

JOÃO BORGES

CICLO DE VIDA E IMPACTE AMBIENTAL
PAVIMENTOS EM MADEIRA E AÇO
CASO PRÁTICO
VERTENTE TEÓRICA - PARTE II

VERTENTE TEÓRICA - PARTE II | VERTENTE PRÁTICA - PARTE I



REVITALIZAÇÃO DA FÁBRICA DA CHEMINA
DE ANTIGA FÁBRICA DE LANIFÍCIOS A EDIFÍCIO MULTI FUNCIONAL
VERTENTE PRÁTICA - PARTE I

JOÃO BORGES



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

João Francisco Araújo Borges

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

Componente teórica do trabalho de projeto realizado no âmbito da unidade curricular de Projeto
Final de Arquitetura

Impacte Ambiental e Ciclo de vida, Pavimentos em Madeira e Aço: Caso prático

Orientador: Doutor Vasco Rato, Professor Auxiliar do ISCTE-IUL

[Outubro, 2017]

Sempre estarás presente, em tua memória, pai.

AGRADECIMENTOS

Gostaria antes de mais deixar o meu enorme agradecimento a toda a minha família, pelo apoio e motivação que me transmitiram ao longo destes últimos 5 anos.

Ao professor Arquiteto Pedro Botelho, pela experiência, confiança, incentivo e ajuda transmitido para a realização da vertente prática, um enorme obrigado.

Ao professor Doutor Vasco Rato, pela orientação, disponibilidade e conhecimento transmitido para a realização da vertente teórica, um enorme obrigado.

Aos professores do Departamento de Arquitetura dos Açores, pela motivação e conhecimento que transmitiram no início deste percurso.

Aos professores do ensino secundário Antero de Quental.

A todos os meus amigos e colegas do Departamento de Arquitetura do ISCTE.

E por fim um especial agradecimento a: André Vieira, Andreia Couto, Bruno Furtado, Décio Teixeira, Flávio Serpa, Pedro Gomes e Samuel Vitorino.

RESUMO

De um modo geral, grande parte das obras arquitetônicas não abordam as questões ambientais que de certo modo vão causando um impacto no nosso planeta. Dessa forma, é necessário ter um olhar crítico nas soluções construtivas escolhidas para cada projeto de arquitetura, de modo a que a construção seja mais sustentável.

Como tal, o presente trabalho insere-se num projeto de investigação em que são analisadas duas soluções construtivas a serem aplicadas num caso prático, do qual o impacto ambiental terá um peso na escolha final.

A investigação realizada teve como principal objetivo o cálculo de indicadores de sustentabilidade, relativamente a soluções construtivas de pavimento em madeira e o misto de perfis metálicos com madeira, de maneira a poder tirar conclusões acerca da sustentabilidade destas duas soluções.

Num primeiro capítulo é abordado, de um modo geral, o ciclo de vida e o impacto ambiental dos materiais escolhidos para as soluções construtivas.

No segundo capítulo, serão apresentados os cálculos e decisões finais para implementar no caso prático tendo em conta aquele que irá causar um menor impacto ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Ciclo de vida: impacto ambiental; Pavimentos; Madeira; Metal

ABSTRACT

From a broad point a view, most architectural works don't approach environmental issues, issues that, in a certain way, have an impact in our planet. So it's necessary to have a critical look in the choosing of construction solutions for each architectural project making it as sustainable as it can be.

As such, the present work is an investigation project where two construction solutions are analysed and applied to a practical case, in which the environmental impact is taken under consideration in the final choosing.

The investigation's primary goal was the calculation of the sustainable indicators, regarding the construction solutions of wooding floor and metal profiles mixed with wood, drawing conclusions from each solution about they're sustainability.

In the first chapter we analyse, in a general way, the chosen materials for the construction solutions and they're life cycle and environmental impact.

In the second chapter, we present the calculations and the final decisions to apply to the practical case, taking under consideration the one with the lowest environmental impact.

KEYWORDS: Life Cycle; Environmental Impact; Floors; Wood; Metal

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	II
ABSTRACT	III
ÍNDICE.....	V
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	VIII
INDICE DE IMAGENS.....	VIII
01. INTRODUÇÃO	16
01.1. ENQUADRAMENTO	16
01.2. OBJECTIVOS E METODOLOGIA.....	17
02. CICLO DE VIDA E IMPACTE AMBIENTAL	20
02.1. INTRODUÇÃO.....	20
02.2. MADEIRA	25
02.3. METAL.....	28
03. CASO PRÁTICO	34
03.1. INTRODUÇÃO.....	34
03.2. ENQUADRAMENTO AO TEMA	35
04. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS	38
04.1. PERFIL METÁLICO E MADEIRA	38
04.2. MADEIRA	40
05. PROCESSOS DE CÁLCULOS E RESULTADOS	41
06. ANÁLISE DOS RESULTADOS	48
07. REFLEXÃO CRÍTICA	51
08. ÁGUA INCORPORADA E CONCLUSÃO	52
09. BIBLIOGRAFIA.....	55

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

EE – energia incorporada

EC – carbono incorporado

EW – Água Incorporada

ICE – Inventory of Carbon & Energy

PFA – Projeto Final de Arquitetura

ACV – Avaliação do ciclo de vida

INDICE DE IMAGENS

- Fig.1** - Fases e etapas no ciclo de vida de uma edificação;
- Fig. 2** - Esquema da metodologia da avaliação do ciclo de vida;
- Fig. 3** - Impactos ambientais de cada processo;
- Fig. 4** - Pormenor Construtivo do pavimento 1;
- Fig. 5** - Pormenor Construtivo do pavimento 2;
- Fig. 6** - Pormenor Construtivo do pavimento 3;
- Fig. 7** - Pormenor Construtivo do pavimento 4;
- Fig. 8** - Tabela com os valores do peso total para a solução construtiva do pavimento 1;
- Fig. 9** - Tabela com os valores do peso total para a solução construtiva do pavimento 2;
- Fig. 10** - Tabela com os valores do peso total para a solução construtiva do pavimento 3;
- Fig. 11** - Tabela com os valores do peso total para a solução construtiva do pavimento 4;
- Fig. 12** - Tabela com os valores do peso total para a solução construtiva em betão armado;
- Fig. 13** - Tabela com os valores da soma total do EE e EC do pavimento com perfil metálico e madeira;
- Fig. 14** - Tabela com os valores da soma total do EE e EC do pavimento com perfil metálico e madeira;
- Fig. 15** - Tabela com os valores da soma total do EE e EC do pavimento em madeira;
- Fig. 16** - Tabela com os valores da soma total do EE e EC do pavimento em madeira;
- Fig. 17** - Tabela com os valores da soma total do EE e EC do pavimento em betão;
- Fig. 18** - Tabela comparativa dos valores de energia incorporada e carbono incorporado;
- Fig. 19** - Tabela com os valores da soma total do EW do pavimento misto e do pavimento em madeira.

01. INTRODUÇÃO

01.1. ENQUADRAMENTO

O presente trabalho insere-se no âmbito da vertente teórica do Projeto Final de Arquitetura (PFA) integrado no plano de Mestrado Integrado em Arquitetura do ISCTE-IUL.

A questão da sustentabilidade e do impacte ambiental dos materiais utilizados na arquitetura, é um tema que tem vindo a ganhar uma enorme importância na construção nos últimos anos.

Só podemos considerar uma construção sustentável quando as questões ambientais, económica, social e cultural são ponderadas durante a fase de projeto.

O betão armado, um dos materiais mais utilizado no mundo no que toca à construção e é ao mesmo tempo o tipo de material que não é amigo do ambiente devido às suas características no que toca à energia incorporada (EE) e ao carbono incorporado (EC).

A par do crescimento populacional e da evolução tecnológica, os arquitetos têm vindo a explorar, cada vez mais, novas técnicas e novas soluções construtivas de modo a corresponder às novas exigências a nível ambiental.

Neste seguimento, é importante definir que num novo projeto, as soluções construtivas venham a corresponder àquele que irá causar o menor impacte ambiental possível, foi neste sentido o desafio proposto para o desenvolvimento desta dissertação no presente ano letivo.

01.2. OBJECTIVOS E METODOLOGIA

Na transformação de matéria-prima até ao produto final que obtemos em obra, as indústrias geram diversos resíduos sendo eles, sólidos, líquidos e gasosos, que necessitam de tratamento. Também consomem energia e água, utilizam veículos para o transporte tanto da matéria-prima como de produto final, o que irá implicar impactes ambientais.

Serão considerados dois materiais que irão fazer parte da análise relativamente ao impacte ambiental, a madeira, proveniente de florestas, é um dos recursos mais sustentáveis e é um material que é usado para uma variedade de formas estruturais tais como vigas, colunas e treliças. A estrutura metálica, também ela é normalmente identificada como “amiga do ambiente” devido essencialmente ao seu potencial de reciclagem, é produzido através de dois processos básicos, a partir de matérias-primas tais como o carvão, minério de ferro e fundentes e por fim a sua produção em forno.

Nesta conjuntura, o objetivo principal prende-se ao desenvolvimento de dois sistemas construtivos para os novos pavimentos a serem construídos no âmbito da vertente prática do Projeto Final de Arquitetura (PFA) tendo em conta o seu impacte ambiental e o seu processo desde a sua transformação até ao produto final.

Tendo em conta os assuntos anteriormente referidos, esta dissertação é composta por dois capítulos. Numa primeira fase serão abordadas as questões relativas ao impacte ambiental e o ciclo de vida; de seguida, serão abordados os materiais a serem utilizados, neste caso a madeira e o metal. Numa segunda fase, serão apresentados os métodos construtivos a serem aplicados na vertente prática do Projeto Final de Arquitetura (PFA), os processos de cálculo com a apresentação dos resultados das duas soluções construtivas e por fim uma análise e reflexão crítica acerca da relação entre o ciclo de vida das soluções construtivas e as opções tomadas para com o projeto de arquitetura.

02. CICLO DE VIDA E IMPACTE AMBIENTAL

02.1. INTRODUÇÃO

As atividades humanas e o conseqüente desenvolvimento técnico e crescimento populacional, associados a um aumento de nível de vida, têm vindo a originar impactes ambientais crescentes no planeta. Uma dessas atividades humanas é o setor da construção, que tem um papel predominante nas atividades económicas, políticas e sociais da comunidade. Acompanhando esse mesmo crescimento populacional e tecnológico, a construção gera consumos energéticos brutais em todas as suas atividades – construção, uso, renovação e demolição – o que leva a um grande impacto ambiental.

A extração de altas quantidades de matérias-primas não renováveis, os elevados consumos energéticos e as conseqüentes emissões de gases são, em grande parte, responsáveis pelo efeito de estufa. As obras de construção consomem cerca de 75% dos recursos naturais, ou seja, o impacto ambiental dos materiais tem de ser faturado na produção do meio construído. O projeto de um edifício não pode ser dissociado da escolha dos materiais. A produção de materiais, o transporte e o uso, contribuem para a poluição global, pela libertação de gases do efeito estufa, pela poluição do ar e pela libertação de CO₂.

Minimizando a extração de matérias-primas não renováveis e sendo criteriosos na escolha de materiais, privilegiando materiais não tóxicos, com baixa energia incorporada, recicláveis, que permitam o reaproveitamento de resíduos de outras indústrias, originários de fontes renováveis, que estejam associados a baixas emissões de GEE (Gases do Efeito de Estufa) e com durabilidade, é possível contribuir para a redução do impacto ambiental global.

A escolha desses materiais deve ter por base a análise do seu ciclo de vida, levando em conta todas as fases e etapas inerentes ao processo construtivo.

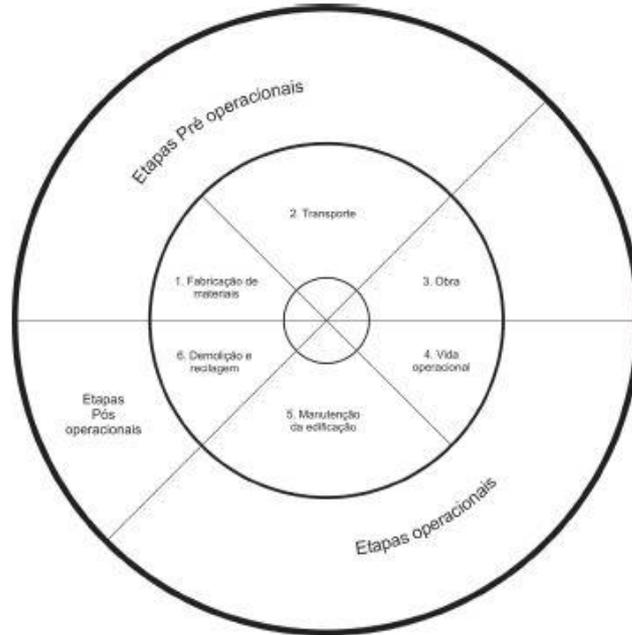


Fig.1 – Fases e etapas no ciclo de vida de uma edificação; Ana Isabel Carreiras *in* Os Materiais e a Sustentabilidade.

A década de sessenta ficou marcada pelo início de uma preocupação com o meio ambiente, tendo acontecido esforços por parte dos governos e identidades, públicas e privadas, nesse sentido.

A seleção dos materiais influencia o edifício, tanto na sua fase de projeto como no seu desempenho e manutenção. Essa seleção criteriosa deve ser feita em função do impacto devido à extração da matéria-prima, à fabricação, ao processamento, ao transporte, à construção, ao uso, à demolição e à reciclagem ou disposição final dos materiais e da influência do edifício geral

no desempenho ambiental. Todas estas etapas da vida do edifício podem ser analisadas numa avaliação de ciclo de vida, através da determinação de diversos indicadores de impacte ambiental. Neste trabalho, faz-se recurso a dois indicadores: a energia e o carbono incorporados.

A metodologia da **avaliação do ciclo de vida (ACV)** é uma ferramenta de gestão ambiental que visa tratar com objetividade as questões ambientais, tais como a gestão de recursos naturais, estudos comparativos entre os produtos e serviços, a otimização dos sistemas de reciclagem, entre outros. Esta ferramenta, de forma sintetizada, vai contabilizar todas as entradas das matérias-primas e energia, as emissões atmosféricas, bem como os impactos ambientais produzidos pelo sistema de produção, ao longo de todo o seu ciclo de vida, ou seja, desde a extração das matérias-primas na natureza, a produção, o transporte, o uso, a demolição e a reciclagem final.

É uma avaliação sistemática que quantifica os fluxos de energia e de materiais no ciclo de vida do produto, que se pode traduzir no seguinte esquema:¹

¹ CARREIRAS, Ana Isabel (2015). **Os materiais e a sustentabilidade**. Revista Arquitectura Lusíada, N. 7 (1º semestre 2015): p. 35-40.

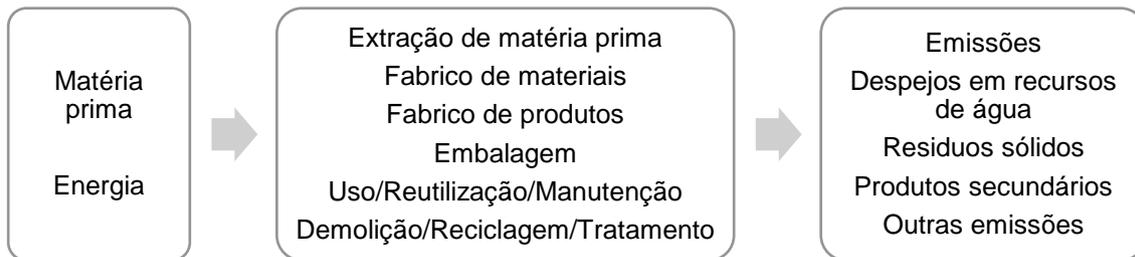


Fig. 2 – Esquema da metodologia da avaliação do ciclo de vida; do autor.

Esta ferramenta da avaliação do ciclo de vida tem vindo a ser muito utilizada nos países em desenvolvimento tais como Estados Unidos da América, Japão, Alemanha, França, Canadá, Áustria, Holanda, Suíça, Suécia, Noruega e Finlândia bem como instituições internacionais tais como Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), United Nations Environment Program (UNEP), Environmental Protection Agency (EPA) e empresas como a Hewlett Packard (HP), Volvo, General Motors, Chrysler-Mercedez Benz entre muitas outras.²

Em Portugal, a avaliação do ciclo de vida é ainda muito pouco utilizada pelos arquitetos. Atualmente, no mundo académico, é introduzida esta ferramenta, portanto, espera-se que nos próximos tempos os arquitetos portugueses façam um maior uso e uma maior iniciativa nessa mesma área.

² SANTOS, Lino (2007) *AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA E CUSTEIO DO CICLO DE VIDA DE EVAPORADORES PARA USINAS DE AÇÚCAR* p.30

Com tudo o que foi referido é possível então enumerar uma série de princípios básicos para o uso sustentável de materiais no processo construtivo, tais como: a reutilização de componentes existentes do edifício, o que estende a sua vida útil e conserva recursos (por exemplo fachadas e estruturas); a reutilização de recursos, introduzindo no projeto materiais reciclados, remanufaturados e reutilizados, reduzindo a introdução de materiais virgens e por consequência o impacto associado à extração e ao processamento desses mesmos materiais, assim como o consumo de energia e a criação de resíduos; a utilização de materiais com constituintes reciclados, como pedaços de cerâmica e argamassa que funcionam como agregado na produção de betão; o uso de madeira de reflorestamento ou madeira certificada, evitando o uso de madeiras de espécies ameaçadas ou de origem ilegal; reduzir o uso de matérias-primas finitas e utilizar materiais de rápida renovação; adotar sistemas de gestão de resíduos, como a separação e a reciclagem, no estaleiro de obras e reduzir as perdas aquando da fase de construção, evitando o desperdício; a escolha de materiais e mão-de-obra locais, suportando assim a economia local e reduzindo o impacto ambiental inerente ao transporte dos materiais; adequar o projeto e materiais às normas técnicas; aumentar a qualidade do ar interior ao usar materiais de baixa emissão de compostos orgânicos voláteis (COV's), sem odores e não prejudiciais ao conforto e bem-estar dos ocupantes; e, por fim, a escolha de materiais naturais, com preferência para materiais com elevada capacidade de reutilização e sobre os quais exista informação relativa ao impacto ambiental no ciclo de vida, por exemplo através de uma Declaração Ambiental de Produto.³

Com esta ótica em mente, é necessário então criar soluções para contrariar o presente impacto ambiental produzido pela construção, focando esta dissertação na necessidade e vantagens do uso da madeira e do metal como materiais para uma construção mais sustentável.

³ CARREIRAS, Ana Isabel (2015). **Os materiais e a sustentabilidade**. Revista Arquitectura Lusíada, N. 7 (1º semestre 2015): p. 41

02.2. MADEIRA

O desenvolvimento sustentável sugere o uso de recursos renováveis em detrimento do uso de matérias-primas não renováveis e também um aumento da reutilização e da reciclagem de materiais. Esse desenvolvimento sustentável depende do reconhecimento de que os recursos naturais são limitados, o que leva a um novo conceito de desenvolvimento económico, que tem em conta o meio ambiente e os fatores sociais.

Tendo em conta esse novo conceito e preocupação é então possível pensar na construção de forma sustentável e ponderada. Uma das formas de isso acontecer é com a escolha e utilização de materiais de construção mais sustentáveis, de origem natural e local, com baixo valor de energia incorporada, reutilizáveis e/ou recicláveis. Um desses materiais é a madeira. A construção à base deste material representa inúmeras vantagens, fundamentando os 90% de construção habitacional em madeira em países desenvolvidos como a Noruega e o Canadá, embora, na maioria desses países as condições climáticas são propícias ao uso da madeira.

A madeira é o único material de construção que é reciclável, renovável e biodegradável, para além de ser um dos materiais que despande menor energia para a sua transformação. Estruturalmente, a madeira apresenta uma elevada resistência física mas, específica, relacionando a resistência física com a sua massa volúmica. Tem durabilidade (com a proteção adequada) e baixa condutibilidade térmica, bom comportamento acústico e elétrico, necessitando apenas de ser arejada e seca. A sua textura e cor tornam-na um material esteticamente agradável e, ao contrário do que se possa pensar, a madeira tem bom desempenho na resistência ao fogo, porque apesar de ser combustível, a sua combustão é lenta.

A análise do seu ciclo de vida mostra que a madeira tem melhor desempenho que os principais materiais de construção (betão, aço e alumínio), no que se refere à energia

incorporada, emissão de gases com efeito de estufa, libertação de poluentes no ar e na água e na produção de resíduos sólidos.⁴

Com a utilização da madeira para construção ou para outro fim, é necessário assegurar o reflorestamento geral, mantendo os recursos e a biodiversidade do planeta e dos sistemas ecológicos, e assim proporcionando o equilíbrio entre o desenvolvimento e a manutenção de recursos. Esse processo deve ser feito faseadamente, gerindo a floresta de forma a manter árvores de diferentes idades, tornando o processo de exploração contínuo e economicamente equilibrado. O rápido crescimento das florestas jovens contribui para a retenção de grandes quantidades de carbono, quantidades essas que vão sendo progressivamente menores à medida que as árvores envelhecem e o seu ritmo de crescimento diminui. A gestão sustentada das florestas garante que as propriedades de retenção de carbono se mantêm preservadas.

Outra vantagem do uso da madeira e dos seus produtos na construção é a pré-fabricação dos seus elementos e a sua falta de resíduos em obra. Também pode-se proceder ao reaproveitamento da madeira de edifícios demolidos, aumentando ainda mais a sua vida útil, sendo esta um material biodegradável e reciclável.

Em relação à durabilidade, a madeira pode sobreviver durante imensos anos desde que não esteja frequentemente submetida a grandes variações de humidade. Como por exemplo, algumas igrejas na Noruega, que subsistiram mais de mil anos sem precisar de substituição de elementos, assim também é o caso de alguns templos no Japão.

⁴ MARQUES, Luís Eduardo (2008). **O papel da madeira na sustentabilidade da construção**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto: p. 39.

Em Portugal, também existem inúmeros casos de estruturas de madeira que sobreviveram dezenas e centenas de anos, como por exemplo, a baixa pombalina em Lisboa e as suas estacas que duraram até aos nossos dias em boas condições.

Para além da madeira como material existem também inúmeros produtos derivados da madeira. A obtenção de peças de dimensões relevantes passa por um desmanchamento do toro em lâminas, partículas ou fibras e a sua posterior colagem, formando novos produtos, distinguindo assim dois grandes grupos de madeira, as madeiras maciças e as madeiras industrializadas.⁵

Com tudo o que foi referido anteriormente só podemos concluir que a madeira possui inúmeras propriedades que tornam a sua utilização vantajosa em relação a outros materiais, destacando o baixo consumo de energia para seu processamento, a alta resistência, as boas características de comportamento térmico e a sua facilidade de manejo e trabalho, tanto manual como com máquinas.

⁵ MARQUES, Luís Eduardo (2008). **O papel da madeira na sustentabilidade da construção**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto: p. 50-53.

02.3. METAL

O metal é visto como um dos materiais atuais mais promissores no sector da construção, face às crescentes preocupações em relação ao desenvolvimento sustentável. A principal razão pela qual o metal e os seus derivados são classificados como material “amigo do ambiente”, deve-se ao seu enorme potencial de reciclagem, sendo que o metal pode ser reciclado inúmeras vezes sem perder as suas qualidades e propriedades, contribuindo também para uma diminuição no consumo de recursos naturais e para o aumento da reutilização desses mesmos recursos. Para além do seu enorme potencial de reciclagem o metal apresenta também outras propriedades benéficas não só para o ambiente, como também para a construção, como a durabilidade e flexibilidade.⁶

Para além dos metais, é necessário considerar também as ligas metálicas, visto que os metais utilizados raramente apresentam todas as características pretendidas para uma determinada aplicação, sendo necessário obter-se uma liga que resulte num material de maior resistência mecânica, duração ou outra característica específica pretendida. Por essa capacidade de moldagem e de responder a necessidades que o metal não consegue, as ligas metálicas têm uma grande importância para a construção, sendo que a maioria das ligas é produzida com o propósito de superar exigências ao nível da dureza, condutibilidade térmica, condutibilidade elétrica, temperatura de fusão, brilho e resistência mecânica.⁷

⁶ GERVÁSIO, Helena Maria. **A sustentabilidade do aço e das estruturas metálicas**. p. 1.

⁷ DIAMANTINO, Paulo Nuno (2014). **Sustentabilidade na construção metálica**. Instituto Superior de Engenharia do Porto: p. 61.

Tendo em conta o potencial sustentável que o metal apresenta, as siderurgias mundiais têm vindo a implementar várias medidas com o objetivo de tornar o metal num material mais ecológico e de contribuir para a preservação ambiental. A maior preocupação foca-se na diminuição do consumo de energia e na redução da emissão de gases com efeito de estufa, nomeadamente de dióxido de carbono, sendo este o fator mais preocupante. ⁸

Com essa preocupação advém alguns aspetos importantes a ter em conta como o tipo de processo de fabrico ou de reciclagem e a origem da energia utilizada nesses mesmos processos. Os processos mais comuns de reciclagem do metal são a produção em alto-forno (Basic Oxygen Furnace) e a produção em forno de arco elétrico (Electric Arc Furnace). O primeiro processo, de produção em alto-forno, é responsável por cerca de 70% da produção mundial do metal e aço. Mas o segundo processo, de produção em forno de arco elétrico, é o mais sustentável, o mais fácil de executar e o mais rápido dos dois, gerando consumos de energia inferiores. No entanto, a principal diferença entre os dois processos é o facto da produção em alto-forno utilizar entre 25% e 35% de aço reciclado, contrastando com os 95% da produção em forno de arco elétrico. Embora essa seja a principal diferença existem outras diferenças relevantes para a avaliação da sustentabilidade de cada processo, entre as quais a quantidade de resíduos resultantes de cada processo. Este fator é importante visto que pode ter consequências ao nível da energia utilizada na reciclagem ou incineração dos resíduos, bem como no impacto e alteração dos locais de produção e aplicação dos materiais.

⁸ PINHEIRO, Susana Manuela (2012). **Edifícios sustentáveis em construção metálica**. Escola de Engenharia da Universidade do Minho: p. 30.

Por exemplo, no processo em alto-forno a produção de 1kg de aço produz cerca de 2,5kg de equivalentes de dióxido de carbono, enquanto que no processo em forno de arco elétrico os resíduos não vão além de cerca de 0,5kg de equivalentes de dióxido de carbono para a mesma quantidade de aço produzida (1Kg).

De entre todos os aspetos relevantes que a sustentabilidade do metal acrescenta à construção, é importante também referir a rapidez de execução em obra, o nível baixo de produção de resíduos quer em fábrica quer em estaleiro, podendo muitas vezes estes resíduos serem reciclados, a possibilidade de entrega do material conforme a necessidade em obra, a sua elevada vida útil, uma maior versatilidade nas soluções arquitetónicas e a proporção de um maior bem-estar dos ocupantes, a reutilização da grande maioria dos elementos que compõem as estruturas graças à sua facilidade de montagem e desmontagem, o facto de atualmente cerca de 45% do aço utilizado ser reciclado, a elevada eficiência nos processos de fabrico com pouco desperdício e por fim a qualidade do material, associado ao seu grande rigor dimensional. ⁹

⁹ DIAMANTINO, Paulo Nuno (2014). **Sustentabilidade na construção metálica**. Instituto Superior de Engenharia do Porto: p. 117-119.

03. CASO PRÁTICO

03.1. INTRODUÇÃO

Tendo num primeiro capítulo a apresentação do tema geral sobre o impacte ambiental / ciclo de vida e dos materiais escolhidos a serem calculados, no presente capítulo pretende-se apresentar e definir metodologia em estudo, justificando as opções que foram tomadas ao longo do processo.

Procurou-se, de um modo geral, a simplificação não só da metodologia, mas também dos cálculos necessários para o estudo do impacte ambiental, impacte esse que irá derivar da escolha dos materiais a serem utilizados nos novos pavimentos do projeto. Neste caso são propostos dois sistemas construtivos semelhantes, tendo os dois a mesma área, mas com uma diferenciação no material a ser utilizado.

Numa primeira aproximação à metodologia em estudo é apresentado o enquadramento ao tema e de seguida o seu objetivo e o âmbito. Posteriormente serão apresentadas as soluções construtivas a serem utilizados no âmbito da vertente prática do Projeto Final de Arquitetura (PFA) com os seus devidos cálculos tendo em conta o seu impacte ambiental.

Importa ainda referir que os dados característicos dos materiais utilizados baseiam-se no trabalho científico Inventory of Carbon & Energy (ICE), da autoria do Prof. Geoff Hammond & Craig Jones, do departamento Sustainable Energy Reserch Team (SERT) Department of Mechanical Engineering, University of Bath, UK, 2011.

03.2. ENQUADRAMENTO AO TEMA

Portugal é dos poucos países que não dispõe de uma política de reabilitação efetiva. Segundo João Ferrão “um dos eixos fundamentais da política de habitação definida pelo Governo aponta para a requalificação dos tecidos urbanos, em perfeita articulação com a política estabelecida para as cidades. A resolução das carências habitacionais que ainda persistem no nosso país, nos dias de hoje, terá que passar, necessariamente, pela reabilitação e utilização do património edificado, e não tanto pela construção de nova habitação”.¹⁰

Desta forma, e à semelhança do que sucede por toda a Europa, pretende-se que a reabilitação venha a consolidar tendo em conta a revitalização socioeconómica dos tecidos construídos e a sua sustentabilidade.

Dando a devida importância ao tema sobre a diminuição do impacto ambiental às novas construções, a reabilitação dos edifícios vem possibilitar a diminuição do impacto da produção de energia, a redução da extração de novas matérias-primas para a construção e a diminuição da produção de materiais de construção. As atividades a realizar em obra são muito mais circunscritas, sendo ainda a necessidade de transportes de materiais consideravelmente menor, diminuindo em consequência o impacto ambiental negativo causado na envolvente.

Segundo Kibert, a construção sustentável pode definir-se como a “Criação e gestão responsável de um ambiente construído saudável, baseado na eficiência de recursos e princípios ecológicos”¹¹.

Portanto, torna-se claro que é necessário os arquitetos reunirem esforços para que no momento de projetar, a atenção recaia sobre estas questões do impacto ambiental e a necessidade de uma construção mais sustentável nos dias de hoje.

¹⁰ PAIVA, José Vasconcelos (2006). **A Reabilitação Habitacional em Portugal, Avaliação dos programas RECRIA, REHABITA, RECRIPH e SOLARH**. Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Arquitetura: p. 5.

¹¹ KIBERT, C. J. **Establishing Principles and a Model for Sustainable Construction, Proceedings of the First International Conference on Sustainable Construction of CIB TG 16**. pp. 917. Center for Construction and Environment, University of Florida, Tampa, Florida (1994).

“No âmbito da vertente prática do Projeto Final de Arquitetura (PFA), o principal objetivo tratava-se de encontrar uma estratégia de intervenção em que a definição do espaço público edificado e não edificado cumpra a sua função eminentemente estruturante do território. Pretende-se ainda que a partir da compreensão geral do território os estudos sejam aprofundados com o desenvolvimento de uma estratégia individual, em que os estudantes investiguem e escolham os programas para os edifícios e para o espaço público que melhor cumpram os objetivos de desenvolvimento local”.

Em Alenquer, vila portuguesa pertencente ao distrito de Lisboa, localiza-se a fábrica Companhia de Lanifícios da Chemina, edifício em estudo.

O edifício da centenária Companhia de Lanifícios da Chemina ocupa um lugar quase central na vila de Alenquer, nos terrenos da antiga Quinta da Chemina, junto ao rio de Alenquer. Resultante dos esforços dos irmãos empreendedores José Joaquim dos Santos Guerra e Salomão dos Santos Guerra, a construção da fábrica iniciou-se a 8 de Abril de 1889 e em Junho do ano seguinte foi inaugurada tendo começado logo a produzir. A Fábrica da Chemina era uma das mais conceituadas fábricas de lanifícios portuguesas; ao contrário das restantes fábricas alenquerenses, que dependiam da força motriz da água, a Chemina usava, à data da sua fundação, o vapor.

No seu pico de laboração, em 1934, chegou a empregar 235 operários. O projeto do edifício inicial (Fig. 4) é da autoria do arquiteto José Juvêncio da Silva.

Em março de 2000, o edifício principal, agora património municipal, sofreu um incêndio de efeitos devastadores. Toda a estrutura de madeira da cobertura e dos pisos, além das caixilharias dos vãos, desapareceram. Atualmente, o edifício encontra-se em pré-ruína; no entanto, a sua estrutura, nomeadamente as paredes de alvenaria, aparentam estar estáveis por enquanto. A ação das águas das chuvas faz-se notar na total oxidação dos elementos estruturais metálicos, em parte retorcidos pelo incêndio.

Nesta conjuntura, aproveitando o estado em que a fábrica da Chemina ficou após o incêndio, a ideia inicial para esta projeto passaria por aproveitar tudo aquilo que se encontrava em bom estado, neste caso as paredes exteriores existentes, algumas paredes interiores e as lajes. Desde o início do projeto, a ideia principal recaía sempre numa construção sustentável, em que todos os materiais novos a serem utilizados em obra tivessem o menor impacte ambiental possível; a sustentabilidade ambiental, mais tarde, será aferida mediante a energia incorporada e o carbono incorporado (EE [MJ] e EC [kgCO₂e], respetivamente);

Com o avanço do projeto, chegou-se à conclusão que seriam necessários três novos pavimentos para esta intervenção. Com áreas completamente diferentes umas das outras, são vários os aspetos que irão estar em conta como por exemplo o peso, o impacte ambiental e a preferência projetual.

Dito isto, o capítulo seguinte irá abordar as duas soluções construtivas, com os dois materiais a serem utilizados, cujos cálculos são posteriormente apresentados.

04. SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS

04.1. PERFIL METÁLICO E MADEIRA

No presente capítulo, serão apresentadas as soluções construtivas a ter em conta na vertente prática do Projeto Final de Arquitetura (PFA). Tendo em conta os temas já abordados nos capítulos anteriores, as soluções construtivas apresentadas seguem a ideia da materialidade que causará menor impacto ambiental. A utilização de um sistema construtivo que utiliza apenas a madeira, e a utilização de um sistema construtivo misto com madeira e perfis metálicos.

Após a apresentação das soluções construtivas a ter em conta para a vertente prática do Projeto Final de Arquitetura (PFA) serão apresentados todos os cálculos para os pavimentos a implementar no edifício da Chemina, no qual, em conformidade com os resultados obtidos, será decidido qual das soluções construtivas será a mais indicada a implementar no projeto do edifício da Chemina.

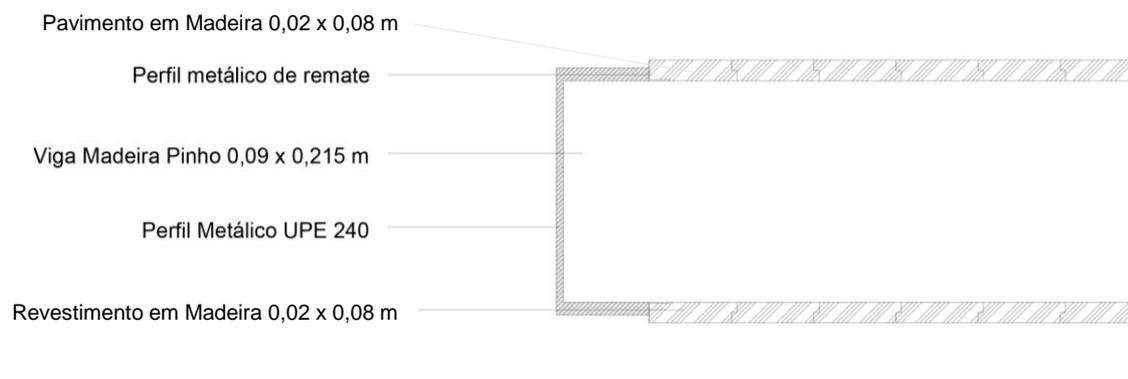


Fig. 4 – Pormenor Construtivo do pavimento 1.

Do autor.

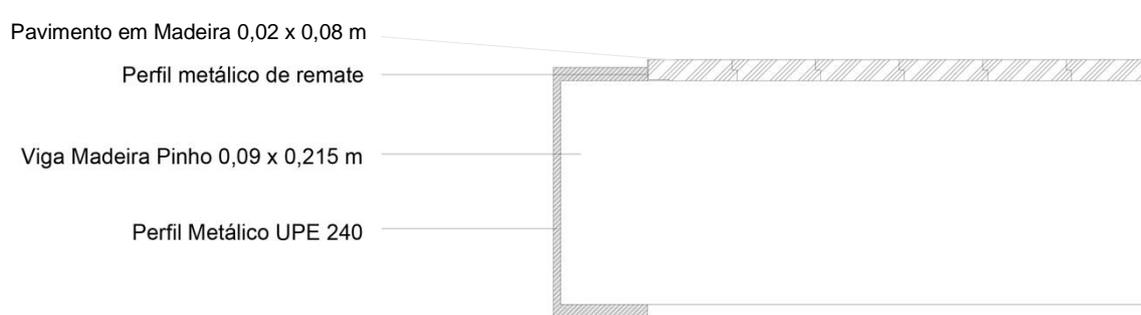


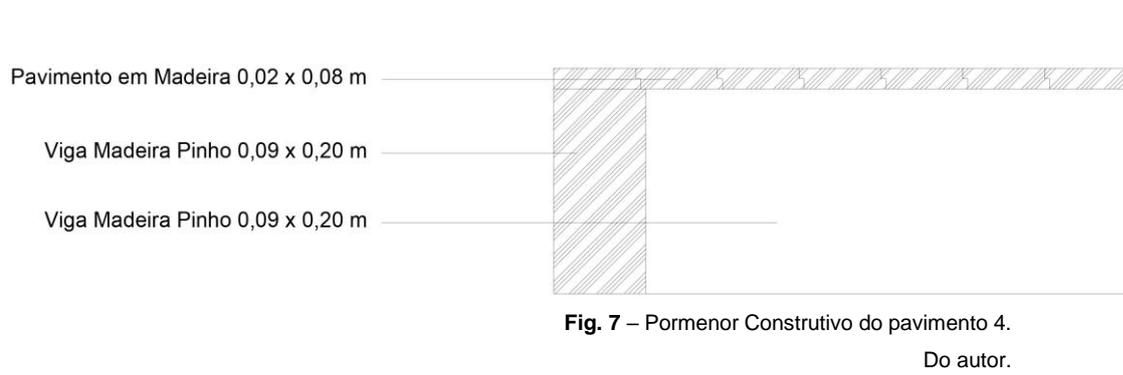
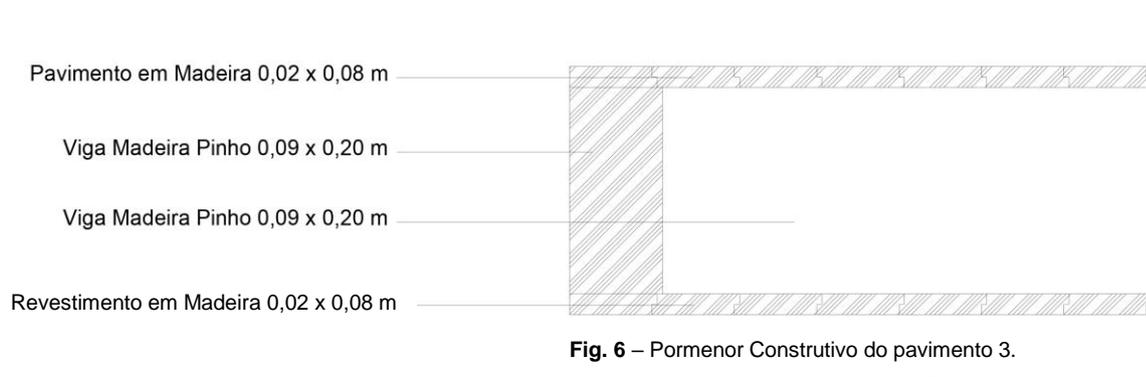
Fig. 5 – Pormenor Construtivo do pavimento 2.

Do autor.

Na primeira solução construtiva, como mostra a figura 4, temos uma utilização mista de perfis metálicos com vigas em madeira e o revestimento superior e inferior em madeira.

Nesta segunda solução construtiva, como mostra a figura 5, o sistema é praticamente igual ao primeiro tendo a pequena diferença, apesar de ser uma escolha estética, o revestimento da parte inferior do pavimento em madeira é retirado, tendo apenas revestimento em madeira na parte superior do pavimento.

04.2. MADEIRA



Nesta terceira solução construtiva, optou-se pela utilização total de uma estrutura em madeira. À semelhança das últimas duas soluções construtivas, na figura 6 temos um revestimento na parte superior e inferior em madeira, já na figura 7, o revestimento apenas está presente na parte superior sendo novamente também uma escolha estética.

05. PROCESSOS DE CÁLCULOS E RESULTADOS

No presente capítulo, serão apresentados os processos de cálculo para os pavimentos a ter em conta na vertente prática do Projeto Final de Arquitetura (PFA).

Para a obtenção dos valores da energia incorporada (EE) e do carbono incorporado (EC), numa primeira fase foi necessário definir a área dos pavimentos a serem executados no projeto e, numa segunda fase, foi utilizada uma ferramenta auxiliar 3D de modo a obter o volume total dos materiais a serem utilizados.

Nas tabelas que se seguem, estão todos os valores utilizados para a obtenção do volume total dos pavimentos, para o que foi necessário obter os valores da massa volúmica de cada material de modo a poder calcular o peso total dos mesmos.

A fórmula utilizada foi a seguinte: Volume total (m³) x Densidade (kg/m³) = Peso (kg)

Solução Constitutiva 1 - Perfil metálico e madeira				
Pavimento 1 - 60,80 m ²				
Item	Quantidade	Volume Total	Densidade	Peso
Perfil Metálico UPE240	6	0,24 m ³	7850 kg/m ³	1 884,00 kg
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,215 m	68	2,89 m ³	550 kg/m ³	1 589,50 kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m		2,21 m ³	550 kg/m ³	1 215,50 kg
				4 689,0 kg
Pavimento 2 - 110,00 m ²				
Item	Quantidade	Volume Total	Densidade	Peso
Perfil Metálico UPE240	8	0,40 m ³	7850 kg/m ³	3 140,00 kg
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,215 m	116	5,06 m ³	550 kg/m ³	2 783,00 kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m		4,00 m ³	550 kg/m ³	2 200,00 kg
				8 123,00 kg
Pavimento 3 - 215,00 m ²				
Item	Quantidade	Volume Total	Densidade	Peso
Perfil Metálico UPE240	12	0,88 m ³	7850 kg/m ³	6 908,00 kg
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,215 m	274	10,06 m ³	550 kg/m ³	5 533,00 kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m		7,77 m ³	550 kg/m ³	4 273,50 kg
				16 714,50 kg

Fig. 8 – Tabela com os valores do peso total para a solução construtiva do pavimento 1.

Do autor.

Solução Constitutiva 1.1 - Perfil metálico e madeira				
Pavimento 1 - 60,80 m ²				
Item	Quantidade	Volume Total	Densidade	Peso
Perfil Metálico UPE240	6	0,24 m ³	7850 kg/m ³	1 884,00 kg
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,215 m	68	2,89 m ³	550 kg/m ³	1 589,50 kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m		1,10 m ³	550 kg/m ³	605,00 kg
				4 078,50 kg
Pavimento 2 - 110,00 m ²				
Item	Quantidade	Volume Total	Densidade	Peso
Perfil Metálico UPE240	8	0,40 m ³	7850 kg/m ³	3 140,00 kg
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,215 m	116	5,06 m ³	550 kg/m ³	2 783,00 kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m		2,00 m ³	550 kg/m ³	1 100,00 kg
				7 023,00 kg
Pavimento 3 - 215,00 m ²				
Item	Quantidade	Volume Total	Densidade	Peso
Perfil Metálico UPE240	12	0,88 m ³	7850 kg/m ³	6 908,00 kg
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,215 m	274	10,06 m ³	550 kg/m ³	5 533,00 kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m		3,88 m ³	550 kg/m ³	2 134,00 kg
				14 575,00 kg

Fig. 9 – Tabela com os valores do peso total para a solução construtiva do pavimento 2.

Do autor.

Solução Constitutiva 2 - Madeira				
Pavimento 1 - 60,80 m ²				
Item	Quantidade	Volume Total	Densidade	Peso
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,20 m	69	3,28 m ³	550 kg/m ³	1804,00 kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m		2,43 m ³	550 kg/m ³	1336,50 kg
				3 140,50 kg
Pavimento 2 - 110,00 m ²				
Item	Quantidade	Volume Total	Densidade	Peso
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,20 m	120	5,73 m ³	550 kg/m ³	3 151,50 kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m		4,40 m ³	550 kg/m ³	2 420,00 kg
				5 571,50 kg
Pavimento 3 - 215,00 m ²				
Item	Quantidade	Volume Total	Densidade	Peso
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,20 m	337	13,11 m ³	550 kg/m ³	7 210,50 kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m		4,29 m ³	550 kg/m ³	2 359,50 kg
				9 570,00 kg

Fig. 10 – Tabela com os valores do peso total para a solução construtiva do pavimento 3.

Do autor.

Solução Constitutiva 2.1 - Madeira				
Pavimento 1 - 60,80 m ²				
Item	Quantidade	Volume Total	Densidade	Peso
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,20 m	69	3,28 m ³	550 kg/m ³	1804,00 kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m		1,21 m ³	550 kg/m ³	665,50 kg
				2 469,50 kg
Pavimento 2 - 110,00 m ²				
Item	Quantidade	Volume Total	Densidade	Peso
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,20 m	120	5,73 m ³	550 kg/m ³	3 151,50 kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m		2,20 m ³	550 kg/m ³	1 210,00 kg
				4 361,50 kg
Pavimento 3 - 215,00 m ²				
Item	Quantidade	Volume Total	Densidade	Peso
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,20 m	337	13,11 m ³	550 kg/m ³	7 210,50 kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m		2,14 m ³	550 kg/m ³	1 179,75 kg
				8 390,25 kg

Fig. 11 – Tabela com os valores do peso total para a solução construtiva do pavimento 4.

Do autor.

Solução Constitutiva 3 - Betão Armado				
Pavimento 1 - 60,80 m ²				
Item	Quantidade	Volume Total	Densidade	Peso
Betão Armado 0,17 m		10,58 m ³	2500 kg/m ³	26 450,00 kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m		1,10 m ³	550 kg/m ³	605,00 kg
				27 055,00 kg
Pavimento 2 - 110,00 m ²				
Item	Quantidade	Volume Total	Densidade	Peso
Betão Armado 0,17 m		19,78 m ³	2500 kg/m ³	49 450,00 kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m		2,00 m ³	550 kg/m ³	1 100,00 kg
				50 550,00 kg
Pavimento 3 - 215,00 m ²				
Item	Quantidade	Volume Total	Densidade	Peso
Betão Armado 0,17 m		37,00 m ³	2500 kg/m ³	92 500,00 kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m		3,88 m ³	550 kg/m ³	2 134,00 kg
				94 634,00 kg

Fig. 12 – Tabela com os valores do peso total para a solução construtiva em betão armado.

Do autor.

Na figura 12, é apresentada uma terceira solução construtiva, ora esta solução construtiva em betão armado terá o único propósito de comparação dos resultados finais em termos do impacte ambiental. Esta solução não será tomada como uma hipótese para os pavimentos a serem implementados na vertente prática do Projeto Final de Arquitetura (PFA).

Numa segunda fase, tendo já o peso total de cada pavimento, serão calculados a energia incorporada (EE) e o carbono incorporado (EC) de cada pavimento para mais tarde serem comparados os valores obtidos e a partir desses resultados verificar qual deles causará o menor impacte ambiental possível. Para isto foi necessário recorrer ao documento Inventory of Carbon & Energy (ICE) version 2.0 da autoria do Prof. Geoff Hammond & Craig Jones e utilizar os valores pré-definidos para os materiais escolhidos, neste caso o aço, a madeira e para termos comparativos o betão armado.

Solução Constutiva 1 - Perfil metálico e madeira					
Pavimento 1 - 60,80 m ²					
Item	Peso	EE	EC	EE Total (MJ)	EC Total (kgCO ₂ /kg)
Perfil Metálico UPE240	1 884,00 kg	10	0,47	18 884,00 MJ	885,48 kgCO ₂ /kg
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,215 m	1 589,50 kg	7,4	0,59	11 762,30 MJ	937,8 kgCO ₂ /kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	1 215,50 kg	7,4	0,59	8 994,70 MJ	717,15 kgCO ₂ /kg
				39 641,00 MJ	2 540,43 kgCO₂/kg
Pavimento 2 - 110,00 m ²					
Item	Peso	EE	EC	EE Total (MJ)	EC Total (kgCO ₂ /kg)
Perfil Metálico UPE240	3 140,00 kg	10	0,47	31 400,00 MJ	1 475,80 kgCO ₂ /kg
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,215 m	2 783,00 kg	7,4	0,59	20 594,20 MJ	1 641,97 kgCO ₂ /kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	2 200,00 kg	7,4	0,59	16 280,00 MJ	1 298,00 kgCO ₂ /kg
				68 274,20 MJ	4 415,77 kgCO₂/kg
Pavimento 3 - 215,00 m ²					
Item	Peso	EE	EC	EE Total	EC Total
Perfil Metálico UPE240	6 908,00 kg	10	0,47	69 080,00 MJ	3 246,76 kgCO ₂ /kg
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,215 m	5 533,00 kg	7,4	0,59	40 944,20 MJ	3 264,47 kgCO ₂ /kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	4 273,50 kg	7,4	0,59	31 623,90 MJ	2 521,37 kgCO ₂ /kg
				141 648,10 MJ	9 032,60 kgCO₂/kg
				249 563,30 MJ	15 988,80 kgCO₂/kg

Fig. 13 – Tabela com os valores da soma total do EE e EC do pavimento com perfil metálico e madeira.

Do autor.

Solução Constitutiva 1.1 - Perfil metálico e madeira					
Pavimento 1 - 60,80 m ²					
Item	Peso	EE	EC	EE Total (MJ)	EC Total (kgCO ₂ /kg)
Perfil Metálico UPE240	1 884,00 kg	10	0,47	18 840,00 MJ	885,48 kgCO ₂ /kg
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,215 m	1 589,50 kg	7,4	0,59	11 762,30 MJ	937,81 kgCO ₂ /kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	605,00 kg	7,4	0,59	4 477,00 MJ	356,95 kgCO ₂ /kg
				35 079,30 MJ	2 180,24 kgCO₂/kg
Pavimento 2 - 110,00 m ²					
Item	Peso	EE	EC	EE Total (MJ)	EC Total (kgCO ₂ /kg)
Perfil Metálico UPE240	3 140,00 kg	10	0,47	31 400,00 MJ	1 475,80 kgCO ₂ /kg
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,215 m	2 783,00 kg	7,4	0,59	20 594,20 MJ	1 641,97 kgCO ₂ /kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	1 100,00 kg	7,4	0,59	8 140,00 MJ	649,00 kgCO ₂ /kg
				60 134,20 MJ	3 766,77 kgCO₂/kg
Pavimento 3 - 215,00 m ²					
Item	Peso	EE	EC	EE Total (MJ)	EC Total (kgCO ₂ /kg)
Perfil Metálico UPE240	6 908,00 kg	10	0,47	69 080,00 MJ	3 246,76 kgCO ₂ /kg
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,215 m	5 533,00 kg	7,4	0,59	40 944,20 MJ	3 264,47 kgCO ₂ /kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	2 134,00 kg	7,4	0,59	15 791,60 MJ	1 259,06 kgCO ₂ /kg
				125 815,80 MJ	7 770,29 kgCO₂/kg
				221 029,30 MJ	13 717,30 kgCO₂/kg

Fig. 14 – Tabela com os valores da soma total do EE e EC do pavimento com perfil metálico e madeira.

Do autor.

Solução Constitutiva 2 - Madeira					
Pavimento 1 - 60,80 m ²					
Item	Peso	EE	EC	EE Total	EC Total
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,20 m	1 804,00 kg	7,4	0,59	13 349,60 MJ	1 064,36 kgCO ₂ /kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	1 336,50 kg	7,4	0,59	9 890,10 MJ	788,54 kgCO ₂ /kg
				23 239,70 MJ	1 852,90 kgCO₂/kg
Pavimento 2 - 110,00 m ²					
Item	Quantidade	EE	EC	EE Total	EC Total
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,20 m	3 151,50 kg	7,4	0,59	23 321,10 MJ	1 859,39 kgCO ₂ /kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	2 420,00 kg	7,4	0,59	17 908,00 MJ	1 427,80 kgCO ₂ /kg
				41 229,10 MJ	3 287,19 kgCO₂/kg
Pavimento 3 - 215,00 m ²					
Item	Quantidade	EE	EC	EE Total	EC Total
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,20 m	7 210,50 kg	7,4	0,59	53 357,70 MJ	4 254,20 kgCO ₂ /kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	2 359,50 kg	7,4	0,59	17 460,30 MJ	1 392,11 kgCO ₂ /kg
				70 818,00 MJ	5 646,31 kgCO₂/kg
				135 286,80 MJ	10 786,40 kgCO₂/kg

Fig. 15 – Tabela com os valores da soma total do EE e EC do pavimento em madeira.

Do autor.

Solução Constitutiva 2.1 - Madeira					
Pavimento 1 - 60,80 m ²					
Item	Peso	EE	EC	EE Total (MJ)	EC Total (kgCO ₂ /kg)
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,20 m	1 804,00 kg	7,4	0,59	13 349,60 MJ	1 064,36 kgCO ₂ /kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	665,50 kg	7,4	0,59	17 908,00 MJ	1 427,80 kgCO ₂ /kg
				31 257,60 MJ	2 492,16 kgCO₂/kg
Pavimento 2 - 110,00 m ²					
Item	Peso	EE	EC	EE Total (MJ)	EC Total (kgCO ₂ /kg)
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,20 m	3 151,50 kg	7,4	0,59	23 321,10 MJ	1 859,39 kgCO ₂ /kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	2 420,00 kg	7,4	0,59	17 908,00 MJ	1 427,80 kgCO ₂ /kg
				41 229,10 MJ	3 287,19 kgCO₂/kg
Pavimento 3 - 215,00 m ²					
Item	Peso	EE	EC	EE Total (MJ)	EC Total (kgCO ₂ /kg)
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,20 m	7 210,50 kg	7,4	0,59	53 357,70 MJ	4 254,20 kgCO ₂ /kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	1 179,75 kg	7,4	0,59	8 730,15 MJ	696,05 kgCO ₂ /kg
				62 087,85 MJ	4 950,25 kgCO₂/kg
				134 574,55 MJ	10 729,60 kgCO₂/kg

Fig. 16 – Tabela com os valores da soma total do EE e EC do pavimento em madeira.

Do autor.

Solução Constitutiva 3 - Betão Armado					
Pavimento 1 - 60,80 m ²					
Item	Peso	EE	EC	EE Total (MJ)	EC Total (kgCO ₂ /kg)
Betão Armado 0,17 m	26 450,00 kg	2.51	0.253	66 389,50 MJ	6 691,85 kgCO ₂ /kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	605,00 kg	7,4	0,59	4 477,00 MJ	356,95 kgCO ₂ /kg
				70 866,50 MJ	7 048,80 kgCO₂/kg
Pavimento 2 - 110,00 m ²					
Item	Peso	EE	EC	EE Total (MJ)	EC Total (kgCO ₂ /kg)
Betão Armado 0,17 m	49 450,00 kg	2.51	0.253	124 119,50 MJ	12 510,85 kgCO ₂ /kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	1 100,00 kg	7,4	0,59	8 140,00 MJ	649,00 kgCO ₂ /kg
				132 259,50 MJ	13 159,85 kgCO₂/kg
Pavimento 3 - 215,00 m ²					
Item	Peso	EE	EC	EE Total (MJ)	EC Total (kgCO ₂ /kg)
Betão Armado 0,17 m	92 500,00 kg	2.51	0.253	232 175,00 MJ	23 402,50 kgCO ₂ /kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	2 134,00 kg	7,4	0,59	15 791,60 MJ	1 259,06 kgCO ₂ /kg
				247 966,60 MJ	24 661,56 kgCO₂/kg
				451 092,60 MJ	44 870,21 kgCO₂/kg

Fig. 17 – Tabela com os valores da soma total do EE e EC do pavimento em betão.

Do autor.

São agora apresentados os resultados obtidos em relação à energia incorporada (EE) e ao carbono incorporado (EC) na sua totalidade para cada solução construtiva.

Para a obtenção desses resultados, foi utilizado a seguinte fórmula: energia incorporada (MJ/kg) x Peso (kg) = energia incorporada total (MJ).

Na primeira solução construtiva com a utilização mista de perfil metálico e madeira, tendo revestimento em madeira no pavimento e revestimento de teto, os resultados para a energia incorporada (EE) foram de 249 563,30 MJ e para o carbono incorporado (EC) foram de 15 988,80 kgCO₂e.

Com a mesma utilização mista de perfil metálico e madeira, tendo apenas revestimento em madeira no pavimento, os resultados para a energia incorporada (EE) foram de 221 029,30 MJ e para o carbono incorporado (EC) foram de 13 717,30 kgCO₂e.

Na segunda solução construtiva com a utilização apenas da madeira, tendo revestimento em madeira no pavimento e revestimento de teto, os resultados para a energia incorporada (EE) foram de 135 286,80 MJ e para o carbono incorporado (EC) foram de 10 786,40 kgCO₂e.

Com a mesma utilização da madeira, tendo apenas revestimento em madeira no pavimento, os resultados para a energia incorporada (EE) foram de 134 574,55 MJ e para o carbono incorporado (EC) foram de 10 729,60 kgCO₂e.

Para o betão armado, os resultados para a energia incorporada (EE) foram de 451 092,60 MJ e para o carbono incorporado (EC) foram de 44 870,21 kgCO₂e

06. ANÁLISE DOS RESULTADOS

No presente capítulo, serão analisados os resultados obtidos em relação à energia incorporada (EE) e ao carbono incorporado (EC) nas diferentes soluções construtivas para os pavimentos a ter em conta na vertente prática do Projeto Final de Arquitetura (PFA).

Na primeira solução construtiva, a diferença na energia incorporada (EE) é de 28 534 MJ e no carbono incorporado (EC) é de 2 271,50 kgCO_{2e}, ou seja, com a utilização de um revestimento em madeira no pavimento e a não utilização de um revestimento de teto, os valores de EE e de EC, serão inferiores ao invés da utilização de revestimento em madeira no pavimento e revestimento de teto.

Na segunda solução construtiva, a diferença na energia incorporada (EE) é de 712,25 MJ e no carbono incorporado (EC) é de 56,80 kgCO_{2e}, ou seja, com a utilização de um revestimento em madeira no pavimento e a não utilização de um revestimento de teto, os valores de EE e de EC, serão inferiores ao invés da utilização de revestimento em madeira no pavimento e revestimento de teto.

Tendo já os resultados para os pavimentos a ter em conta na vertente prática do Projeto Final de Arquitetura (PFA), para a solução construtiva de perfil metálico e madeira o valor menor de Energia Incorporada (EE) é de 221 029,30 MJ com a utilização de revestimento em madeira no pavimento e o valor menor de carbono incorporado (EC) é de 13 717,30 kgCO_{2e}.

Para a solução construtiva de madeira, o valor menor de energia incorporada (EE) é de 134 574,55 MJ com a utilização de revestimento em madeira no pavimento e o valor menor de carbono incorporado (EC) é de 10 729,60 kgCO_{2e}.

Para a solução de betão armado, solução construtiva apenas para modo comparativo com as duas soluções construtivas a ter em conta na vertente prática do Projeto Final de Arquitetura (PFA), o valor de energia incorporada (EE) é de 451 092,60 MJ e para o carbono incorporado (EC) é de 44 870,21 kgCO_{2e}.

Em suma, tendo já os resultados da energia incorporada (EE) e do carbono incorporado (EC), pode-se verificar que com a utilização mista dos materiais aço e madeira para os pavimentos, a energia incorporada (EE) resultante será praticamente o dobro da utilização apenas da madeira para os pavimentos, já no carbono incorporado (EC) a diferença entre estas duas soluções construtivas não é um valor muito alto em comparação com a energia incorporada (EE).

A apresentação de uma terceira solução construtiva, o betão armado, não sendo uma solução construtiva a ter em conta depois na vertente prática do Projeto Final de Arquitetura (PFA), é apenas apresentada em termo comparativo com os resultados das soluções construtivas em madeira e aço. Dito isto, pode-se verificar que os resultados são astronómicos se comparados com os resultados obtidos nas soluções construtivas a ter em conta para a vertente prática do Projeto Final de Arquitetura (PFA), os resultados obtidos na energia incorporada (EE) são mais do triplo em comparação com as outras duas soluções construtivas (madeira/aço e madeira) e o mesmo pode se verificar no carbono incorporado (EC) em que os resultados mais uma vez são mais do triplo em comparação com as outras duas soluções construtivas (madeira/aço e madeira).

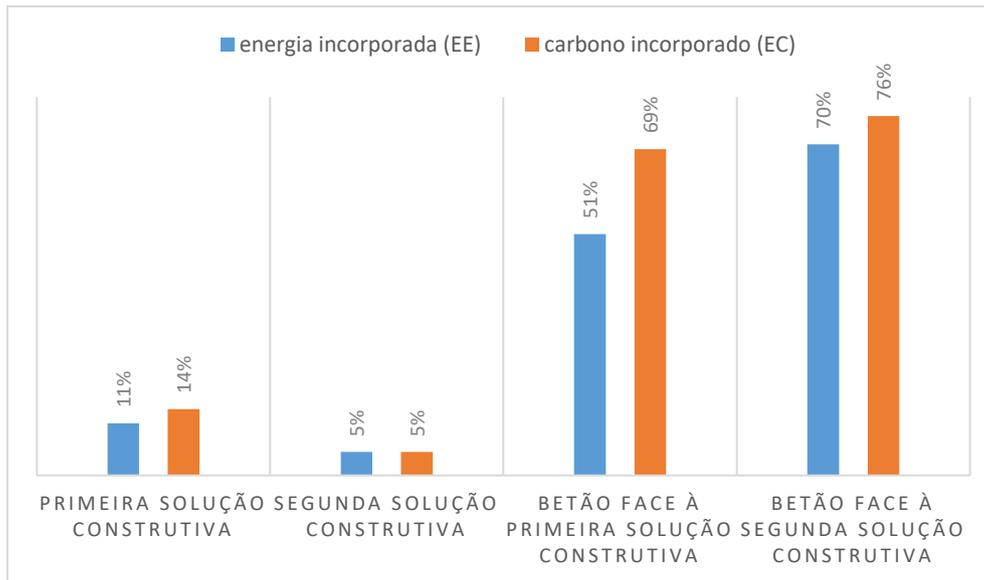


Fig. 18 – Tabela comparativa dos valores de energia incorporada e carbono incorporado.

Do autor.

Com este gráfico podemos concluir que a não utilização de madeira no revestimento de teto permite, na primeira solução construtiva, uma redução de 11% face à energia incorporada (EE) e uma redução de 14% face ao carbono incorporado (EC). Na segunda solução construtiva, a não utilização de madeira no revestimento de teto permite uma redução de 5% em ambos os casos, tanto na energia incorporada (EE) como também no carbono incorporado (EC).

No caso do betão, podemos verificar que a diferença da energia incorporada (EE) face à primeira solução construtiva que utiliza somente o pavimento em madeira é de uns surpreendentes 51% e no carbono incorporado (EC) de 69%. Face à segunda solução construtiva que utiliza também somente o pavimento em madeira, a percentagem ainda é maior, tendo na energia incorporada (EE) uma percentagem de 70% e no carbono incorporado (EC) de 76%.

07. REFLEXÃO CRÍTICA

No presente capítulo, será apresentada uma reflexão crítica sobre os resultados obtidos no que toca à energia incorporada (EE) e ao carbono incorporado (EC) para as soluções construtivas a ter em conta na vertente prática do Projeto Final de Arquitetura (PFA).

O objetivo inicial desta dissertação seria o de encontrar a solução construtiva a ter em conta na vertente prática do Projeto Final de Arquitetura (PFA) que causasse o menor impacte ambiental possível, e para chegar a esse fim, foram apresentados os resultados obtidos em cada solução construtiva no que toca à energia incorporada (EE) e ao carbono incorporado (EC), passos necessários para podermos analisar o impacte ambiental dos materiais.

Numa primeira abordagem, pode-se verificar que a solução construtiva que viria a causar o menor impacte ambiental possível, do conjunto dos que foram analisados, seria a utilização total de uma estrutura em madeira, que não só seria aquela que causaria o menor impacte ambiental, mas também aquela que se apresentava como a solução construtiva mais leve. Os resultados obtidos na solução construtiva mista da utilização do aço e da madeira eram praticamente mais do dobro no que toca ao peso e à energia incorporada utilizada, em comparação com a solução construtiva em madeira.

08. ÁGUA INCORPORADA E CONCLUSÃO

No presente capítulo, será abordado um novo tema relacionado com a água incorporada nos materiais. Este é um tema que ainda não foi bem aprofundado e nem existe estudos concretos para os valores apresentados. As fórmulas utilizadas para os cálculos e os valores para a água incorporada (EW) foram obtidos através de um estudo realizado no ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa. Nesse estudo, os valores da água incorporada (EW), consideradas para a madeira, será desde o seu crescimento (Plantação / Crescimento / Extração / Tratamento Final).

Num resultado surpreendente, se for considerada a água incorporada (EW) nas soluções construtivas a serem utilizadas na vertente prática do Projeto Final de Arquitetura (PFA) o resultado final é completamente diferente dos obtidos na energia incorporada (EE) e no carbono incorporado (EC). Enquanto nos cálculos da energia incorporada (EE) e no carbono incorporado (EC) a solução da estrutura em madeira seria a mais sustentável por apresentar valores inferiores aos da solução mista de aço e madeira, aqui os papéis invertem-se. O resultado obtido, não sendo o dobro como podemos verificar nos cálculos da energia incorporada (EE), ainda é uma diferença considerável no que toca à água incorporada (EW) como podemos verificar na figura 19.

Solução Constitutiva 1.1 - Perfil metálico e madeira			
Pavimento 1 - 60,80 m ²			
Item	Peso	Ewu (L/kg)	Ewu total (L/kg)
Perfil Metálico UPE240	1 884,00 kg	46	86 664,00 L/kg
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,215 m	1 589,50 kg	625	993 437,50 L/kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	605,00 kg	625	378 125,00 L/kg
			1 458 226,50 L/kg
Pavimento 2 - 110,00 m ²			
Item	Peso	Ewu (L/kg)	Ewu total (L/kg)
Perfil Metálico UPE240	3 140,00 kg	46	144 440,00 L/kg
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,215 m	2 783,00 kg	625	1 739 375,00 L/kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	1 100,00 kg	625	687 500,00 L/kg
			2 571 315,00 L/kg
Pavimento 3 - 215,00 m ²			
Item	Peso	Ewu (L/kg)	Ewu total (L/kg)
Perfil Metálico UPE240	6 908,00 kg	46	317 768,00 L/kg
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,215 m	5 533,00 kg	625	3 458 125,00 L/kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	2 134,00 kg	625	1 333 750,00 L/kg
			5 109 643,00 L/kg
			9 139 184,50 L/kg
Solução Constitutiva 2.1 - Madeira			
Pavimento 1 - 60,80 m ²			
Item	Peso	Ewu (L/kg)	Ewu total (L/kg)
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,20 m	1 804,00 kg	625	1 127 500,00 L/kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	665,50 kg	625	415 937,50 L/kg
			1 543 437,50 L/kg
Pavimento 2 - 110,00 m ²			
Item	Peso	Ewu (L/kg)	Ewu total (L/kg)
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,20 m	3 151,50 kg	625	1 969 687,50 L/kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	2 420,00 kg	625	1 512 500 L/kg
			3 482 187,50 L/kg
Pavimento 3 - 215,00 m ²			
Item	Peso	Ewu (L/kg)	Ewu total (L/kg)
Viga Madeira Pinho 0,09 x 0,20 m	7 210,50 kg	625	4 506 562,50 L/kg
Pavimento em Madeira 0,02 x 0,08 m	1 179,75 kg	625	737 343,75 L/kg
			5 243 906,25 L/kg
			10 269 531,25 L/kg

Fig. 19 – Tabela com os valores da soma total do EW do pavimento misto e do pavimento em madeira.

Do autor.

Numa segunda abordagem, a apresentação dos resultados no que toca à solução construtiva em betão armado, que não foi considerada uma solução construtiva a ter em conta na vertente prática do Projeto Final de Arquitetura (PFA), denotam um enorme impacte ambiental, e estamos a falar de um dos materiais mais utilizados na construção de hoje em dia. Para a obtenção daqueles resultados, é necessário clarificar que os valores retirados do documento Inventory of Carbon & Energy (ICE) version 2.0 da autoria do Prof. Geoff Hammond & Craig Jones no que toca ao betão armado, teve que se fazer a soma dos valores de energia incorporada (EE) e do carbono incorporado (EC) relativos ao betão com os valores dos varões de aço de armadura que, por sua vez, são muito elevados.

Se for considerada a água incorporada na escolha da solução que irá causar o menor impacte ambiental possível, aqui os papéis invertem-se, ao contrário daquilo que foi visto no que toca à energia incorporada (EE) e ao carbono incorporado (EE) em que a solução construtiva que causaria menor impacte ambiental seria a da utilização de estrutura apenas em madeira; aqui o resultado é o inverso, aquele que causará menor impacte ambiental será a da solução construtiva mista de aço e madeira.

Após considerado a água incorporada (EW), os resultados inverteram-se, tendo a solução construtiva mista do metal e madeira, aquela que causaria um menor impacte ambiental.

No decorrer do presente trabalho teórico, pôde-se concluir que os pavimentos a serem considerados na vertente prática do Projeto Final de Arquitetura (PFA) não podiam depender apenas dos resultados obtidos quanto ao impacte ambiental. Foram considerados outros fatores, nomeadamente opções arquitetónicas que passariam pelo gosto pessoal do arquiteto, do valor histórico presente na Fábrica da Chemina e por questões estéticas. Este é um assunto delicado, que não dependerá apenas de um único resultado, mas sim de vários fatores paralelos a serem considerados no projeto final.

Dito isto, a solução construtiva a ser utilizada na vertente prática do Projeto Final de Arquitetura (PFA) será a solução construtiva mista do aço e madeira.

09. BIBLIOGRAFIA

Hammond, G. P., & Jones, C. I. Embodied energy and carbon in construction materials. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers* (2008).

KIBERT, C. J. - *Establishing Principles and a Model for Sustainable Construction, Proceedings of the First International Conference on Sustainable Construction of CIB TG 16* (1994).

CARREIRAS, Ana Isabel - *Os materiais e a sustentabilidade* (2015).

DIAMANTINO, Paulo Nuno - *Sustentabilidade na construção metálica* (2014).

GERVÁSIO, Helena Maria - *A sustentabilidade do aço e das estruturas metálicas*.

MARQUES, Luís Eduardo - *O papel da madeira na sustentabilidade da construção* (2008).

PINHEIRO, Susana Manuela - *Edifícios sustentáveis em construção metálica* (2012).

PAIVA, José Vasconcelos - *A Reabilitação Habitacional em Portugal, Avaliação dos programas RECRIA, REHABITA, RECRIPH e SOLARH* (2006).



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

João Francisco Araújo Borges

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

Componente prática do trabalho de projeto realizado no âmbito da unidade curricular de Projeto Final
de Arquitetura

Revitalização da fábrica da Chemina: de antiga fábrica de lanifícios a edifício multifuncional

Tutor: Pedro Botelho, Professor Auxiliar do ISCTE-IUL

[Outubro, 2017]

ÍNDICE

01. VILA DE ALENQUER	08
02. EVOLUÇÃO DA MALHA URBANA DE ALENQUER	09
03. TRABALHO DE GRUPO	14
0.3.1. PROBLEMAS E OPORTUNIDADES IDENTIFICADOS	16
0.3.2. PROPOSTA DE GRUPO	19
04. ÁREA DE INTERVENÇÃO	31
05. ARQUIVO HISTÓRICO	35
06. PROJETO INDIVIDUAL	39
07. LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO	63
08. RENDERS	73



01. VILA DE ALENQUER

Situada na região da Estremadura, a Vila de Alenquer distingue-se pela sua beleza natural e pela sua proximidade à cidade de Lisboa, distando desta aproximadamente 36 km.

Pertencente ao conselho de mesmo nome e sede da Câmara Municipal de Alenquer, esta vila caracteriza-se pelo seu relevo acidentado e por nela passar o rio de Alenquer, sendo assim a sua paisagem composta por duas colinas recortadas por uma linha de água.

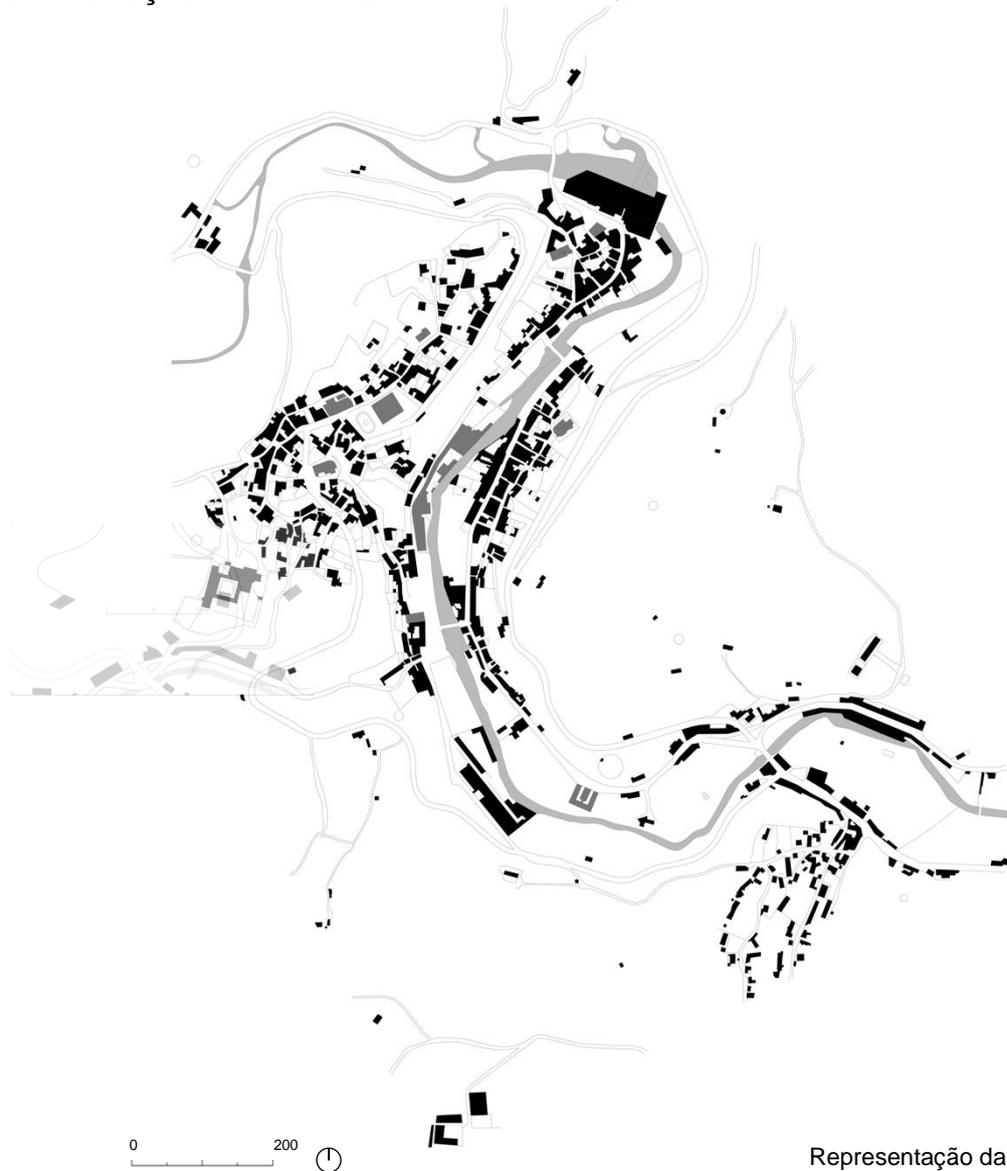
A vila é composta pela vila alta, situada no topo da colina e pela vila baixa que se localiza nas margens do rio, sendo estas divididas pelo relevo acentuado e pelo rio. A zona alta, é composta essencialmente pelo núcleo histórico, que corresponde à antiga vila amuralhada de traçado medieval, enquanto a zona baixa é o local onde se encontram todos os serviços locais, sendo a área da vila que estabelece uma maior relação com o rio.

No séc. XIX, nas margens do rio que nesta terra corre, instalaram-se algumas das melhores fábricas de lanifícios e de papel, que dinamizaram a economia local e colocaram nome da vila no panorama industrial português da época.

No entanto, a relação entre o rio e a vila foi sempre marcada por altos e baixos, pois ao mesmo tempo que o rio era uma fonte de riqueza para os locais desta terra, também representava um enorme perigo em épocas de cheias, pois inundava com frequência a zona baixa, causando vários estragos aos que nesta residiam.

Posto isto, no século XX foi efetuado um plano de retificação do curso do rio e das suas margens, com o intuito de salvaguardar a população alenquerense dos estragos das inundações.

02. EVOLUÇÃO DA MALHA URBANA DE ALENQUER



Representação da carta de 1927



Representação da carta de 1937



Representação da carta de 1942



Representação da carta de 1955



Representação da carta de 1992



Representação de 2016



0.3.1 PROBLEMAS E OPORTUNIDADES IDENTIFICADOS

Após uma primeira fase de descoberta e visitas a Alenquer, o grupo tomou consciência dos elementos mais pertinentes para uma proposta de intervenção geral. Identificámos o rio Alenquer e as respectivas margens como a maior oportunidade para desenvolver uma proposta coerente e com capacidade para unir as restantes intervenções pontuais na vila.

O “rio” foi entendido como uma espinha de Alenquer que não termina na linha de água mas sim na oportunidade de ligação aos espaços adjacentes.

O princípio base foi ler e interpretar plantas históricas e registos fotográficos para entender as alterações do rio ao longo do tempo, desde a sua morfologia, importância económica e social.

O contraste de cotas entre a zona alta e baixa é evidenciado pela dificuldade de acesso quer de transporte público quer pedonal. Esta realidade, associada aos transportes é um dos principais problemas atuais. Esse contraste está também presente no fluxo rodoviário e consequentemente no estacionamento das duas zonas, sendo que a zona baixa é a mais movimentada e apresenta maior número de estacionamento programado e anárquico.

Estas problemáticas são uma excelente oportunidade de melhorar a qualidade de vida dos habitantes com uma nova lógica de transportes que responde às necessidades da população.

Além da diferenciação das zonas, as ruas, já de si estreitas, ficam condicionadas com a presença destes veículos em constante circulação e com as grandes áreas de estacionamento quer programado quer anárquico. À partida o estacionamento programado é benéfico, mas neste caso sobrepõe-se de forma desequilibrada aos espaços públicos.

A vila é marcada por importantes espaços públicos separados ao longo do rio como o espaço envolvente da Fábrica da Romeira, do mercado e Fábrica da Chemina, do Largo Rainha Santa Isabel, da Real Fábrica do Papel, culminando no Parque das Tílias.



À exceção dos espaços mais periféricos, a Fábrica da Romeira e o Parque das Tílias, a maioria dos espaços carecem de uma revitalização que premeie áreas verdes públicas.

Sendo o rio o elemento principal e uma espécie de fio condutor, surge a oportunidade de, ao intervir no seu leito e margens com uma lógica de continuidade com estes espaços, criar um corredor verde ao longo da vila.

A análise e interpretação destes problemas e oportunidades permitiu ao grupo desenvolver uma proposta de estratégia geral para a Vila de Alenquer.



Planta de usos

0.3.2 PROPOSTA DE GRUPO

Estratégia Geral para a Vila de Alenquer

A estratégia de grupo é constituída por propostas para o rio, quer no leito quer nas margens, espaços públicos, introdução de áreas verdes, novo sistema rodoviário/transportes e estacionamento.

Sistema Rodoviário

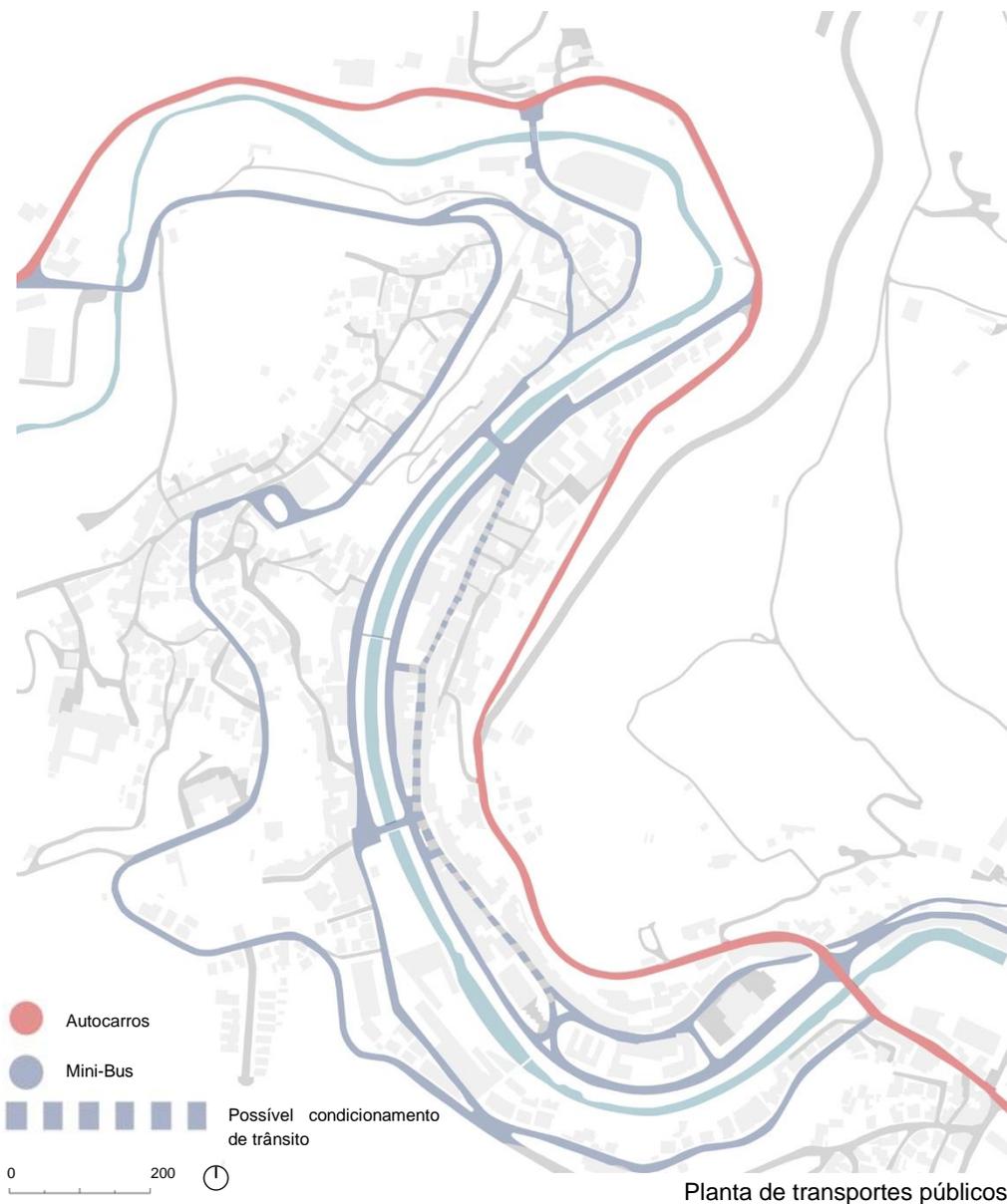
Com base no levantamento dos percursos dos autocarros que com destino e chegada em Alenquer, estruturamos novos percursos com o objetivo de aliviar o centro da vila de autocarros.

A solução encontrada passa por deslocar o interface do Largo Rainha Santa Isabel para a zona do areal com ligação à estrada Nacional.

Os transportes públicos estão divididos em autocarros e minibus. Os autocarros grandes apenas fazem as ligações de maior distância como Lisboa ou Torres Vedras. Os minibus servem todo o centro da vila, zona alta e baixa, com melhores condições que os autocarros e é no interface que acontece toda distribuição para fora de Alenquer.

O eixo que se inicia no Largo Rainha Santa Isabel, que passa na Rua da Triana e termina na zona do Mercado Municipal é onde se localiza muito do comércio local, presente nos rés-do-chão das habitações. Os passeios são estreitos, e tornam este eixo desconfortável para o peão, pelo que defendemos a possibilidade de poder ser condicionado ao trânsito.

Com um sistema flexível de condicionamento surge a oportunidade da rua ser totalmente pedonal durante horários alargados, dinamizando assim o comércio, a sua procura e oferta. Com isto surge a possibilidade de existirem esplanadas, eventos, diversas animações entre outros. O sistema, sendo flexível permite que tenham acesso: os moradores e veículos de emergência/autoridade; as cargas e descargas em horários específicos e outras situações imprevistas.



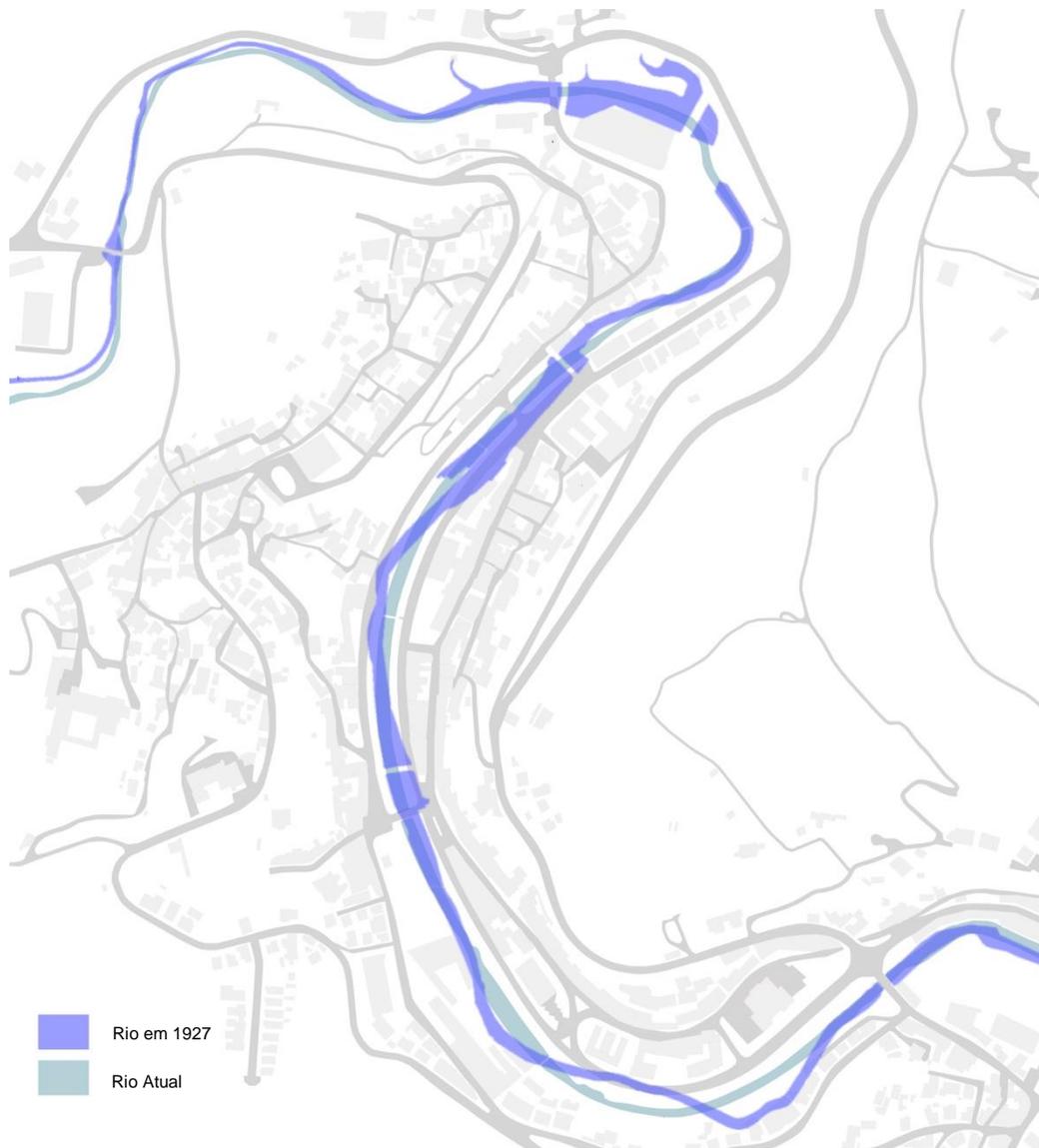
Com um mapeamento e cálculo de todo o estacionamento programado e anárquico da vila, estabelecemos dois novos pontos estratégicos de estacionamento, com acesso pedonal às margens do rio. Estes dois pontos são:

Um estacionamento subterrâneo num terreno na Avenida Antónia Maria Jalles, atrás da Fábrica da Chemina;

Estacionamento na zona do areal.

Isto permite deslocar os imensos carros estacionados em zonas como, a frente da Chemina, a área entre o Mercado e a biblioteca, entre outros, para os novos pontos.

Todo o estacionamento ao longo das margens do rio é repensado e diminuído. Não é possível retirar todo o estacionamento, mas a proposta consegue com um novo desenho alargar os passeios, ter um percurso pedonal sem quebras e com o surgimento de uma ciclovia.



Planta de transportes públicos

Planta

Rio

O Rio de Alenquer foi sofrendo alterações ao longo do tempo. Nos dias de hoje em dia encontra-se com menos água do que anteriormente não tendo uma expressão de proximidade com a vila.

O objetivo da nossa estratégia passa por acentuar a presença do rio na vila, aproximando-o das margens e dos espaços públicos, recuperando alguma naturalidade morfológica e alargando pontualmente em sítios que outrora estavam mais próximo do rio.

Ao desenvolver a estratégia surgiram duas propostas. Os princípios base são os mesmos, porém o leito do rio e o seu nível de água são diferentes, resultando em dois perfis de rio diferentes.

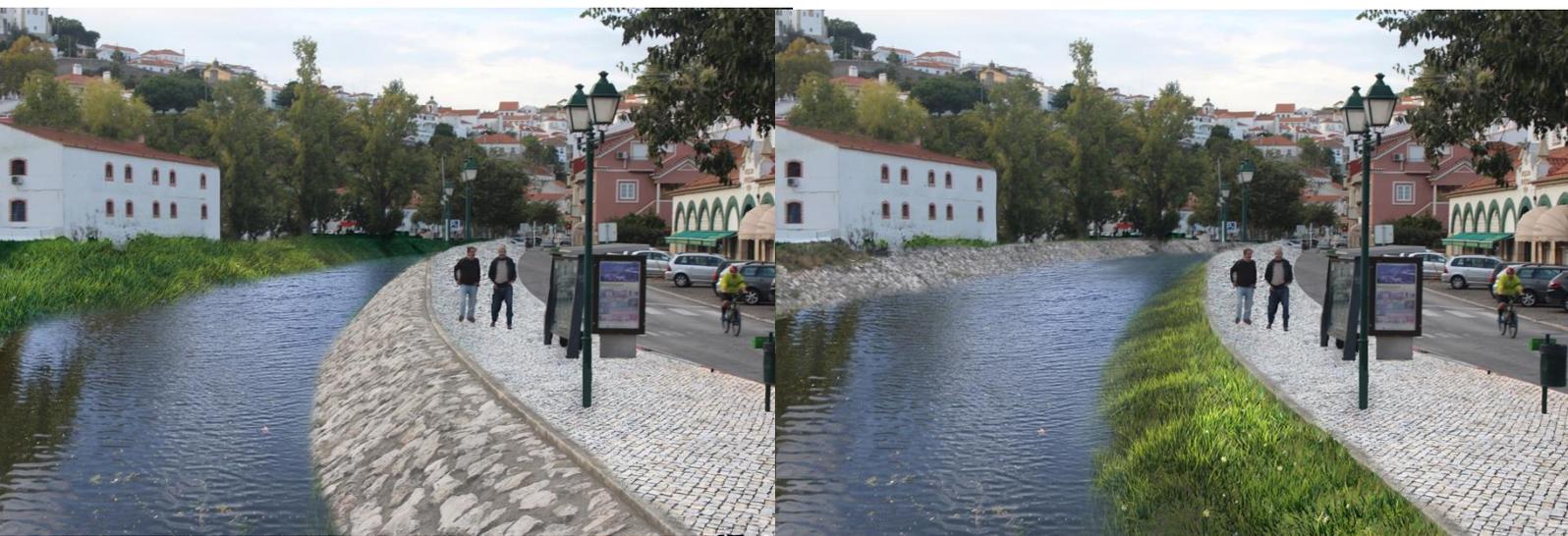
Espaços Verdes

A estratégia contém dois novos espaços verdes. Estes espaços são resultado da remoção de dois edifícios que condicionam uma continuidade do espaço público ao longo do rio. A remoção do edifício da filarmónica possibilitou a continuidade do jardim Vaz Monteiro para a frente da Chemina. A remoção do edifício do Sporting Clube de Alenquer permitiu o início de um percurso que interage com a área reservada ao interface e termina no Jardim da Água e Tílias.

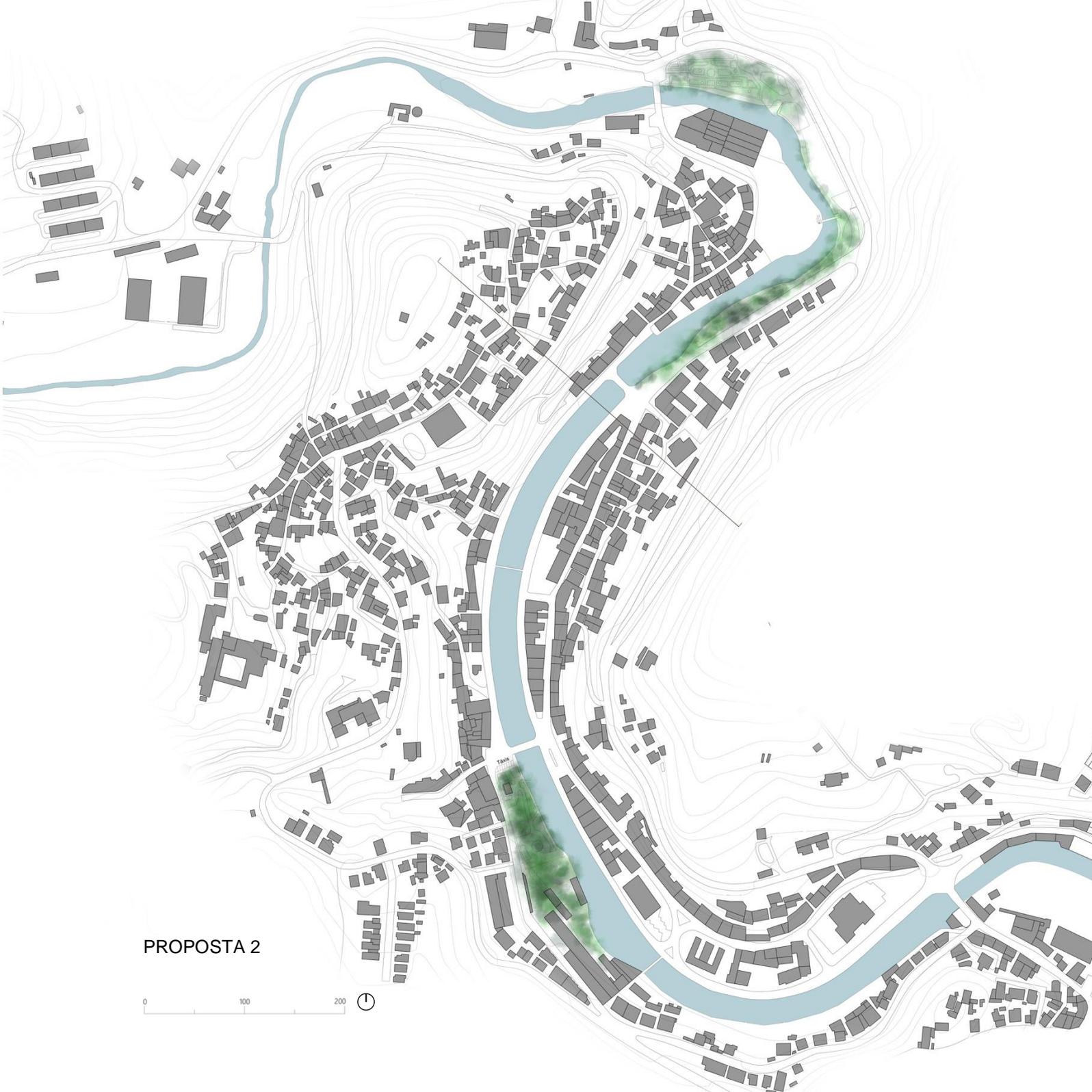


PROPOSTA 1



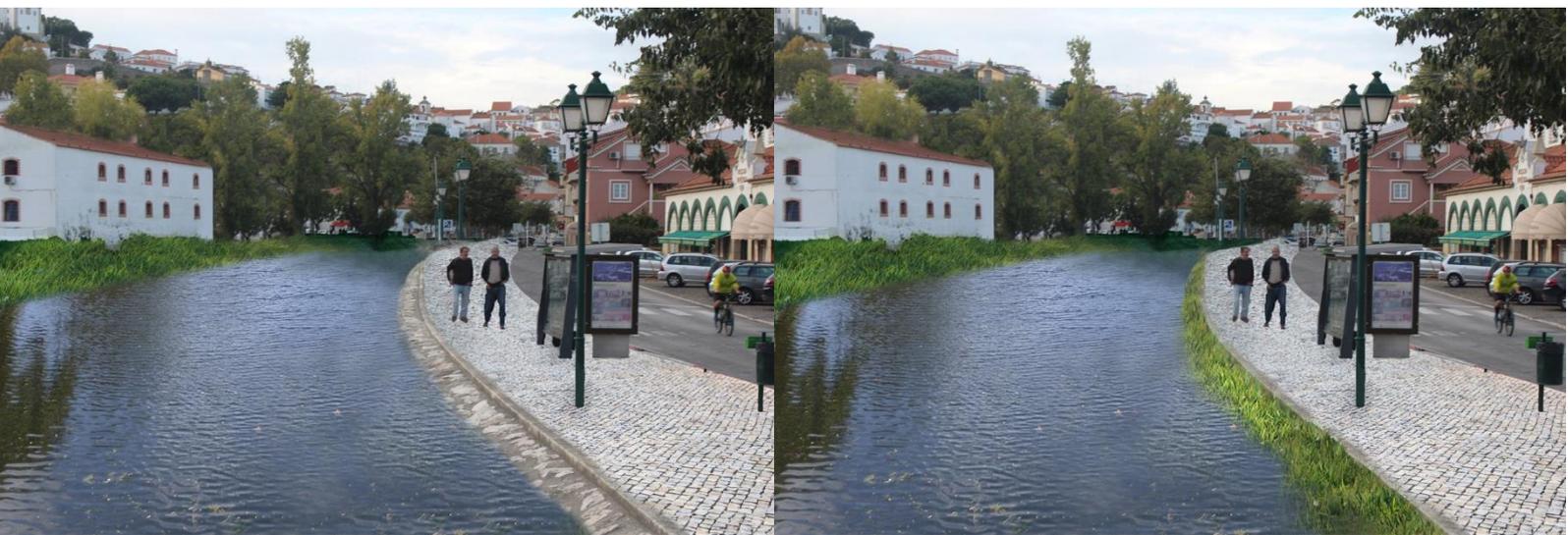


A **proposta 1** é a mais interventiva, que cria efetivamente a maior proximidade entre a vila e o rio. Além do passeio nas margens, esta proposta inclui um outro passeio, a uma cota inferior à marginal, no leito de uma das margens do rio. Pretende-se uma continuidade de espaços públicos no leito do rio ao longo do centro da vila. Os leitos têm um passeio intercalado e interrompido pelas 6 pontes existentes. Isto permite que estes espaços sejam constantemente percecionados ao longo do rio.

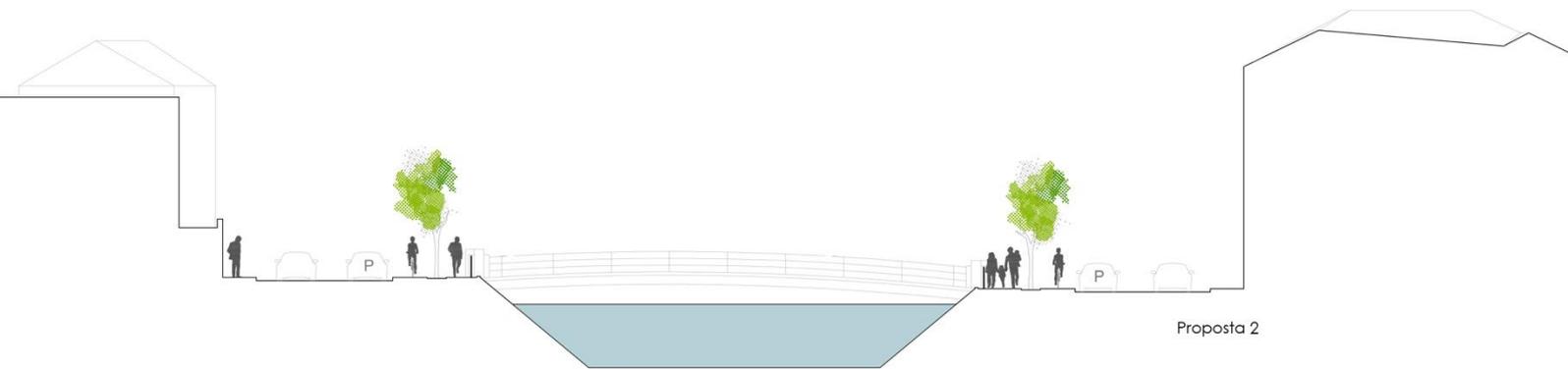
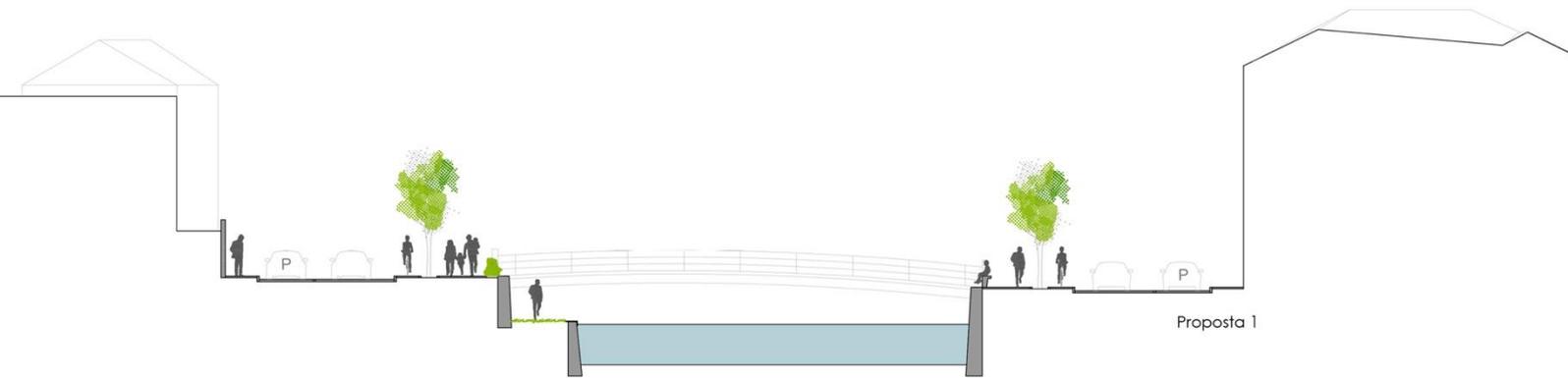
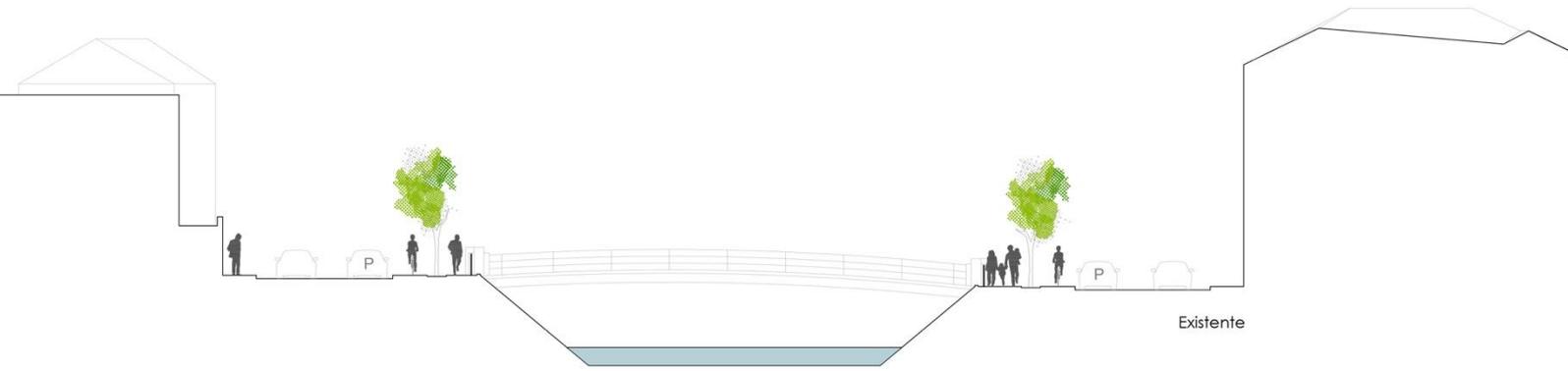


PROPOSTA 2





Ao contrário da proposta anterior, a **proposta 2** é menos interventiva. Neste caso a pendente do rio mantém a sua inclinação sem muros verticais. O nível da água é elevado com o objetivo de criar um “espelho” de água.





RIO / ESTRATÉGIA



ÁREA DE INTERVENÇÃO

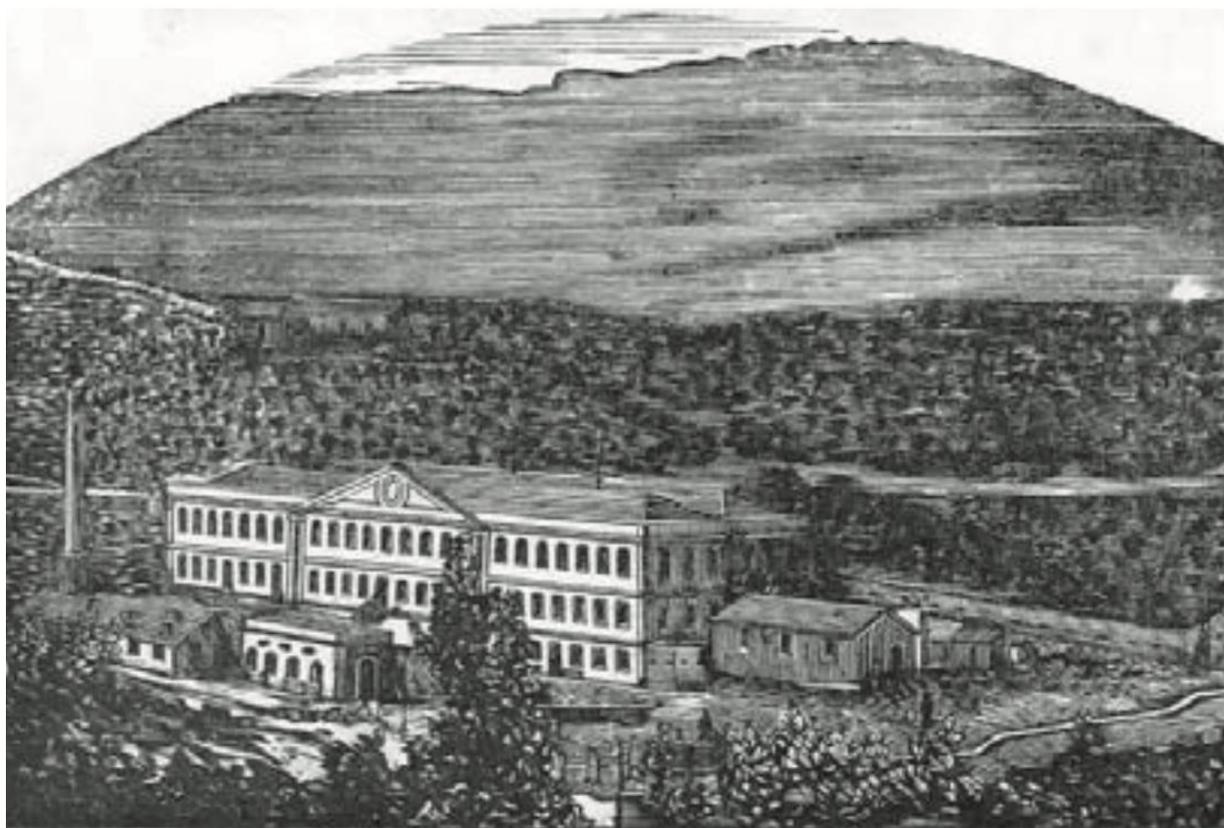
Em Alenquer, vila portuguesa pertencente ao distrito de Lisboa, localiza-se a fábrica Companhia de Lanifícios da Chemina, edifício em estudo.

O edifício da centenária Companhia de Lanifícios da Chemina ocupa um lugar quase central na vila de Alenquer, nos terrenos da antiga Quinta da Chemina, junto ao rio de Alenquer. Resultante dos esforços dos irmãos empreendedores José Joaquim dos Santos Guerra e Salomão dos Santos Guerra, a construção da fábrica iniciou-se a 8 de Abril de 1889 e em Junho do ano seguinte foi inaugurada tendo começado logo a produzir. A Fábrica da Chemina era uma das mais conceituadas fábricas de lanifícios portuguesas; ao contrário das restantes fábricas alenquerenses, que dependiam da força motriz da água, a Chemina usava, à data da sua fundação, o vapor.

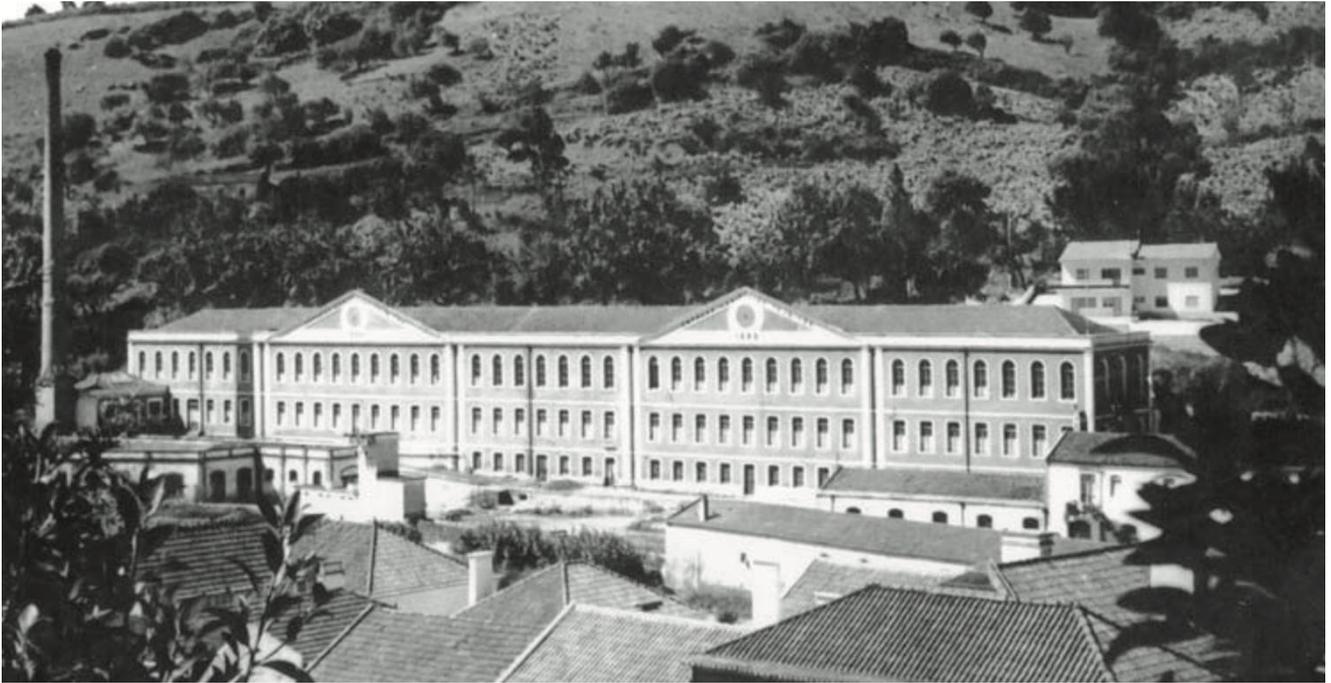
No seu pico de laboração, em 1934, chegou a empregar 235 operários. O projeto do edifício inicial é da autoria do arquiteto José Juvêncio da Silva.

Em março de 2000, o edifício principal, agora património municipal, sofreu um incêndio de efeitos devastadores. Toda a estrutura de madeira da cobertura e dos pisos, além das caixilharias dos vãos, desapareceram. Atualmente, o edifício encontra-se em pré-ruína; no entanto, a sua estrutura, nomeadamente as paredes de alvenaria, aparentam estar estáveis por enquanto. A ação das águas das chuvas faz-se notar na total oxidação dos elementos estruturais metálicos, em parte retorcidos pelo incêndio.

Nesta conjuntura, aproveitando o estado em que a fábrica da Chemina ficou após o incêndio, a ideia inicial para esta projeto passaria por aproveitar tudo aquilo que se encontrava em bom estado, neste caso as paredes exteriores existentes, algumas paredes interiores e as lajes. Desde o início do projeto, a ideia principal recaía sempre numa construção sustentável, em que todos os materiais novos a serem utilizados em obra tivessem o menor impacte ambiental possível.



Companhia de Lanifícios da Chemina em 1896, conforme o projeto inicial.
[Arquivo Histórico C.M. Alenquer]



Companhia de Lanifícios da Chemina, Empresa Lanifícios Tejo, cerca de 1960.
[Arquivo Histórico C.M. Alenquer]







PLANTA IMPLANTAÇÃO

O edifício multifuncional surge no âmbito da proposta de revitalização da fábrica da Chemina (antiga fábrica de lanifícios).

Localizado na zona central da vila de Alenquer, o novo edifício multifuncional (antiga fábrica da Chemina) procura resolver diversos problemas não só de integração no espaço com a sua envolvente, mas também com um eixo que liga a cota alta à cota baixa de Alenquer.

O projeto é essencialmente constituído por dois corpos, o primeiro corpo sendo a antiga casa das máquinas, é transformada em um Bar que funciona tanto no seu interior como também aproveita o seu espaço exterior junto ao rio. Um dos pontos importantes do projeto tem como ponto de partida deste espaço no qual faz a ligação com o segundo corpo, e com a cota mais alta do projeto, no qual irá dar a um espaço de estacionamento.

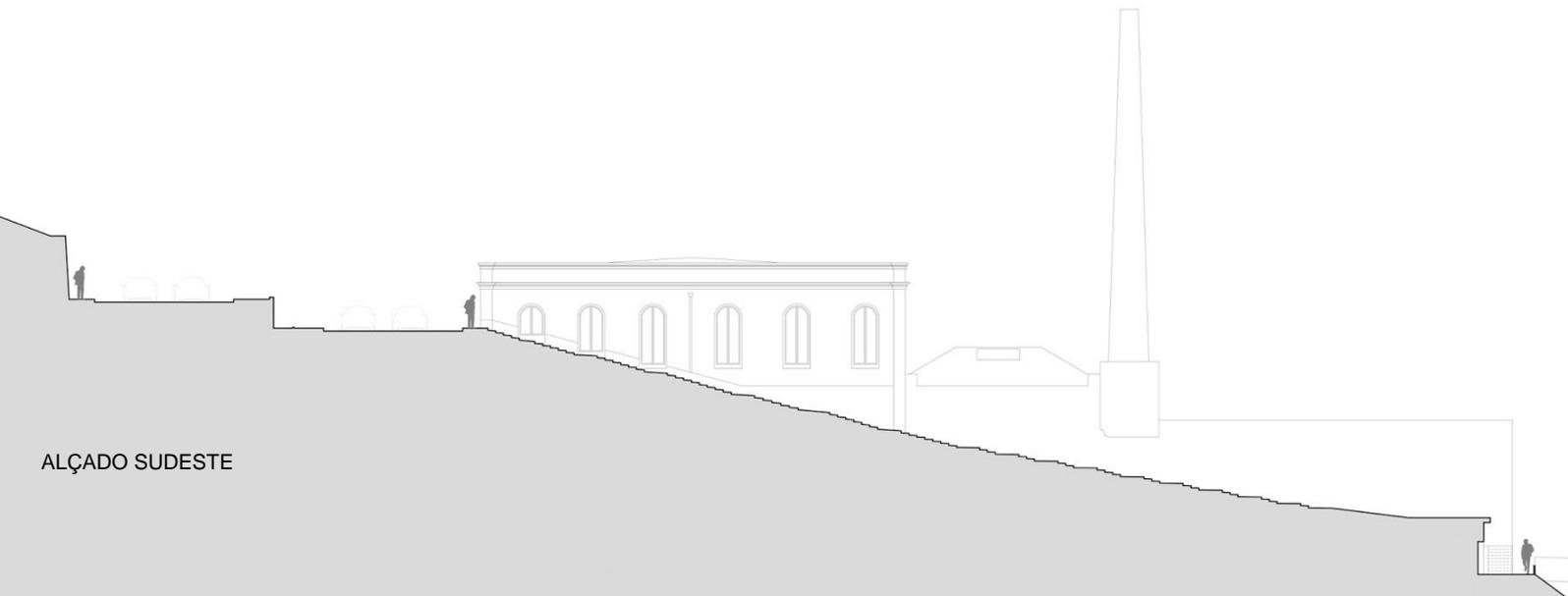
O segundo corpo, sendo a antiga fábrica da Chemina, é constituída por três pisos, no piso -1 temos um bar que serve essencialmente para as atividades do auditório, instalações sanitárias, um espaço polivalente que poderá servir para exposições artísticas, aulas de ioga, entre outras atividades e uma área técnica.

No piso 0, temos um espaço mais privado dedicado aos artistas com os seus camarins, um auditório com capacidade para 204 lugares no qual o palco pode ser móvel, um foyer e um jardim público interior.

No piso 1 temos essencialmente espaços de galerias com a criação dos novos pavimentos e um jardim público interior.

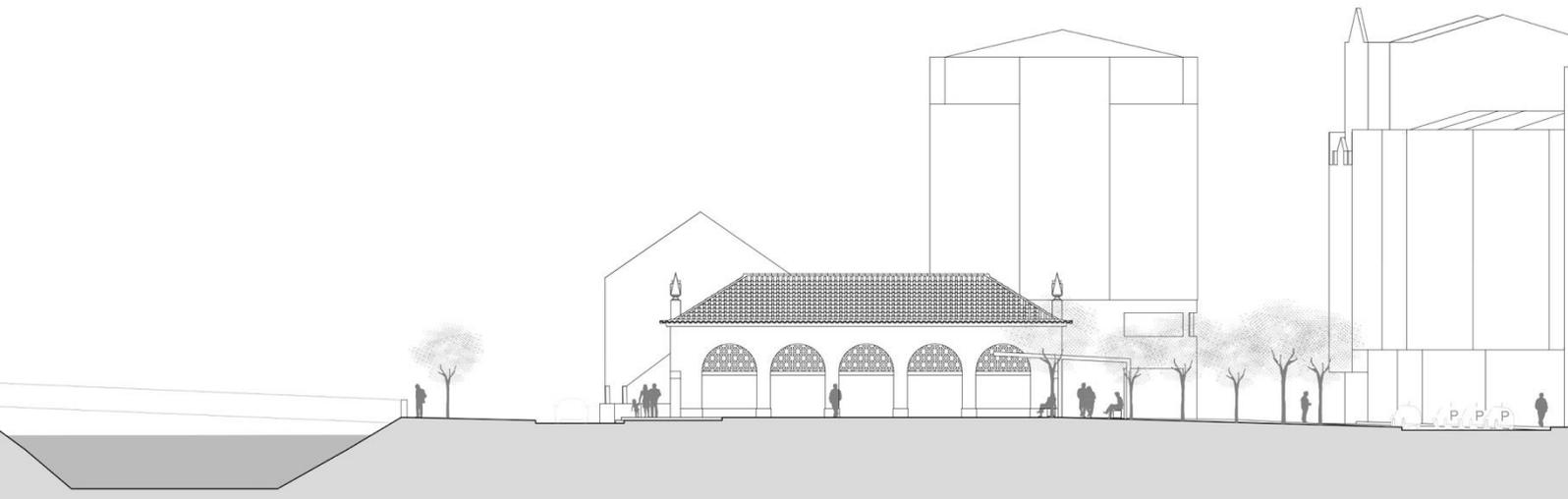
Após identificado os problemas e oportunidade no trabalho de grupo, houve um seguimento das mesmas ideias para o projeto individual.

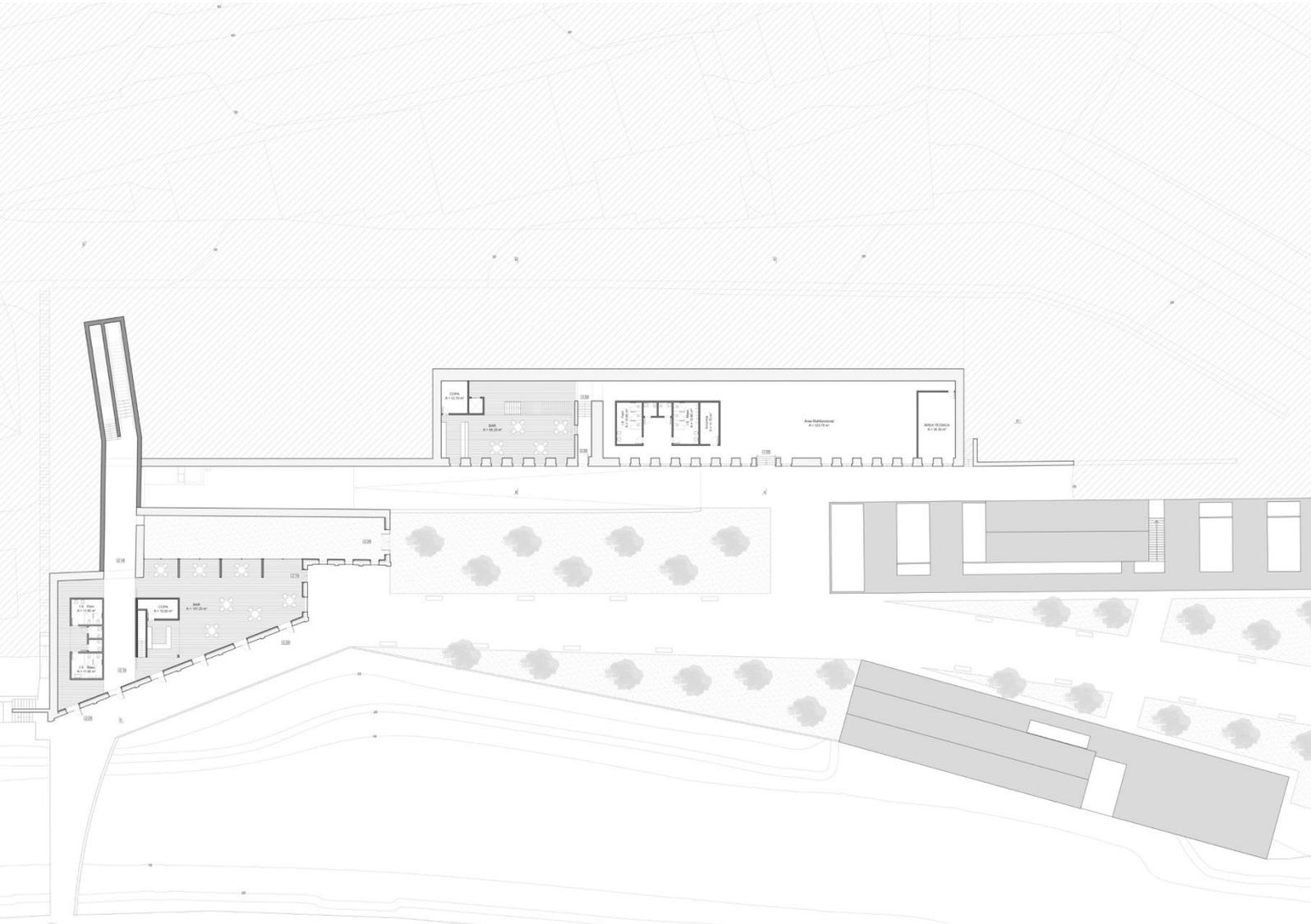
Um dos pontos chave para o projeto individual, vem no seguimento da ligação da cota alta de Alenquer (Rua das Guerras) à cota baixa (Avenida 25 de Abril), que por sua vez, esse acesso passaria a estar integrado no interior da antiga fábrica da Chemina.



ALÇADO SUDESTE

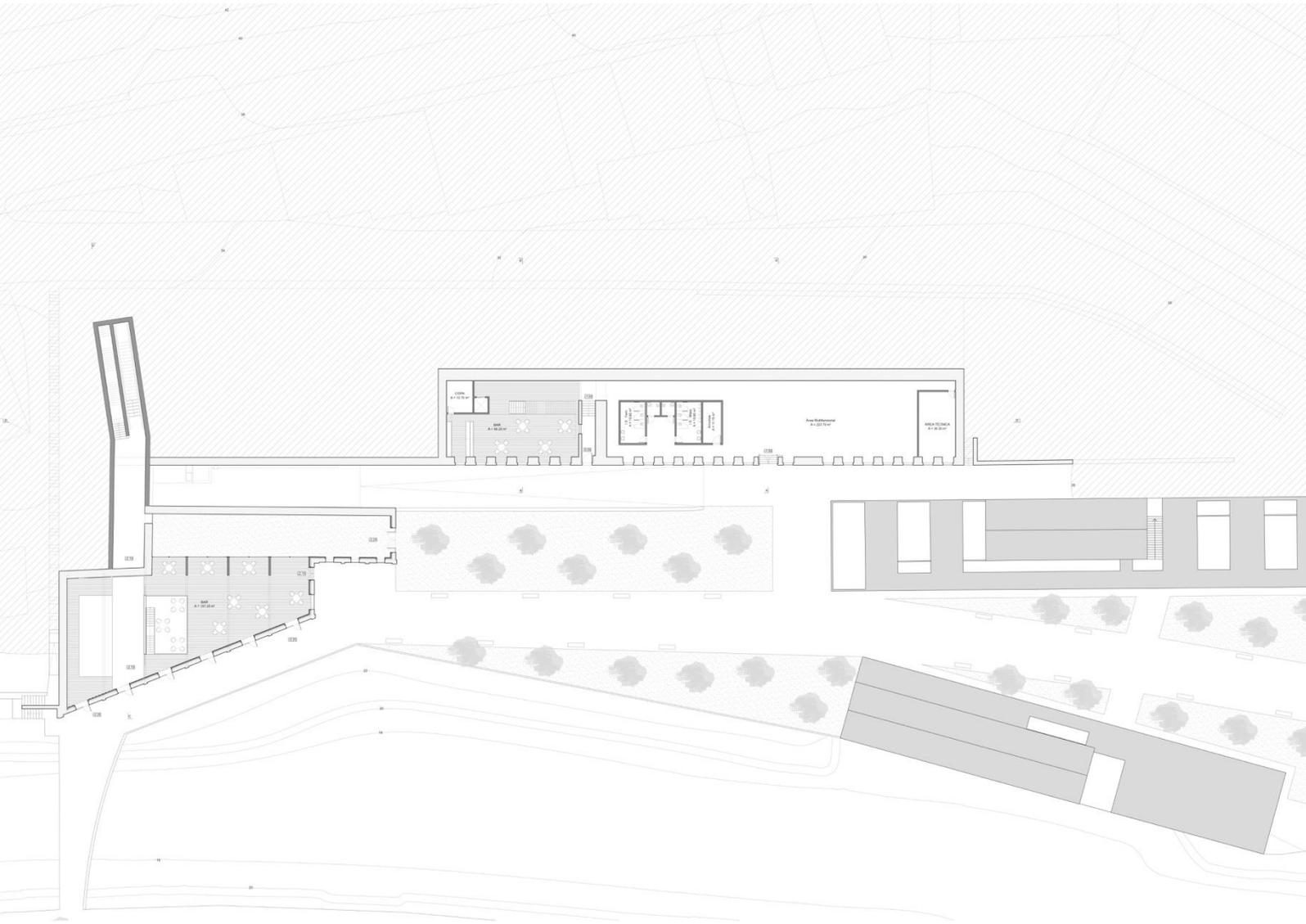
Foi importante projetar o edifício, não olhando apenas para si só, mas para aquilo que o rodeia. O mercado de Alenquer serviu como um ponto de referência nas ligações efetuadas através da nova ponte projetada e também dos seus exteriores tanto no mercado de Alenquer como também na antiga fábrica da Chemina.





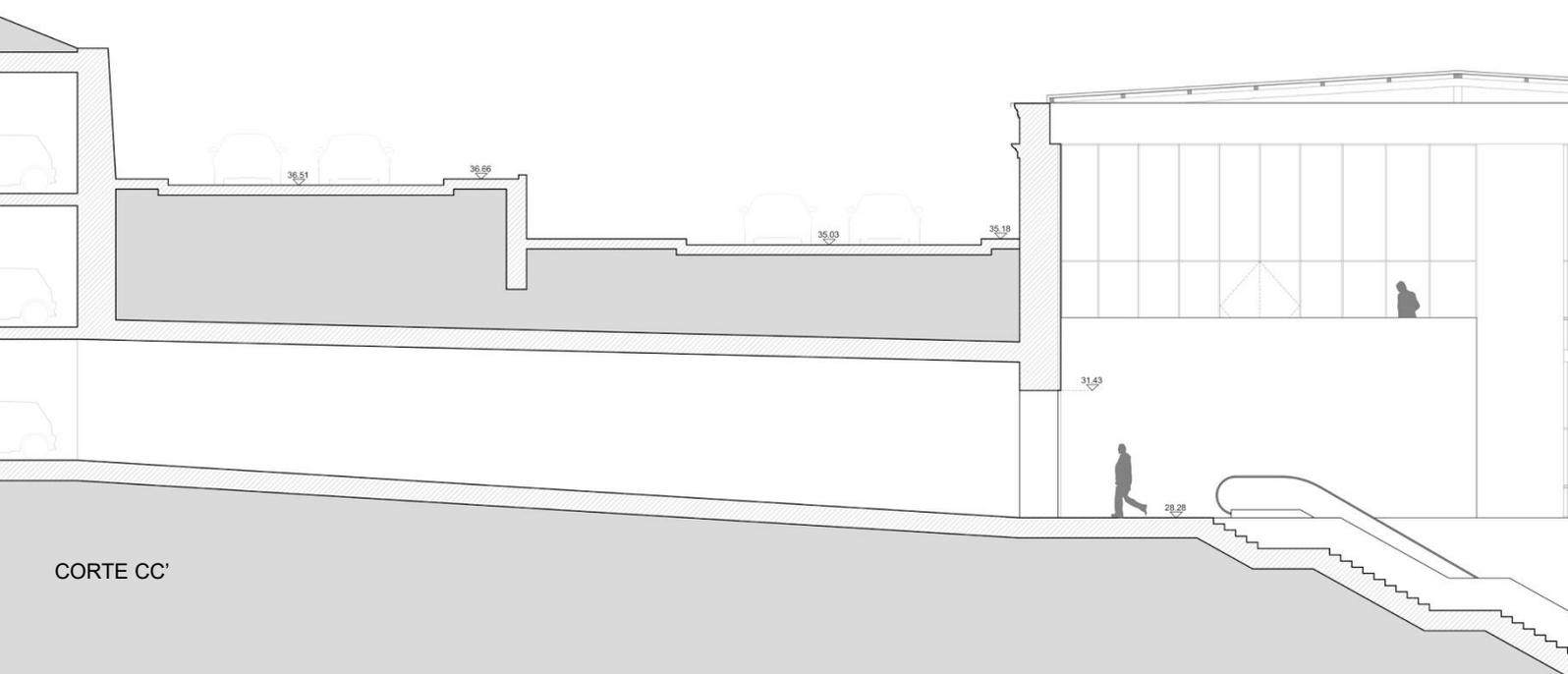
BAR 22.78 | PISO -1 25.03



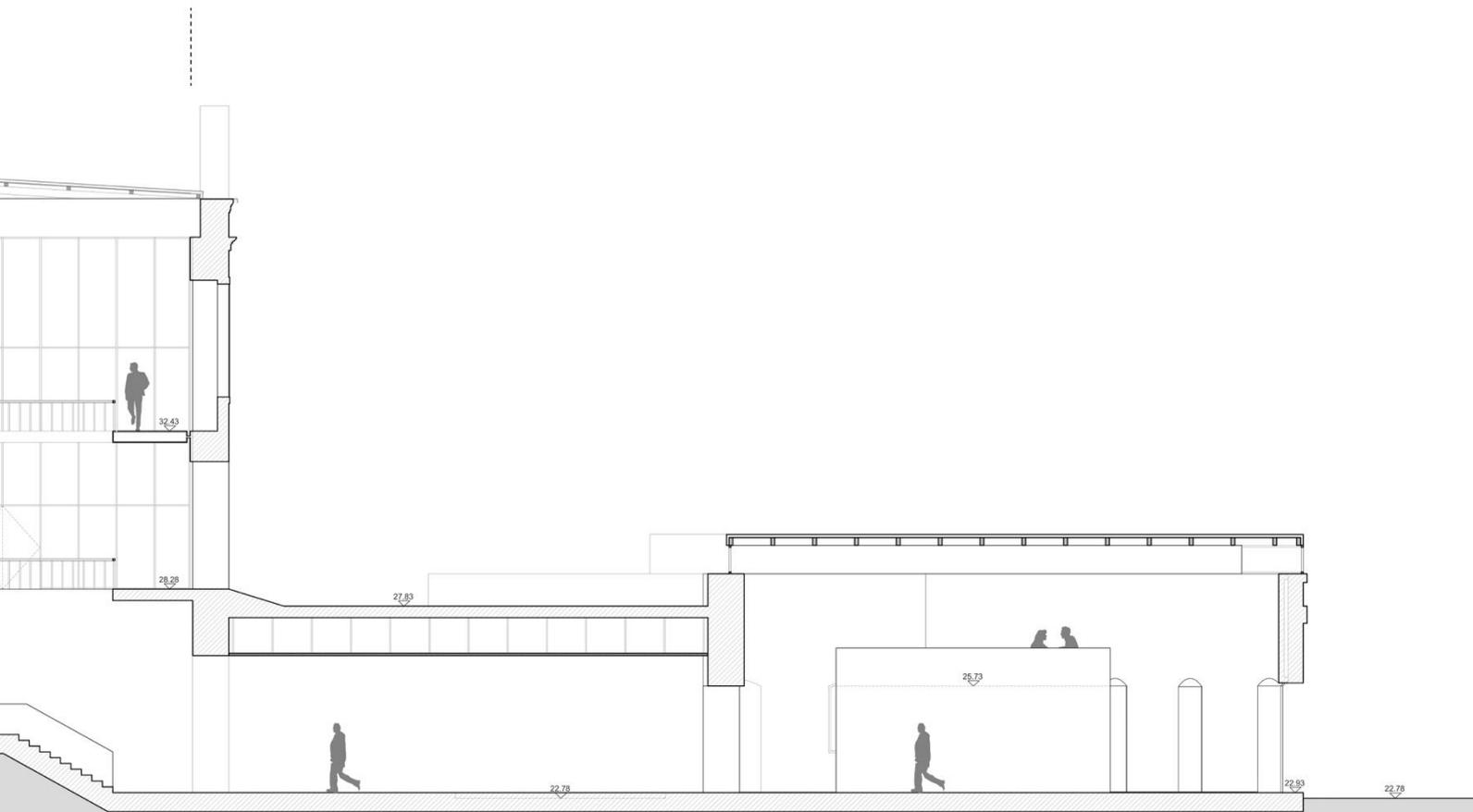


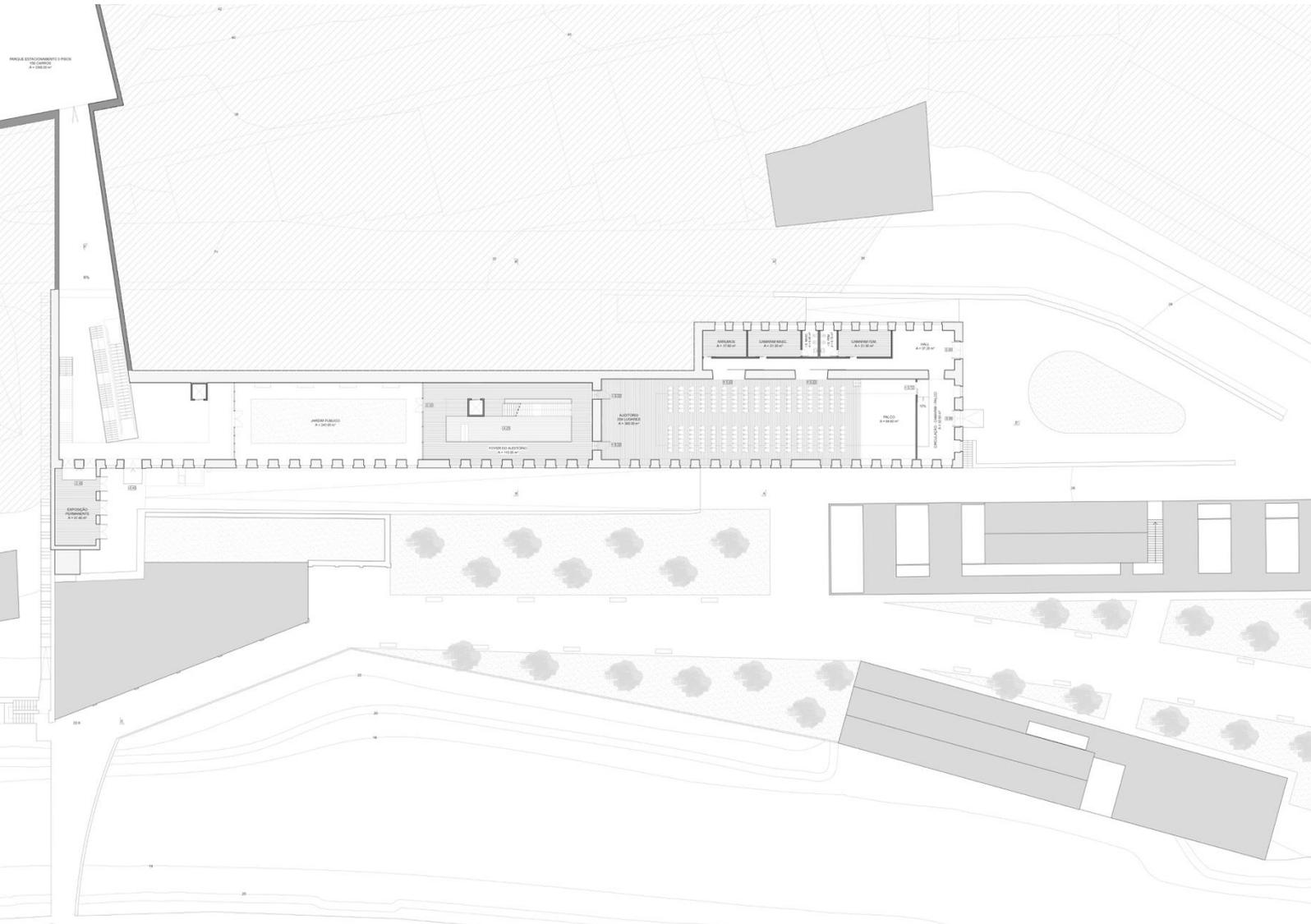
BAR 25.58 | PISO -1 25.03





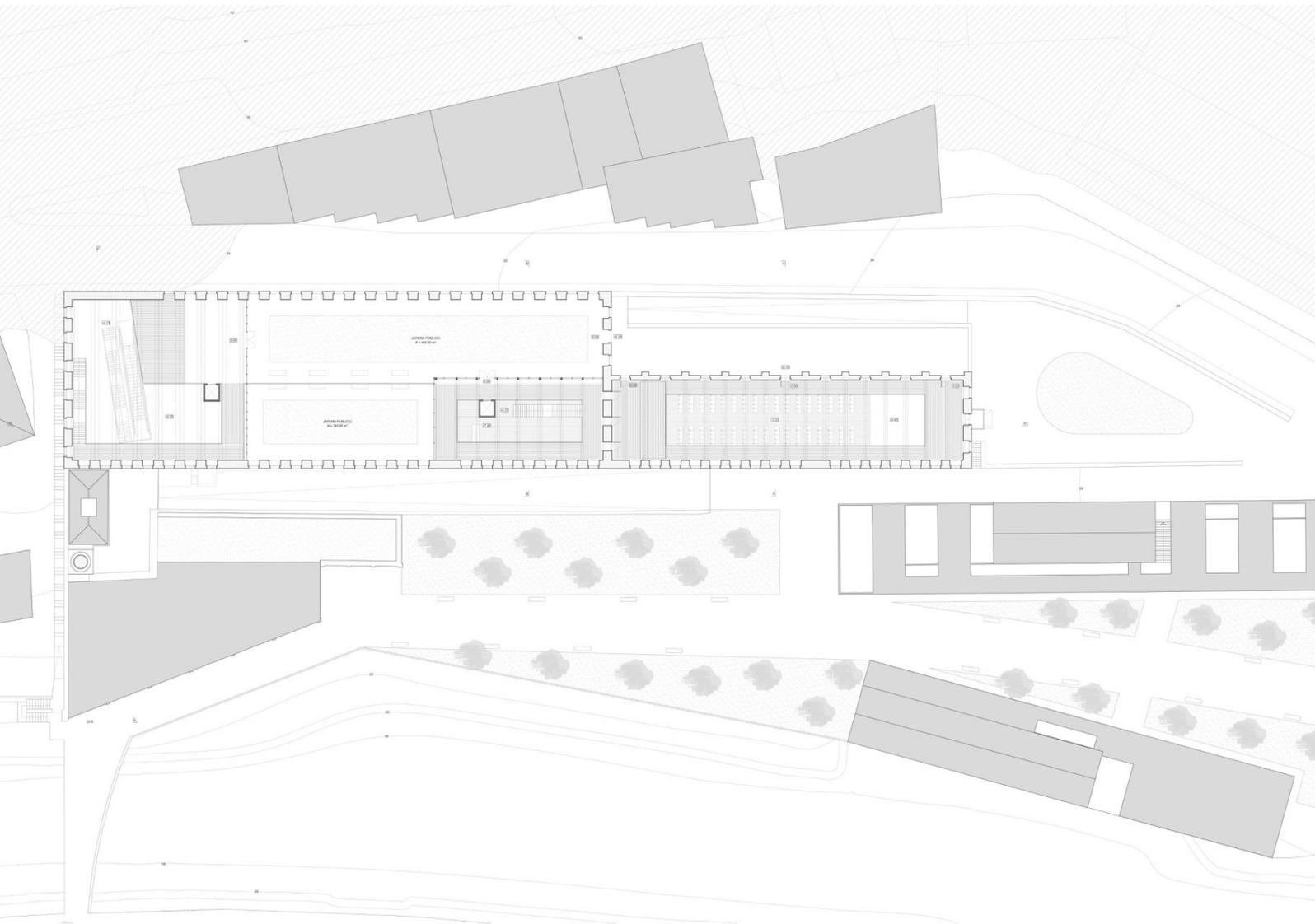
CORTE CC'





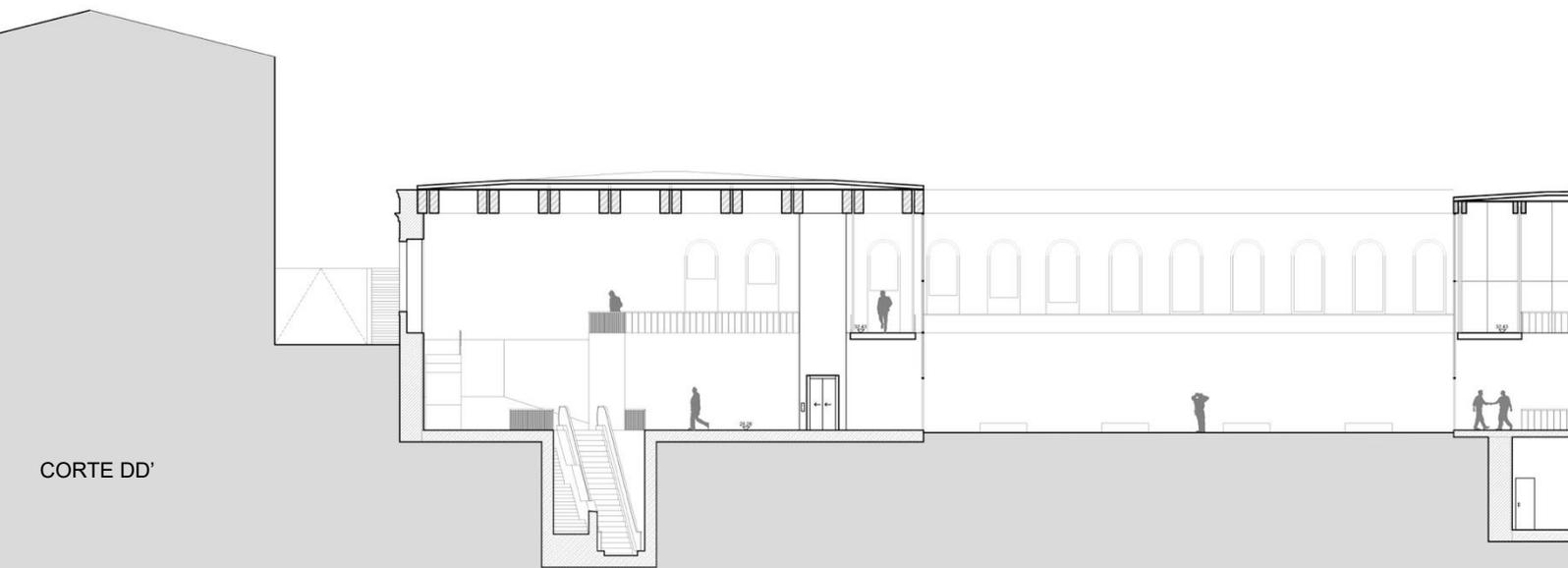
Piso 0 28.28



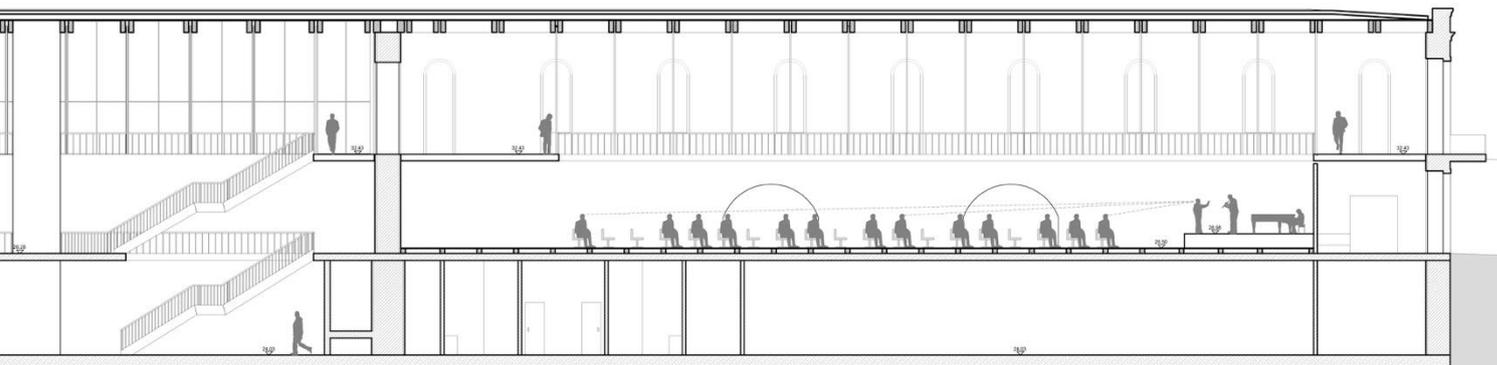


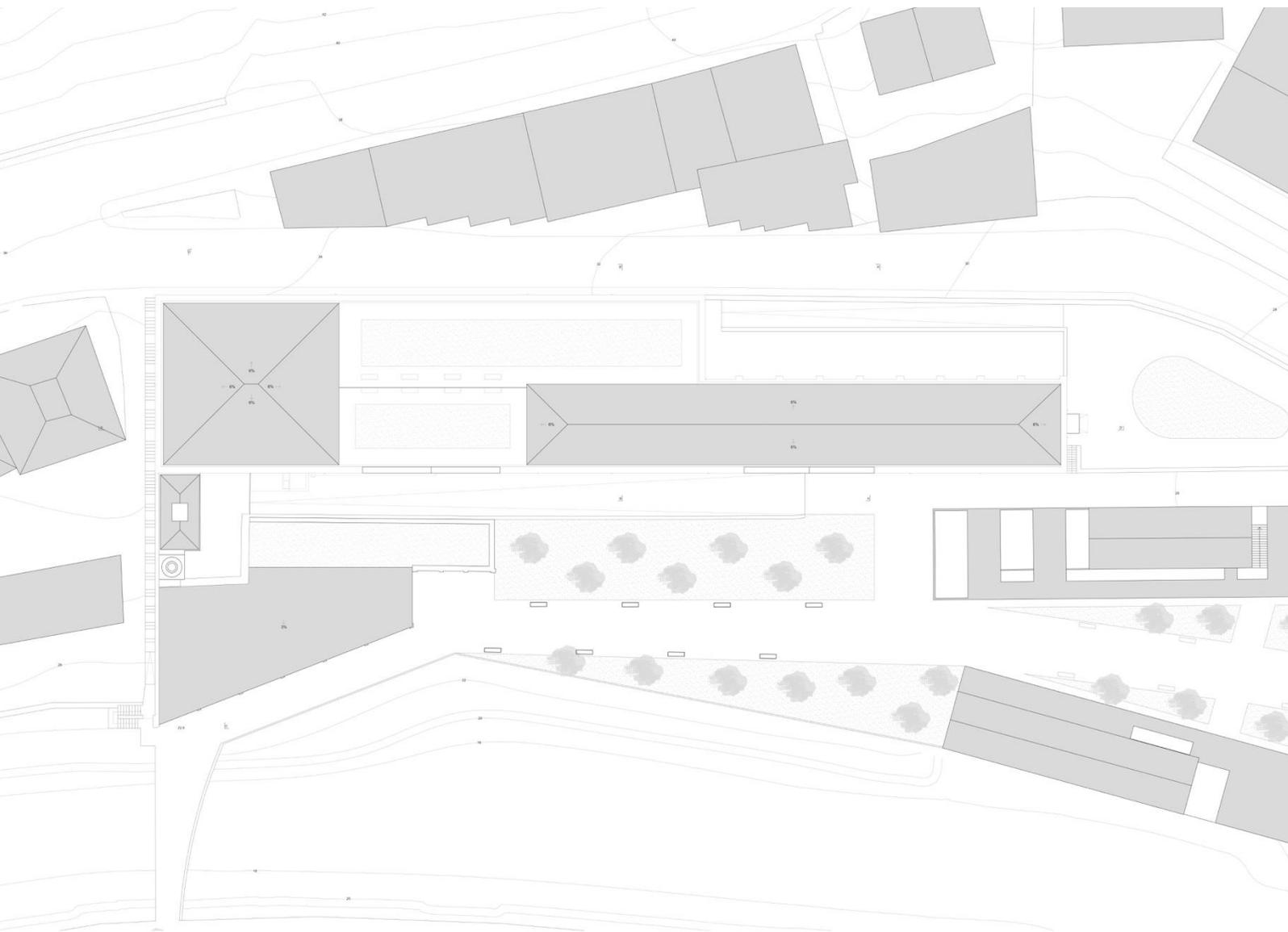
Piso 1 32.43



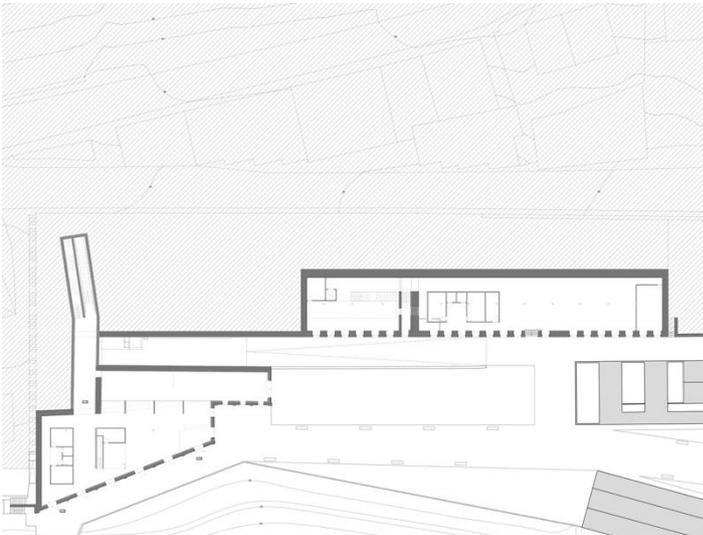


CORTE DD'

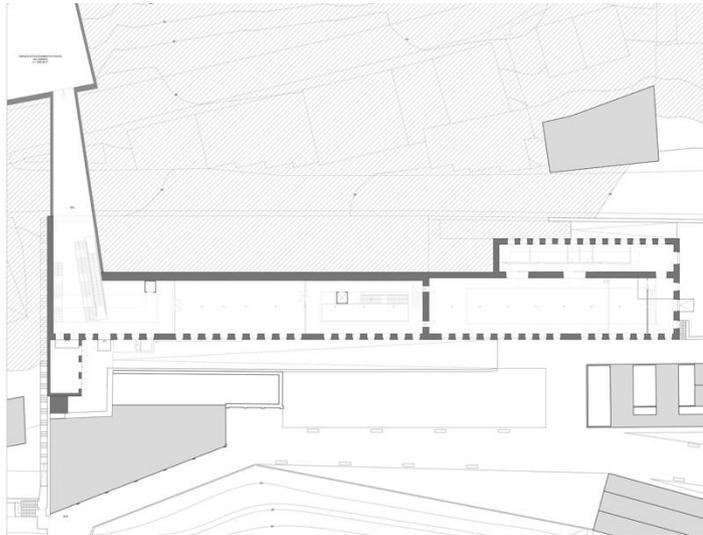




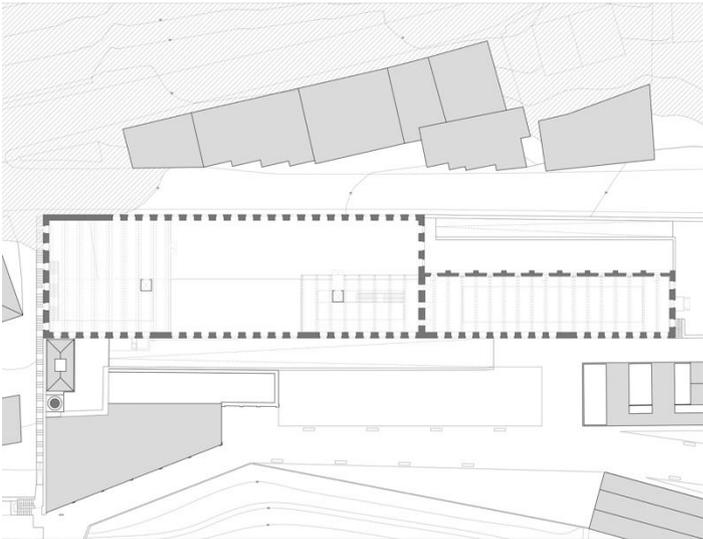
Planta de Cobertura



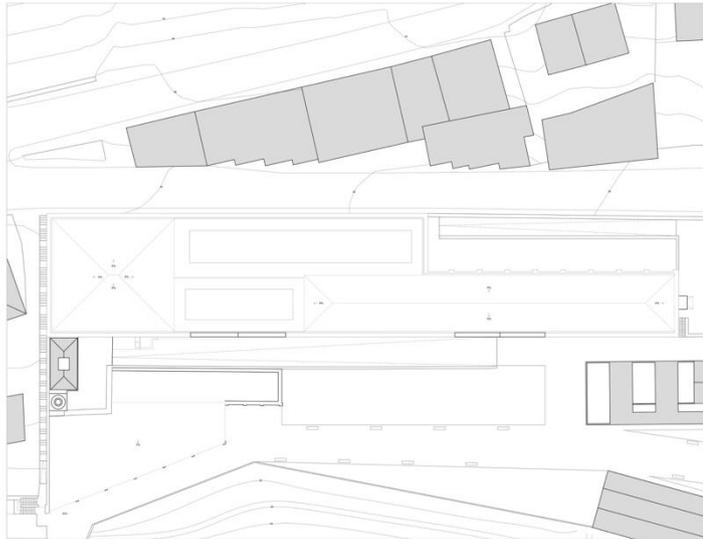
Bar 22.78 | Piso -1 25.03



Piso 0 28.28

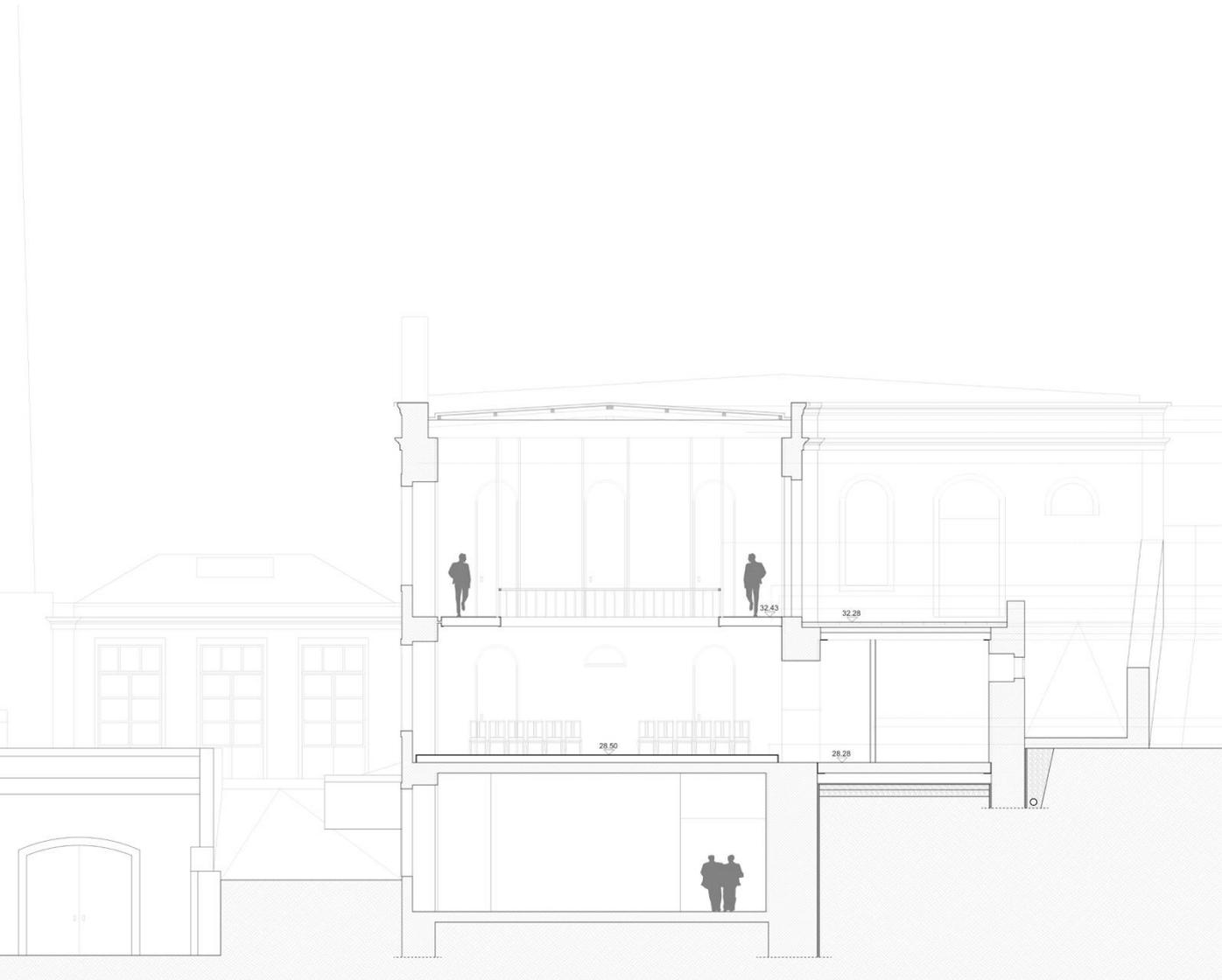


Piso 1 32.43



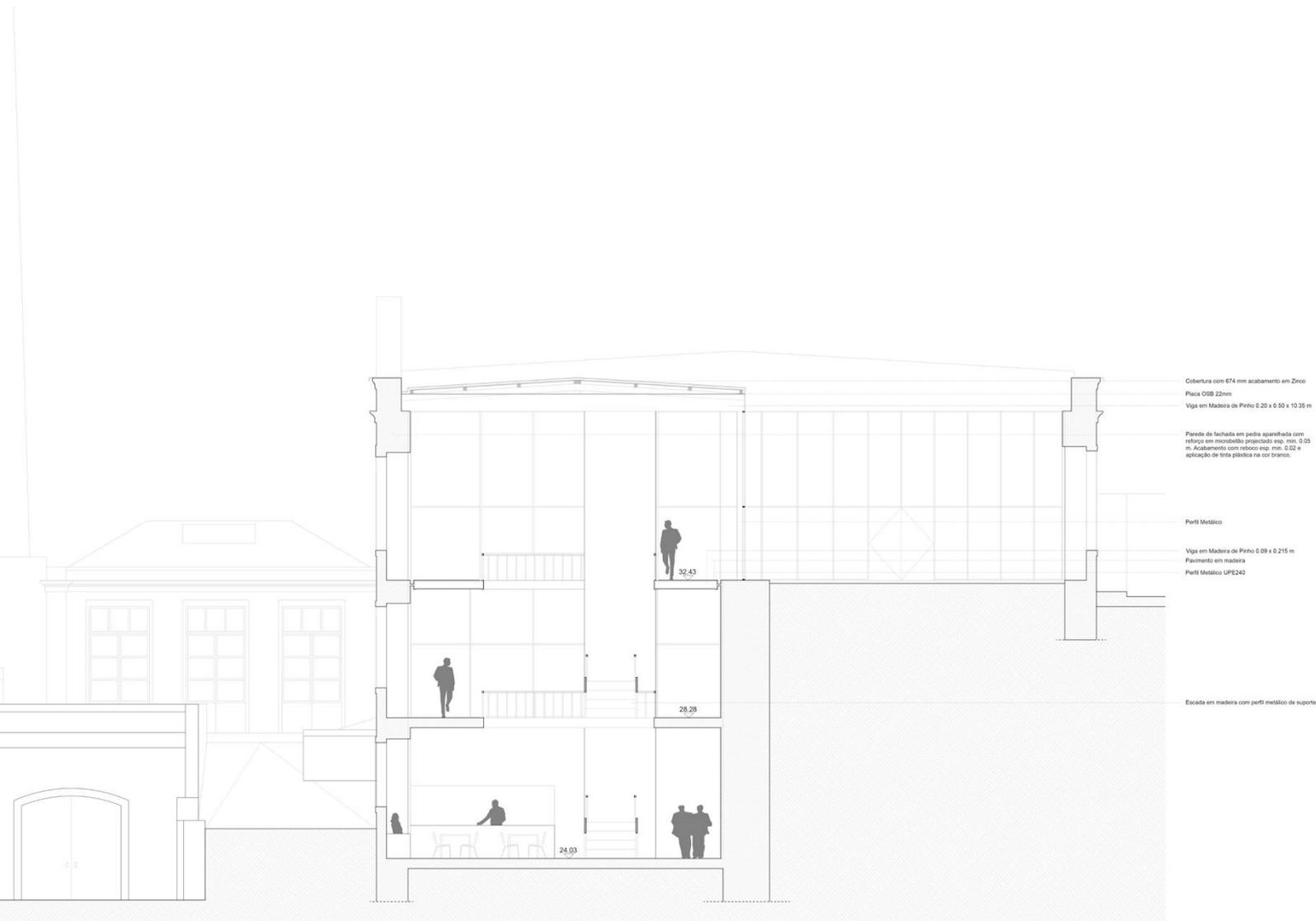
Planta Cobertura

Planta de amarelos e encarnados

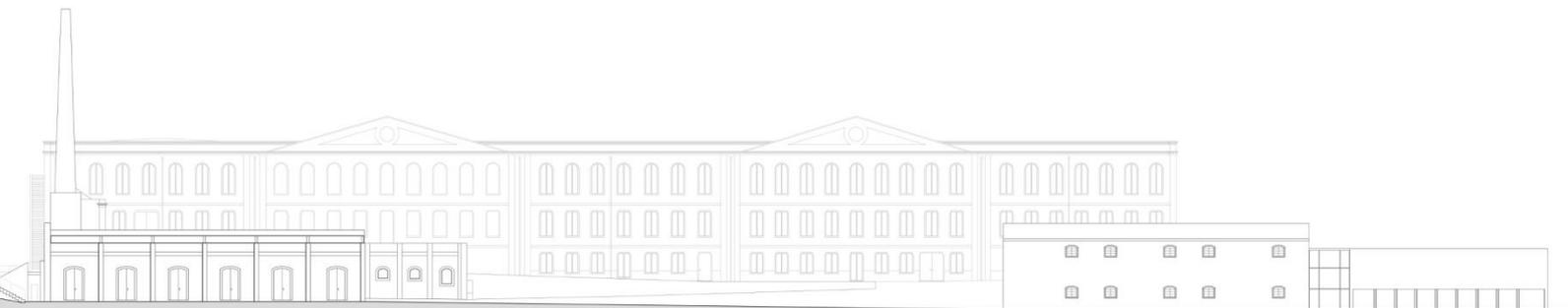


- Cobertura com 674 mm acabamento em Zinco
- Placa OSB 22 mm
- Viga em Madeira de Pinho 0.20 x 0.50 x 10.35 m
- Parade de fachada em pedra aparelhada com reboco em incrustado projectado em: min. 0.05 m. Acabamento com reboco em: min. 0.02 e aplicação de tinta plástica na cor branco.
- Cabo de Aço
- Viga em Madeira de Pinho 0.09 x 0.215 m
- Pavimento em madeira
- Perfil Metálico LPE240
- Lapis
- Lame colaborante 35 cm.
- Perfil Metálico
- Isolamento
- 2x Placas de gesso cartonado 15 mm
- LSF Perfil C 90mm
- Pavimento em Madeira

Corte AA'



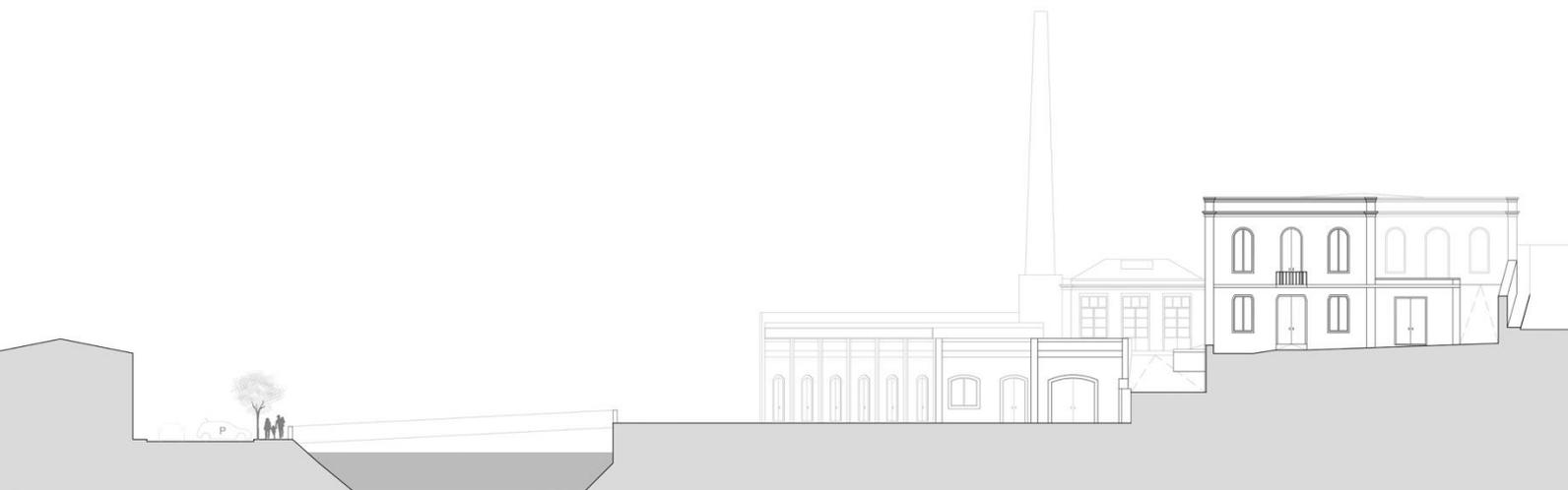
Corte BB



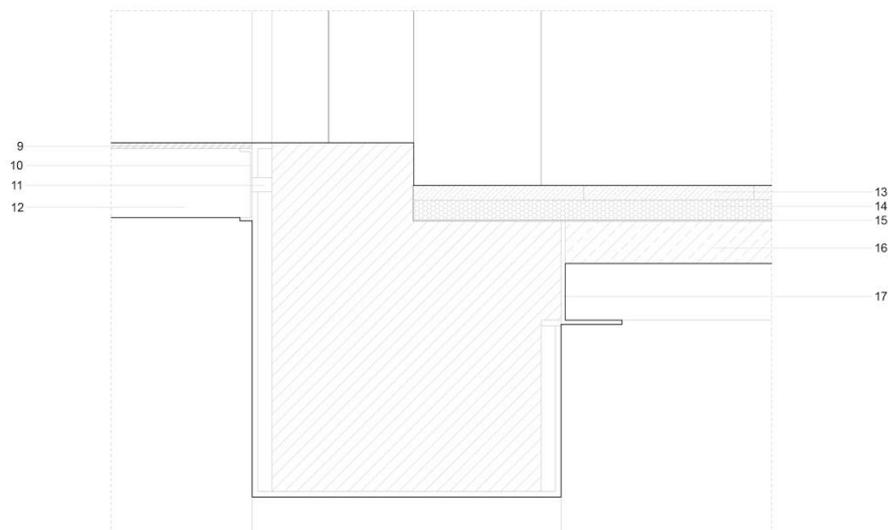
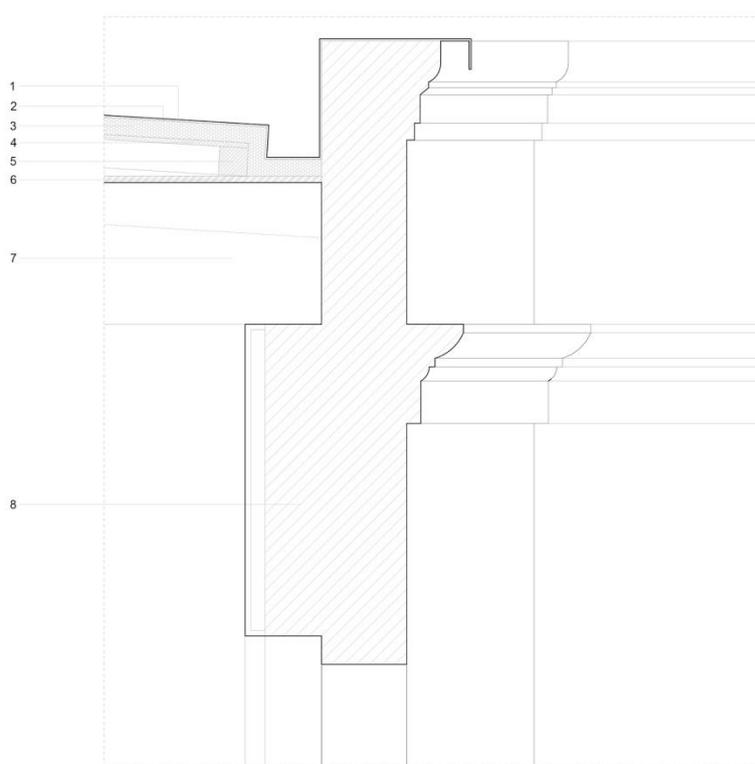
Alçado Nordeste



Alçado Sudoeste



Alçado Noroeste



Legenda

- 1 - Chapa de Zinco
- 2 - Barreira de vapor
- 3 - Isolamento 6mm
- 4 - Placa OSB 12mm
- 5 - Barrote madeira 10 x 10 cm
- 6 - Placa OSB 22mm
- 7 - Viga em Madeira de Pinho 20 x 50 cm
- 8 - Paredes de fachada em pedra aparelhada com reforço em microbetão projectado esp. min. 0,05 m. Acabamento com reboco esp. min. 0,02 e aplicação de tinta plástica na cor branco

- 9 - Pavimento em Madeira 20 x 80 mm
- 10 - Perfil Metálico UPE 240
- 11 - Perfil Metálico de ligação entre a parede e o pavimento
- 12 - Viga em Madeira de Pinho 9 x 21,5 cm
- 13 - Lajeta Térmica 60 x 60 cm
- 14 - Poliestireno Extrudido R 7 cm
- 15 - Tela Impermeabilizante
- 16 - Laje Colaborante
- 17 - Perfil Metálico de suporte para a laje















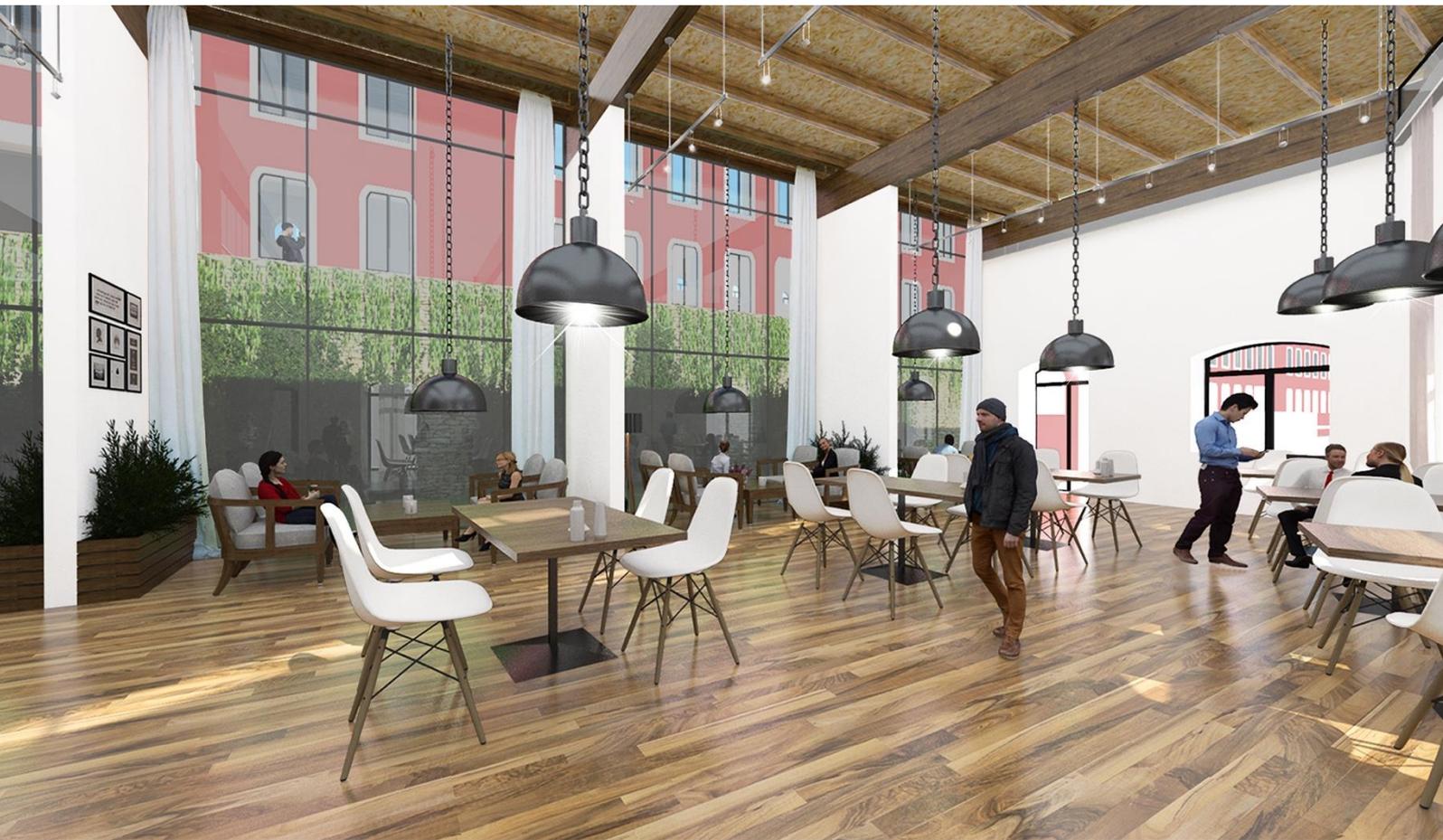








Vista do Bar



Vista do Bar



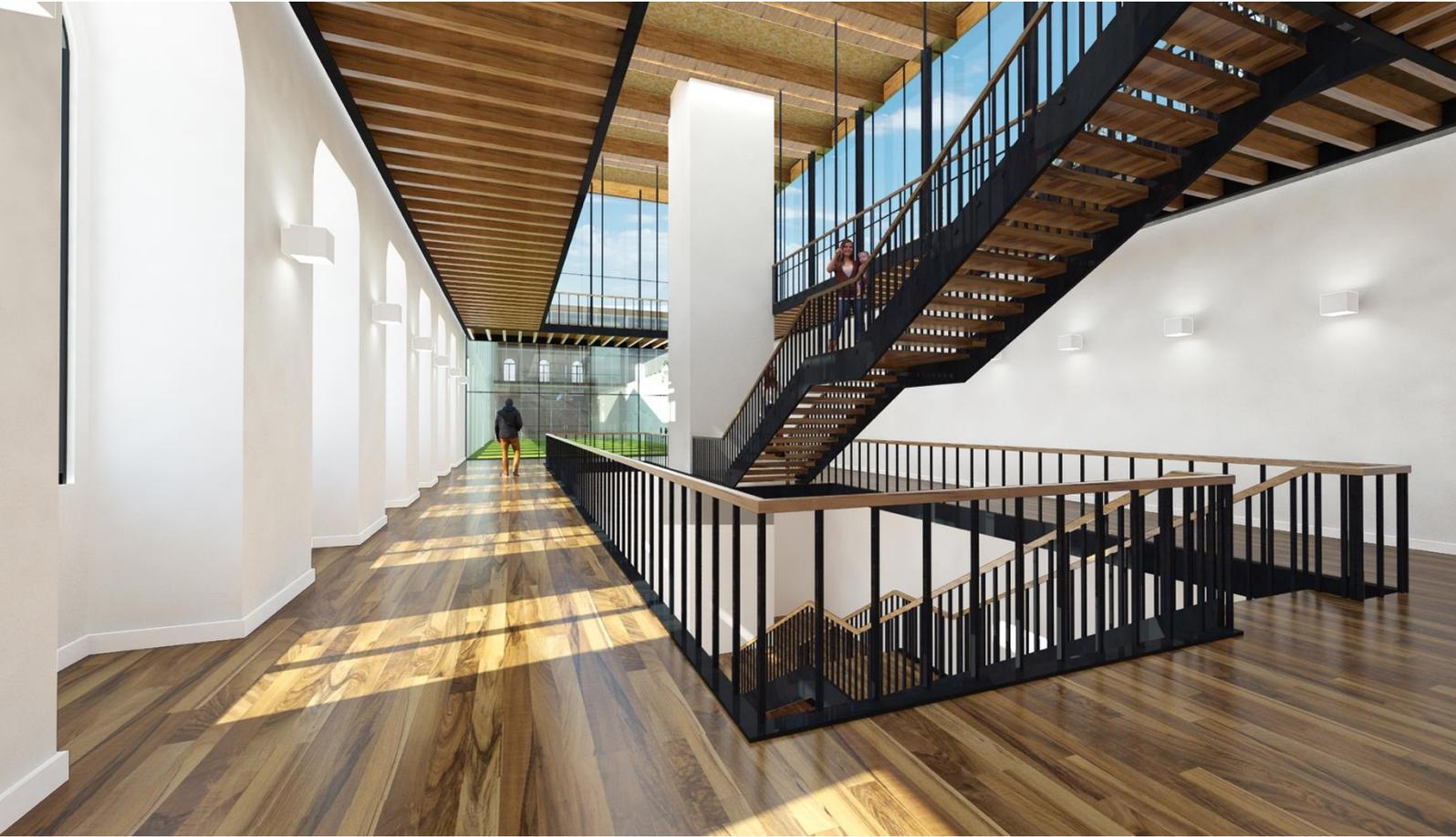
Vista do Bar



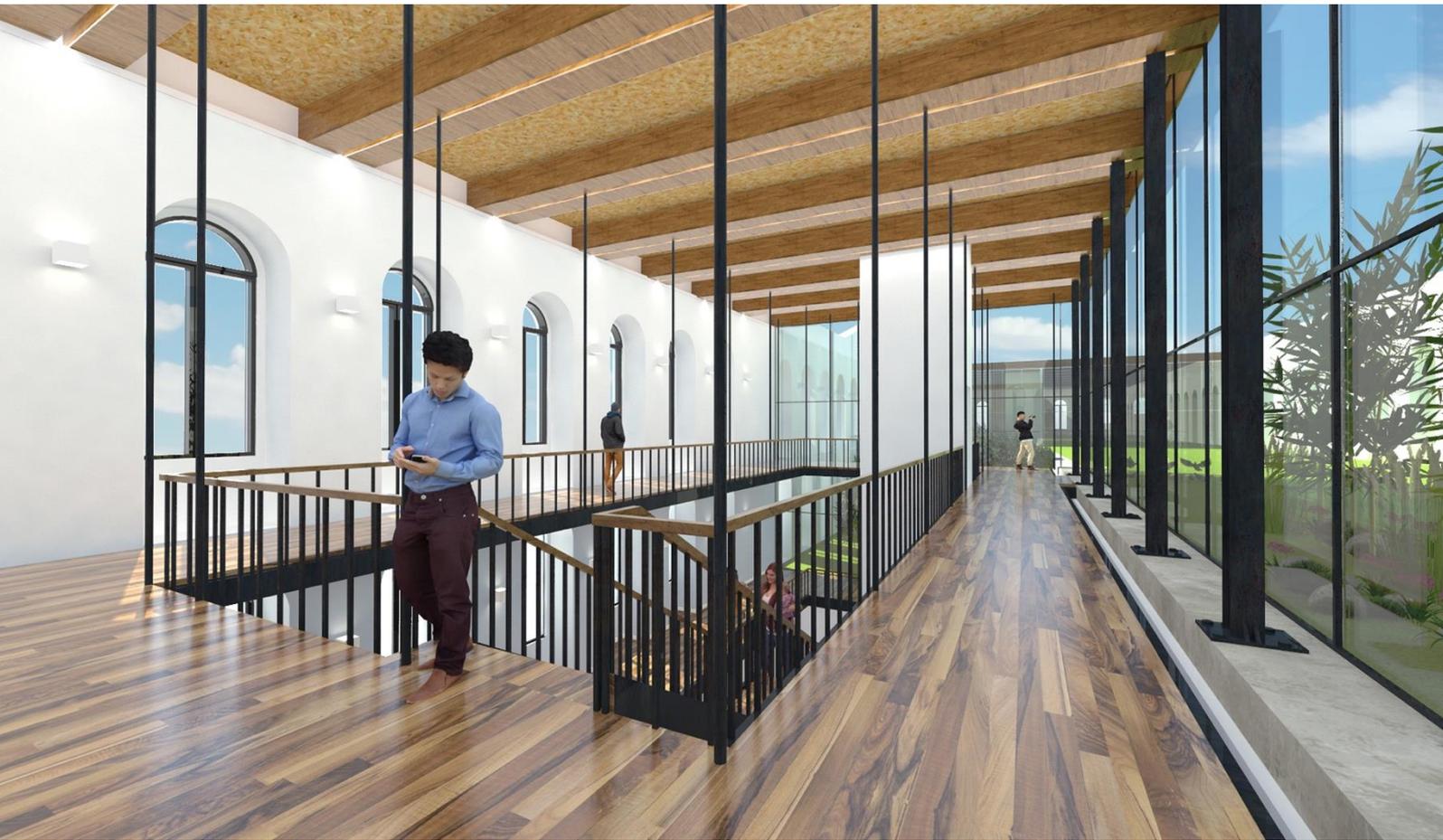
Piso 0 Ligações



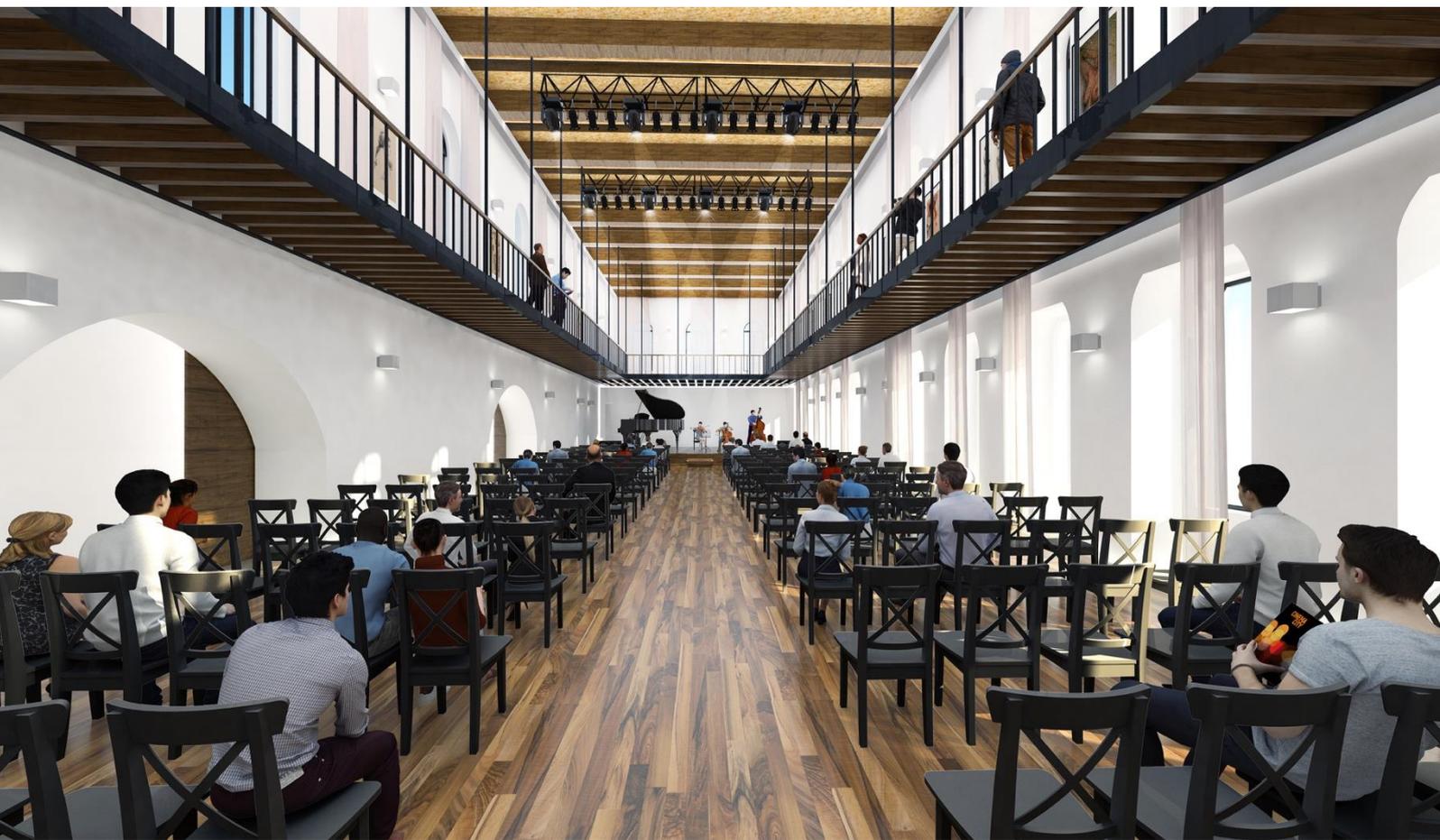
Piso 0 Ligações



Piso 0 Foyer



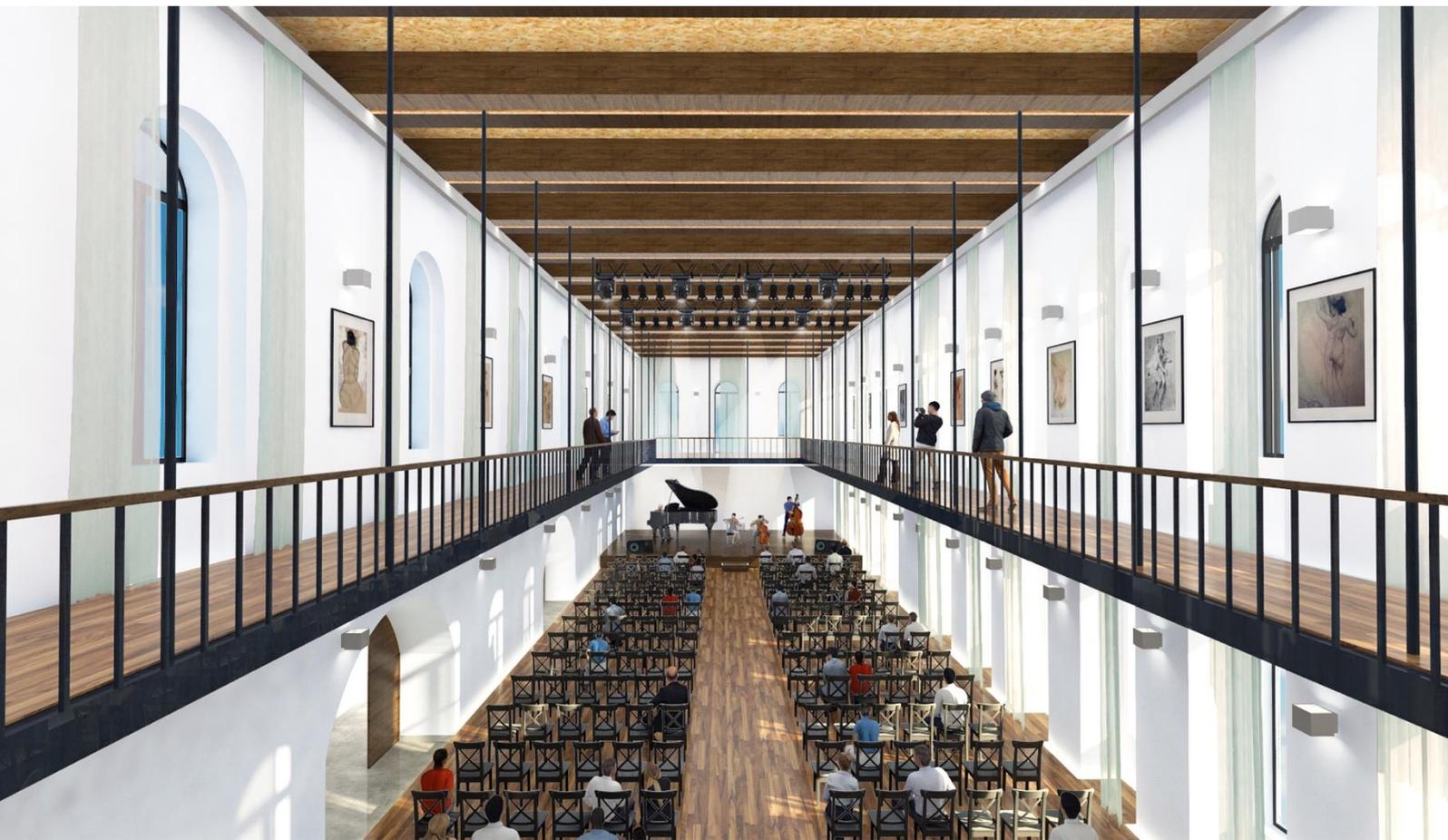
Piso 1 Foyer



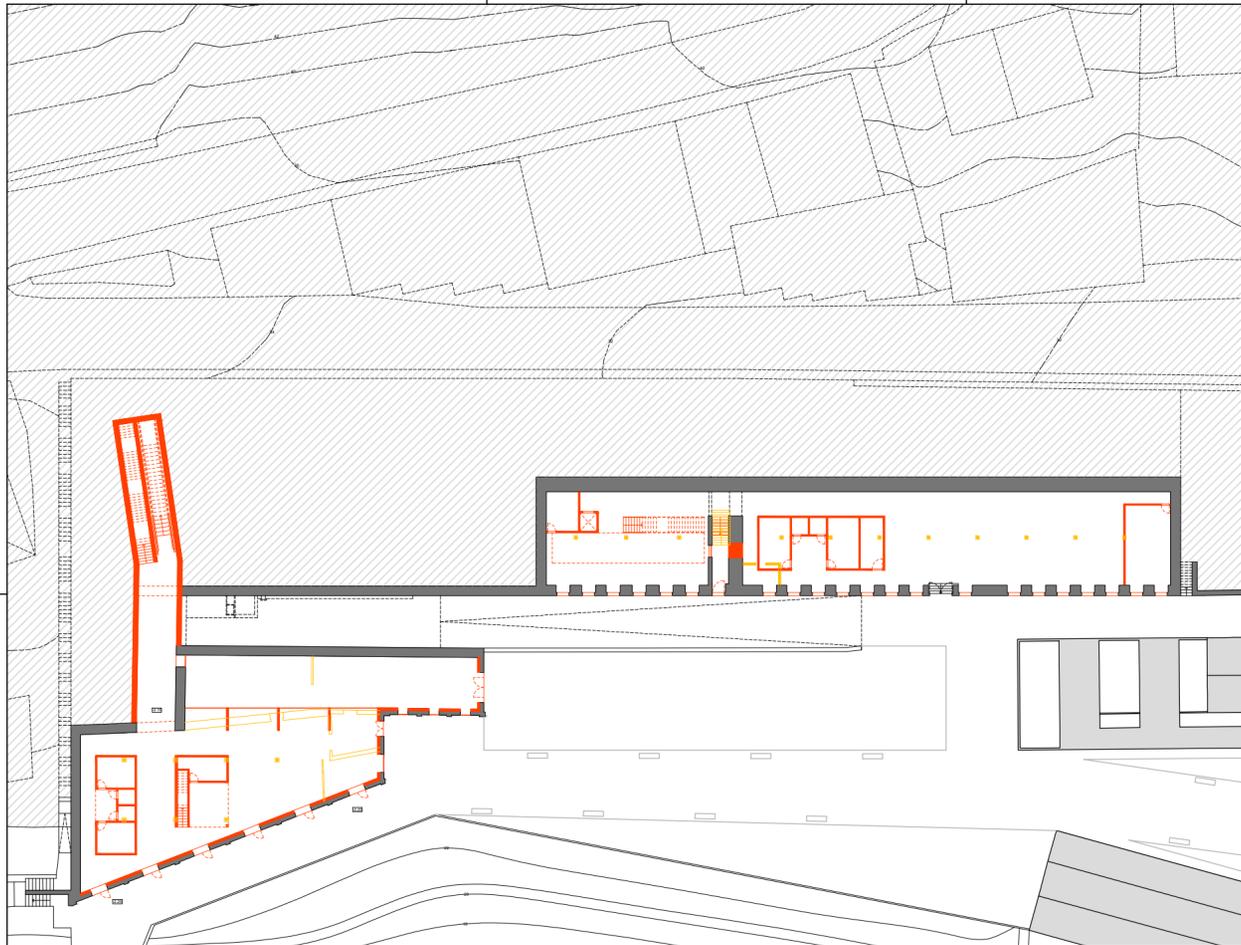
Piso 0 Auditório



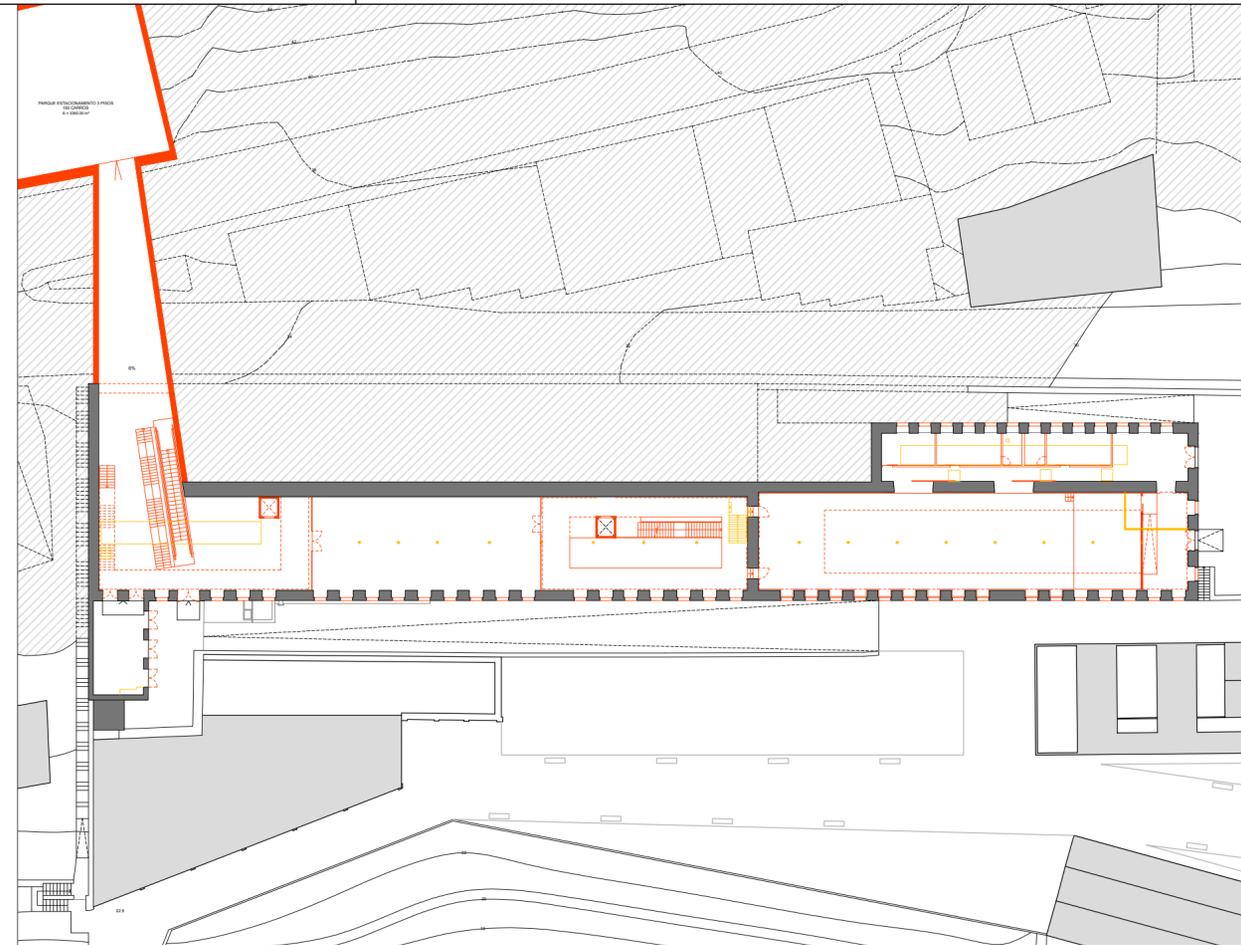
Piso 0 Auditório



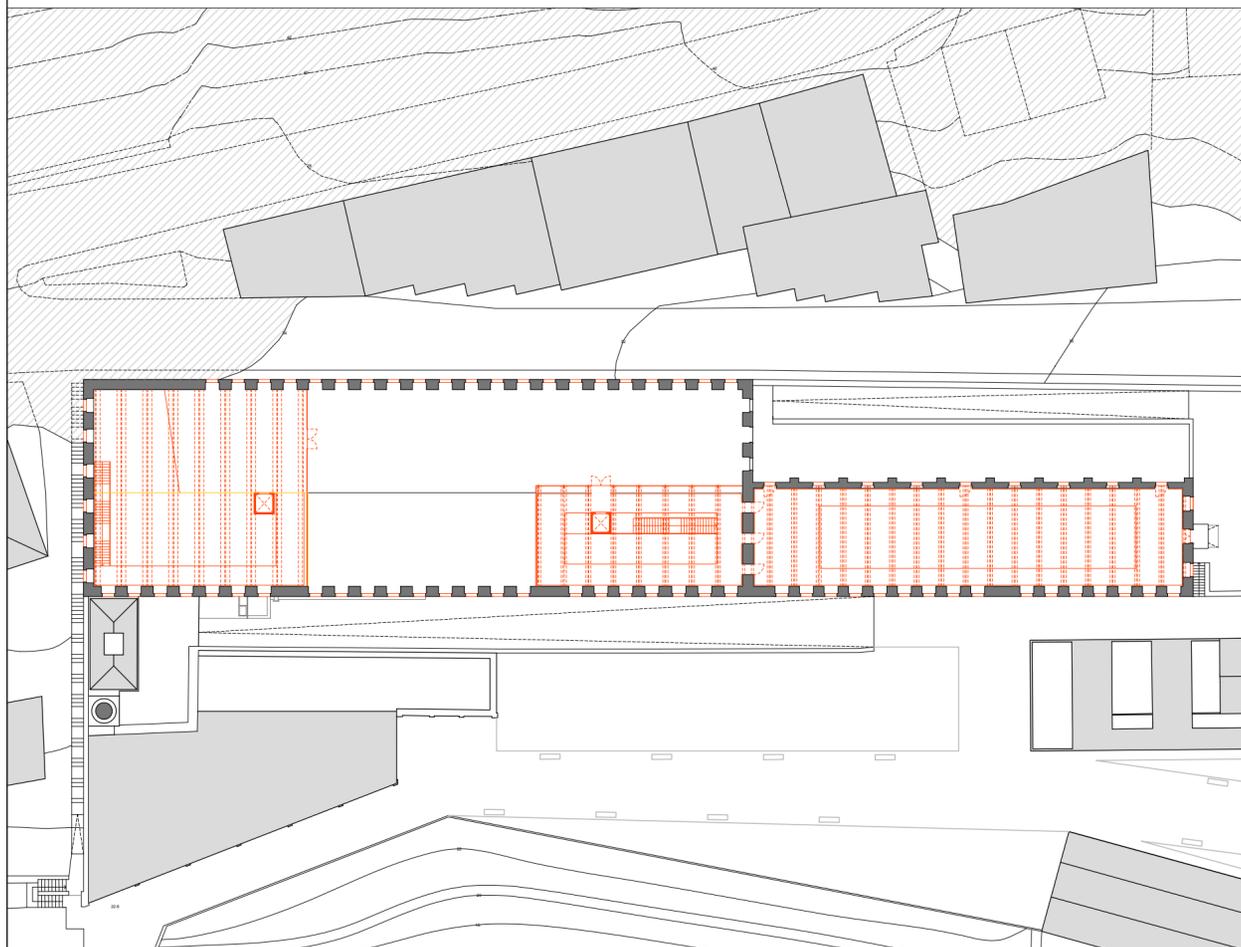
Piso 1 Auditório



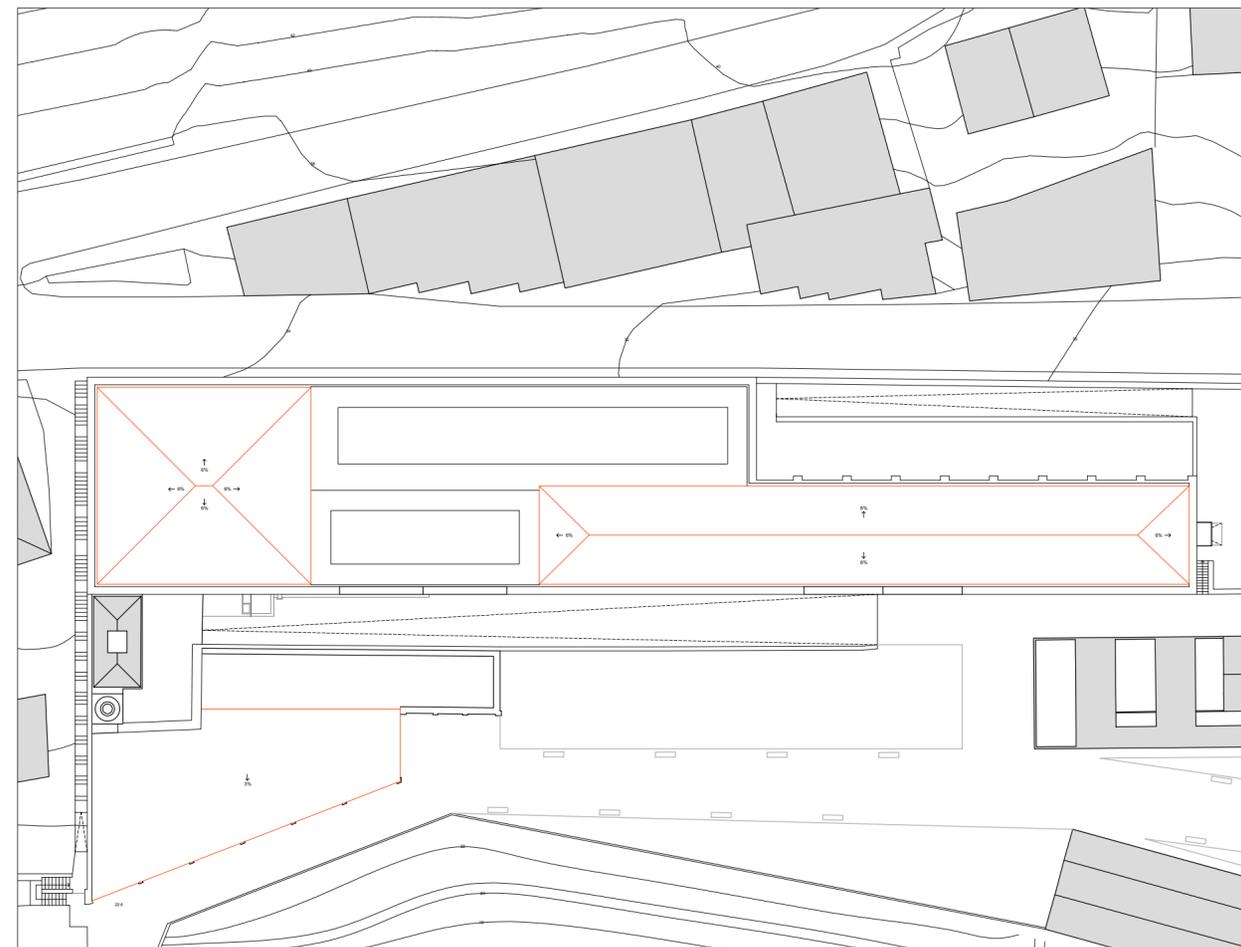
Bar 22.78 | Piso -1 25.03



Piso 0 28.28

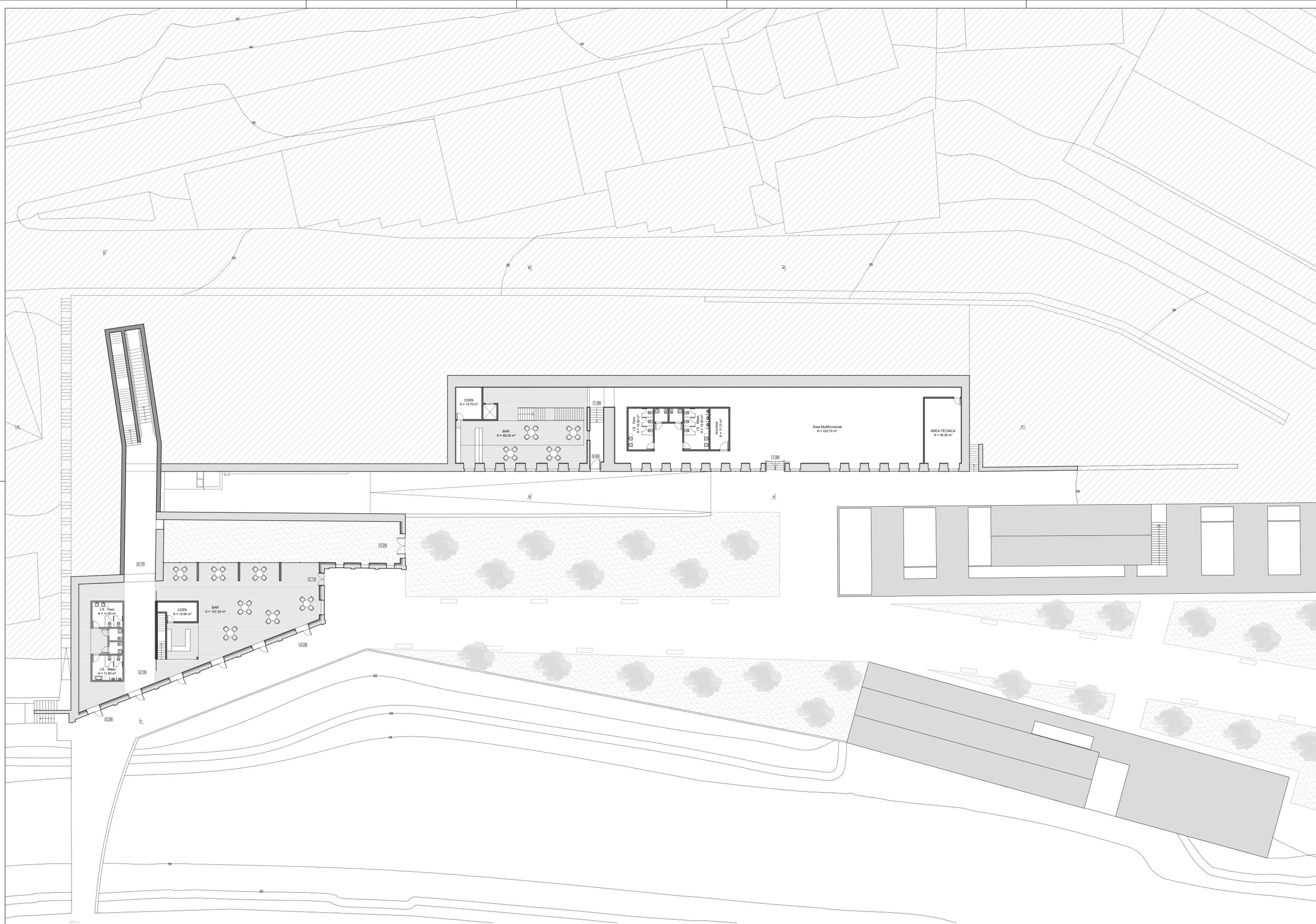


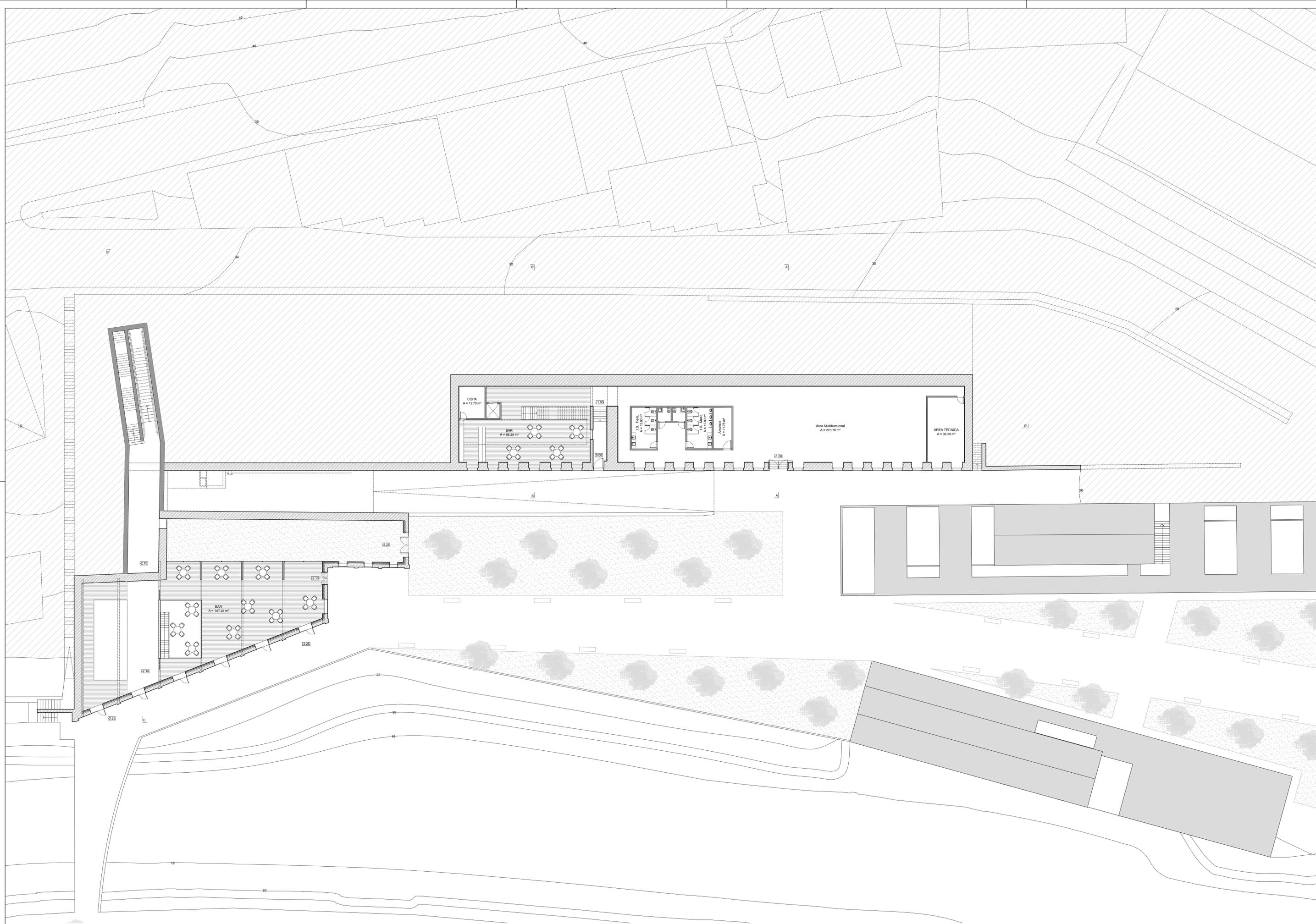
Piso 1 32.43



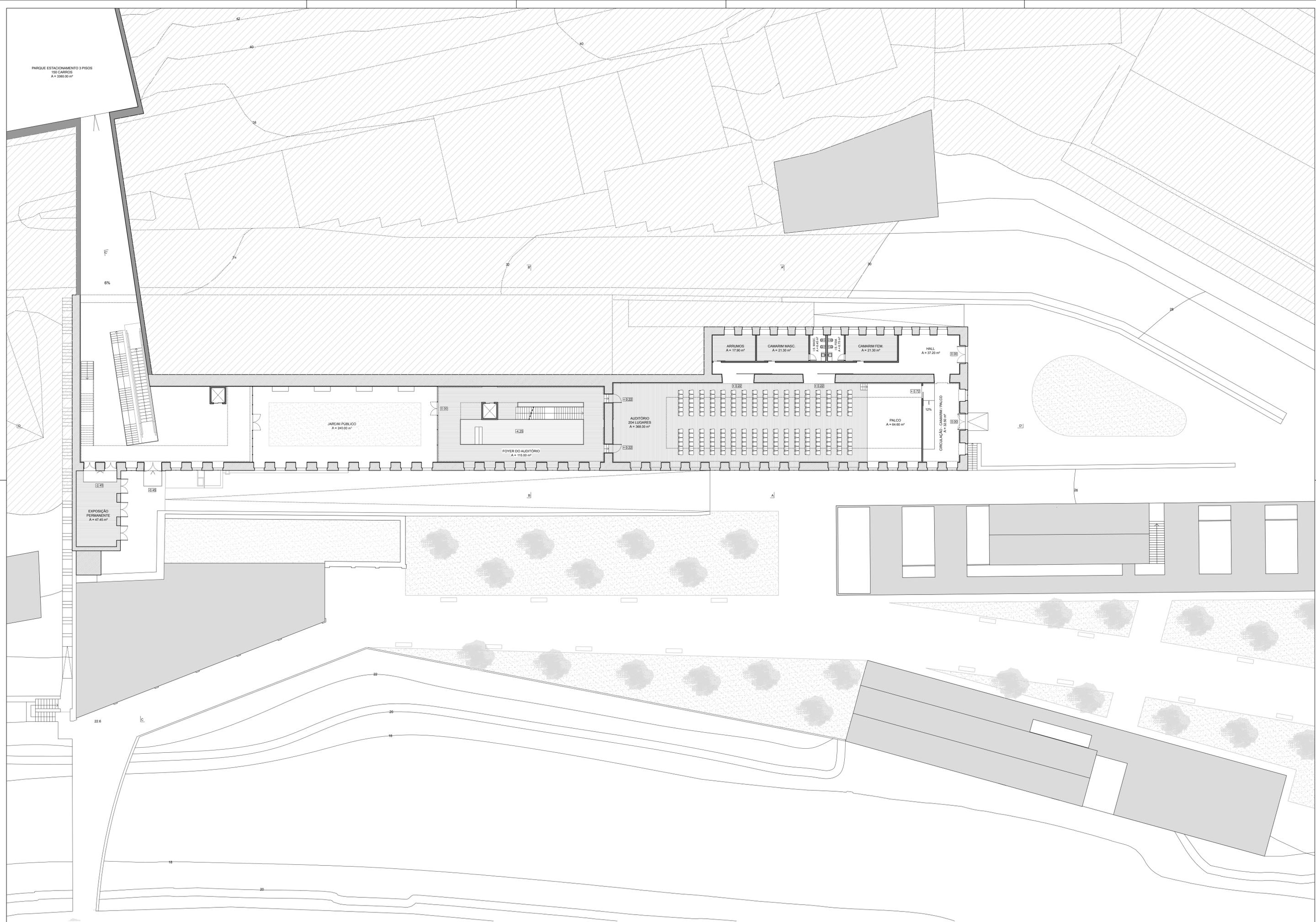
Planta Cobertura







PARQUE ESTACIONAMENTO 3 PISOS
150 CARRIOS
A = 3360,00 m²



JARDIM PÚBLICO
A = 340,00 m²

FOYER DO AUDITÓRIO
A = 115,00 m²

AUDITÓRIO
254 LUGARES
A = 368,00 m²

PALCO
A = 84,60 m²

CIRCULAÇÃO CAMARIM / PALCO
A = 22,00 m²

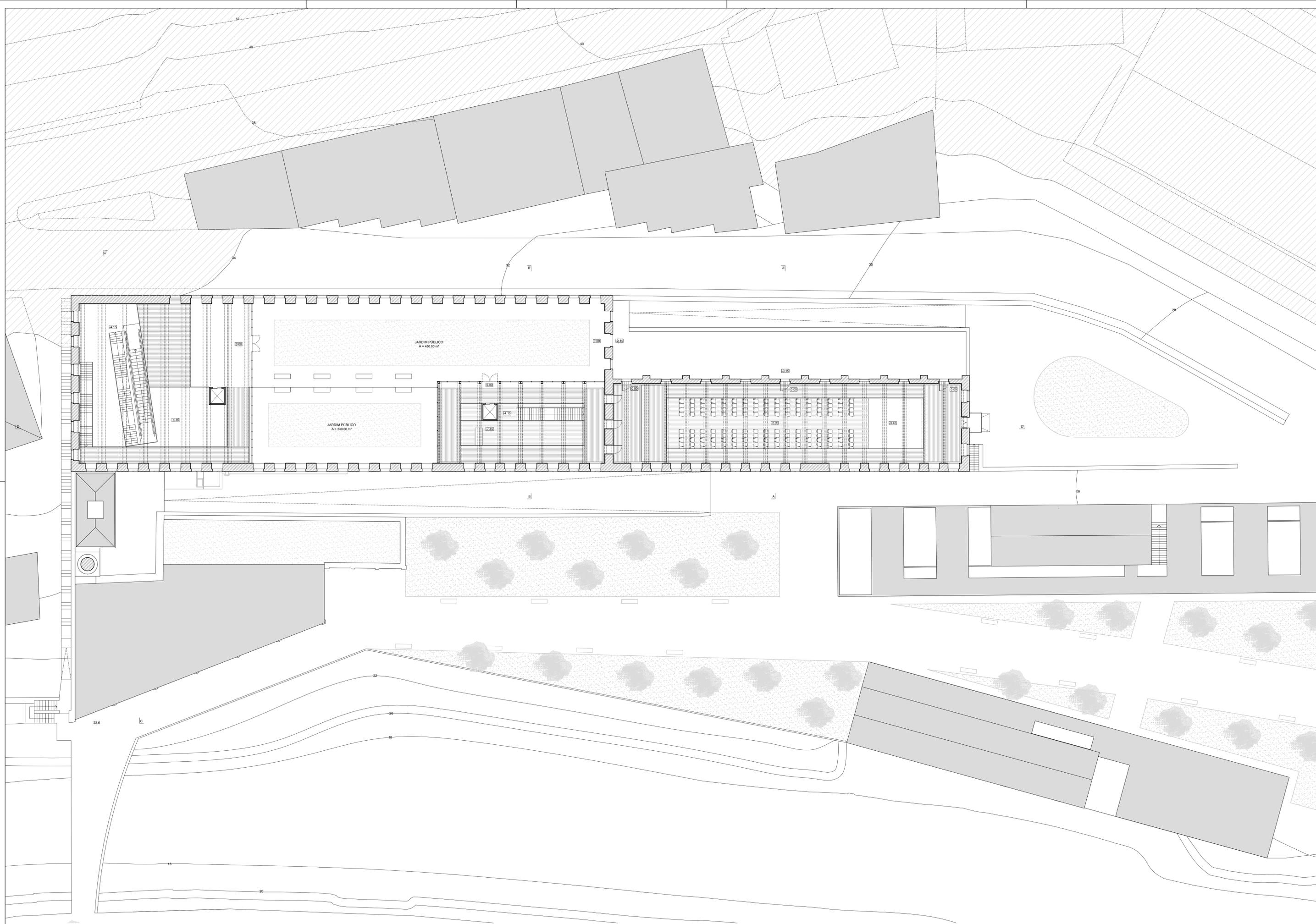
ARRUMOS
A = 17,90 m²

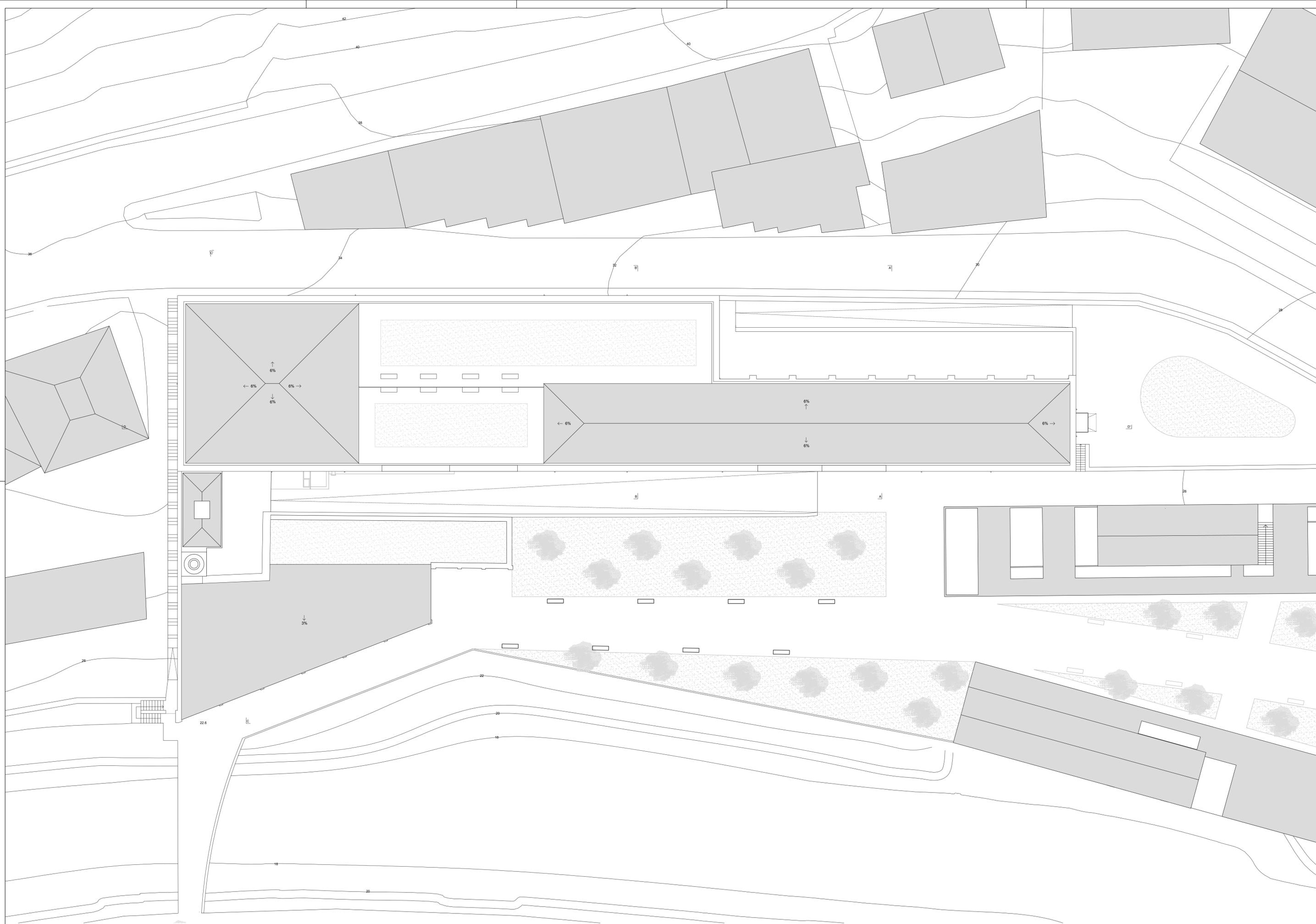
CAMARIM MASC.
A = 21,30 m²

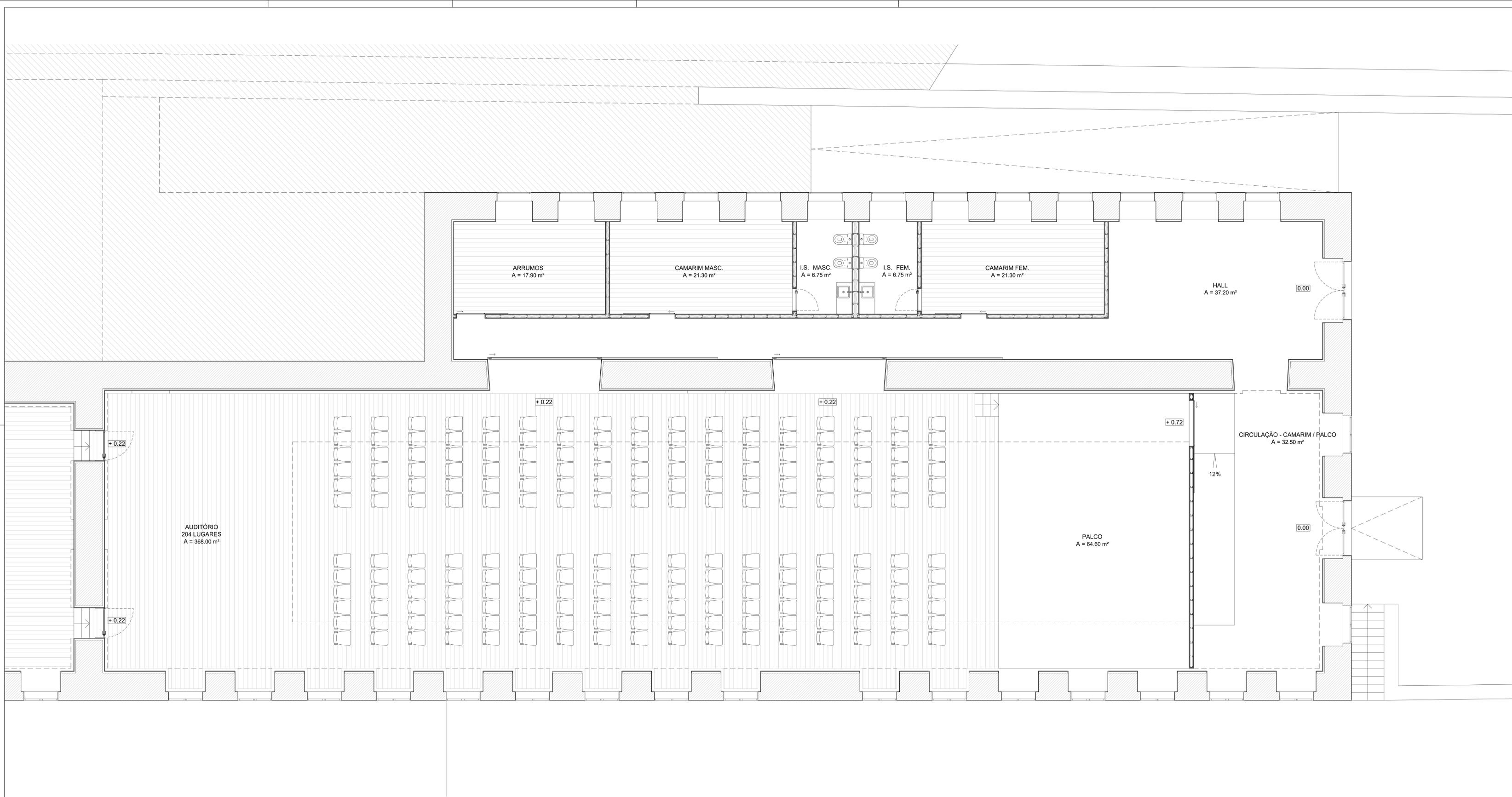
CAMARIM FEM.
A = 21,30 m²

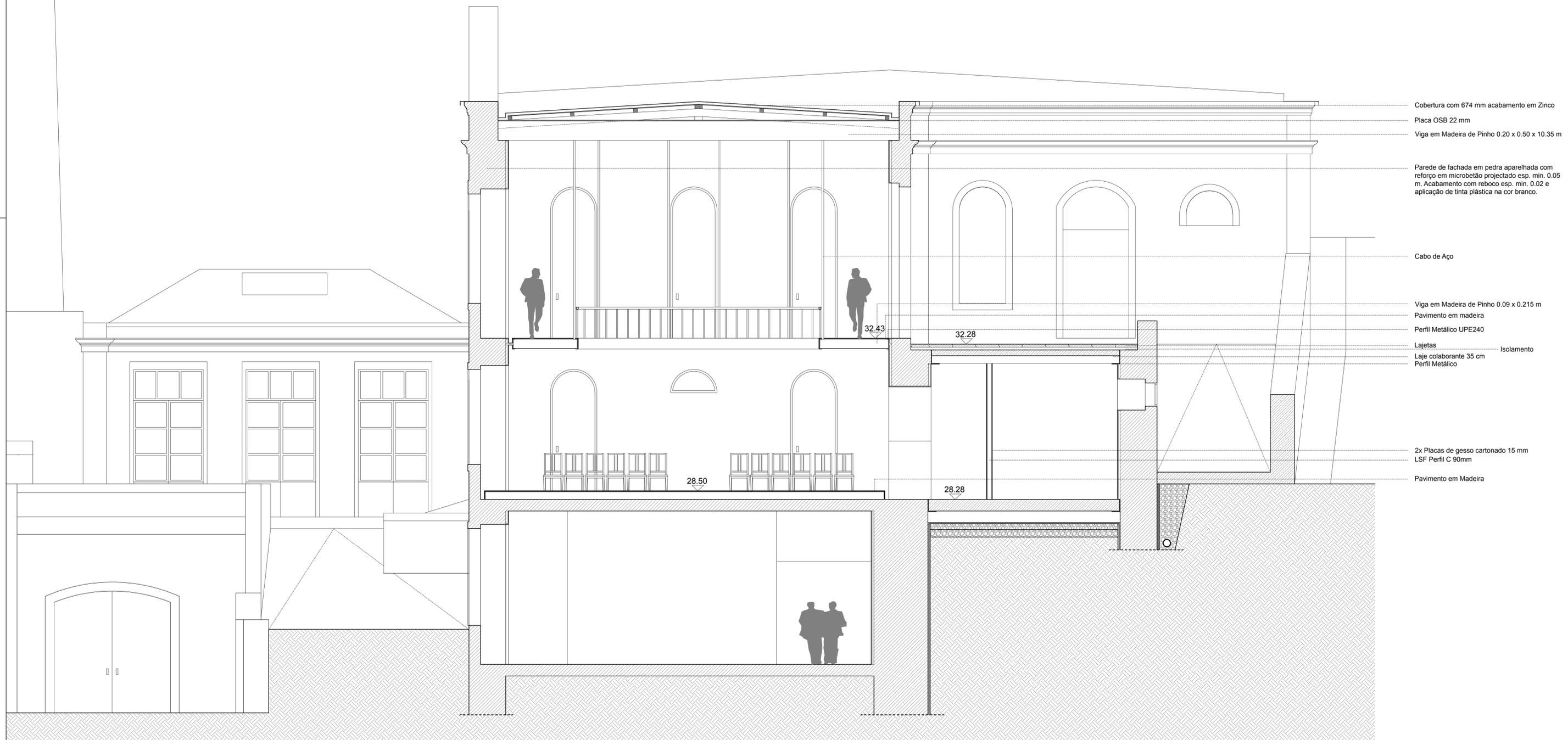
HALL
A = 37,20 m²

EXPOSIÇÃO
PERMANENTE
A = 47,45 m²









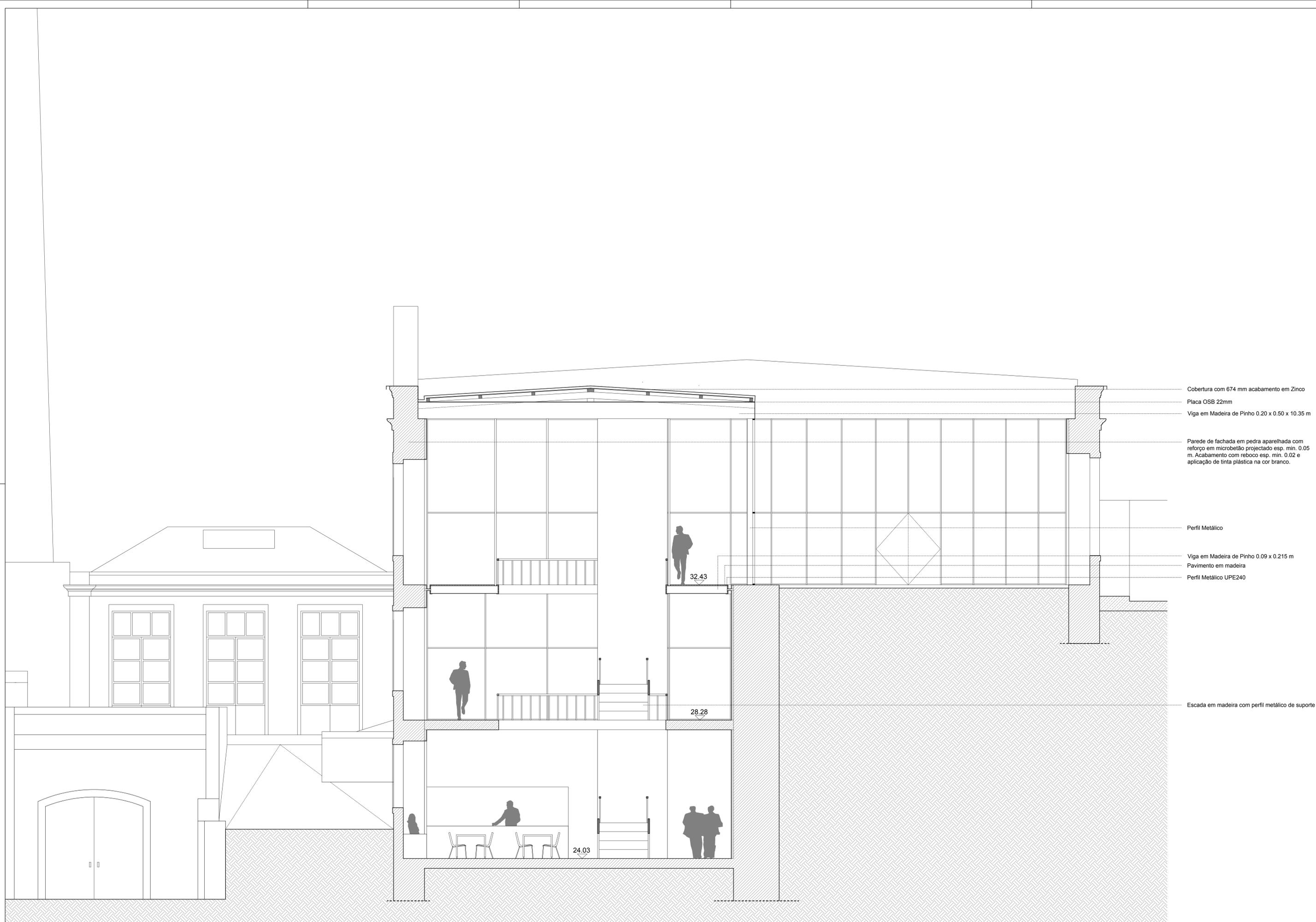
Cobertura com 674 mm acabamento em Zinco
 Placa OSB 22 mm
 Viga em Madeira de Pinho 0.20 x 0.50 x 10.35 m

Parede de fachada em pedra aparelhada com reforço em microbetão projectado esp. min. 0.05 m. Acabamento com reboco esp. min. 0.02 e aplicação de tinta plástica na cor branco.

Cabo de Aço

Viga em Madeira de Pinho 0.09 x 0.215 m
 Pavimento em madeira
 Perfil Metálico UPE240
 Lajetas
 Laje colaborante 35 cm
 Perfil Metálico

2x Placas de gesso cartonado 15 mm
 LSF Perfil C 90mm
 Pavimento em Madeira



Cobertura com 674 mm acabamento em Zinco
 Placa OSB 22mm
 Viga em Madeira de Pinho 0.20 x 0.50 x 10.35 m

Parede de fachada em pedra aparelhada com reforço em microbetão projectado esp. min. 0.05 m. Acabamento com reboco esp. min. 0.02 e aplicação de tinta plástica na cor branco.

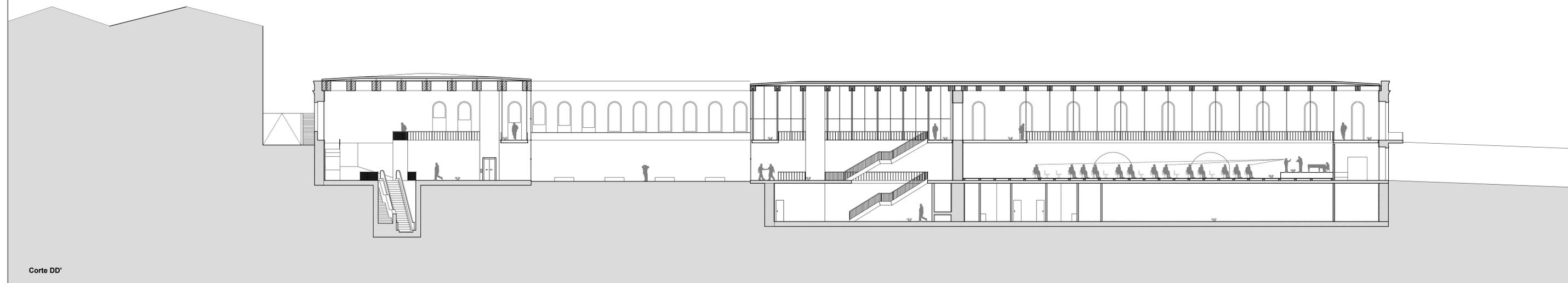
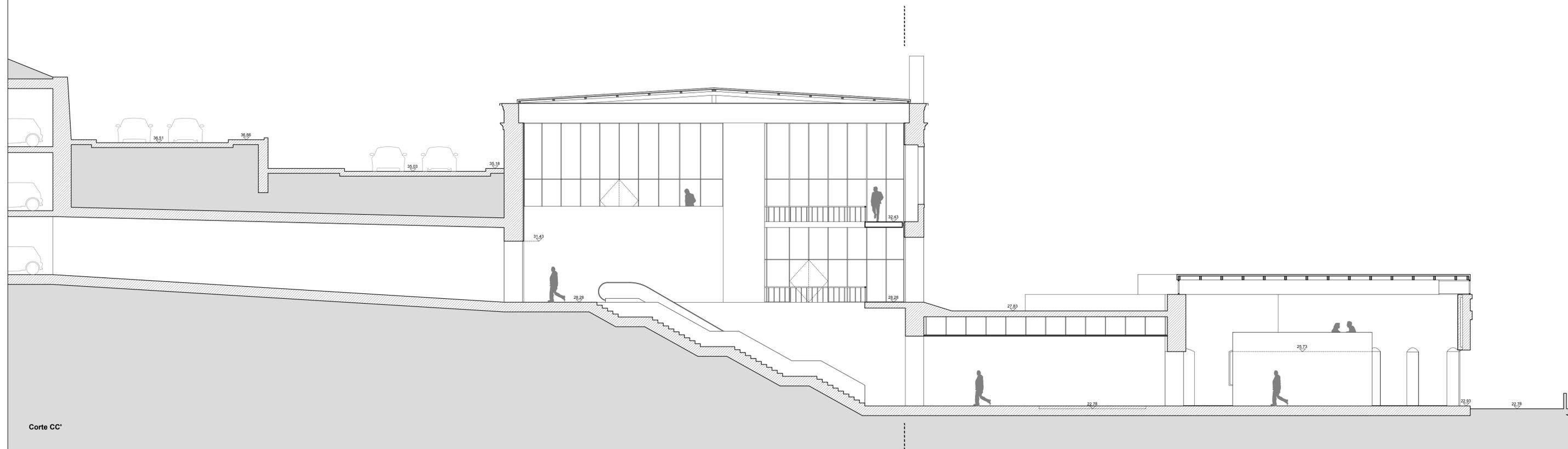
Perfil Metálico
 Viga em Madeira de Pinho 0.09 x 0.215 m
 Pavimento em madeira
 Perfil Metálico UPE240

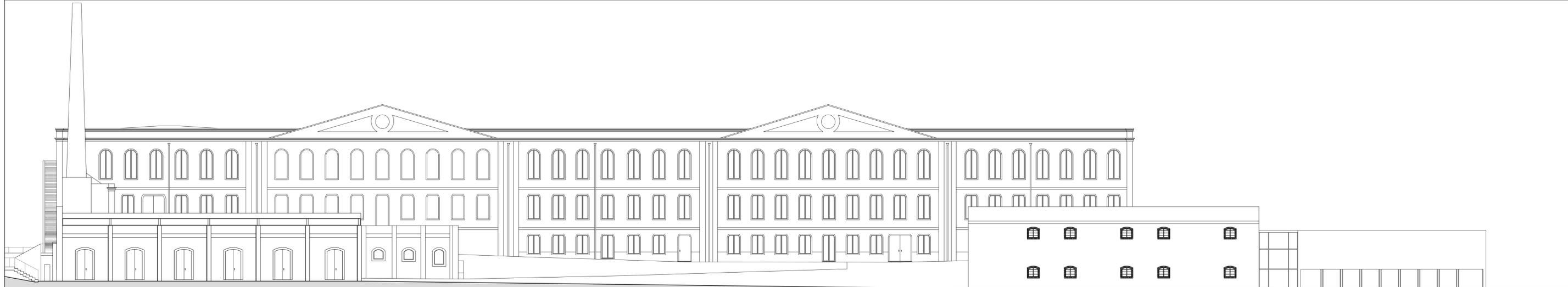
Escada em madeira com perfil metálico de suporte

32.43

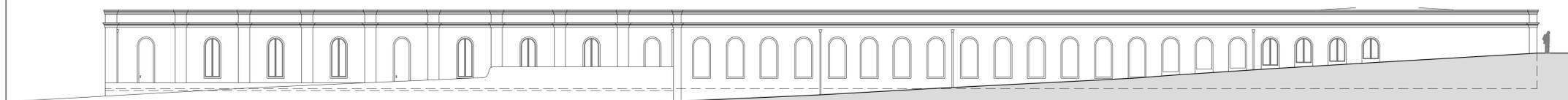
28.28

24.03

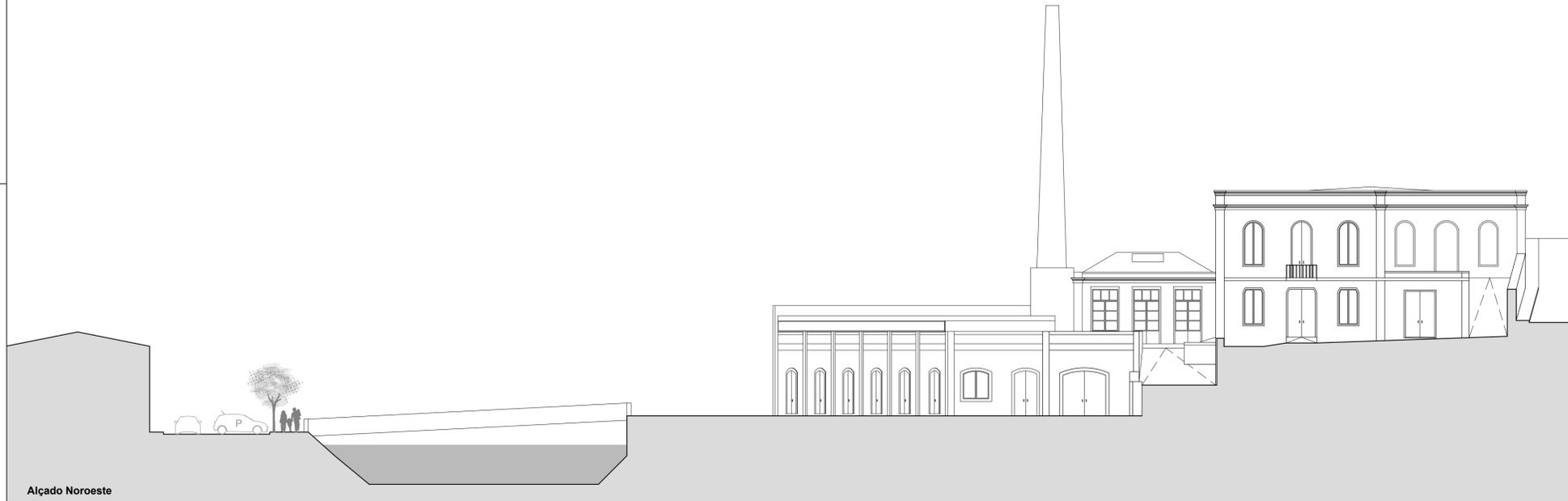




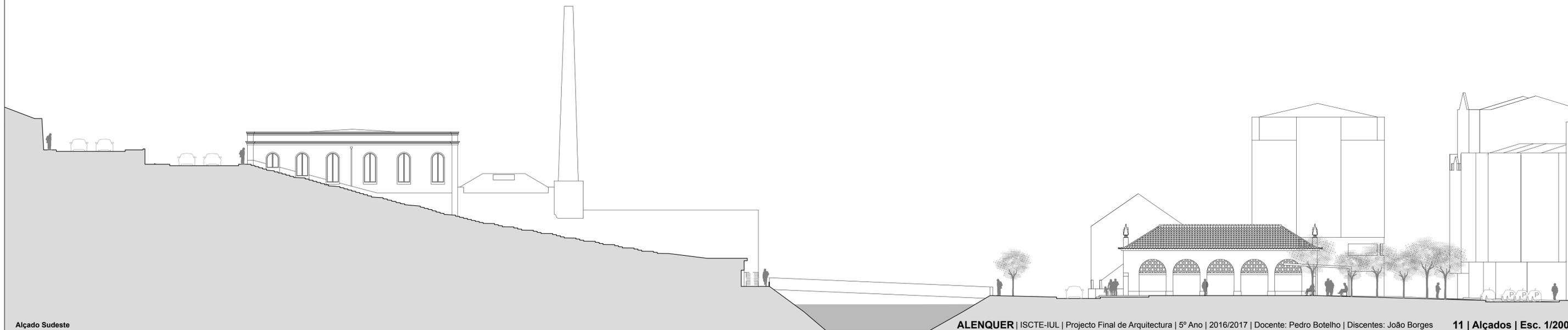
Alçado Nordeste



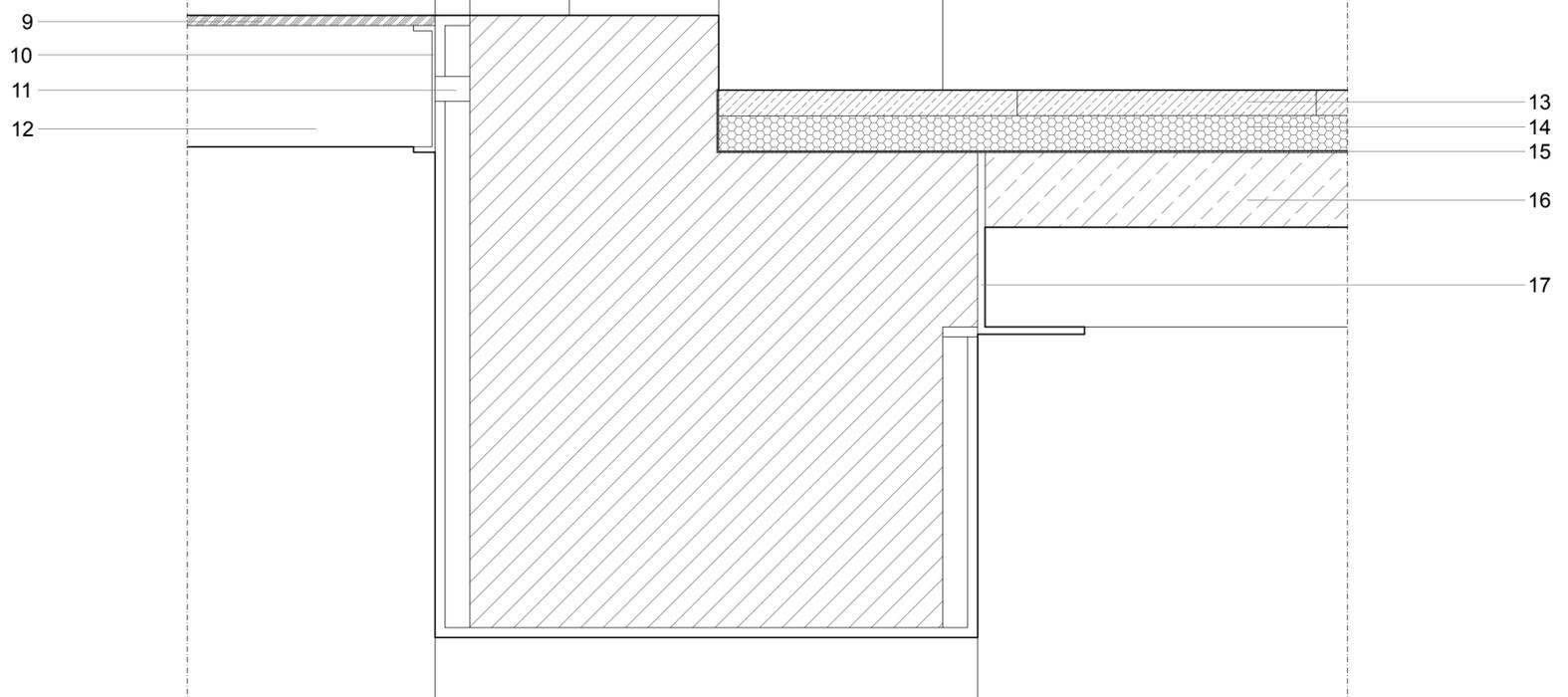
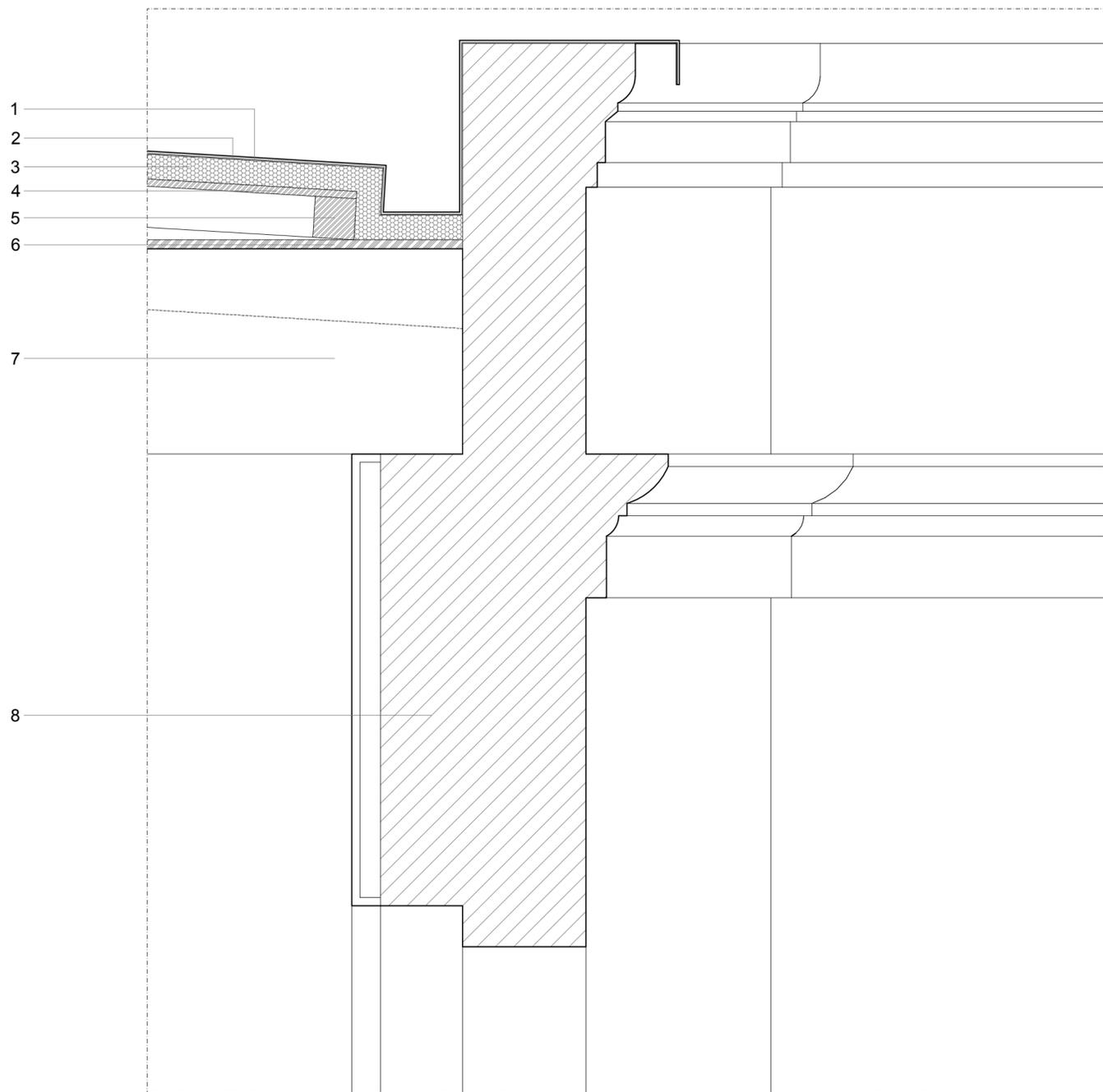
Alçado Sudoeste



Alçado Noroeste



Alçado Sudeste



Legenda

- | | |
|---|--|
| 1 - Chapa de Zinco | 9 - Pavimento em Madeira 20 x 80 mm |
| 2 - Barreira de vapor | 10 - Perfil Metálico UPE 240 |
| 3 - Isolamento 6mm | 11 - Perfil Metálico de ligação entre a parede e o pavimento |
| 4 - Placa OSB 12mm | 12 - Viga em Madeira de Pinho 9 x 21.5 cm |
| 5 - Barrote madeira 10 x 10 cm | 13 - Lajeta Térmica 60 x 60 cm |
| 6 - Placa OSB 22mm | 14 - Poliestireno Extrudido R 7 cm |
| 7 - Viga em Madeira de Pinho 20 x 50 cm | 15 - Tela Impermeabilizante |
| 8 - Parede de fachada em pedra aparelhada com reforço em microbetão projectado esp. min. 0.05 m. Acabamento com reboco esp. min. 0.02 e aplicação de tinta plástica na cor branco | 16 - Laje Colaborante |
| | 17 - Perfil Metálico de suporte para a laje |