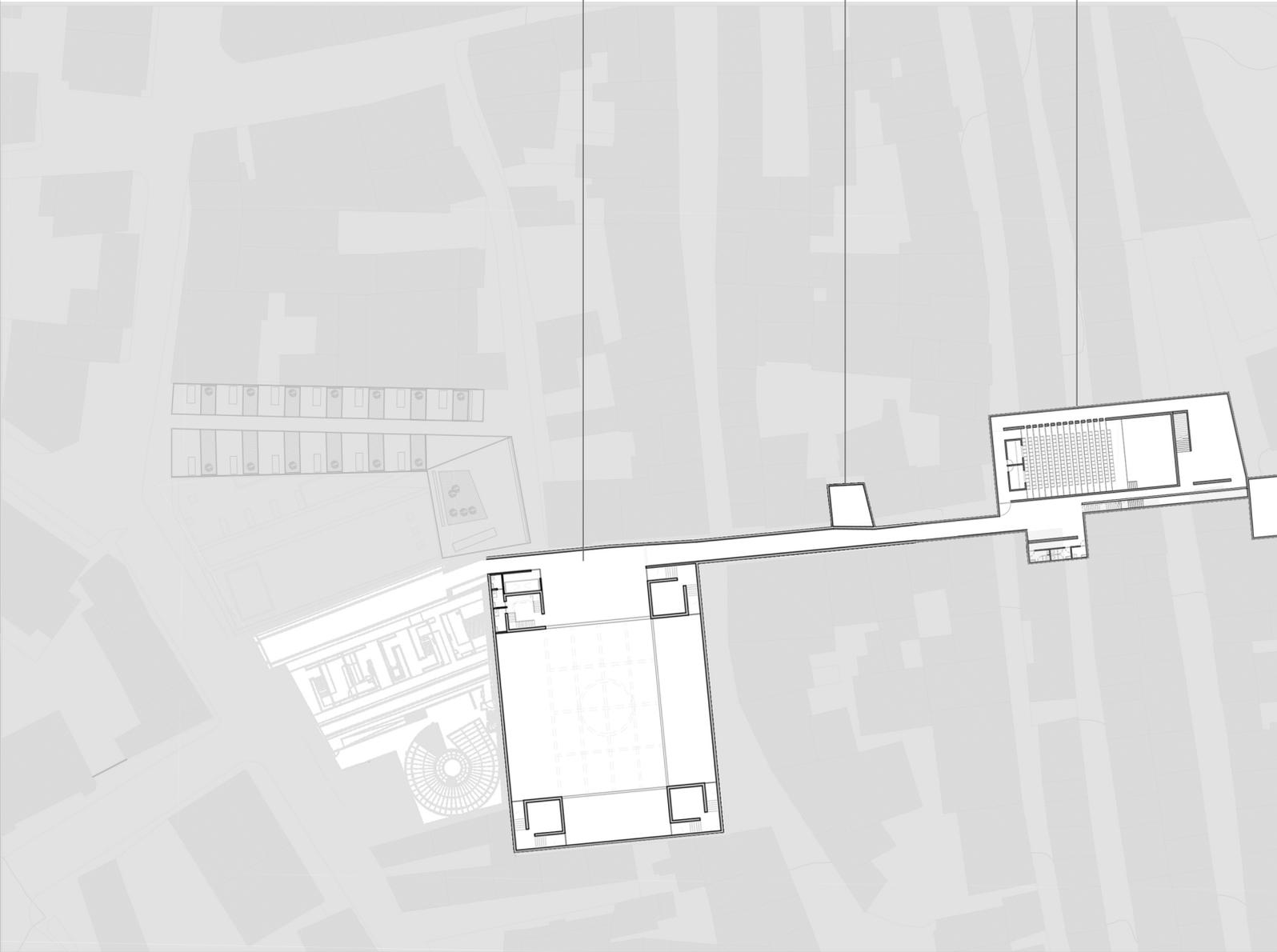
É criado assim um percurso de galeria com um carácter expositivo e multidisciplinar que dá continuidade ao programa artístico e expositivo do Centro de Artes, com consequente regeneração de três espaços públicos onde estarão implantadas as residências, com o programa de apoio não só às mesmas, mas também aos espaços públicos.



Espaço Expositivo dos
Artistas Plásticos

Poço de Iluminação Natural
da Galeria

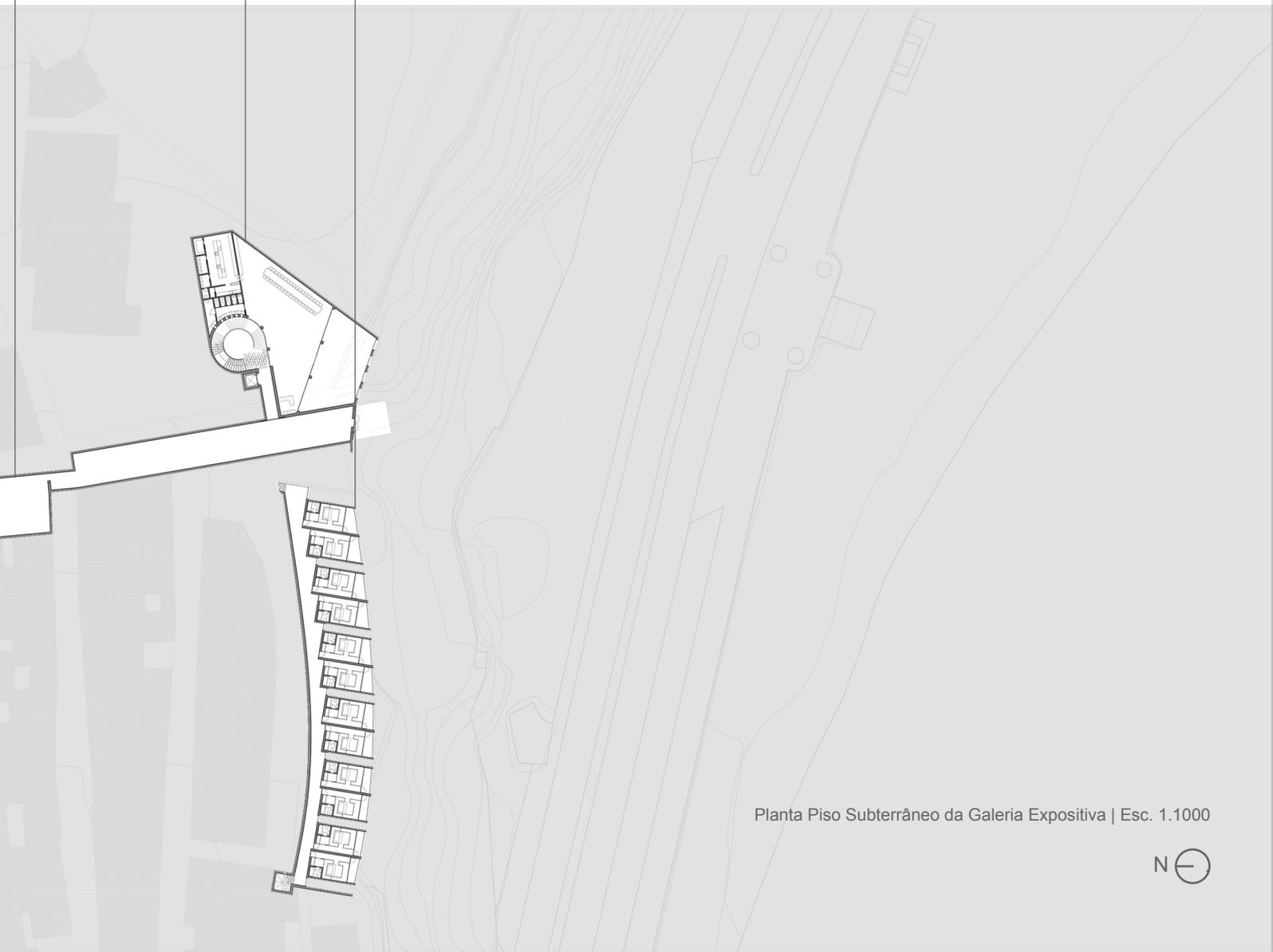
Auditório



Poço de Iluminação Natural da Galeria

Refeitório/
Restaurante

Residências dos Escritores



Planta Piso Subterrâneo da Galeria Expositiva | Esc. 1.1000



Residências dos
Artistas Plásticos

Ateliers dos Artistas
Plásticos

Poço de Iluminação Natural da Galeria

Residências dos
Músicos



Poço de Iluminação Natural
da Galeria

Largo das Letras

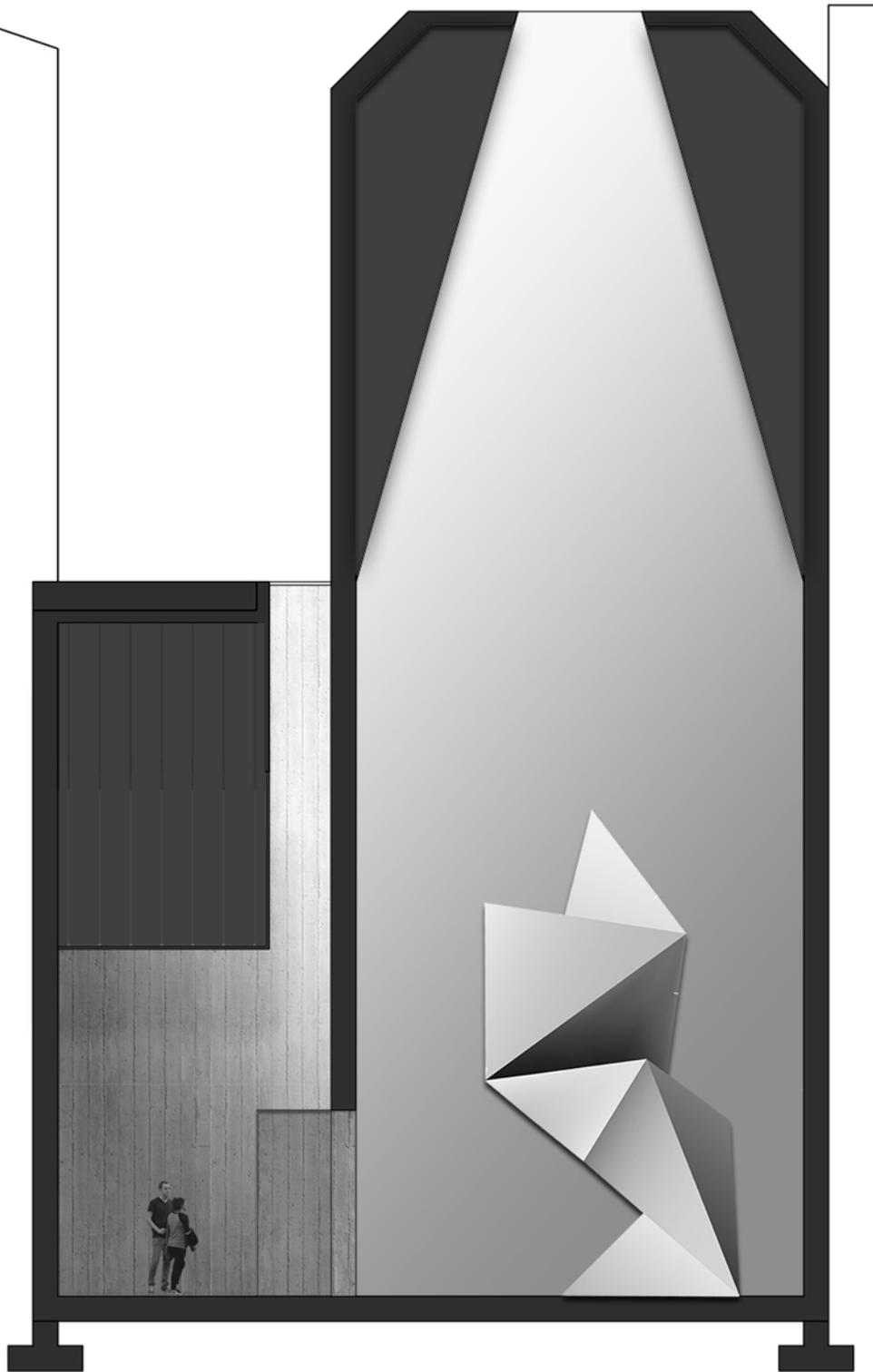


Planta da Proposta Geral | Esc. 1.1000



“A arquitetura é fisicamente o lugar de todas as artes: nela repousam esculturas, dela se suspende e inscrevem as mais diversas pinturas, nela se refugiam todos os instrumentos e partituras de música e ecoam os seus sons e, dentro dela, arrumam-se e desarrumam-se todas as obras de literatura.”

(FARIA, Eduarda Lobato. Imaginar o Real: o enigma da concepção em arquitetura.)



Proposta Individual

O Lugar

A tardoz do Centro de Artes de Sines, com ligação à Rua Marquês de Pombal, Rua Cândido dos Reis e Rua Pêro de Alenquer, situa-se o pátio das artes. Uma praceta polivalente que foi desenhada para acolher vários eventos da cidade de Sines. A criação deste pátio teve como objetivo qualificar as traseiras do centro de artes, com o intuito de dignificar o exterior de um edifício de grande valor arquitetónico. Contudo este espaço encontra-se hoje em dia desaproveitado, devido ao facto de estar cercado pelos quintais dos edifícios que o cercam, estando “escondido” e pouco valorizado.

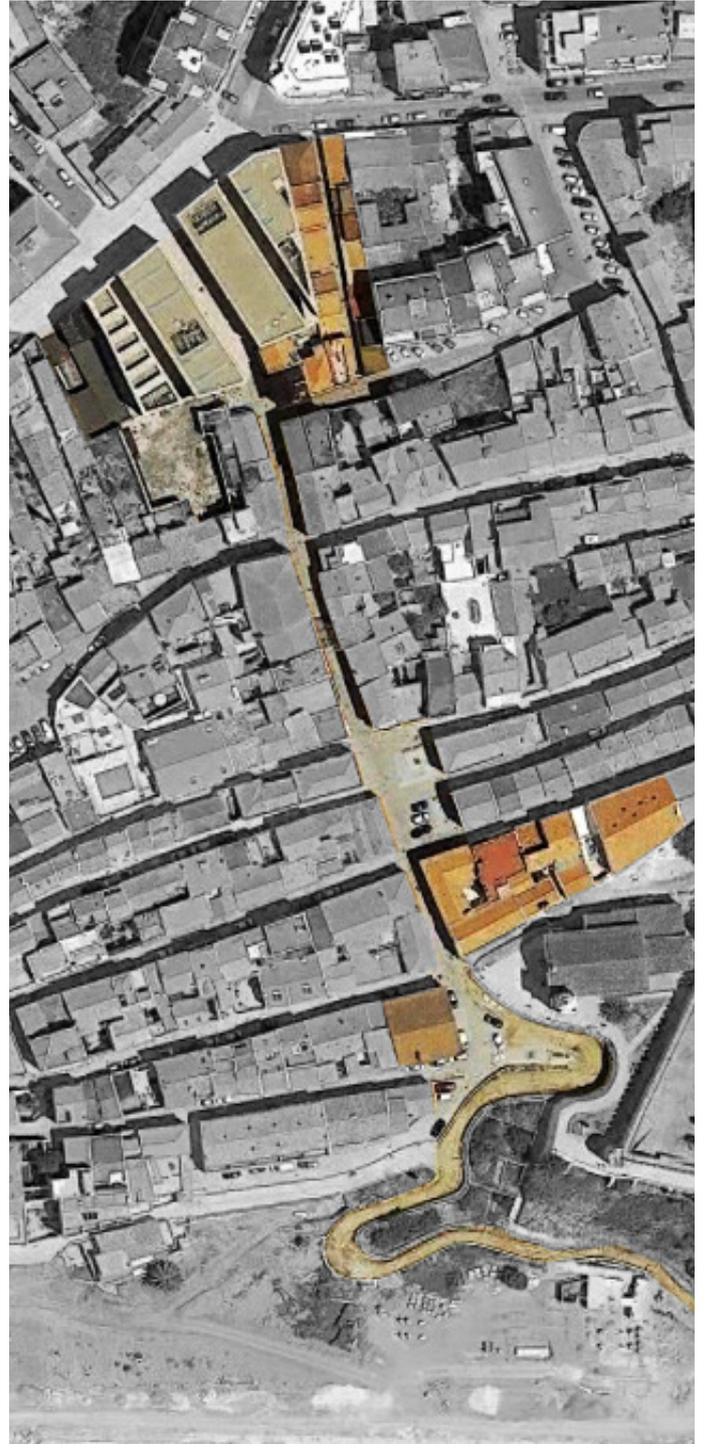
174 Dado o potencial do lugar, optou-se por requalificá-lo, conferindo-lhe um novo uso, destinado aos ateliers dos artistas plásticos, mantendo a memória do lugar, enquanto pátio e aos fins a que se destinava, dando a qualidade de local para produção de arte e preservando o seu carácter urbano.

O presente projeto centra-se na criação de um pátio pavimentado, enquadrado por ateliers destinados a artistas plásticos (já posto como hipótese na memória descritiva do projeto do pátio), e subterraneamente um espaço expositivo, pertencente à galeria expositiva da proposta

de grupo, destinado a expor os trabalhos produzidos nos ateliers.

Para a conceção deste projeto, propõe-se a demolição de edifícios confinantes que se encontram na sua maioria desocupados e em degradação, com fim de os substituir por um novo volume único que irá acolher os ateliers e configurar o pátio no seu interior.



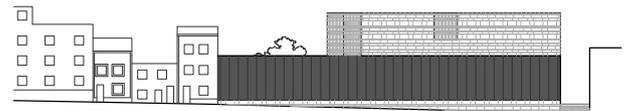
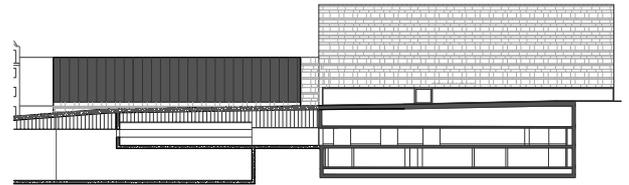
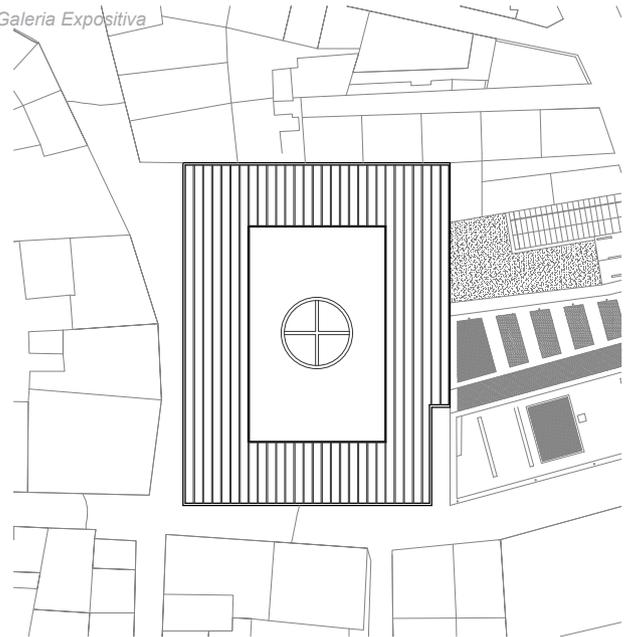


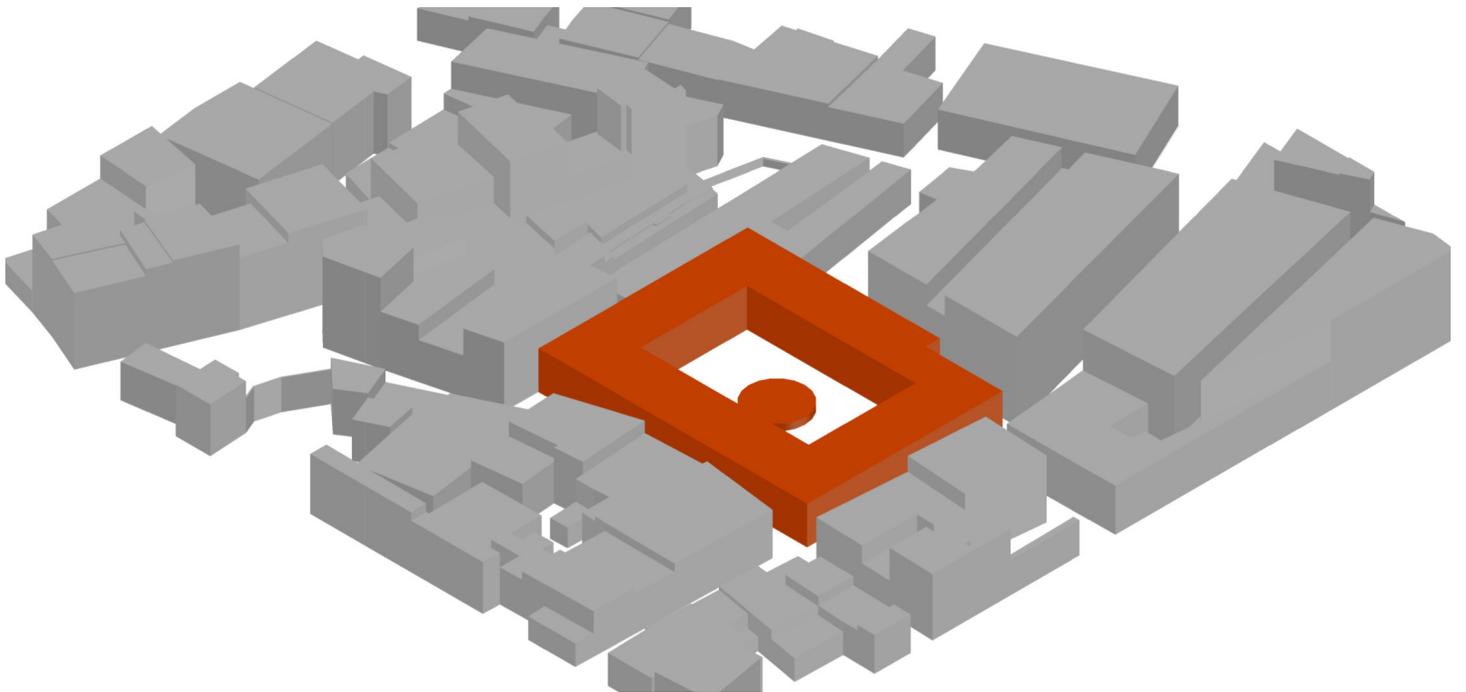
O Projeto

A inserção urbana para o novo volume destinado aos ateliers dos artistas plásticos foi um elemento sensível ao desenvolvimento da proposta, tendo sido determinante a opção por manter a memória da estrutura urbana e preservar o carácter de ocupação do lugar, que marca esta zona. Assim o novo volume arquitetónico, paralelepípedo, com um vazio ao centro, pretende respeitar a hierarquia dos edifícios pré-existentes, apresentando-se, uma proposta que volumetricamente estabeleça uma relação harmoniosa e proporcional com as frações vizinhas.

176

Dada a intenção para o projeto de um volume que viva exclusivamente para um pátio no seu interior, a sua fachada exterior não apresenta qualquer tipo de vão, constituindo-se por planos completamente cegos, transmitindo um carácter de proteção e de barreira impenetrável, dentro do qual os artistas se isolam e trabalham, completamente recolhidos do mundo exterior, remetendo este espaço para um lugar de retiro para produção de arte.





O Programa

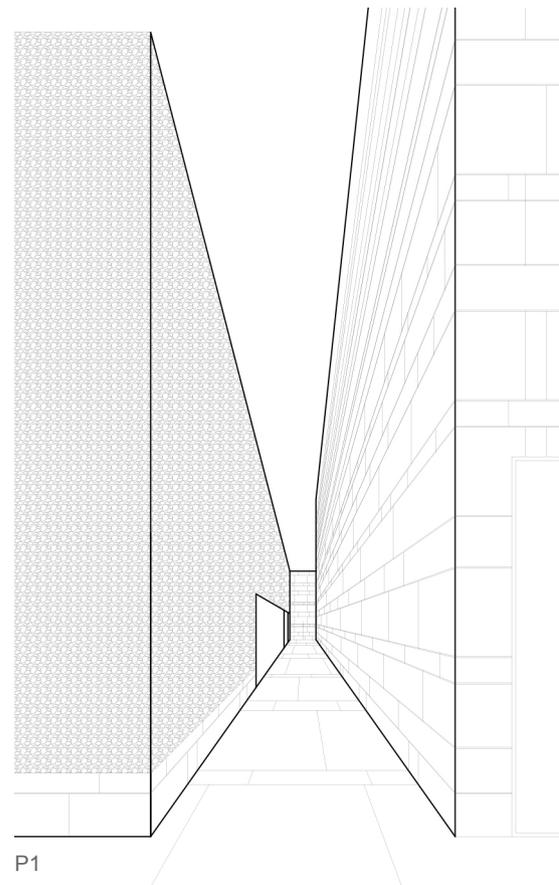
O programa para este novo espaço conta com um conjunto de doze ateliers para artistas plásticos, divididos em três tipologias, um espaço de armazenamento de materiais comum a todos os ateliers, e um espaço de recepção e respetiva administração, por onde se faz a entrada no pátio assim como no espaço expositivo subterrâneo.

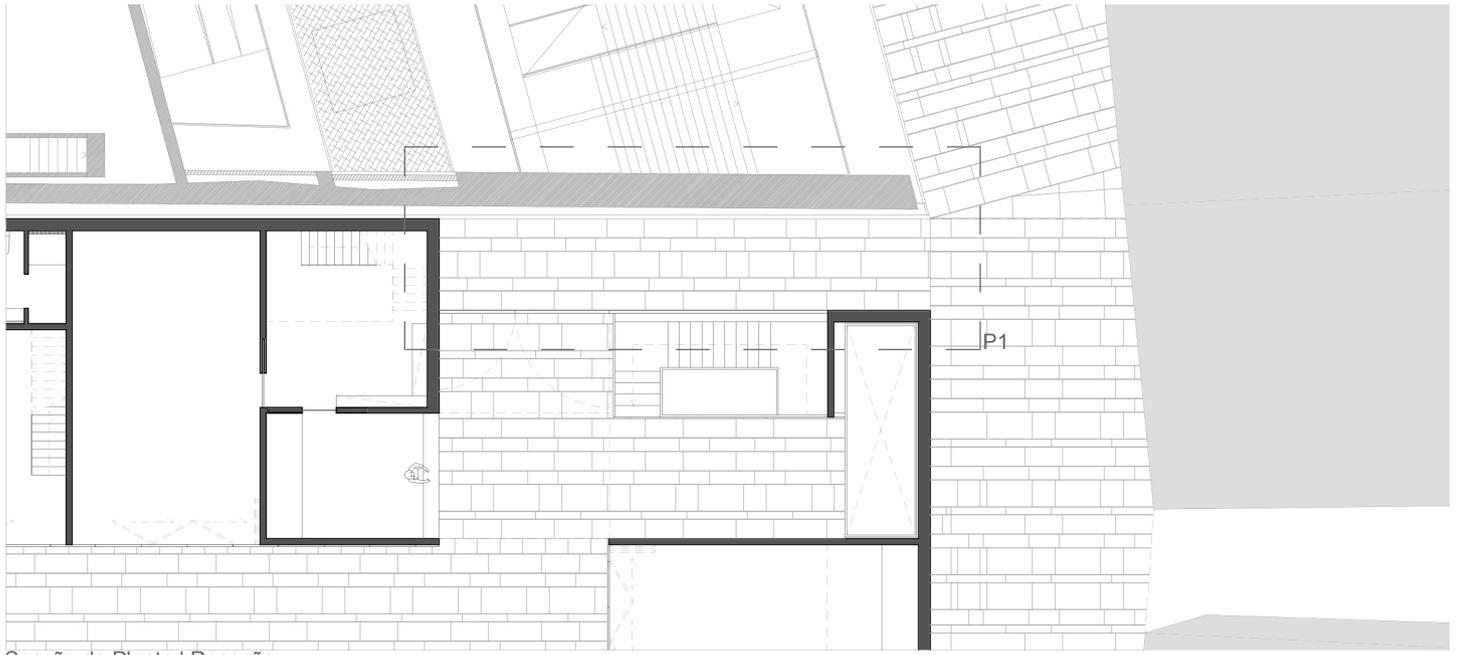
A Recepção

A recepção é o local de entrada tanto no pátio como no espaço expositivo. O seu acesso faz-se pela Rua Cândido de Reis por um interstício que faz a separação volumétrica entre o Centro de Artes e o novo volume. Este interstício pretende trabalhar a continuidade entre o Centro de Artes e o novo edifício dos ateliers. Trata-se de continuar uma frente de rua onde se projeta um novo corpo que faz um prolongamento do Centro de Artes, fazendo com que o edifício já existente e o novo passem a constituir um conjunto.

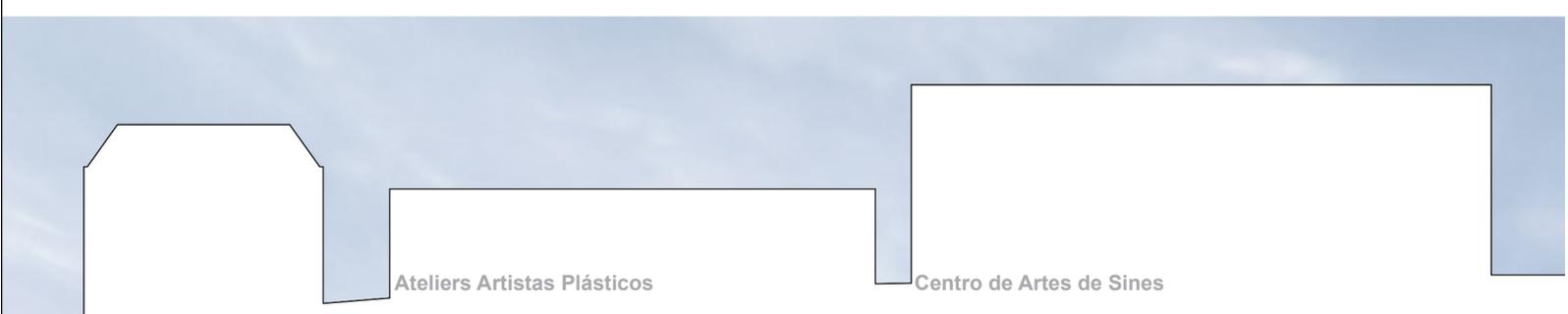
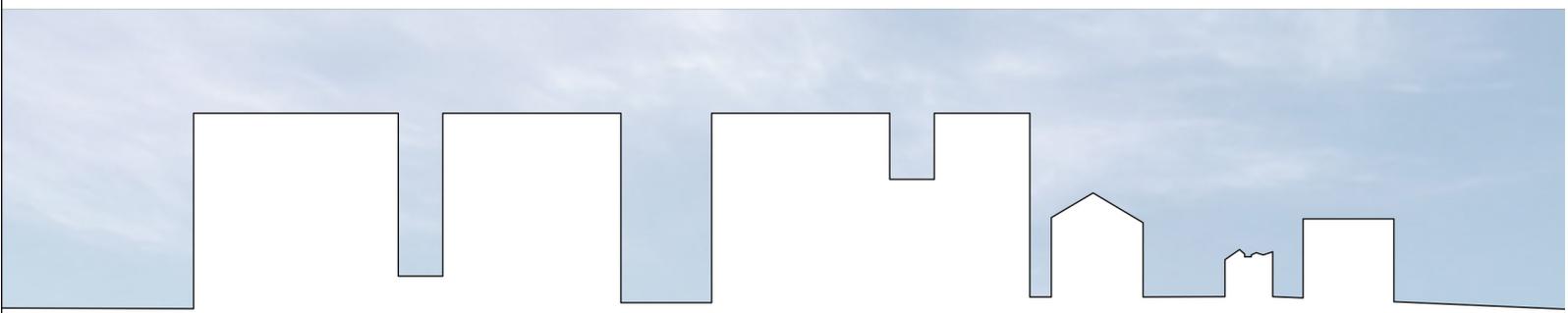
Assim este elemento estreito no meio, pretende não só marcar o acesso ao novo edifício como invocar uma presença de rasgos na volumetria do Centro de Artes, que definem quatro módulos nos pisos superiores em faixas intercaladas com pátios, elementos que separam volumes que

pertencem a um todo de uma escala monumental, cuja se assemelha à de um castelo.





Secção de Planta | Recepção



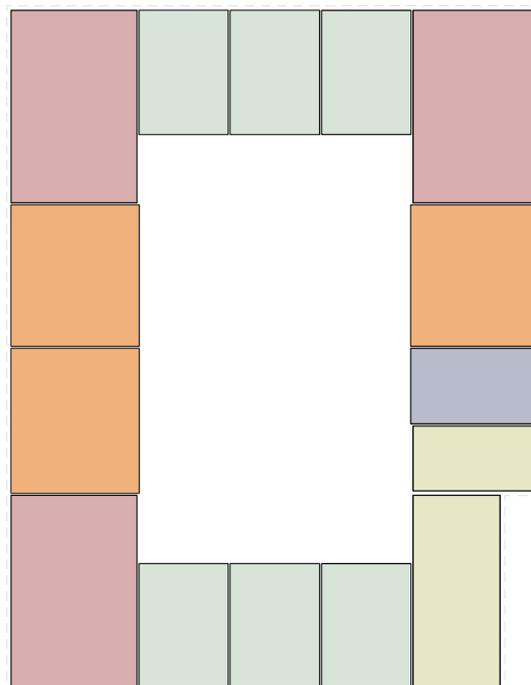
Ateliers Artistas Plásticos

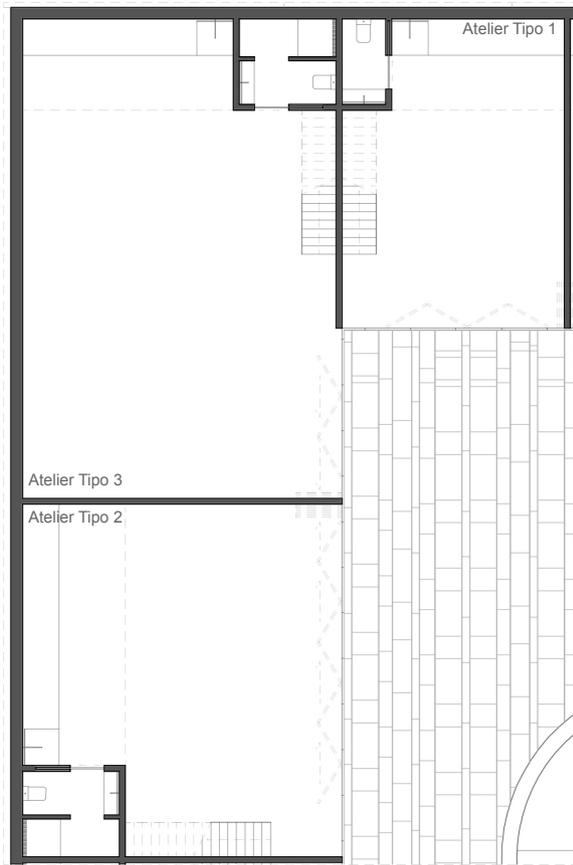
Centro de Artes de Sines

Os Ateliers

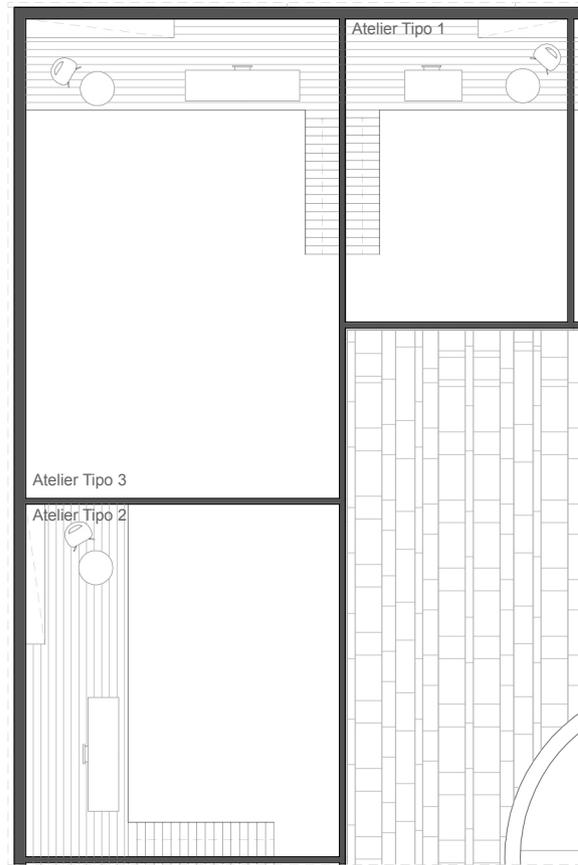
Os ateliers são as áreas destinadas ao local de trabalho dos artistas plásticos. Estes apresentam três tipologias que variam na sua dimensão e organização espacial interior. Acolhem o programa mais privado e vivem apenas para o interior do pátio, a única fachada que se apresenta com vãos, que são as entradas para cada atelier, constituídos por portões de correr em fole, permitindo que o atelier se abra na sua totalidade para o exterior, descerrando ou encerrando a relação do atelier com o exterior, por se tratar de uma superfície completamente opaca. Os ateliers, com duplo pé-direito, apresentam uma cobertura em shed virada a norte, permitindo a iluminação do atelier própria para trabalho, sem que a luz seja demasiado direta e ofuscante. Todos os ateliers são ainda servidos por um balcão de apoio com lavatório, por um pequeno mezanino, que ocupa 1/3 do atelier, destinado a servir o atelier com um local de trabalho para o artista, com uma secretária e uma estante para livros, tendo uma relação visual com o local de trabalho de produção da peça de arte no piso térreo. Os ateliers são ainda servidos por uma instalação sanitária privada, onde nas duas tipologias de maior dimensão é ainda servida também por uma zona de duche.

180

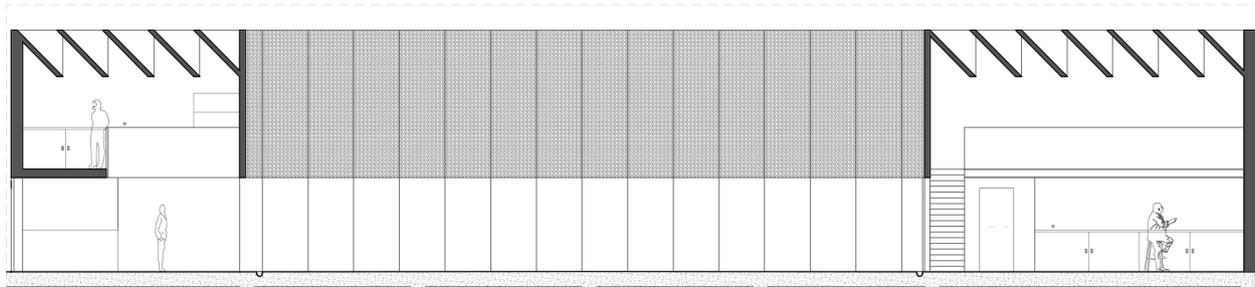




Secção de Planta Res-do-Chão | Ateliers



Secção de Planta 1º Piso | Ateliers

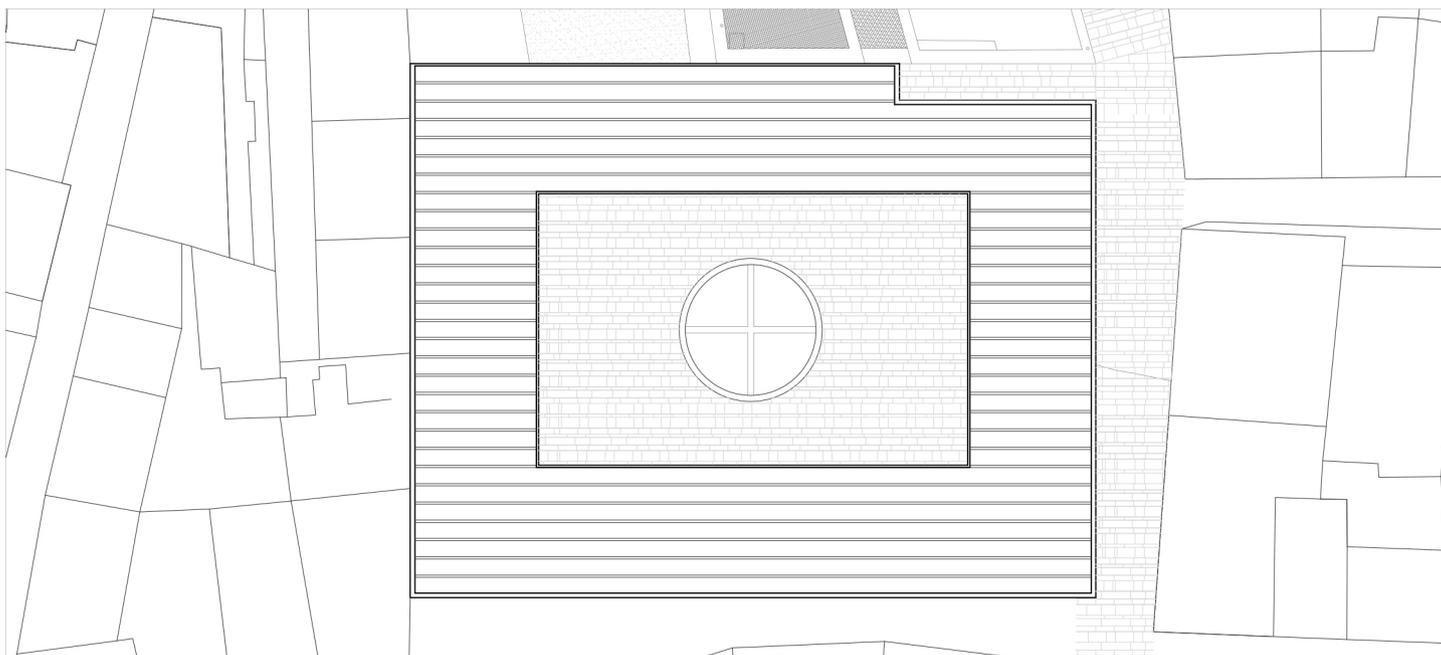
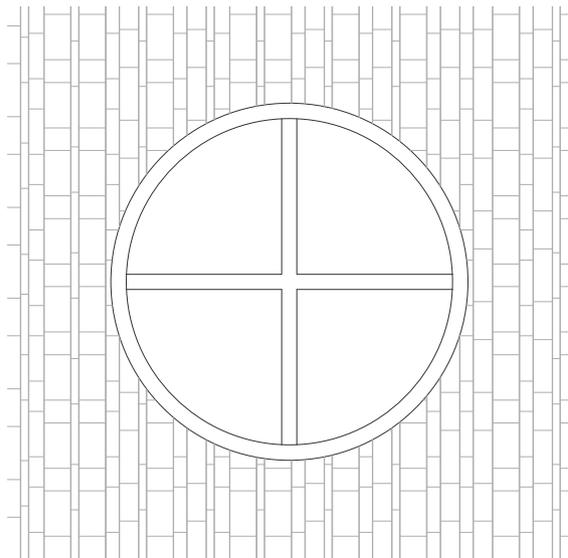


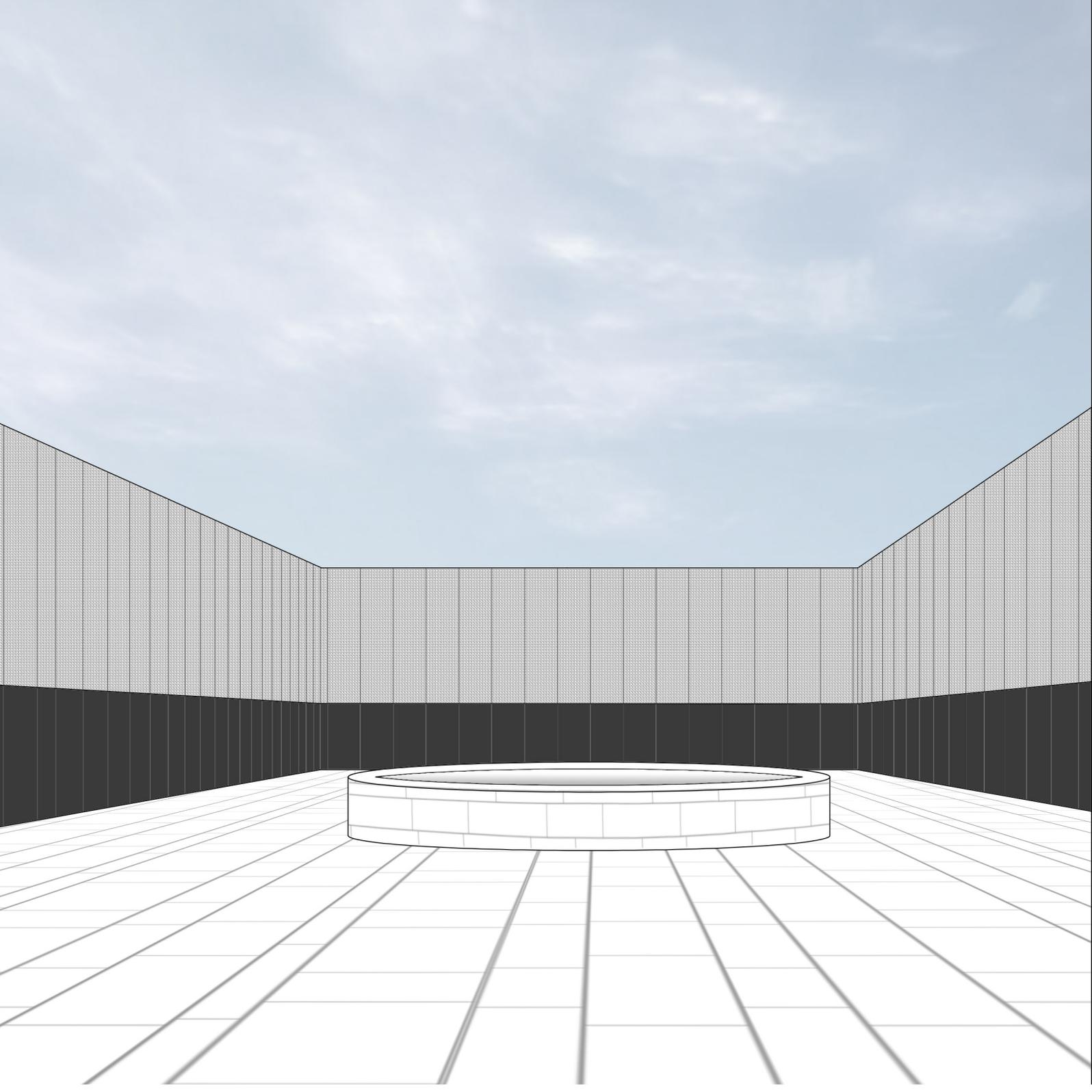
Alçado - Corte | Ateliers

O Pátio

O pátio surge como elemento em torno do qual se distribuem os ateliers que o encerram, marcando-o como local que evoca o trabalho dos artistas em comunidade em torno de um mesmo espaço, onde os vários espaços comunicam entre si. Ao centro, este é marcado por um poço, um grande vazio à superfície, o qual define a circulação em torno do pátio, como permite a iluminação natural do espaço expositivo subterrâneo. À superfície é possível através deste ter-se a noção da profundidade do espaço expositivo, assim como da estrutura em vigas que suporta o piso do pátio, aparecendo em duas lâminas que se cruzam no centro do poço e sobre as quais se assenta o vidro.

182

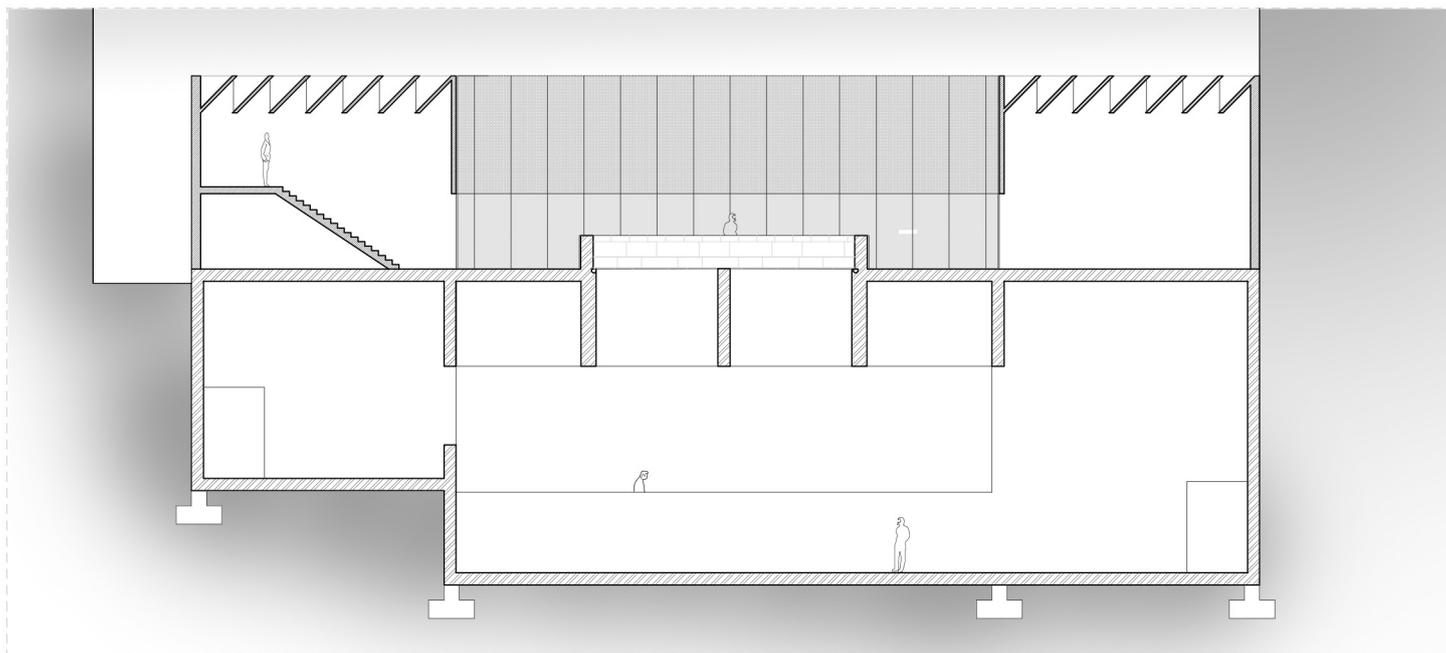


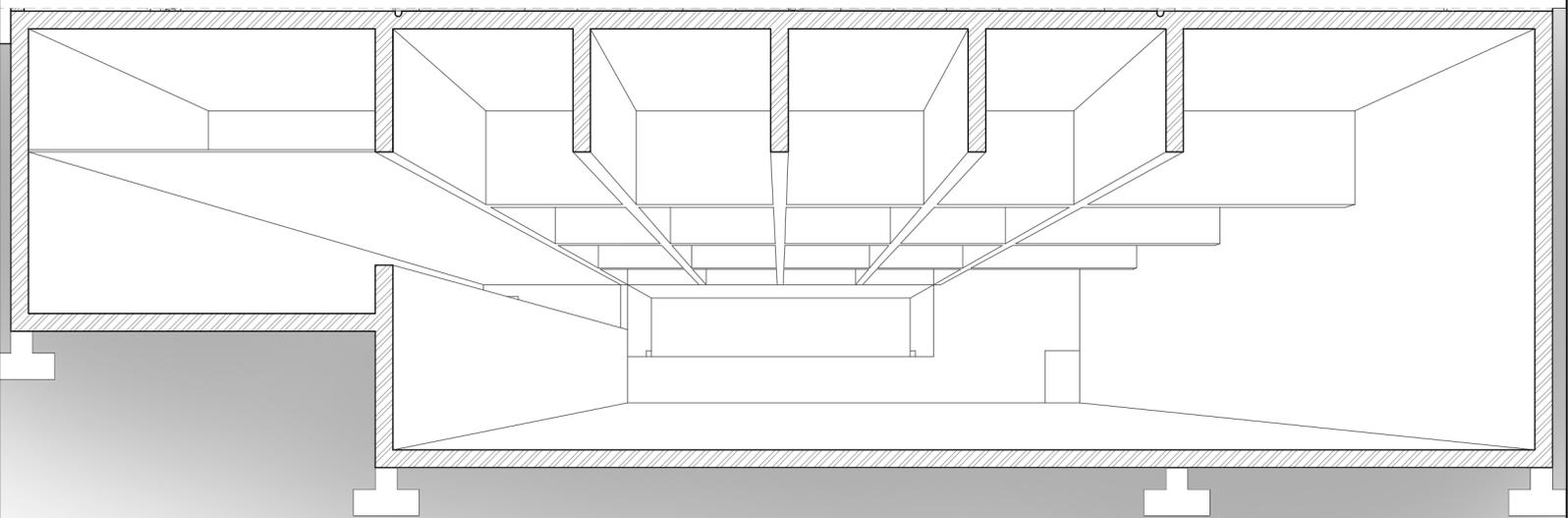
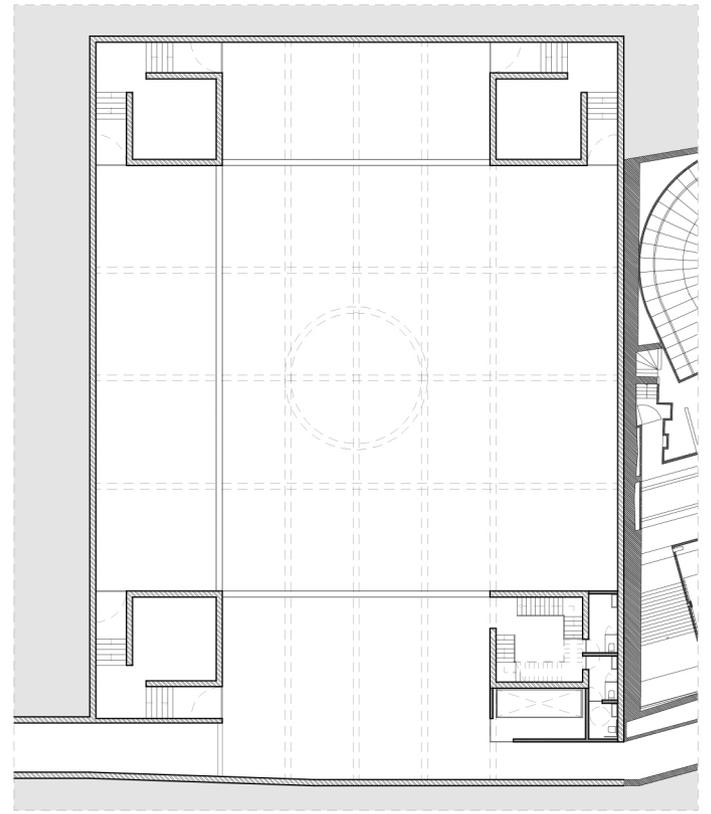
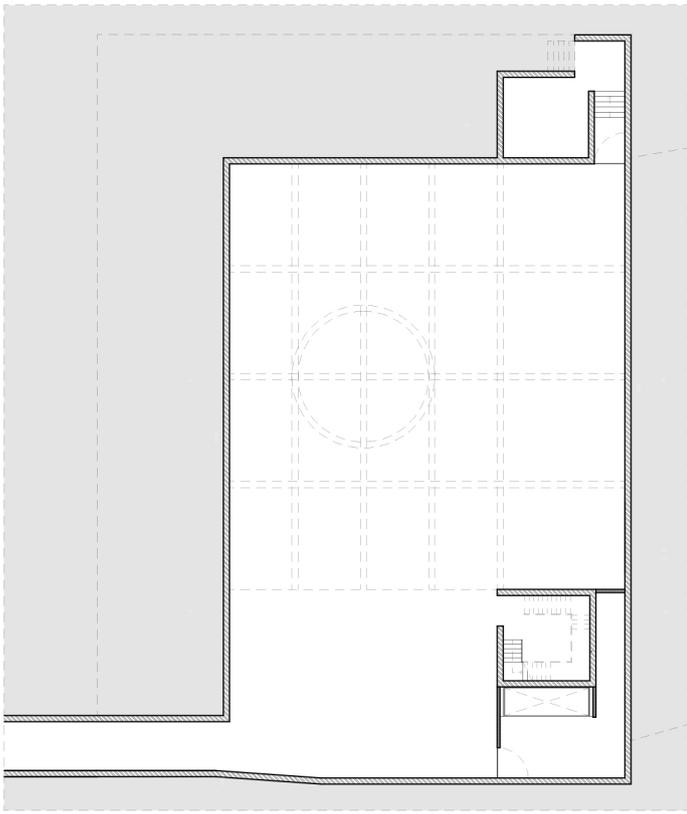


Galeria Expositiva Subterrânea

No pátio das artes, abres-se subterraneamente um espaço expositivo destinado a receber e expor as obras que são produzidas à superfície. O acesso é feito por um piso intermédio ao qual se pode aceder tanto pelo centro de artes, como pelo espaço de receção dos ateliers. Por sua vez o acesso ao grande espaço de exposição central e posterior continuação da circulação na galeria é feito por uma sucessão de patamares que vão vencendo a descida, também expositivos.

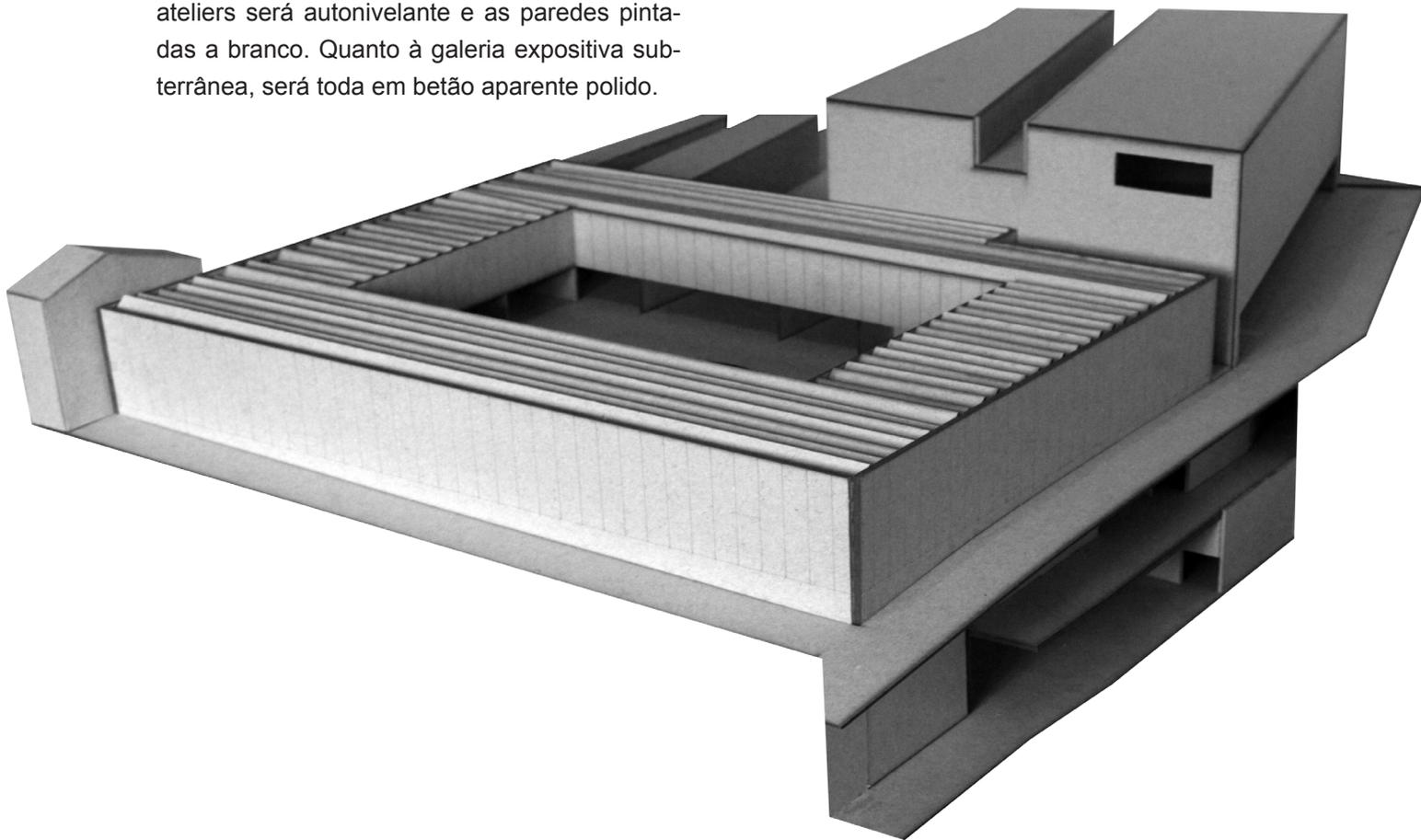
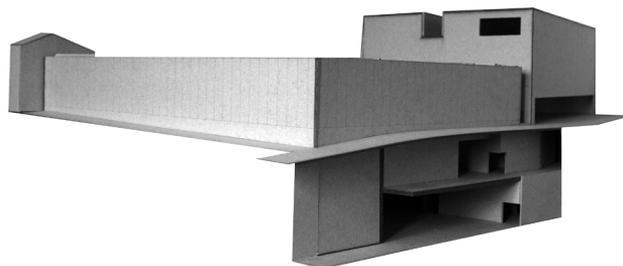
A transição entre cada patamar é feita pelo atravessamento de “black boxes”, pequenos espaços expositivos, que têm também a função de grandes pilares onde assenta a laje e vigas que sustentam a cobertura. A galeria é iluminada por um vão circular ao centro, na cobertura, referente ao poço. A entrada de luz é rasgada pelas vigas de forma a fragmentar a iluminação evitando ser demasiado direta.

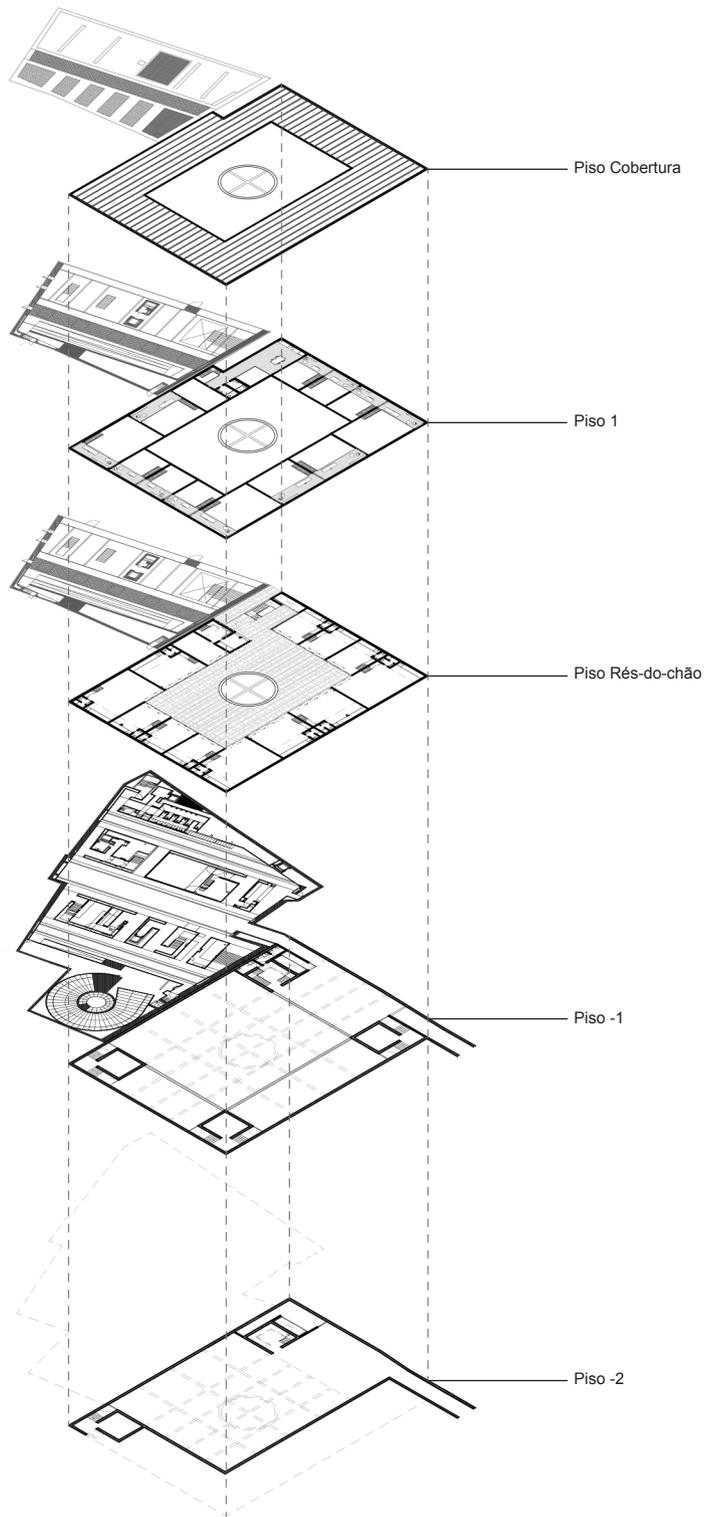




Materialidade

Quanto à materialidade os ateliers serão revestidos exterior e interiormente a cortiça com um embasamento em pedra de Lioz. A cortiça pretende fazer referência à sua antiga produção na cidade de Sines e a pedra de Lioz pretende marcar a continuidade com o Centro de Artes de Sines (todo revestido a pedra de Lioz). Os portões dos ateliers serão em aço corten preto conferindo um carácter um pouco industrial, presente em Sines. Interiormente o pavimento dos ateliers será autonivelante e as paredes pintadas a branco. Quanto à galeria expositiva subterrânea, será toda em betão aparente polido.





Desenhos Técnicos







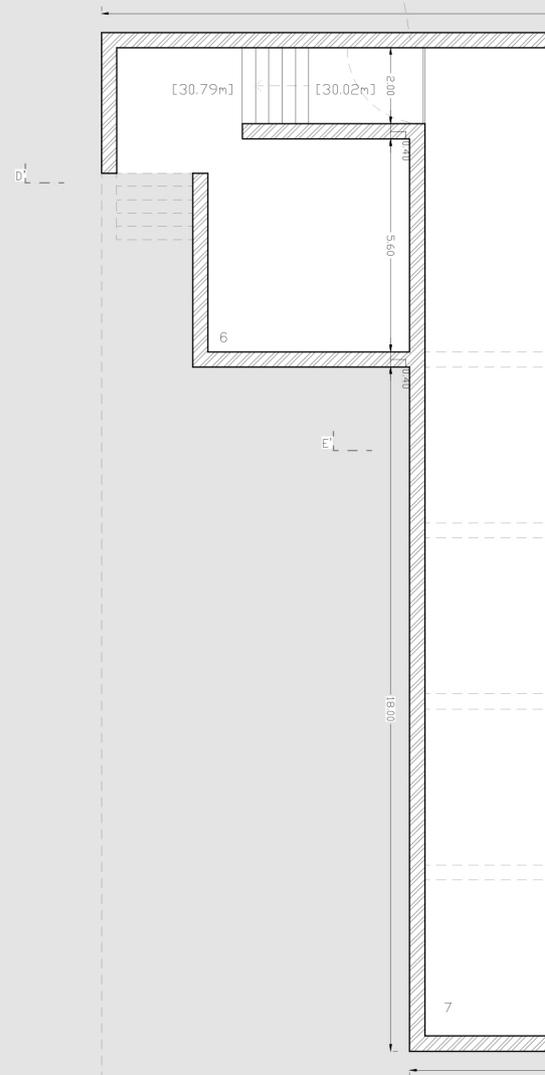
Planta de Implantação | Esc. 1.500

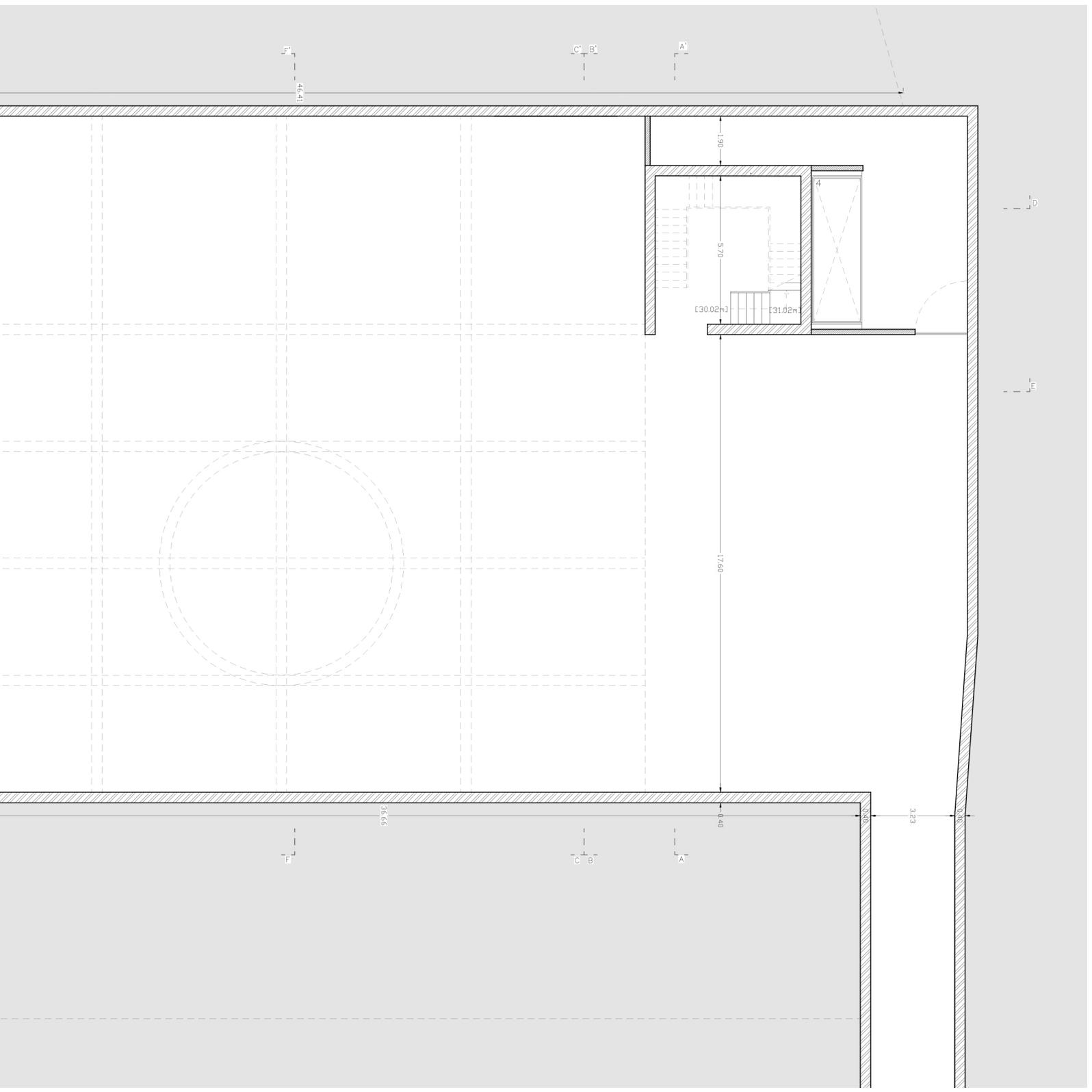


Legenda

01. I.S. Masculino [7.11m²]
02. I.S. Feminino [5.72m²]
03. I.S Defecientes [4.39m²]
04. Elevador
05. Hall de Circulação [10.81m²]
07. Grande Sala Expositiva [945.64m²]
08. Receção [13.68m²]
09. Back Office [19.79m²]
10. Hall de Entrada [46.70m²]
11. Armazém de Materiais [40.89m²]
12. Atelier Tipo 1 [44.46m²]
13. Atelier Tipo 2 [70.36m²]
14. Atelier Tipo 3 [98.31m²]
15. I.S Atelier [2.66m²]
16. I.S Atelier com Duche [5.40m²]
17. Mezanino [19.36m²]
- 17.1. Mezanino [13.98m²]
- 17.2. Mezanino [24.09m²]
18. Copa [46.08m²]
19. I.S Masculino [6.76m²]
20. I.S. Feminino [6.76m²]

Planta à cota 30.02 | Esc. 1.200

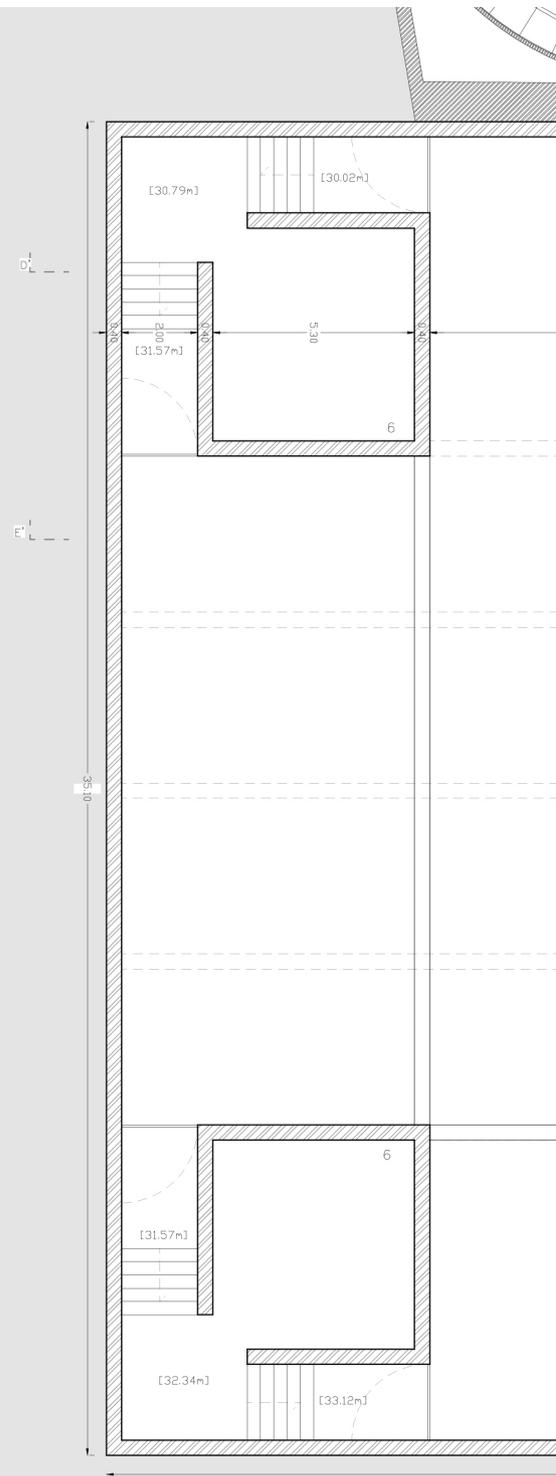


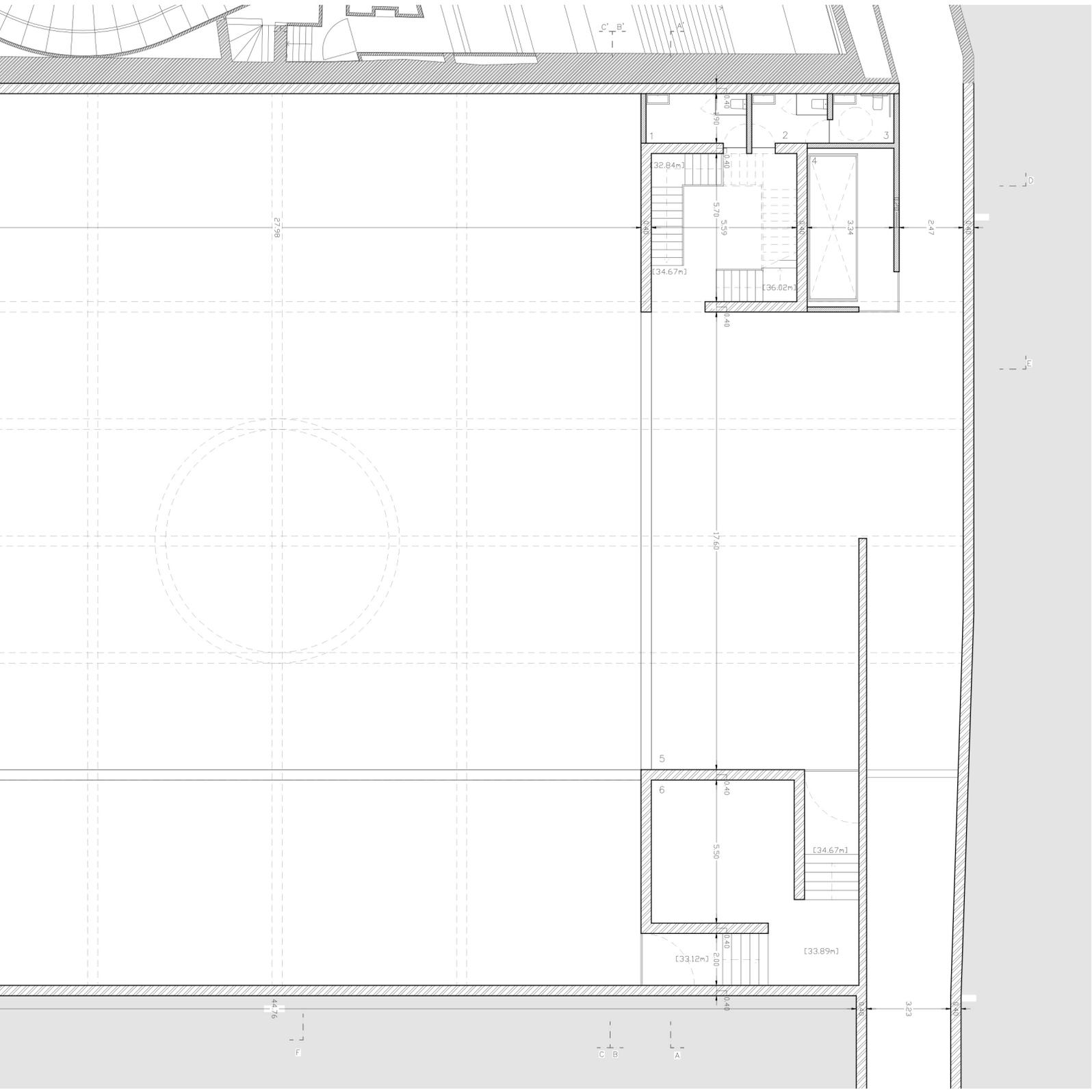


Legenda

01. I.S. Masculino [7.11m²]
02. I.S. Feminino [5.72m²]
03. I.S Defecientes [4.39m²]
04. Elevador
05. Hall de Circulação [10.81m²]
07. Grande Sala Expositiva [945.64m²]
08. Receção [13.68m²]
09. Back Office [19.79m²]
10. Hall de Entrada [46.70m²]
11. Armazém de Materiais [40.89m²]
12. Atelier Tipo 1 [44.46m²]
13. Atelier Tipo 2 [70.36m²]
14. Atelier Tipo 3 [98.31m²]
15. I.S Atelier [2.66m²]
16. I.S Atelier com Duche [5.40m²]
17. Mezanino [19.36m²]
- 17.1. Mezanino [13.98m²]
- 17.2. Mezanino [24.09m²]
18. Copa [46.08m²]
19. I.S Masculino [6.76m²]
20. I.S. Feminino [6.76m²]

Planta à cota 34.67 | Esc. 1.200

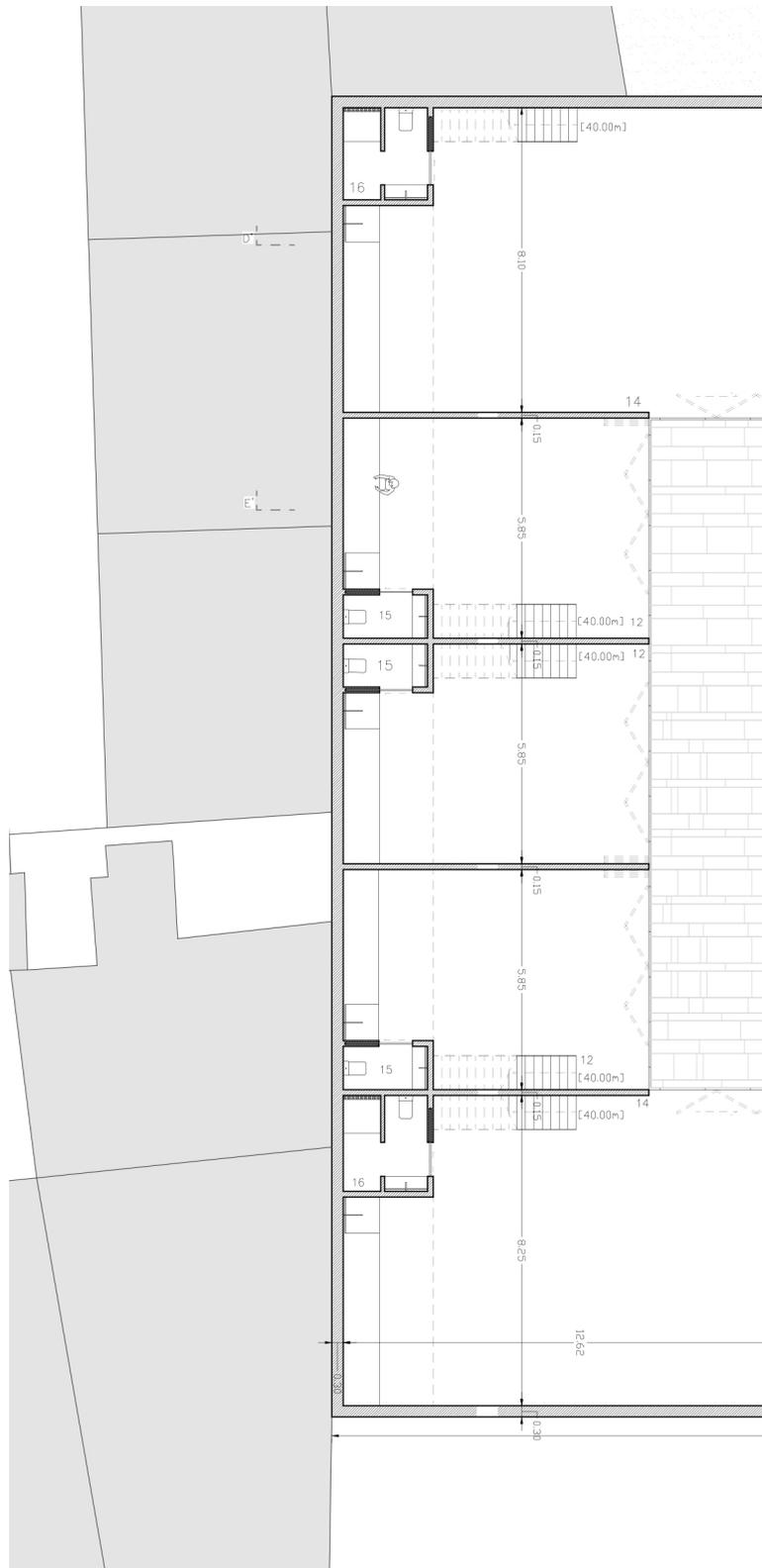


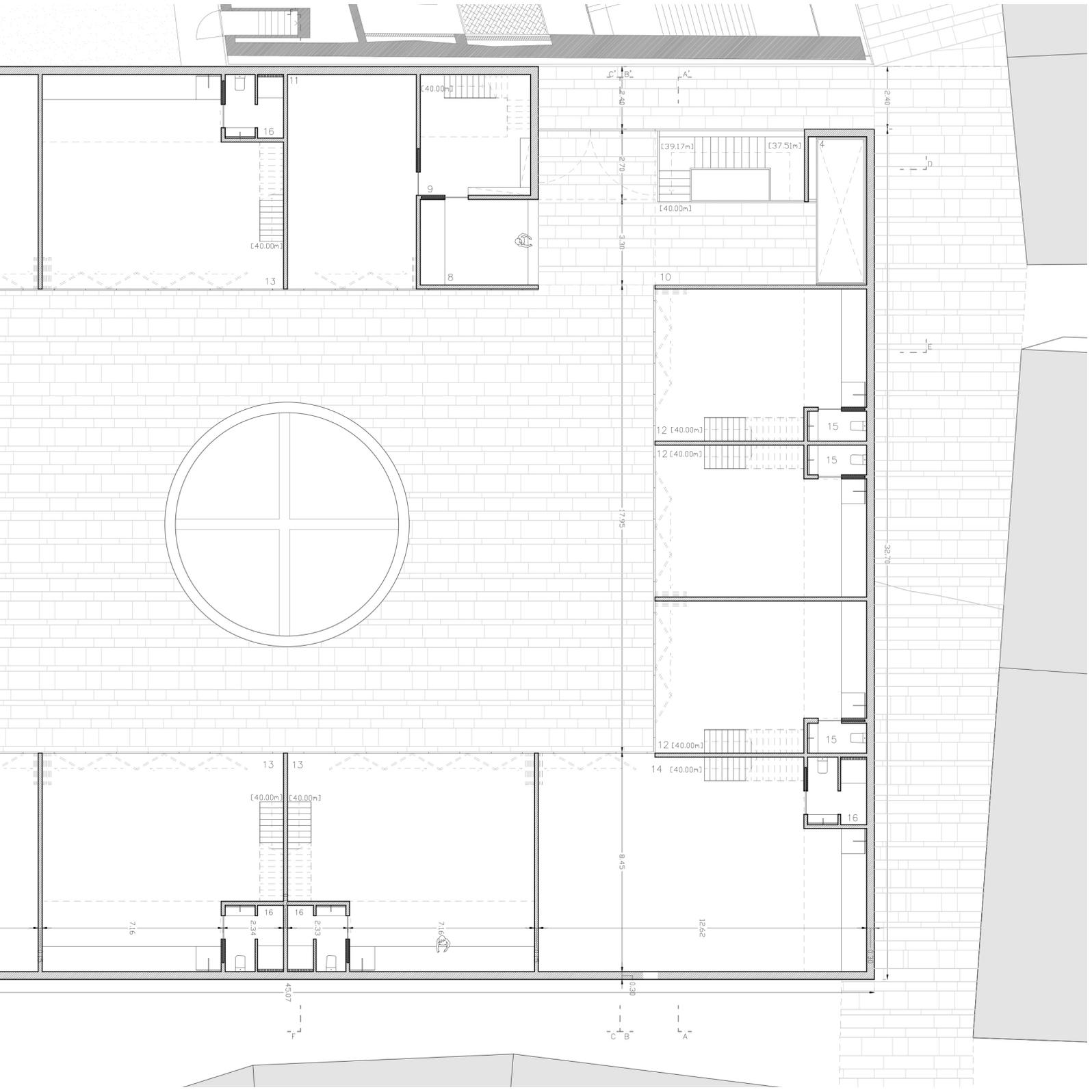


Legenda

- 01. I.S. Masculino [7.11m²]
- 02. I.S. Feminino [5.72m²]
- 03. I.S. Defecientes [4.39m²]
- 04. Elevador
- 05. Hall de Circulação [10.81m²]
- 07. Grande Sala Expositiva [945.64m²]
- 08. Receção [13.68m²]
- 09. Back Office [19.79m²]
- 10. Hall de Entrada [46.70m²]
- 11. Armazém de Materiais [40.89m²]
- 12. Atelier Tipo 1 [44.46m²]
- 13. Atelier Tipo 2 [70.36m²]
- 14. Atelier Tipo 3 [98.31m²]
- 15. I.S. Atelier [2.66m²]
- 16. I.S. Atelier com Duche [5.40m²]
- 17. Mezanino [19.36m²]
- 17.1. Mezanino [13.98m²]
- 17.2. Mezanino [24.09m²]
- 18. Copa [46.08m²]
- 19. I.S. Masculino [6.76m²]
- 20. I.S. Feminino [6.76m²]

Planta à cota 40.00 | Esc. 1.200



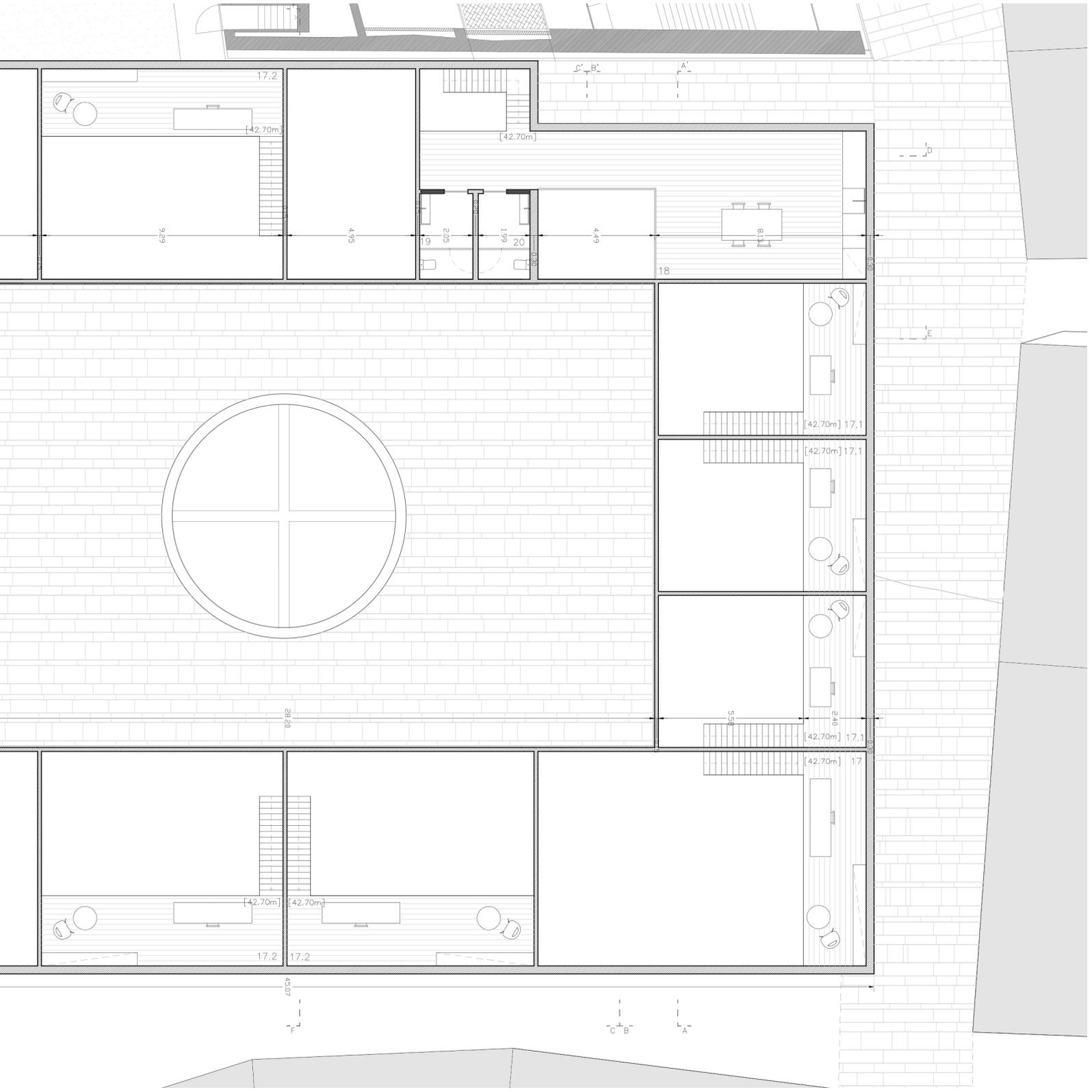


Legenda

- 01. I.S. Masculino [7.11m²]
- 02. I.S. Feminino [5.72m²]
- 03. I.S Defecientes [4.39m²]
- 04. Elevador
- 05. Hall de Circulação [10.81m²]
- 07. Grande Sala Expositiva [945.64m²]
- 08. Receção [13.68m²]
- 09. Back Office [19.79m²]
- 10. Hall de Entrada [46.70m²]
- 11. Armazém de Materiais [40.89m²]
- 12. Atelier Tipo 1 [44.46m²]
- 13. Atelier Tipo 2 [70.36m²]
- 14. Atelier Tipo 3 [98.31m²]
- 15. I.S Atelier [2.66m²]
- 16. I.S Atelier com Duche [5.40m²]
- 17. Mezanino [19.36m²]
- 17.1. Mezanino [13.98m²]
- 17.2. Mezanino [24.09m²]
- 18. Copa [46.08m²]
- 19. I.S Masculino [6.76m²]
- 20. I.S. Feminino [6.76m²]

Planta à cota 42.70 | Esc. 1.200



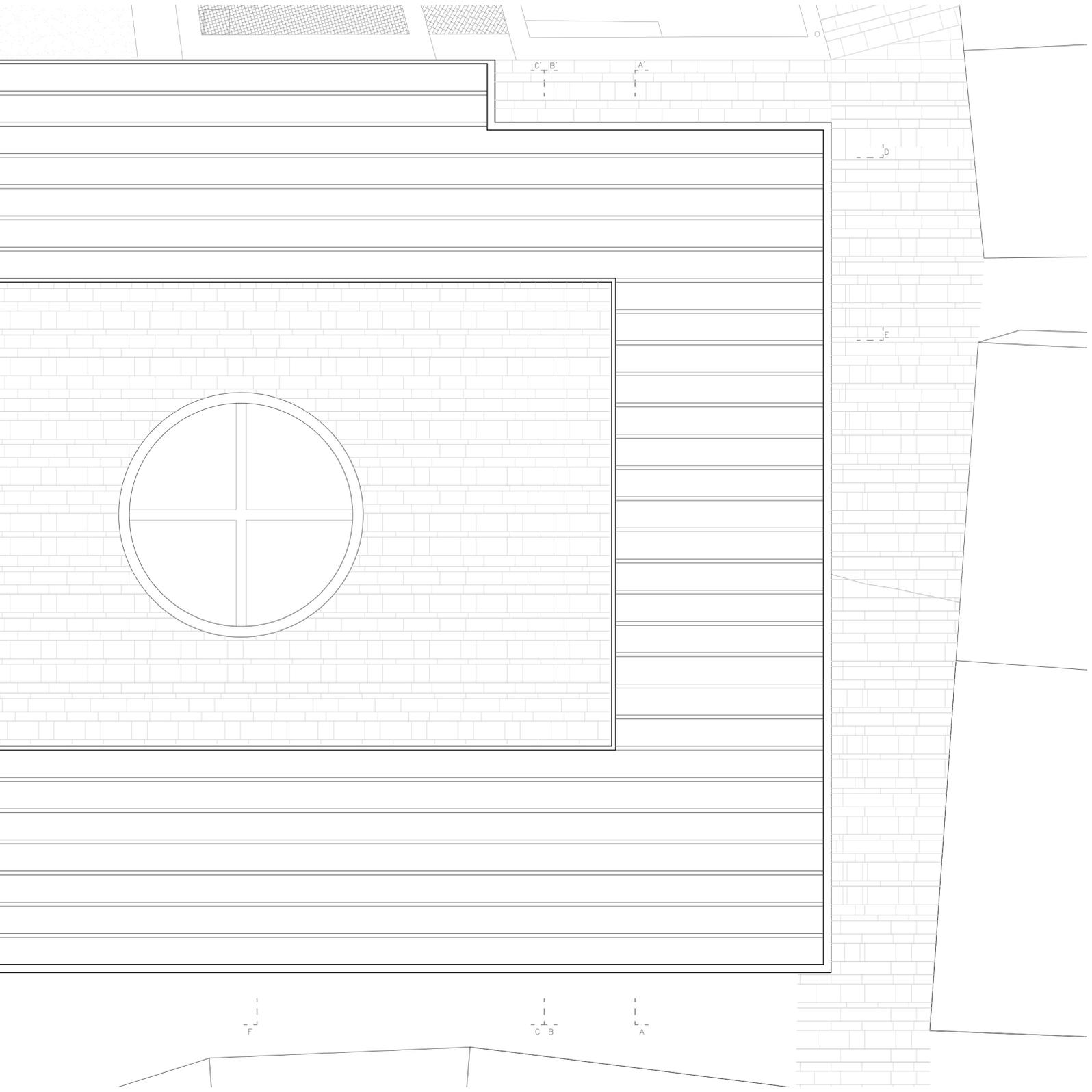


Legenda

- 01. I.S. Masculino [7.11m²]
- 02. I.S. Feminino [5.72m²]
- 03. I.S Defecientes [4.39m²]
- 04. Elevador
- 05. Hall de Circulação [10.81m²]
- 07. Grande Sala Expositiva [945.64m²]
- 08. Receção [13.68m²]
- 09. Back Office [19.79m²]
- 10. Hall de Entrada [46.70m²]
- 11. Armazém de Materiais [40.89m²]
- 12. Atelier Tipo 1 [44.46m²]
- 13. Atelier Tipo 2 [70.36m²]
- 14. Atelier Tipo 3 [98.31m²]
- 15. I.S Atelier [2.66m²]
- 16. I.S Atelier com Duche [5.40m²]
- 17. Mezanino [19.36m²]
- 17.1. Mezanino [13.98m²]
- 17.2. Mezanino [24.09m²]
- 18. Copa [46.08m²]
- 19. I.S Masculino [6.76m²]
- 20. I.S. Feminino [6.76m²]

Planta de Cobertura | Esc. 1.200





C'-B'

A''

D

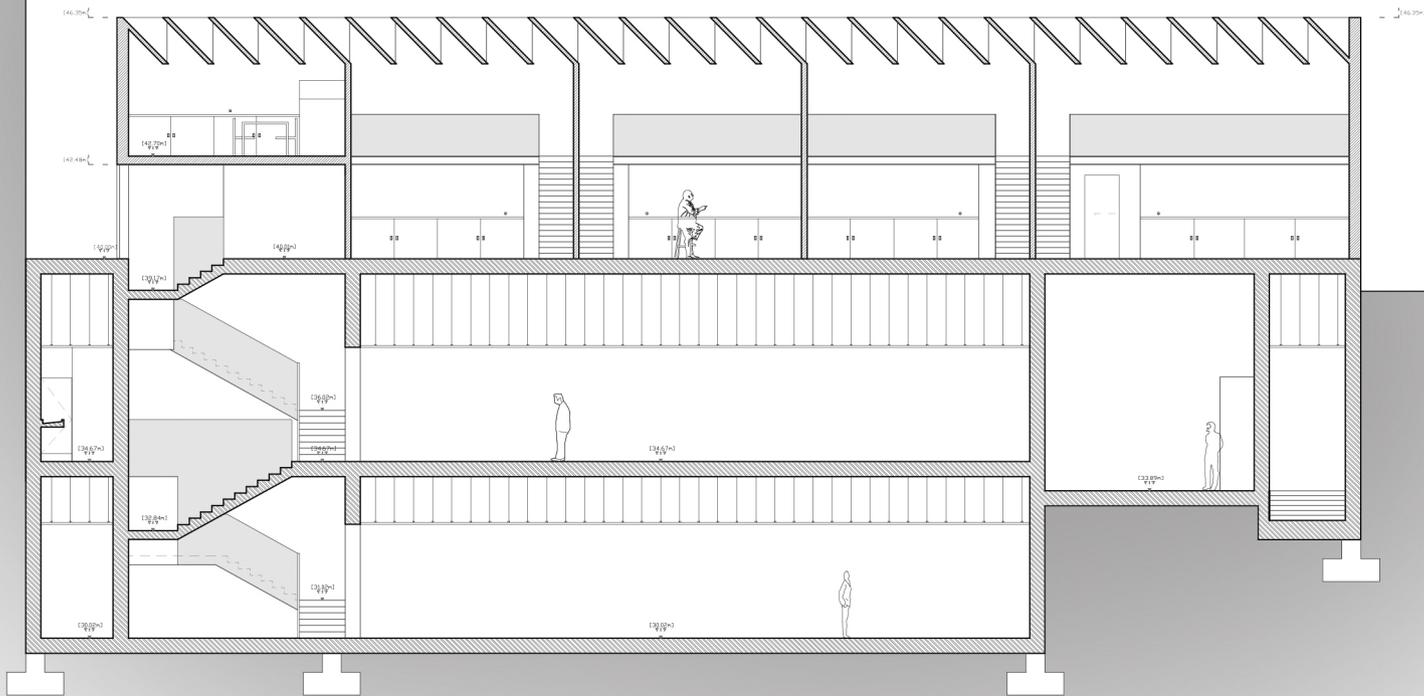
E

F

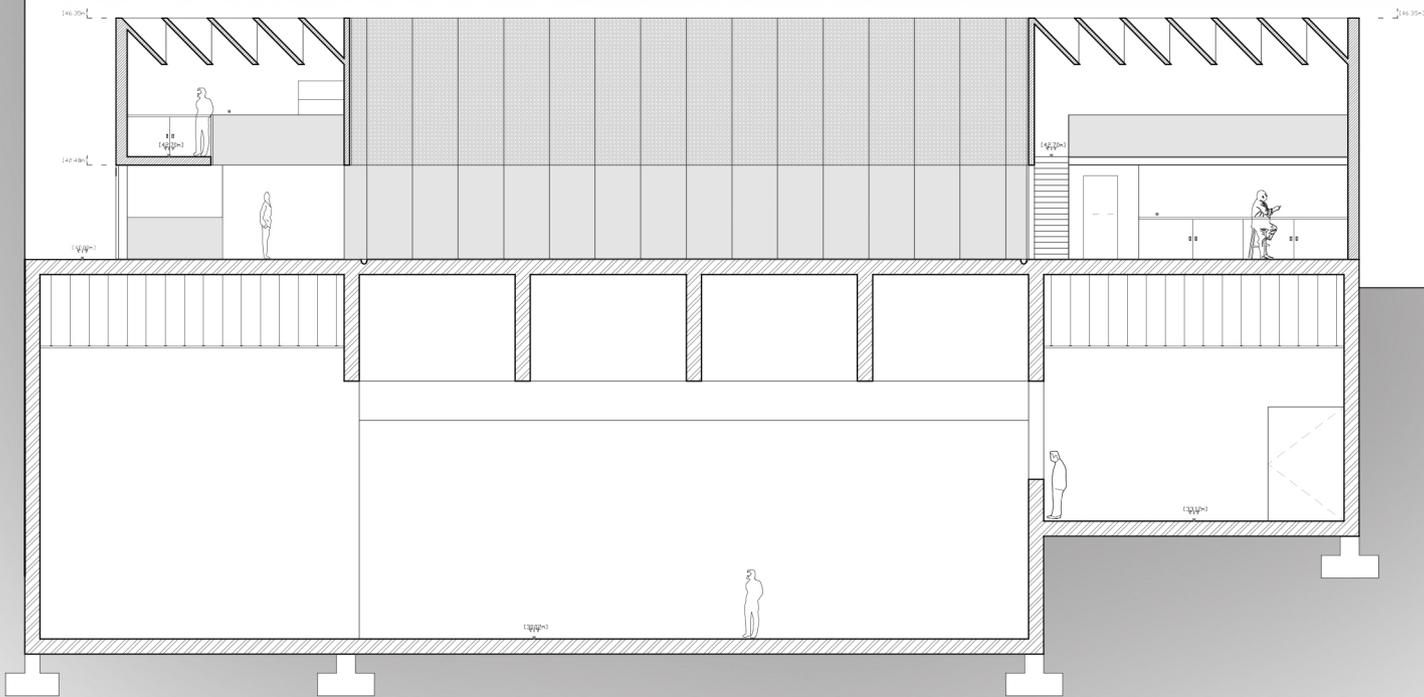
C B

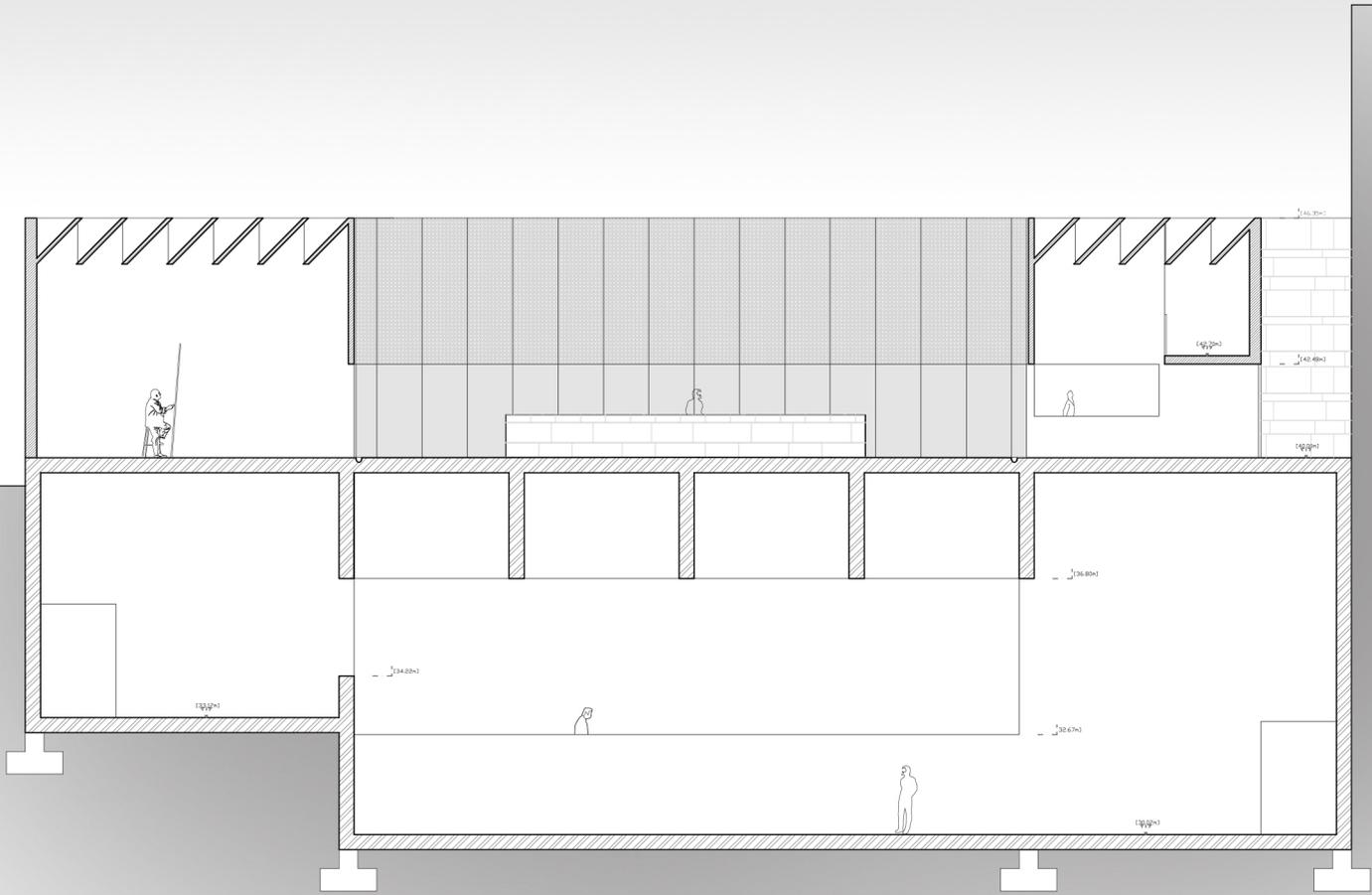
A

Corte AA' | Esc. 1.200

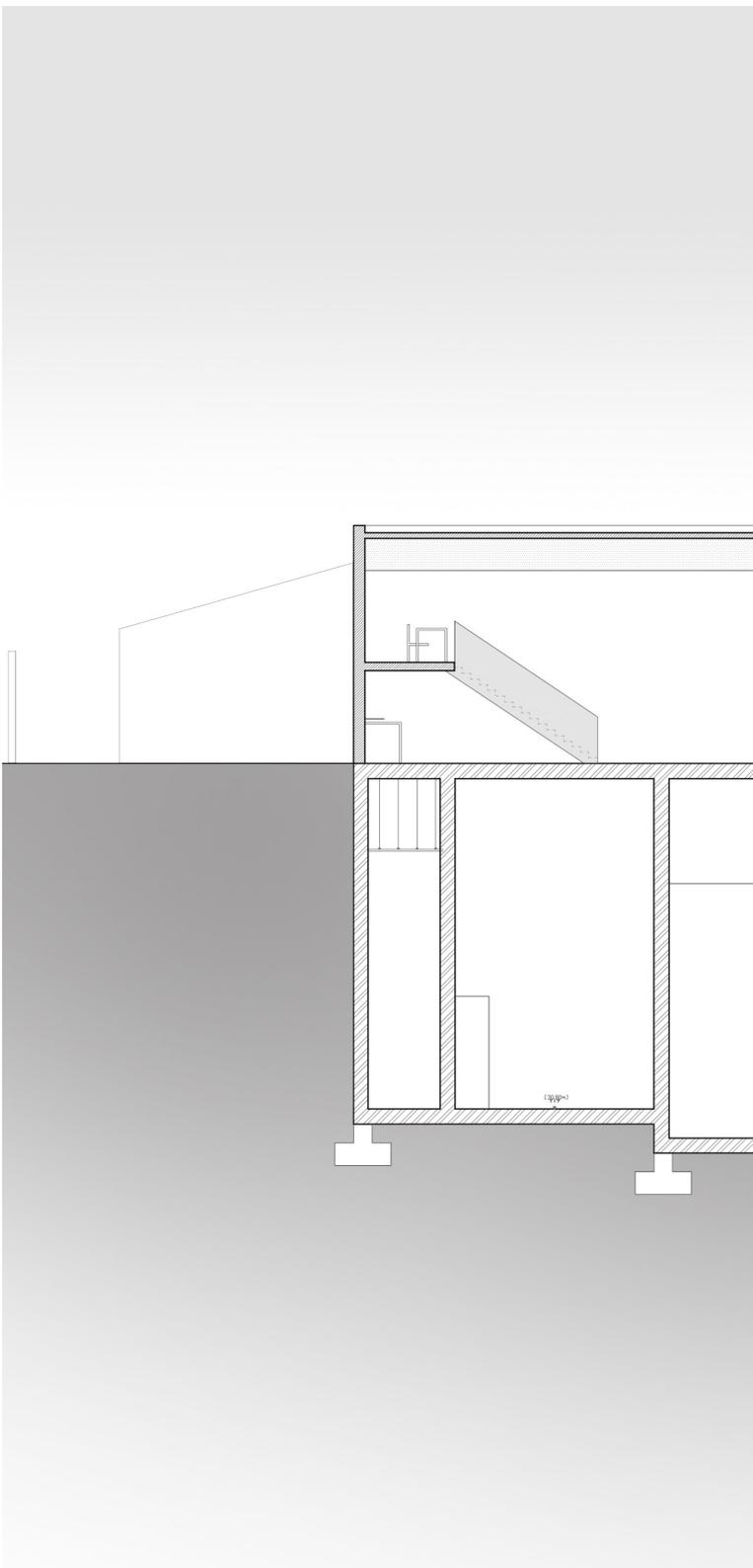


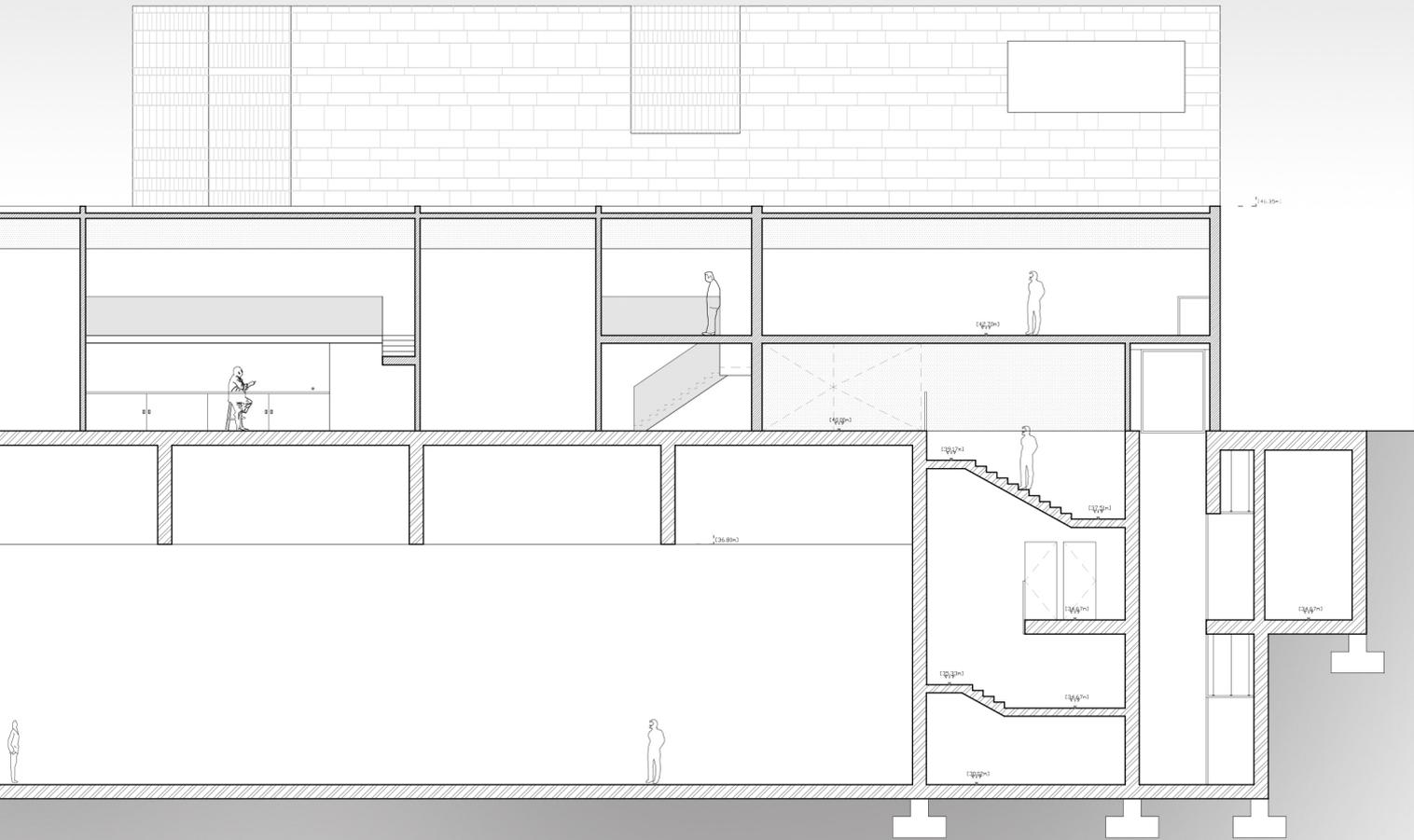
Corte BB' | Esc. 1.200



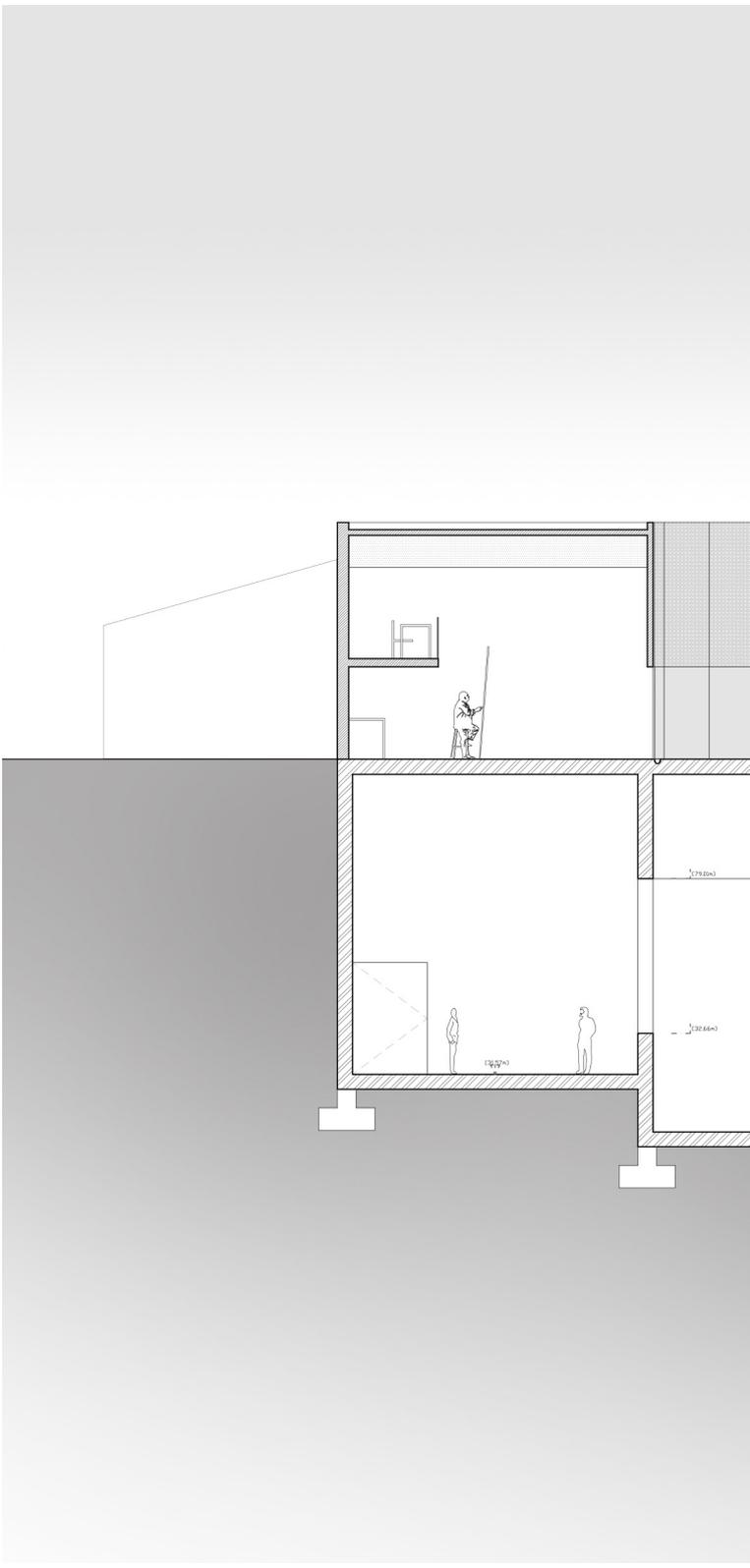


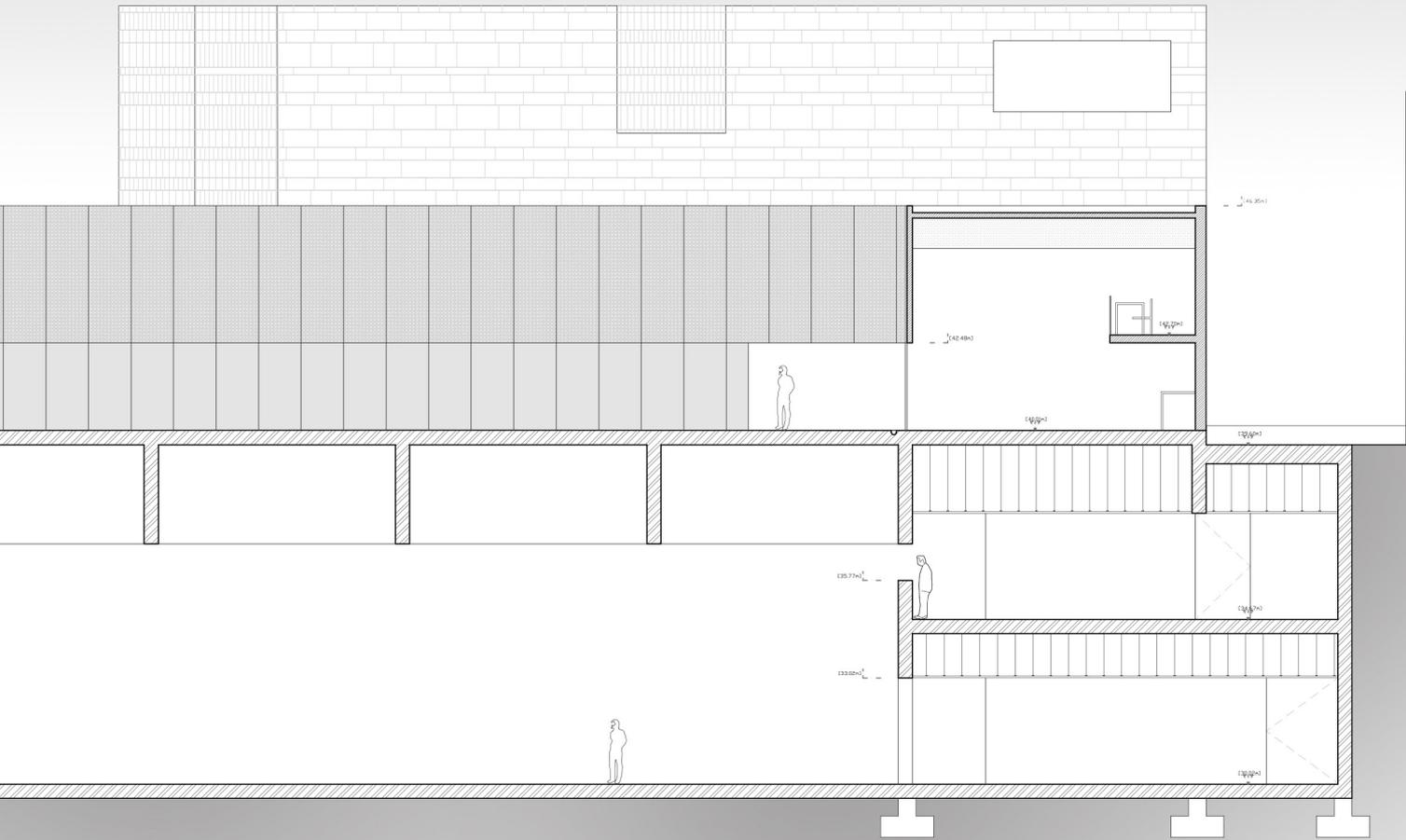
Corte DD' | Esc. 1.200





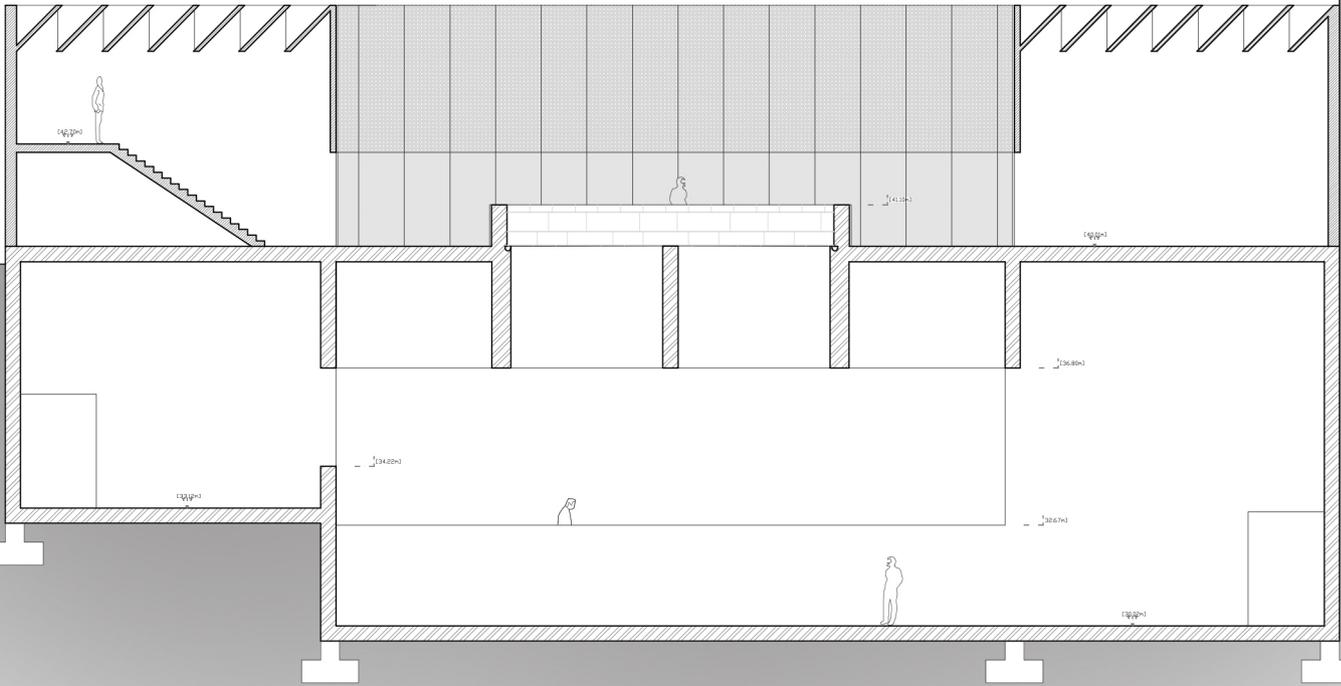
Corte EE' | Esc. 1.200





Corte EE' | Esc. 1.200

146.250' ±



145.500' ±

141.100' ±

145.000' ±

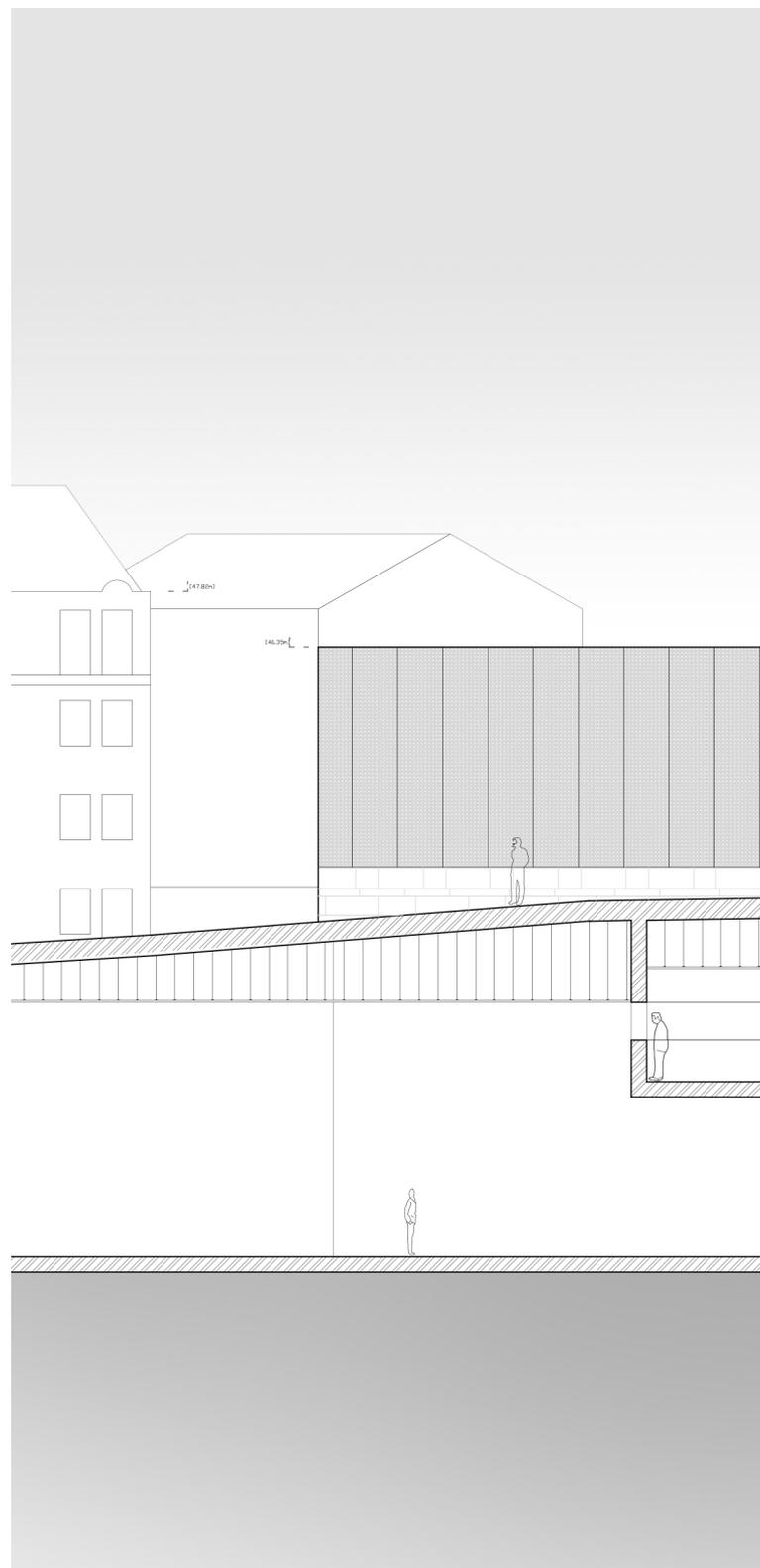
136.850' ±

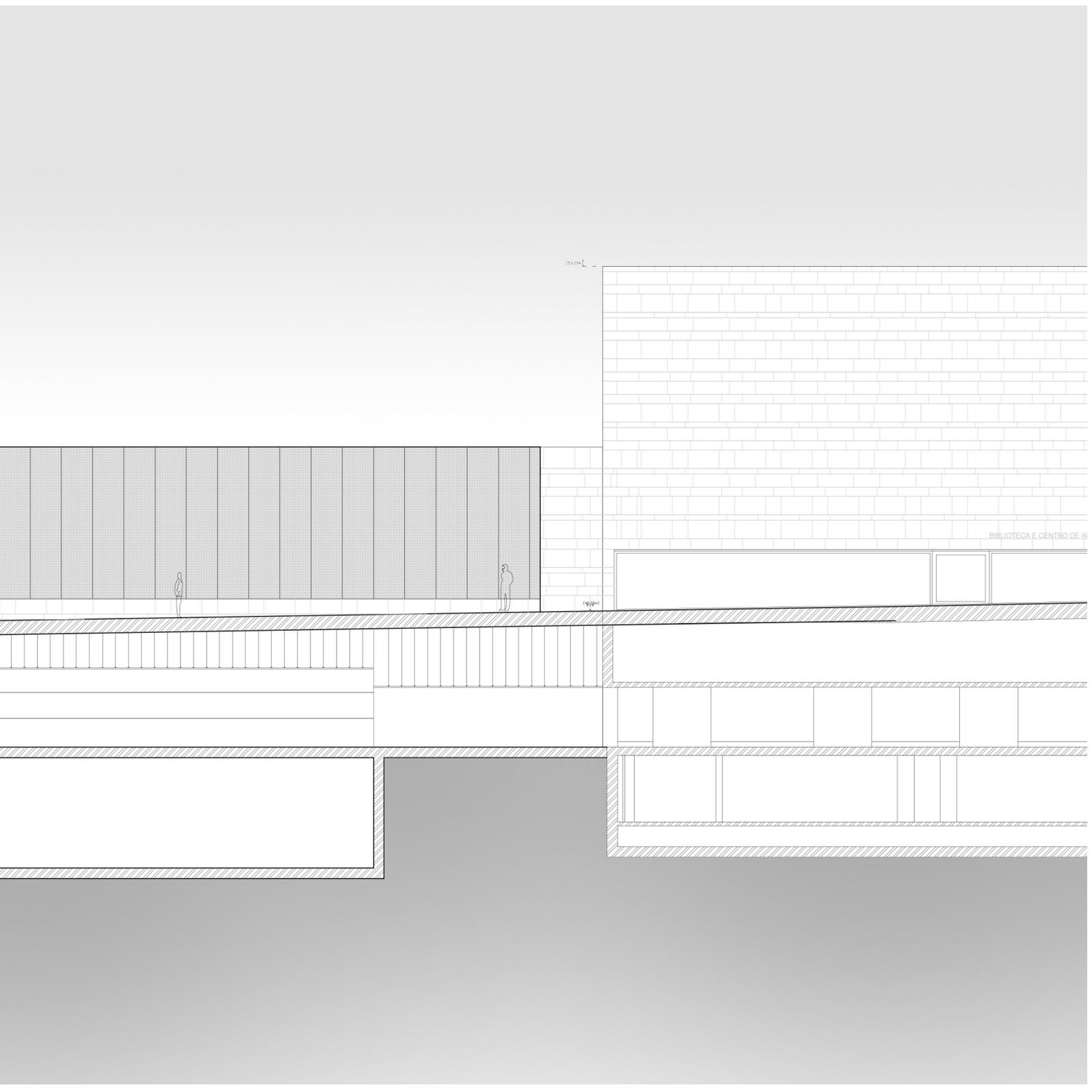
134.220' ±

130.670' ±

130.670' ±

Alçado este | Esc. 1.200

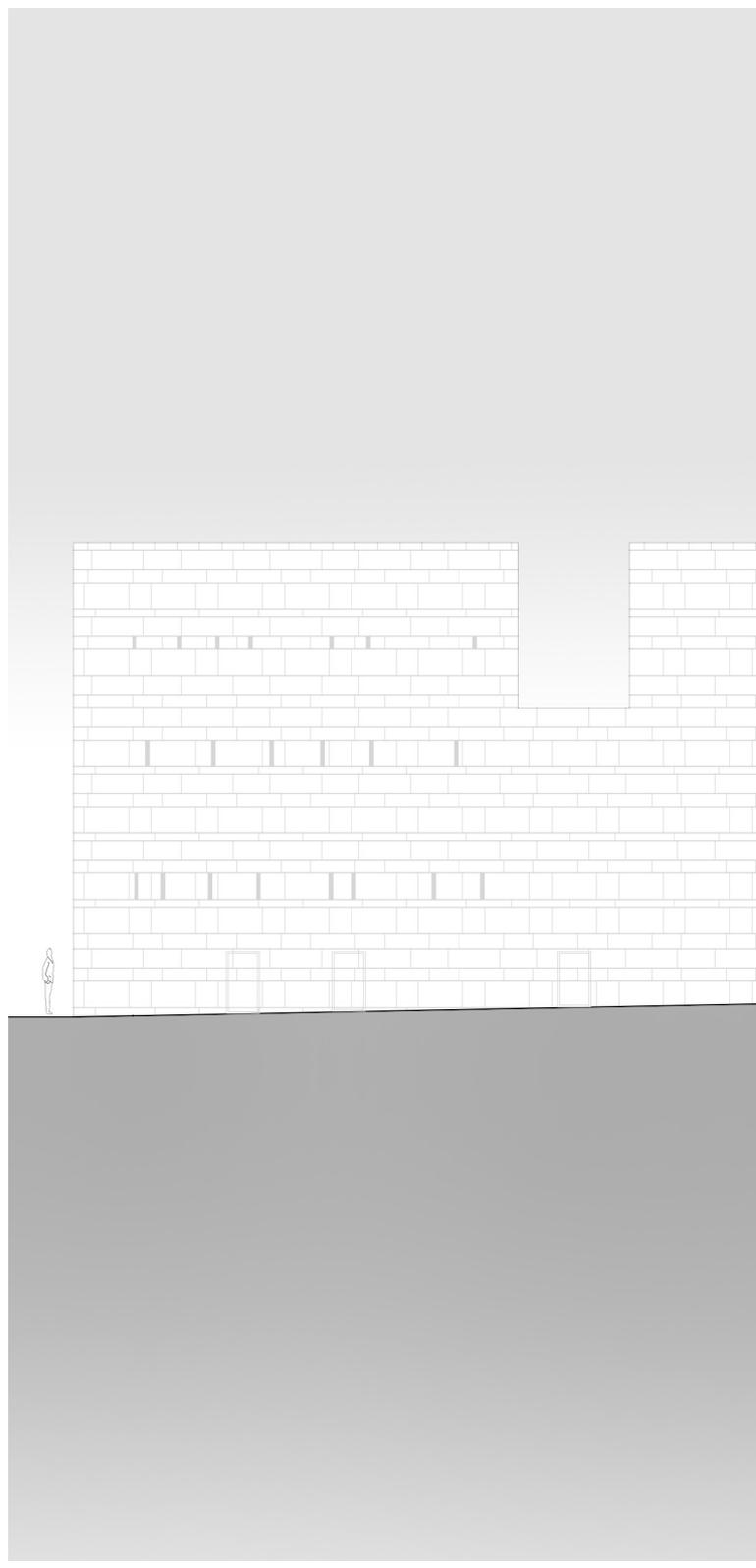


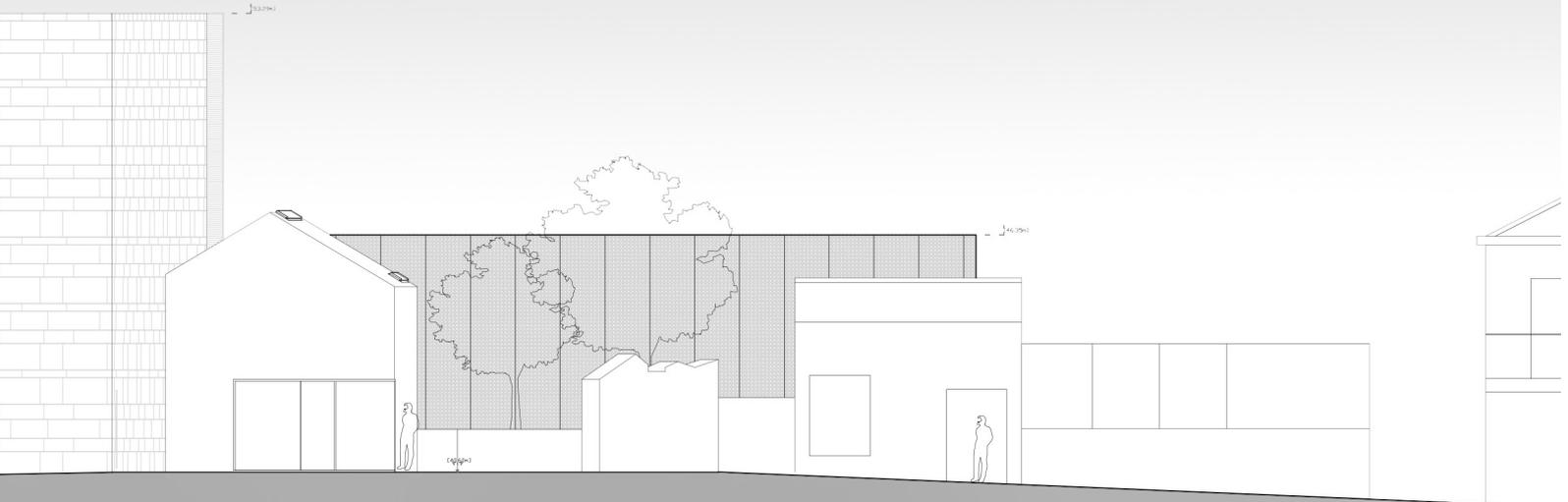


13.220

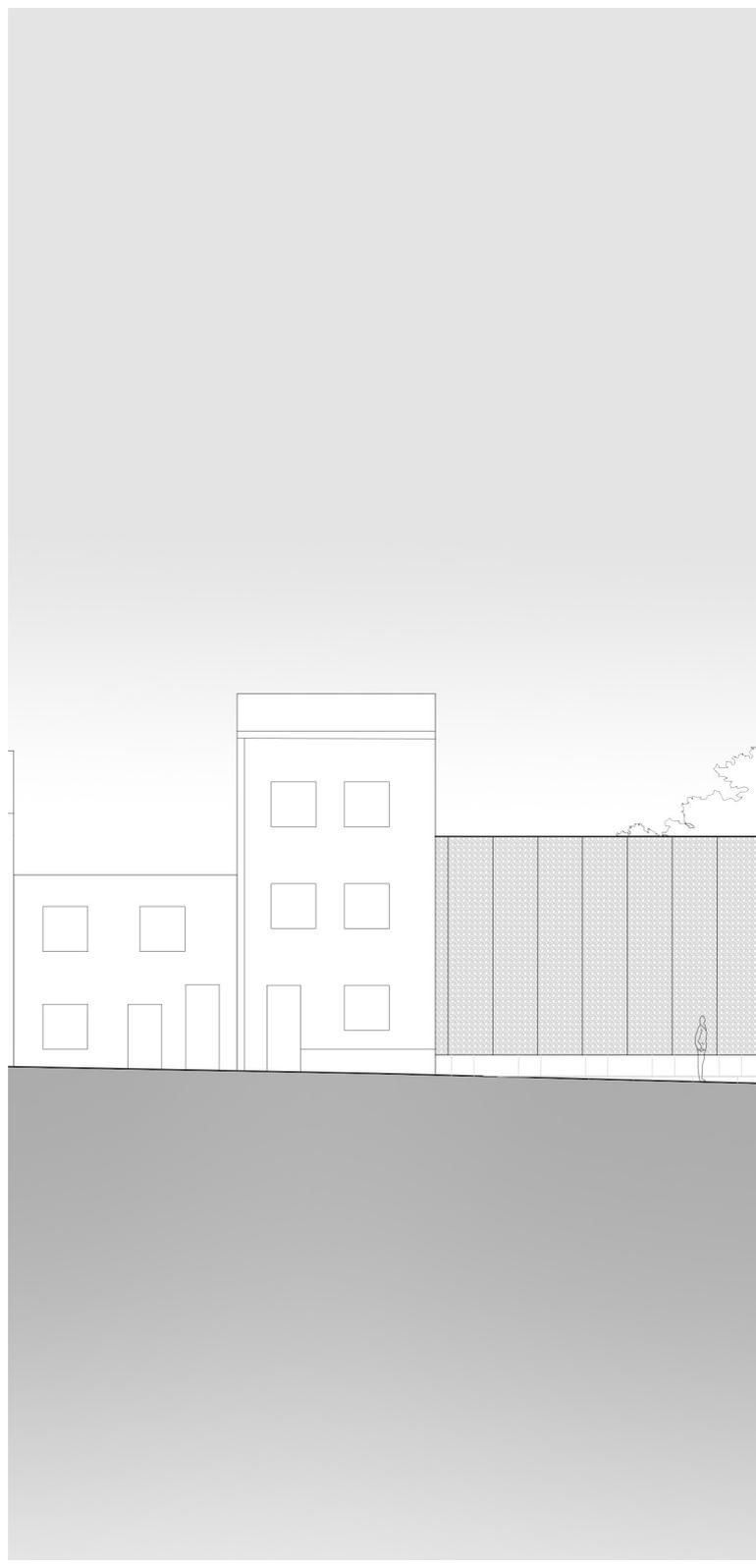
BIBLIOTECA E CENTRO DE

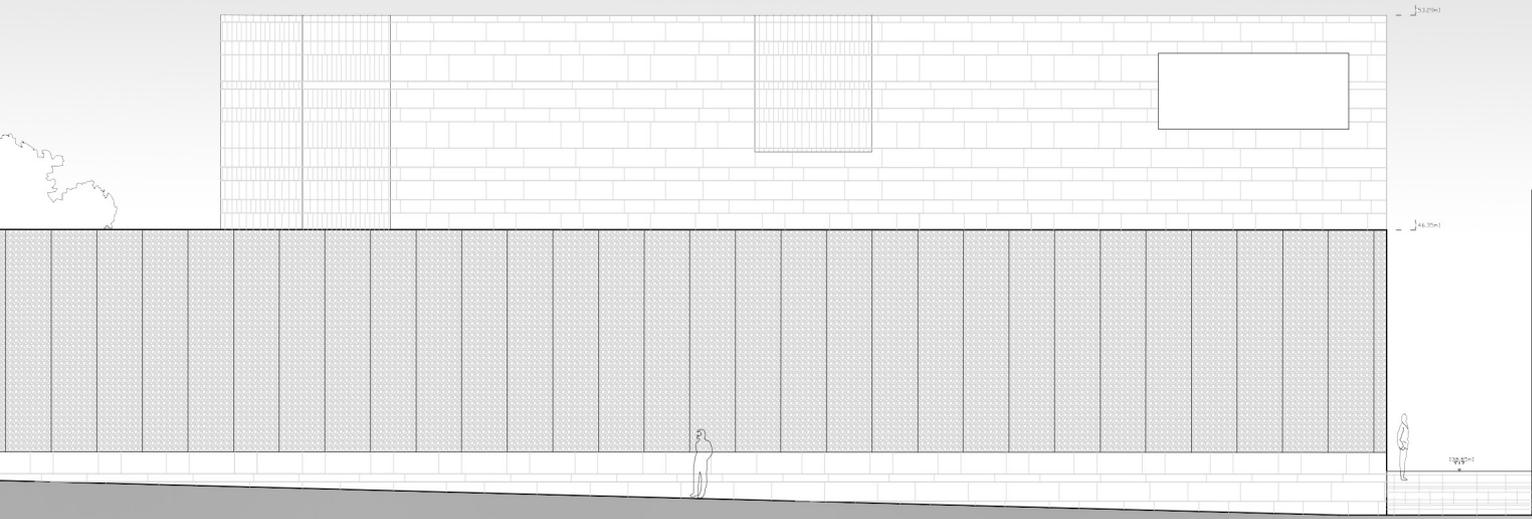
Alçado norte | Esc. 1.200



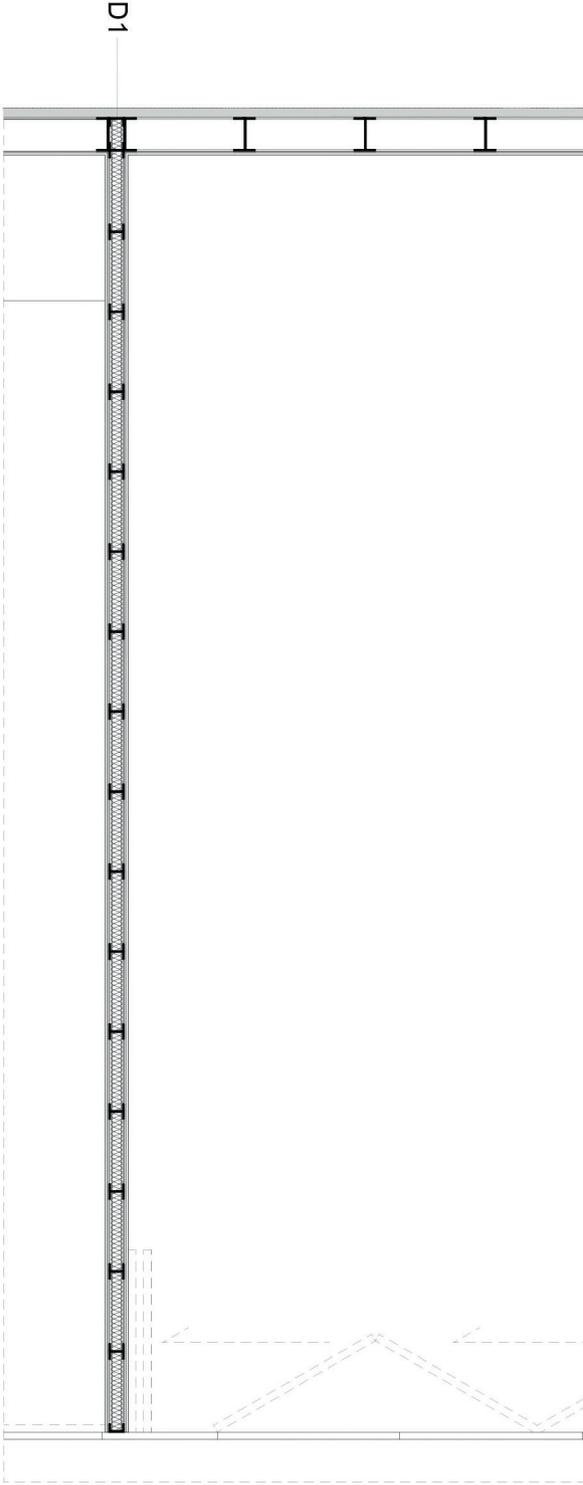


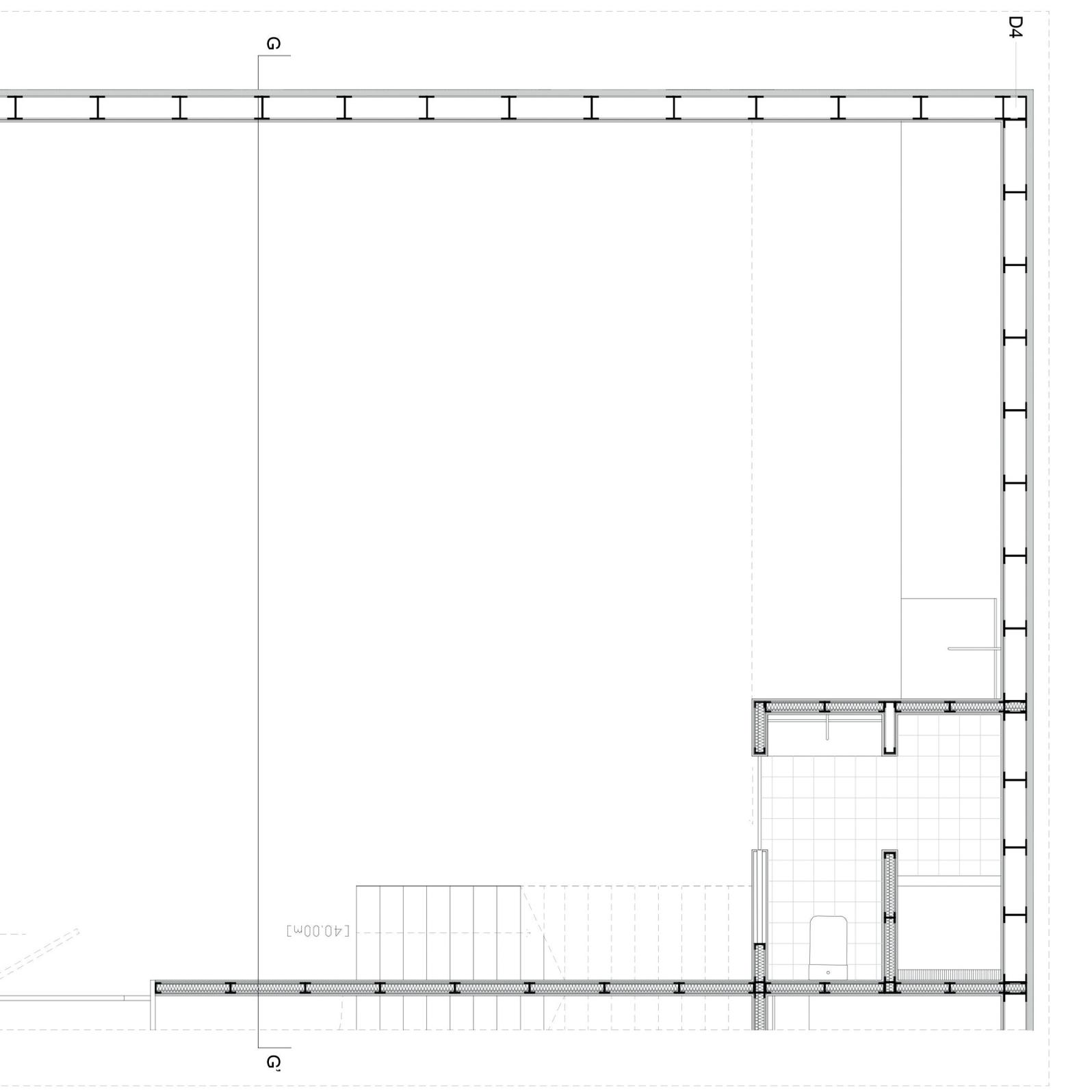
Alçado sul | Esc. 1.200

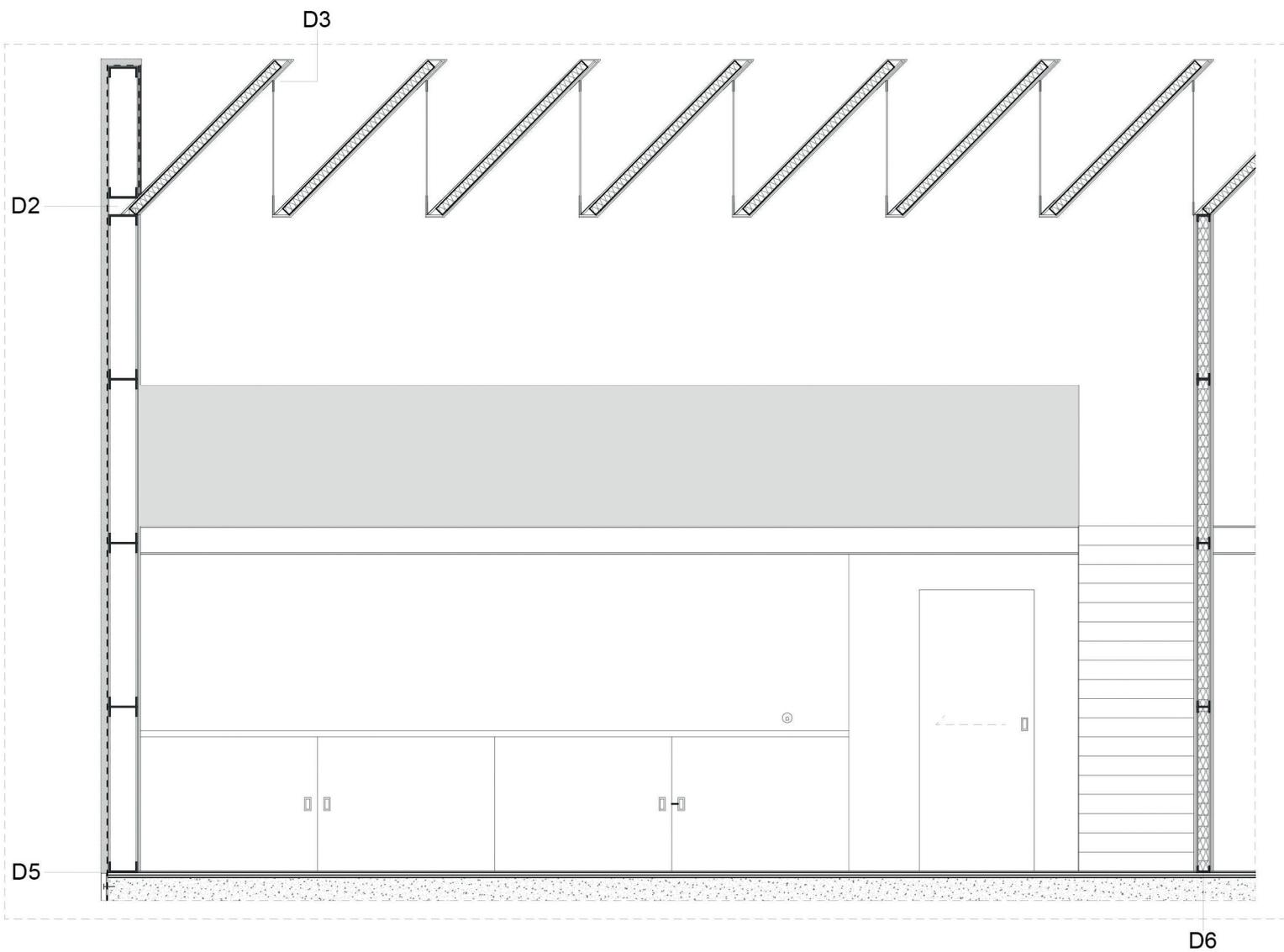




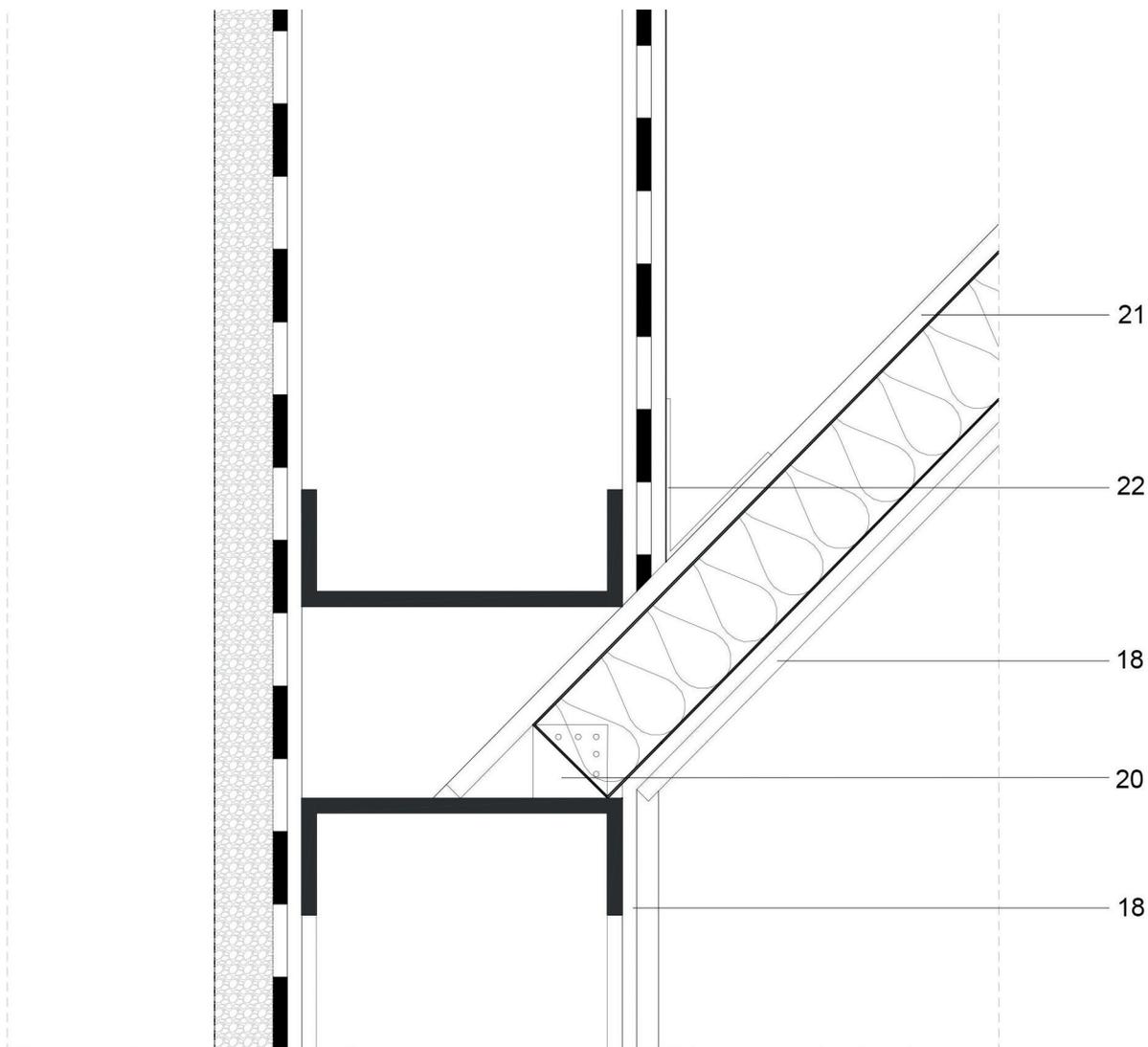
Pormenorização de Atelier | Esc. 1.50







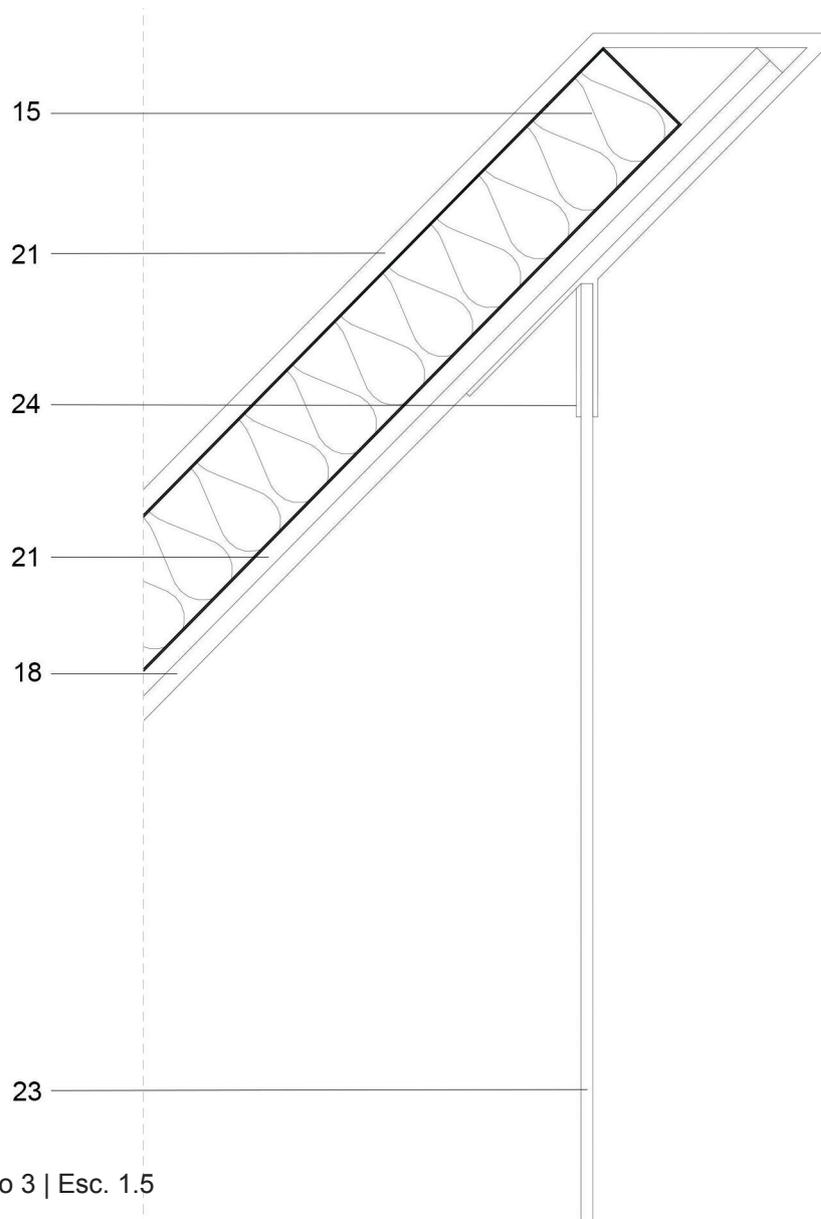
Pormenorização de Atelier | Esc. 1.50



Detalhe construtivo 2 | Esc. 1.5

Legenda:

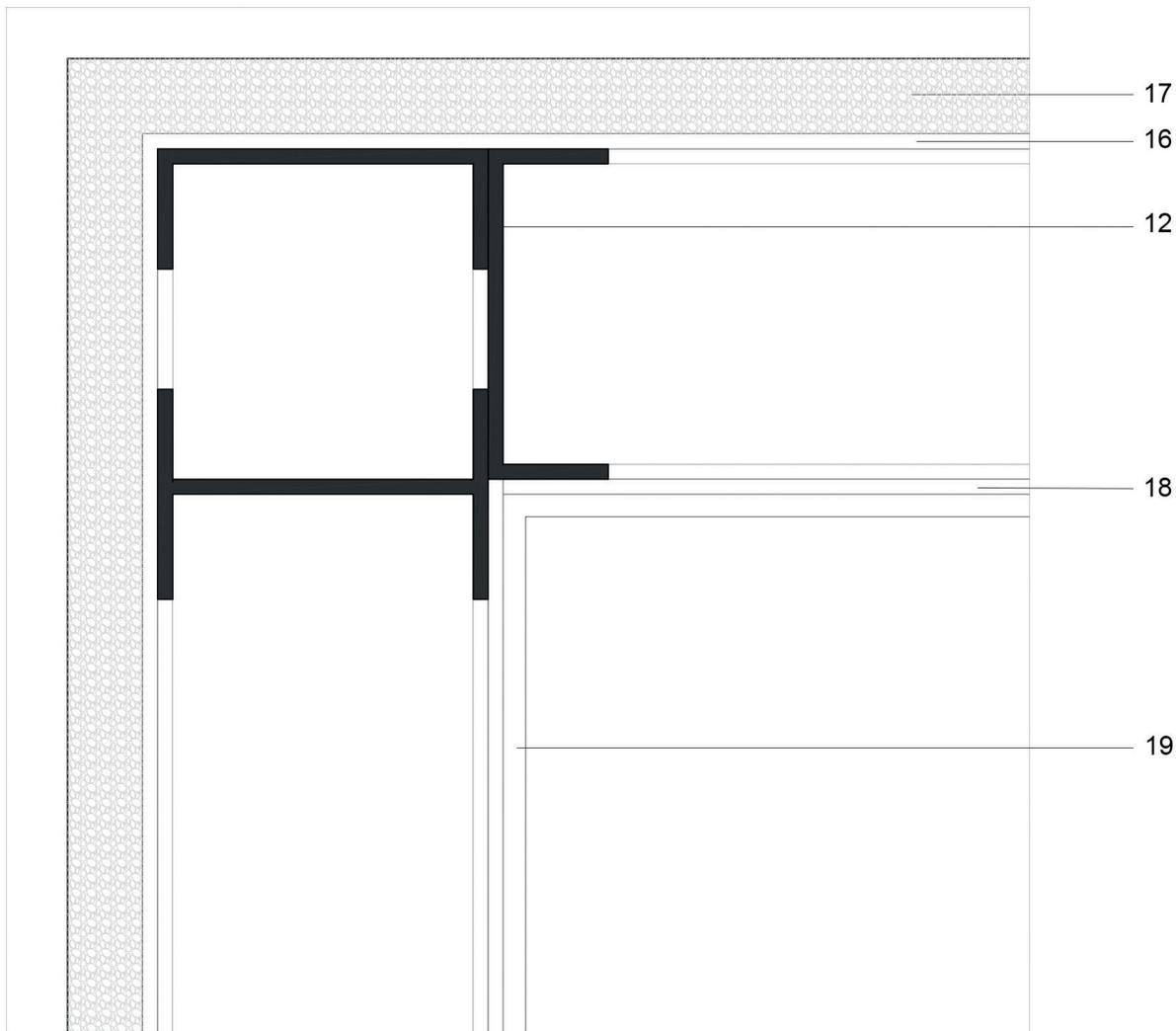
1 - Terreno; 2 - Betonilha de regularização; 3 - Sapata de betão; 4 - Goteira de metal; 5 - Camada de brita; 6 - Camada de areia; 7 - Isolamento de 40mm; 8 - Camada de geotextil; 9 - Parede armada de betão; 10 - Grampo metálico;
 11 - Placa de pedra de lioz; 12 - Perfil de aço UPN 220; 13 - Isolamento de 20mm; 14 - Pavimento autonivelante de 10mm; 15 - Isolamento de lâ mineral; 16 - Placa de MDF de 10mm; 17 - Camada de cortiça de 40mm; 18 - Placa de gesso cartonado 19 - Camada de reboco de 15mm; 20 - Perfil metálico; 21 - Chapa de zinco; 22 - Caleira metálica; 23 - Vidro; 24 - Bite metálico; 25 - Perfil de aço UPN 120; 26 - Estrutura portante para lajetas; 27 - Caixilho; 28 - Iluminação 29 - Aço corten; 30 - Pavimento em madeira.



Detalhe construtivo 3 | Esc. 1.5

Legenda:

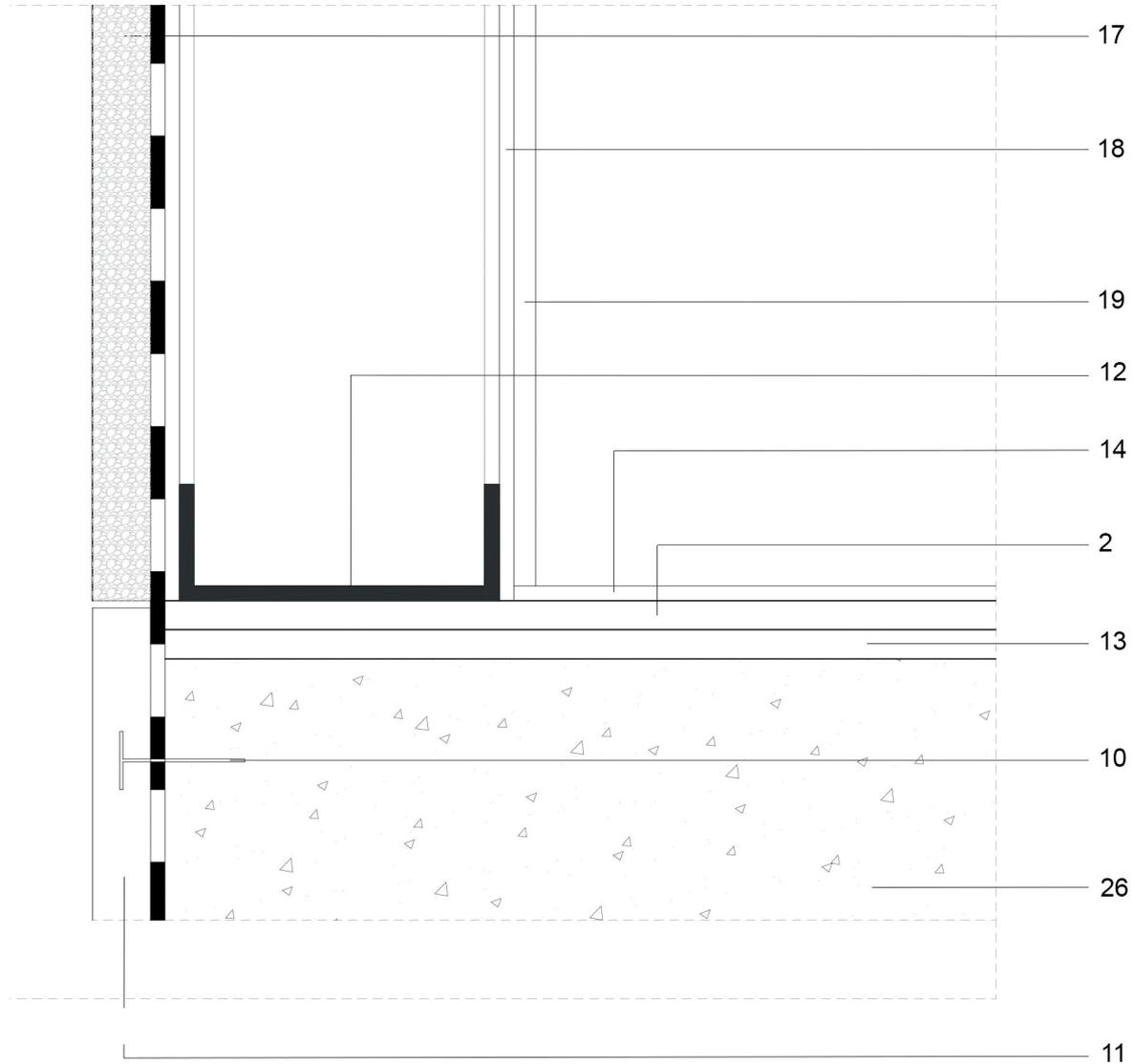
1 - Terreno; 2 - Betonilha de regularização; 3 - Sapata de betão; 4 - Goteira de metal; 5 - Camada de brita; 6 - Camada de areia; 7 - Isolamento de 40mm; 8 - Camada de geotêxtil; 9 - Parede armada de betão; 10 - Grampo metálico; 11 - Placa de pedra de lioz; 12 - Perfil de aço UPN 220; 13 - Isolamento de 20mm; 14 - Pavimento autonivelante de 10mm; 15 - Isolamento de lâ mineral; 16 - Placa de MDF de 10mm; 17 - Camada de cortiça de 40mm; 18 - Placa de gesso cartonado 19 - Camada de reboco de 15mm; 20 - Perfil metálico; 21 - Chapa de zinco; 22 - Caleira metálica; 23 - Vidro; 24 - Bite metálico; 25 - Perfil de aço UPN 120; 26 - Estrutura portante para lajetas; 27 - Caixilho; 28 - Iluminação 29 - Aço corten; 30 - Pavimento em madeira.



Detalhe construtivo 4 | Esc. 1.5

Legenda:

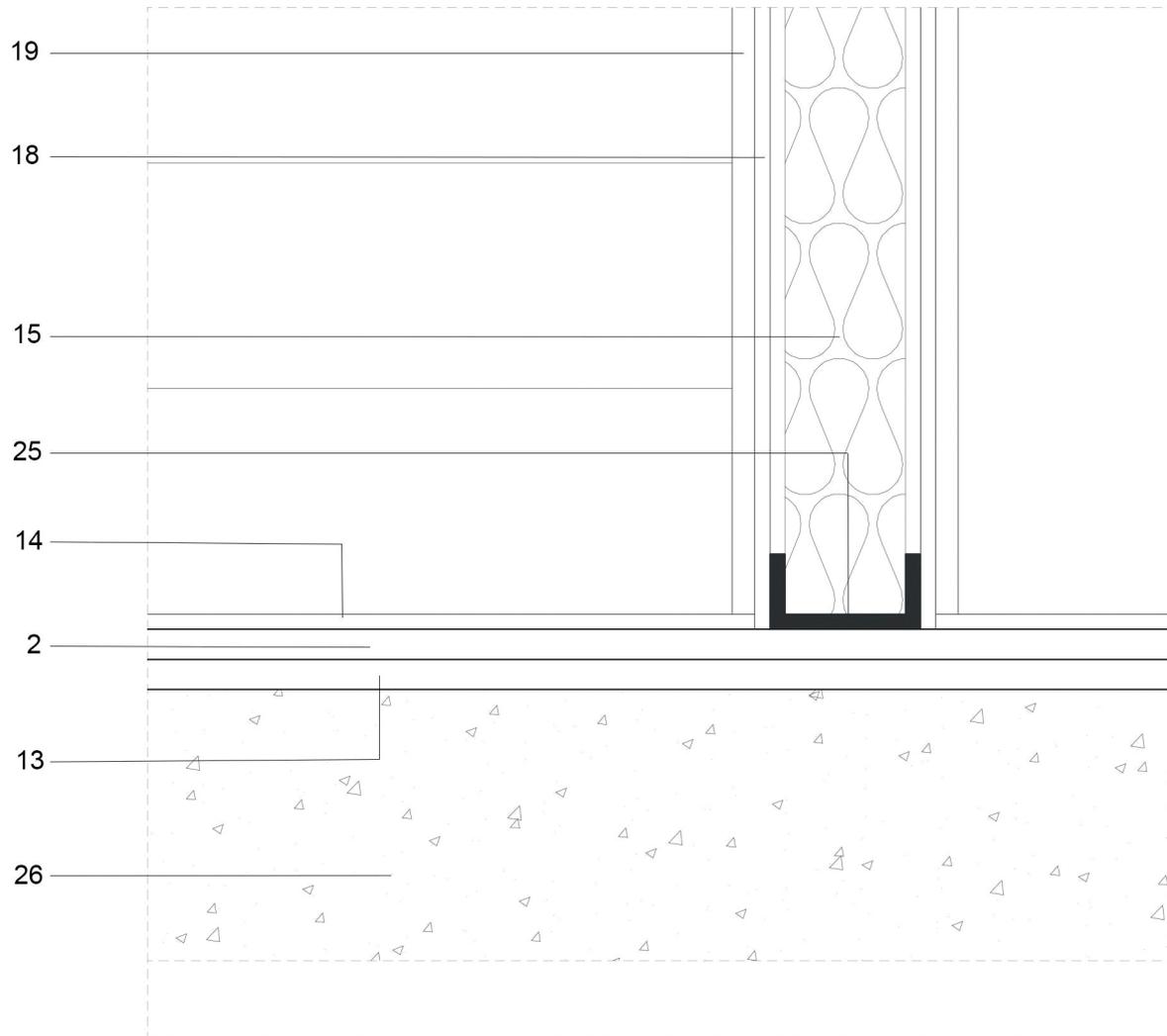
1 - Terreno; 2 - Betonilha de regularização; 3 - Sapata de betão; 4 - Goteira de metal; 5 - Camada de brita; 6 - Camada de areia; 7 - Isolamento de 40mm; 8 - Camada de geotextil; 9 - Parede armada de betão; 10 - Grampo metálico;
 11 - Placa de pedra de lioz; 12 - Perfil de aço UPN 220; 13 - Isolamento de 20mm; 14 - Pavimento autonivelante de 10mm; 15 - Isolamento de lã mineral; 16 - Placa de MDF de 10mm; 17 - Camada de cortiça de 40mm; 18 - Placa de gesso cartonado 19 - Camada de reboco de 15mm; 20 - Perfil metálico; 21 - Chapa de zinco; 22 - Caleira metálica; 23 - Vidro; 24 - Bite metálico; 25 - Perfil de aço UPN 120; 26 - Estrutura portante para lajetas; 27 - Caixilho; 28 - Iluminação 29 - Aço corten; 30 - Pavimento em madeira.



Detalhe construtivo 5 | Esc. 1.5

Legenda:

1 - Terreno; 2 - Betonilha de regularização; 3 - Sapata de betão; 4 - Goteira de metal; 5 - Camada de brita; 6 - Camada de areia; 7 - Isolamento de 40mm; 8 - Camada de geotextil; 9 - Parede armada de betão; 10 - Grampo metálico; 11 - Placa de pedra de lioz; 12 - Perfil de aço UPN 220; 13 - Isolamento de 20mm; 14 - Pavimento autonivelante de 10mm; 15 - Isolamento de lã mineral; 16 - Placa de MDF de 10mm; 17 - Camada de cortiça de 40mm; 18 - Placa de gesso cartonado 19 - Camada de reboco de 15mm; 20 - Perfil metálico; 21 - Chapa de zinco; 22 - Caleira metálica; 23 - Vidro; 24 - Bite metálico; 25 - Perfil de aço UPN 120; 26 - Estrutura portante para lajetas; 27 - Caixilho; 28 - Iluminação 29 - Aço corten; 30 - Pavimento em madeira.



Detalhe construtivo 6 | Esc. 1.5

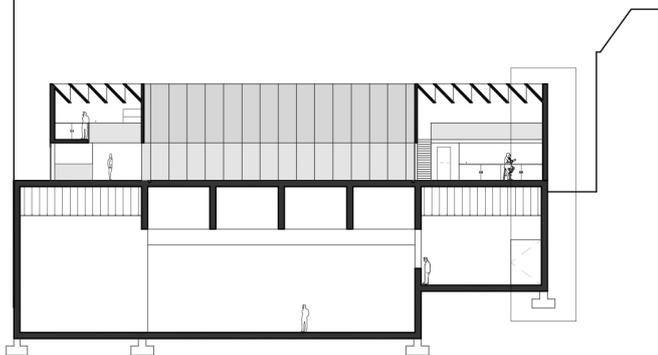
Legenda:

1 - Terreno; 2 - Betonilha de regularização; 3 - Sapata de betão; 4 - Goteira de metal; 5 - Camada de brita; 6 - Camada de areia; 7 - Isolamento de 40mm; 8 - Camada de geotêxtil; 9 - Parede armada de betão; 10 - Grampo metálico; 11 - Placa de pedra de lioz; 12 - Perfil de aço UPN 220; 13 - Isolamento de 20mm; 14 - Pavimento autonivelante de 10mm; 15 - Isolamento de lã mineral; 16 - Placa de MDF de 10mm; 17 - Camada de cortiça de 40mm; 18 - Placa de gesso cartonado 19 - Camada de reboco de 15mm; 20 - Perfil metálico; 21 - Chapa de zinco; 22 - Caleira metálica; 23 - Vidro; 24 - Bite metálico; 25 - Perfil de aço UPN 120; 26 - Estrutura portante para lajetas; 27 - Caixilho; 28 - Iluminação 29 - Aço corten; 30 - Pavimento em madeira.

Legenda:

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 - Terreno; | 22 - Caleira metálica; |
| 2 - Betonilha de regularização; | 23 - Vidro; |
| 3 - Sapata de betão; | 24 - Bite metálico; |
| 4 - Goteira de metal; | 25 - Perfil de aço UPN 120; |
| 5 - Camada de brita; | 26 - Estrutura portante para lajetas; |
| 6 - Camada de areia; | 27 - Caixilho; |
| 7 - Isolamento de 40mm; | 28 - Iluminação |
| 8 - Camada de geotextil; | 29 - Aço corten; |
| 9 - Parede armada de betão; | 30 - Pavimento em madeira. |
| 10 - Grampo metálico; | |
| 11 - Placa de pedra de lioz; | |
| 12 - Perfil de aço UPN 220; | |
| 13 - Isolamento de 20mm; | |
| 14 - Pavimento autonivelante de 10mm; | |
| 15 - Isolamento de lã mineral; | |
| 16 - Placa de MDF de 10mm; | |
| 17 - Camada de cortiça de 40mm; | |
| 18 - Placa de gesso cartonado | |
| 19 - Camada de reboco de 15mm; | |
| 20 - Perfil metálico; | |
| 21 - Chapa de zinco; | |

Pormenor Construtivo 1a | Esc. 1.10



2 [30.02m]

2

7

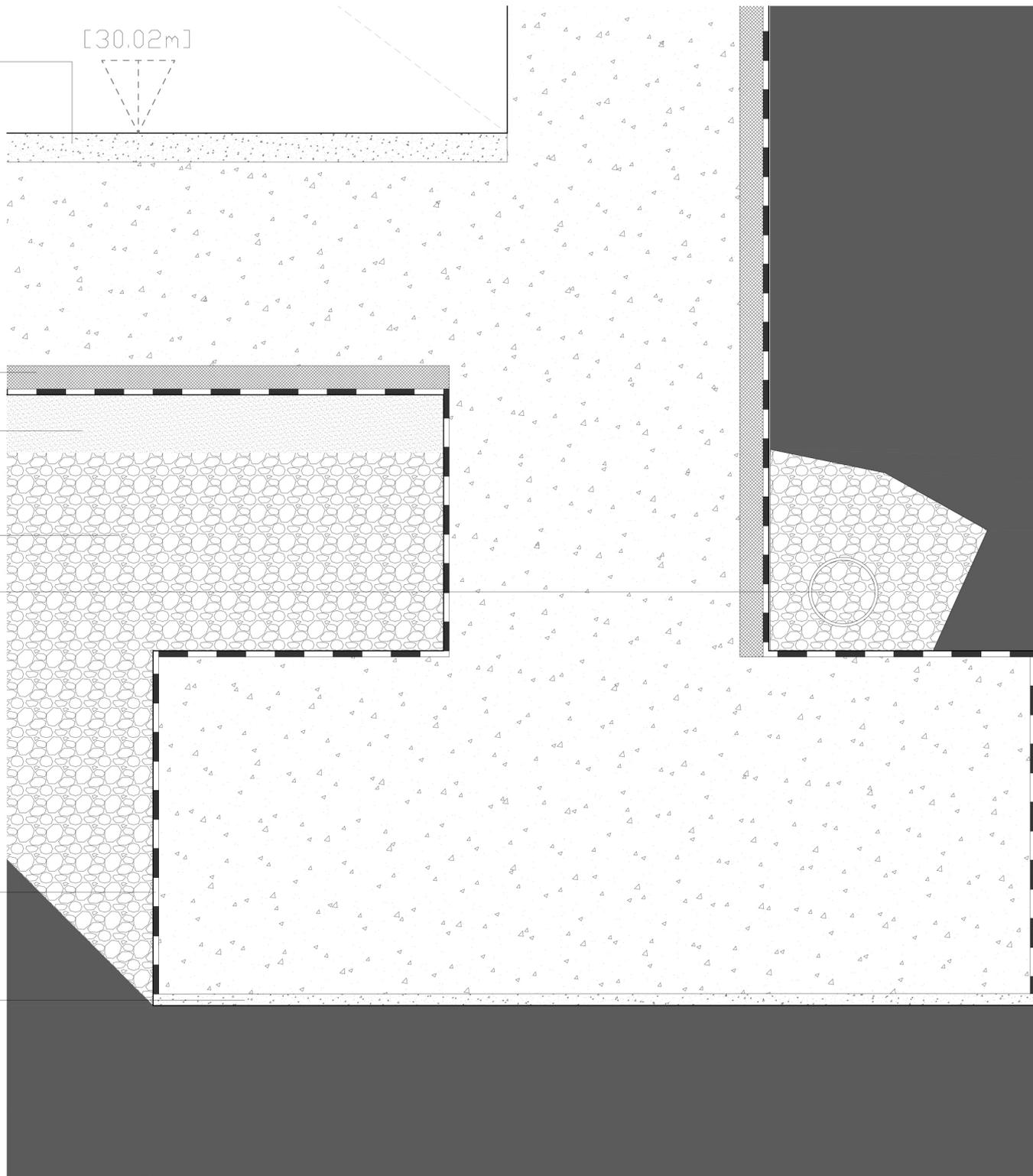
6

5

4

8

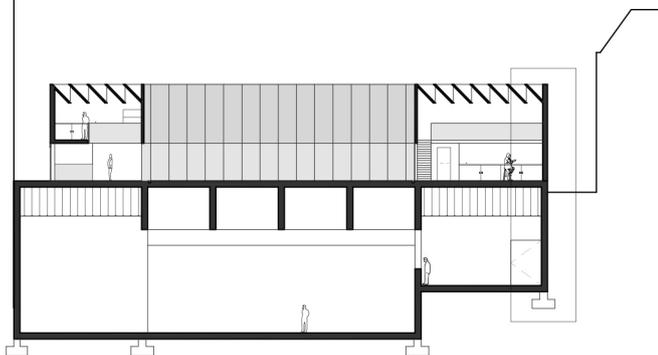
2

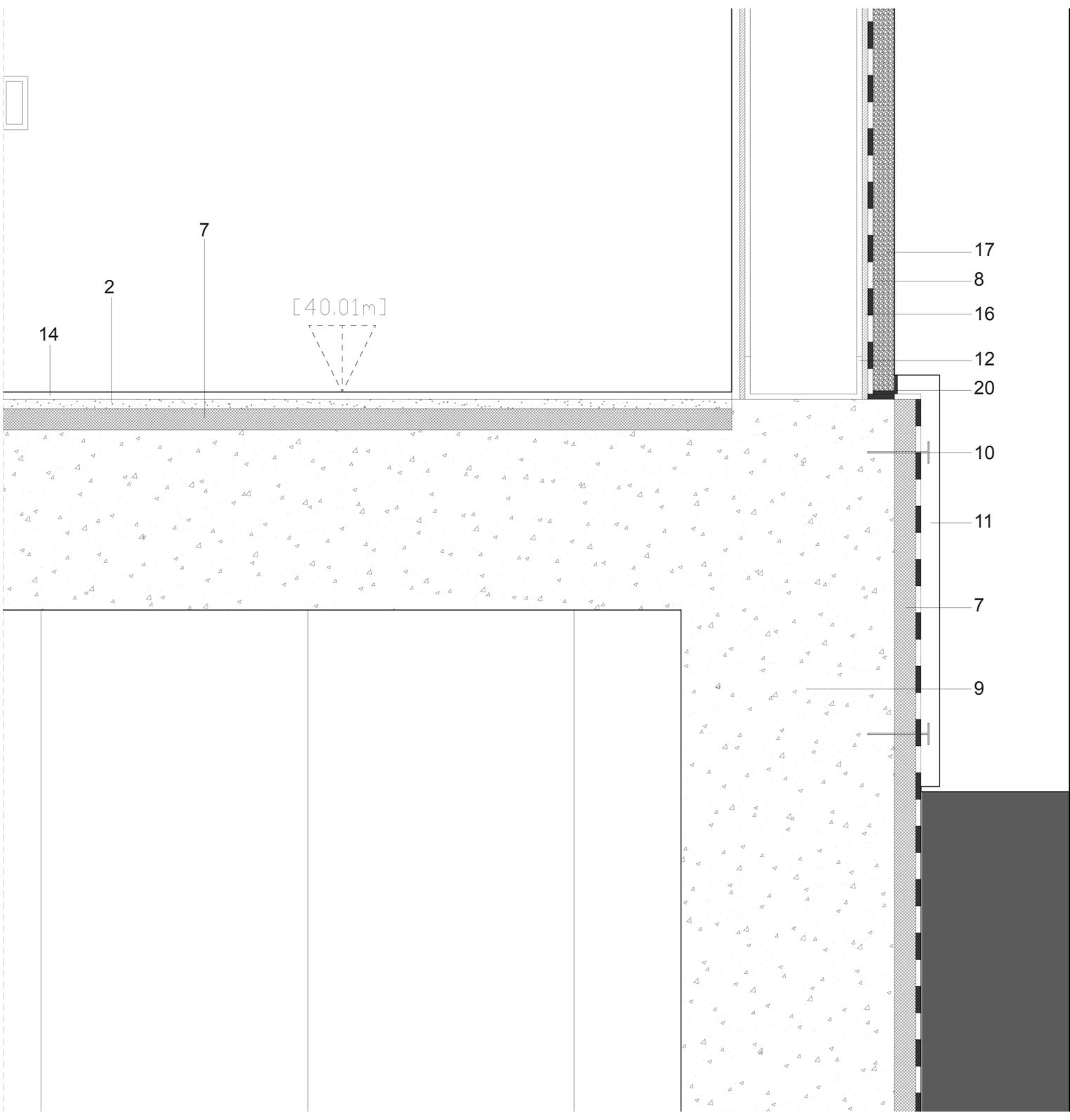


Legenda:

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 - Terreno; | 22 - Caleira metálica; |
| 2 - Betonilha de regularização; | 23 - Vidro; |
| 3 - Sapata de betão; | 24 - Bite metálico; |
| 4 - Goteira de metal; | 25 - Perfil de aço UPN 120; |
| 5 - Camada de brita; | 26 - Estrutura portante para lajetas; |
| 6 - Camada de areia; | 27 - Caixilho; |
| 7 - Isolamento de 40mm; | 28 - Iluminação |
| 8 - Camada de geotextil; | 29 - Aço corten; |
| 9 - Parede armada de betão; | 30 - Pavimento em madeira. |
| 10 - Grampo metálico; | |
| 11 - Placa de pedra de lioz; | |
| 12 - Perfil de aço UPN 220; | |
| 13 - Isolamento de 20mm; | |
| 14 - Pavimento autonivelante de 10mm; | |
| 15 - Isolamento de lã mineral; | |
| 16 - Placa de MDF de 10mm; | |
| 17 - Camada de cortiça de 40mm; | |
| 18 - Placa de gesso cartonado | |
| 19 - Camada de reboco de 15mm; | |
| 20 - Perfil metálico; | |
| 21 - Chapa de zinco; | |

Pormenor Construtivo 1b | Esc. 1.10





14

2

7

[40.01m]

17

8

16

12

20

10

11

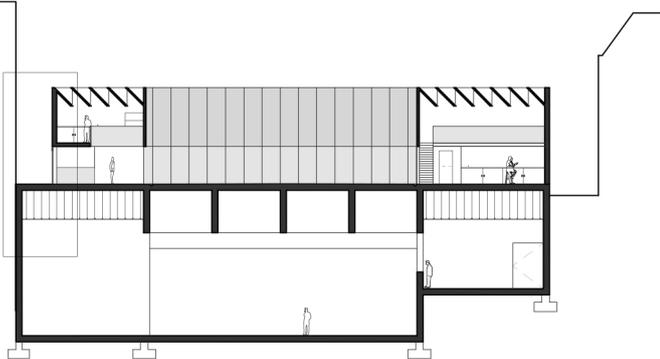
7

9

Legenda:

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 - Terreno; | 22 - Caleira metálica; |
| 2 - Betonilha de regularização; | 23 - Vidro; |
| 3 - Sapata de betão; | 24 - Bite metálico; |
| 4 - Goteira de metal; | 25 - Perfil de aço UPN 120; |
| 5 - Camada de brita; | 26 - Estrutura portante para lajetas; |
| 6 - Camada de areia; | 27 - Caixilho; |
| 7 - Isolamento de 40mm; | 28 - Iluminação |
| 8 - Camada de geotextil; | 29 - Aço corten; |
| 9 - Parede armada de betão; | 30 - Pavimento em madeira. |
| 10 - Grampo metálico; | |
| 11 - Placa de pedra de lioz; | |
| 12 - Perfil de aço UPN 220; | |
| 13 - Isolamento de 20mm; | |
| 14 - Pavimento autonivelante de 10mm; | |
| 15 - Isolamento de lã mineral; | |
| 16 - Placa de MDF de 10mm; | |
| 17 - Camada de cortiça de 40mm; | |
| 18 - Placa de gesso cartonado | |
| 19 - Camada de reboco de 15mm; | |
| 20 - Perfil metálico; | |
| 21 - Chapa de zinco; | |

Pormenor Construtivo 2a | Esc. 1.10



7

2

11

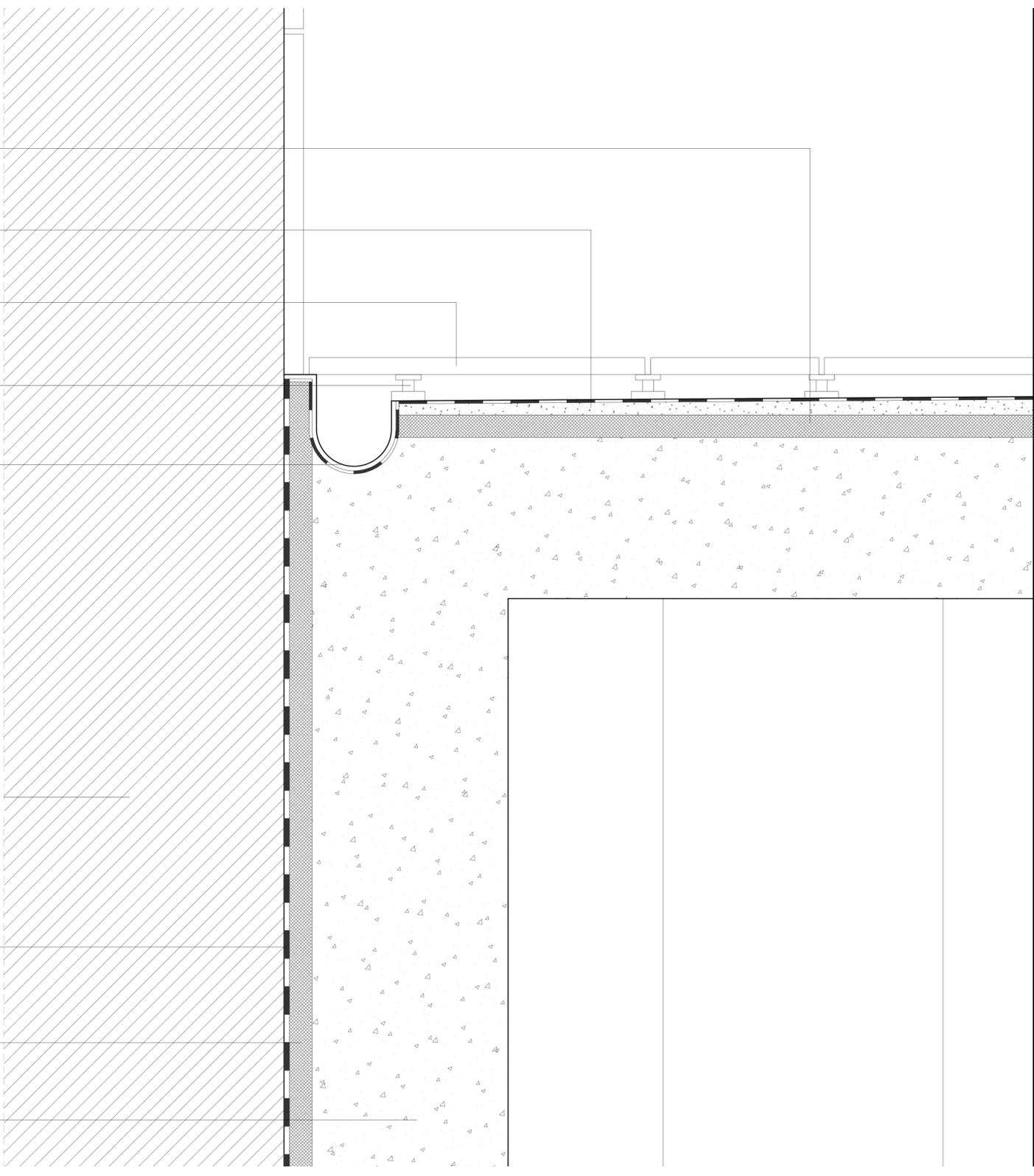
26

22

8

7

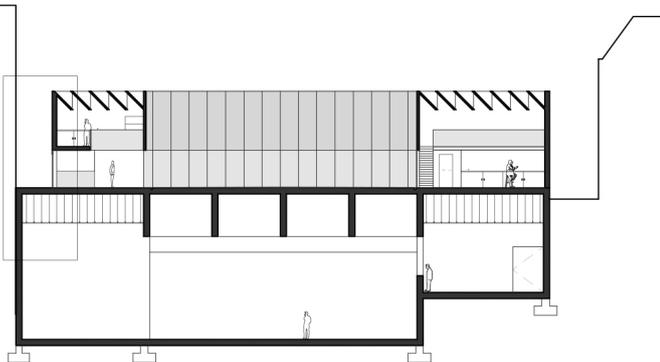
9



Legenda:

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 - Terreno; | 22 - Caleira metálica; |
| 2 - Betonilha de regularização; | 23 - Vidro; |
| 3 - Sapata de betão; | 24 - Bite metálico; |
| 4 - Goteira de metal; | 25 - Perfil de aço UPN 120; |
| 5 - Camada de brita; | 26 - Estrutura portante para lajetas; |
| 6 - Camada de areia; | 27 - Caixilho; |
| 7 - Isolamento de 40mm; | 28 - Iluminação |
| 8 - Camada de geotextil; | 29 - Aço corten; |
| 9 - Parede armada de betão; | 30 - Pavimento em madeira. |
| 10 - Grampo metálico; | |
| 11 - Placa de pedra de lioz; | |
| 12 - Perfil de aço UPN 220; | |
| 13 - Isolamento de 20mm; | |
| 14 - Pavimento autonivelante de 10mm; | |
| 15 - Isolamento de lã mineral; | |
| 16 - Placa de MDF de 10mm; | |
| 17 - Camada de cortiça de 40mm; | |
| 18 - Placa de gesso cartonado | |
| 19 - Camada de reboco de 15mm; | |
| 20 - Perfil metálico; | |
| 21 - Chapa de zinco; | |

Pormenor Construtivo 2b | Esc. 1.10



12

16

19

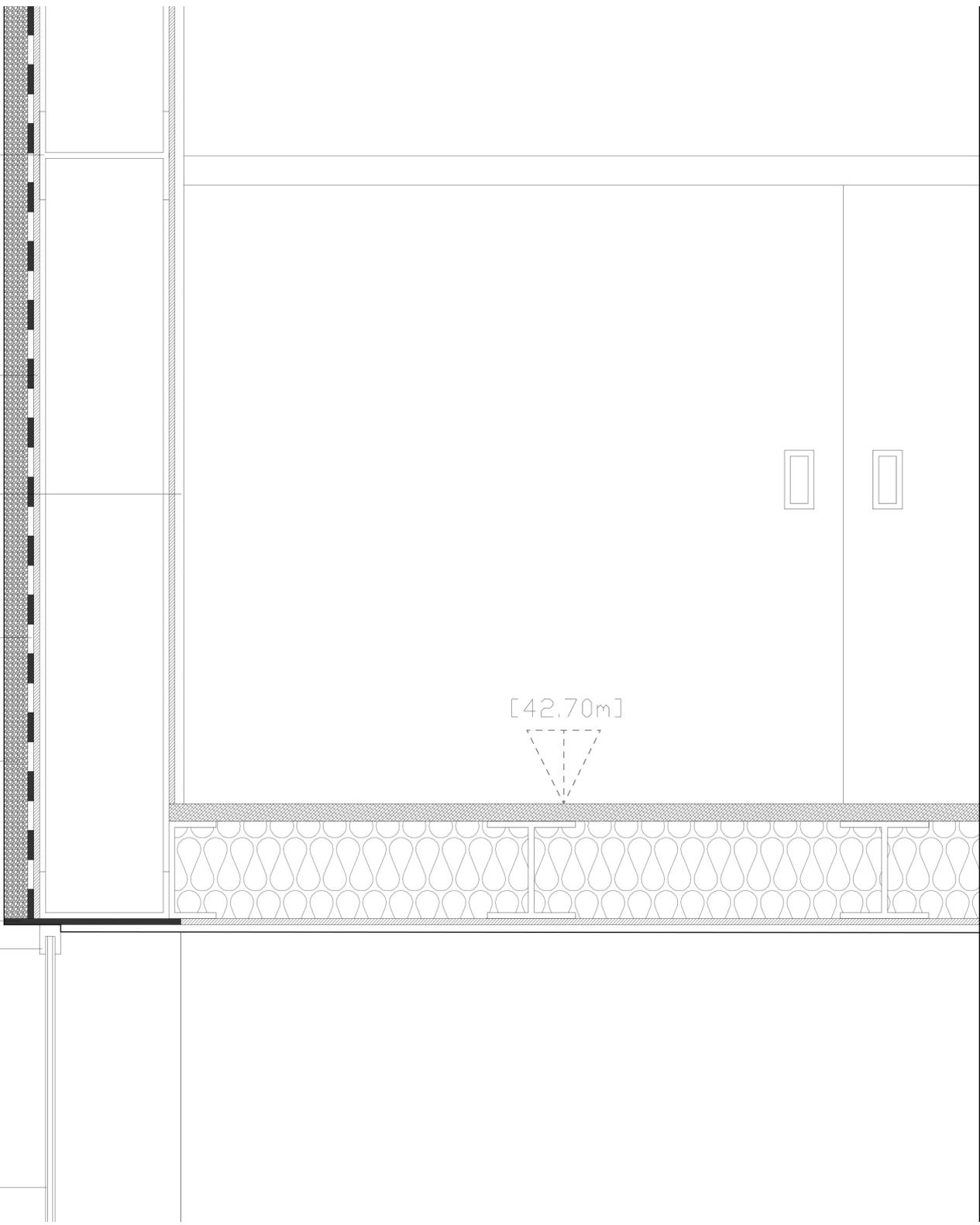
8

17

20

27

23



MIA | PFA | ISCTE-IUL
2016