



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO

**COMPARATIVO ORÇAMENTÁRIO ENTRE OS SISTEMAS DE
ALVENARIA ESTRUTURAL E DE CONCRETO ARMADO PARA UMA
EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR**

POMBAL - PB

2022

DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO

**COMPARATIVO ORÇAMENTÁRIO ENTRE OS SISTEMAS DE ALVENARIA
ESTRUTURAL E DE CONCRETO ARMADO PARA UMA EDIFICAÇÃO
RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Campina Grande
(UFCG) como requisito parcial para a obtenção
do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Elisângela Pereira da
Silva

POMBAL - PB
2022

A663c Araujo, Derick Abrantes de Andrade.

Comparativo orçamentário entre os sistemas de alvenaria estrutural e de concreto armado para uma edificação residencial multifamiliar / Derick Abrantes de Andrade Araujo. – Pombal, 2022.
98 f. il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2022.

“Orientação: Profa. Dra. Elisângela Pereira Silva.”
Referências.

1. Concreto armado. 2. Alvenaria estrutural. 3. Orçamento sintético.
4. Comparativo orçamentário. I. Silva, Elisângela Pereira. II. Título.

CDU 691.328(043)

DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO

**COMPARATIVO ORÇAMENTÁRIO ENTRE OS SISTEMAS DE ALVENARIA
ESTRUTURAL E DE CONCRETO ARMADO PARA UMA EDIFICAÇÃO
RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Campina Grande
(UFCG) como requisito parcial para a obtenção
do título de Engenheiro Civil.

Aprovado em 22 de agosto de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Elisângela Pereira da Silva

Prof^a. Dra. Elisângela Pereira da Silva (Orientadora)
Universidade Federal de Campina Grande

EDUARDO MORAIS DE
MEDEIROS:06778859466

Assinado digitalmente por EDUARDO MORAIS DE
MEDEIROS:06778859466
Razão: Eu atesto a precisão e a integridade deste documento
Localização: Pombal/PB
Data: 2022.08.24 10:32:35-03'00'

Prof^o. Dr. Eduardo Morais de Medeiros (Examinador Interno)
Universidade Federal de Campina Grande

Erijohnson da Silva Ferreira

Erijohnson da Silva Ferreira (Examinador Externo)
Melius Engenharia e Desenvolvimento Ltda.

*Aos meus amados pais, os meus maiores incentivadores.
Por todo o apoio incondicional durante a jornada que me
trouxe até aqui.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, que diariamente me proporcionou forças para encarar as batalhas da vida.

Aos meus pais, Francimar e Tibério, eternos educadores, me faltam palavras para descrever tamanha gratidão, por tudo que já fizeram por mim.

A toda a minha família, agradeço, em nome da minha amada avó Carmita, uma segunda mãe, que sempre me olhou com orgulho e quem muito torceu para que eu chegasse até aqui, e que torce para que eu chegue cada vez mais longe.

A todos os docentes pelos quais passei durante a graduação no CCTA, por todo o conhecimento repassado. Em especial, aos professores Elisângela e Leovegildo, que foram aqueles que me ajudaram diretamente na elaboração deste trabalho.

A todos os membros que fazem parte da empresa Melius Engenharia e Desenvolvimento, por toda a troca de conhecimento, apoio, e por terem me dado a oportunidade de conhecer o mercado de trabalho, ao lado de uma equipe com tantos profissionais admiráveis.

Por fim, a todos aqueles fazem parte do meu círculo de amizades, que de diversas formas contribuíram, do seu modo, para que eu chegasse até aqui.

RESUMO

O ano de 2021 foi marcado por recordes quanto a alta de preços dos insumos e serviços no mercado da construção civil. Este fato é apontado, por diversas construtoras, como um grande empecilho para o desenvolvimento do negócio. Dessa forma, a busca por sistemas construtivos mais econômicos, por parte de diversas empresas e construtores de todo o país, torna-se cada vez mais necessária. Neste âmbito, dois sistemas construtivos, bastante utilizados no Brasil, são, aqui, comparados economicamente, sendo eles: o sistema convencional de concreto armado e o de alvenaria estrutural, a fim de se verificar qual a vantagem, em termos orçamentários, que um sistema tem sobre o outro. Para esta etapa, elaborou-se um modelo arquitetônico, que serviu de base para a concepção e dimensionamento da estrutura para o edifício modelo, em cada um dos casos e, posteriormente, seus orçamentos. Estes, por sua vez, basearam-se nas tabelas de composições sintéticas da SINAPI, para o estado da Paraíba, referente ao mês de março de 2022. A utilização da alvenaria estrutural proporcionou uma economia de 16,52% em relação ao de concreto armado, levando-se em consideração, os custos diretos, obtidos para cada modelo.

Palavras-chave: Concreto armado; Alvenaria estrutural; Orçamento; Comparativo.

ABSTRACT

The year of 2021 was marked by records of inputs and services high prices in the civil construction market. This fact is pointed out by several construction companies as a major obstacle to business development. Thus, the search for more economical building systems, on the part of several companies and builders throughout the country, becomes increasingly necessary. In this context, two building systems that are widely used in Brazil (the conventional reinforced concrete and the structural masonry system) are compared economically in order to verify which advantage, in budgetary terms, one system has over another. For this step, an architectural model was elaborated, which served as the basis for the design and dimensioning of the structure for the model building, in each of the case and, subsequently, for the budgets. These budgets, in turn, were based on SINPAI's synthetic composition tables for the state of Paraíba, referring to March 2022. The use of structural masonry provided an economy of 16.52% in relation to reinforced concrete, considering the direct costs obtained for each model.

Keywords: Reinforced concrete; Structural masonry; Budget; Comparative.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índices do custo de construção (%).	13
Tabela 2 - Dimensões nominais para blocos de concreto.	25
Tabela 3 - Modulações comuns para blocos cerâmicos.	28
Tabela 4 - Classe de Agressividade Ambiental (CAA).	44
Tabela 5 – Correspondência entre a classe de agressividade e qualidade do concreto.	44
Tabela 6 - Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\Delta c = 10$ mm.	45
Tabela 7 - Alvenarias de vedação para o sistema de concreto armado.	55
Tabela 8 - Área de paredes com área líquida maior ou igual a 6 m^2 , sem vãos.	57
Tabela 9 - Área de paredes com área líquida maior ou igual a 6 m^2 , com vãos.	57
Tabela 10 – Orçamento sintético para a superestrutura em concreto armado.	59
Tabela 11 – Orçamento sintético para a superestrutura em alvenaria estrutural.	62
Tabela 12 - Variação dos custos globais.	63
Tabela 13 - Variação de custos em relação ao metro quadrado.	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema estrutural em concreto armado.	19
Figura 2 - Recomendação para especificação dos materiais da alvenaria estrutural.	22
Figura 3 - Exemplos de famílias de blocos de concreto.	26
Figura 4 - Exemplo de família de blocos cerâmicos.	28
Figura 5 - Exemplo da utilização do graute.	30
Figura 6 - Exemplos de modulações e amarrações de blocos.	32
Figura 7 - Caracterização do projeto padrão.	37
Figura 8 - Fluxograma da metodologia.	40
Figura 9 - Planta baixa do pavimento tipo.	43
Figura 10 - Corte esquemático da edificação.	43
Figura 11 – Isopletas da velocidade básica V_0 (m/s).	46
Figura 12 - Planta de forma dos pavimentos tipo.	48
Figura 13 - Planta de forma do barrilete.	48
Figura 14 - 3D da superestrutura em concreto armado.	49
Figura 15 - Corte da superestrutura em concreto armado.	49
Figura 16 - Detalhes de amarração utilizando o bloco de 14x19x29cm.	50
Figura 17 - Distribuição dos blocos de fiadas ímpares.	52
Figura 18 - Distribuição dos blocos de fiadas pares.	52
Figura 19 - Representação 3D da superestrutura em Alvenaria Estrutural.	53
Figura 20 – Quantitativos gerados para a superestrutura em concreto armado.	54
Figura 21 - Resumos gerados para a superestrutura em alvenaria estrutural.	56

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNH	Banco Nacional de Habilitação
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CUB	Custo Unitário Básico
DEINFRA	Departamento Estadual de Infraestrutura
fa	Resistência média à compressão da argamassa
fbk	Resistência à compressão característica do bloco
fgk	Resistência à compressão característica do graute
FGV	Fundação Getúlio Vargas
fpk	Resistência à compressão característica do prisma
GPa	Giga Pascal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCC-DI	Índice Nacional de Custo da Construção – Disponibilidade Interna
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social)
MPa	Mega Pascal
NBR	Norma Brasileira
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Índices e Custos da Construção Civil
TCPO	Tabela de Composição de Preços para Orçamentos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA.....	14
1.2 OBJETIVOS.....	15
1.2.1 Objetivo geral	15
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO	16
2.1.1 Breve histórico	16
2.1.2 O Concreto armado	17
2.1.2.1 Principais elementos	17
2.1.2.1.1 Pilares	18
2.1.2.1.2 Vigas	18
2.1.2.1.3 Lajes.....	18
2.2 ALVENARIA ESTRUTURAL	19
2.2.1 Breve histórico	20
2.2.2 Tipos de alvenaria estrutural	21
2.2.3 Componentes da alvenaria estrutural	21
2.2.3.1 Blocos estruturais.....	22
2.2.3.2 Argamassa de assentamento.....	29
2.2.3.3 Graute	29
2.2.3.4 Armadura	30
2.2.4 Modulação	31
2.3 ORÇAMENTAÇÃO	33
2.3.1 Orçamento.....	33
2.3.2 Etapas da orçamentação.....	35
2.3.3 Classificação dos orçamentos	36
2.3.3.1 Estimativa de custos	36

2.3.3.2	Orçamento preliminar	37
2.3.3.3	Orçamento analítico ou detalhado.....	38
2.3.3.3.1	Composição de custos unitários	38
2.3.3.4	Orçamento sintético	39
2.3.4	Referenciais de composição	39
2.3.4.1	SINAPI	40
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	40
3.1	PROJETO ARQUITETÔNICO	42
3.2	PROJETO ESTRUTURAL EM CONCRETO ARMADO.....	44
3.3	PROJETO EM ALVENARIA ESTRUTURAL.....	50
3.4	ORÇAMENTOS	54
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	54
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
	ANEXO I.....	76
	ANEXO II.....	90

1 INTRODUÇÃO

Com o persistente aumento do custo das construções, a busca por insumos e sistemas construtivos, que visam proporcionar economia, cresce cada vez mais. Porém, vale ressaltar, que nem sempre o sistema menos oneroso é também o mais indicado para qualquer tipo de situação.

Ao longo dos últimos anos, acompanhamos uma significativa elevação dos preços de materiais de construção, que, no ano de 2021, registrou uma alta acumulada recorde, alcançando a faixa de 32,92%, de acordo com o INCC-DI (Índice Nacional de Custo da Construção – Disponibilidade Interna). Dentre os materiais que mais tiveram os seus preços elevados estão: tubos e conexões de ferro e aço, vergalhões e arames de aço carbono, tijolos, cimento, entre outros.

Para a construção de um empreendimento, muitos desses insumos são componentes indispensáveis para a execução da sua estrutura, que, por sua vez, representa uma parcela de 14% a 22% do valor total da obra, como é exposto na Tabela 1.

Tabela 1 - Índices do custo de construção (%).

Projetos e aprovações	5% a 12%
Serviços preliminares	2% a 4%
Fundações	3% a 7%
Estrutura	14% a 22%
Alvenaria	2% a 5%
Cobertura	4% a 8%
Instalações hidráulicas	7% a 11%
Instalações elétricas	5% a 7%
Impermeabilização / isolamento térmico	2% a 4%
Esquadrias	4% a 10%
Revestimentos / acabamentos	15% a 23%
Vidros	1% a 2,5%
Pintura	4% a 6%
Serviços complementares	0,5% a 1%

Fonte: Ivan Xavier, 2008

O sistema estrutural mais empregado no Brasil é, certamente, o de concreto armado, composto basicamente por elementos de fundação, vigas, pilares e lajes. Além disso, construções em concreto armado, requerem elementos que promovam a sua vedação, que, na grande maioria dos casos, é executada com blocos cerâmicos.

Outro sistema, que vem ganhando bastante espaço nos canteiros de obra do Brasil, é o de alvenaria estrutural, por vir apresentando bons resultados econômicos para as mais diversas tipologias de construções. Neste sistema, as cargas da estrutura são suportadas e transmitidas pelas próprias paredes, denominadas portantes, que também proporcionam a vedação do edifício.

A crescente utilização desse sistema vem distanciando antigos preconceitos, que associam a alvenaria estrutural apenas a construções populares.

Hoje, sabe-se que existem, no mercado, blocos estruturais com altíssimas resistências, possibilitando a construção de edifícios com 20 pavimentos ou mais. A maior economia, no entanto, é geralmente obtida em edificações com até 15 pavimentos, pois, acima disso, as tensões de compressão chegam a triplicar na base do edifício, devido às ações do vento, requerendo um aumento da rigidez do mesmo e, conseqüentemente, o encarecimento da obra (SILVESTRE, 2013).

O presente estudo busca comparar os valores finais estimados para a superestrutura de uma edificação residencial multifamiliar, de três pavimentos, que teve sua estruturação projetada nos sistemas de concreto armado e de alvenaria estrutural, seguindo um mesmo modelo arquitetônico, a fim de propor um projeto que apresente a melhor viabilidade econômica para o empreendimento.

1.1 JUSTIFICATIVA

De acordo com a “Sondagem da Construção”, pesquisa realizada pela FGV (Fundação Getúlio Vargas), o aumento dos preços de materiais de construção vem sendo apontado, pelas construtoras, como um dos maiores empecilhos para o desenvolvimento desse nicho de negócio.

Frente ao recente cenário do mercado da construção civil, sistemas construtivos mais econômicos e de qualidade, tornam-se cada vez mais procurados por empresas e construtores de todo o país.

Mesmo sendo o sistema construtivo mais utilizado nos canteiros de obra brasileiros, o sistema de concreto armado nem sempre é o mais adequado, economicamente, principalmente quando o aço, insumo largamente utilizado nesse tipo de construção, é o que vem apresentado maior alta de preços.

As construções em alvenarias portantes, apesar de ainda serem pouco difundidas, em relação às de concreto armado, vêm ganhando maior aceitação no mercado. Este fato deve-se à potencial possibilidade de se reduzir o custo global do empreendimento, pois este sistema propõe uma maior racionalização, menor geração de resíduos, menor utilização de aço, dentre outros fatores.

Sendo assim, o comparativo econômico entre os sistemas de concreto armado e de alvenaria estrutural, será capaz de identificar qual a vantagem econômica que um sistema tem sobre o outro, sendo este, um ponto bastante importante no estudo de viabilidade das mais diversas tipologias de empreendimentos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O presente estudo tem como objetivo comparar, economicamente, a superestrutura de uma edificação residencial multifamiliar, de três pavimentos, utilizando os sistemas estruturais de concreto armado e de alvenaria estrutural.

1.2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver um modelo arquitetônico, compatível com os sistemas estruturais de concreto armado e de alvenaria estrutural;

- Desenvolver um modelo computacional, referente à superestrutura do edifício modelo, utilizando o sistema de concreto armado;
- Desenvolver um modelo computacional, referente à superestrutura do edifício modelo, utilizando o sistema de alvenaria estrutural;
- Desenvolver um orçamento sintético, com base nos valores da tabela SINAPI-PB, referente ao mês de março de 2022, para cada um dos sistemas e compará-los, economicamente, entre si.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO

Indiscutivelmente, o sistema estrutural de concreto armado é o mais empregado, atualmente, nos canteiros de obra brasileiros. Este fato deve-se, dentre outros fatores, à possibilidade de se executar grandes vãos sem muitas dificuldades, além de permitir a utilização de elementos com esbeltez e alturas elevadas.

2.1.1 Breve histórico

De acordo com Andrade (2016), a cal hidráulica e o cimento pozolânico (de origem vulcânica) já eram utilizados pelos romanos desde 2.000 anos antes de Cristo. O cimento Portland, como é conhecido nos dias de hoje, foi descoberto em meados do século XIX, por Joseph Aspdin. A produção industrial deste material teve início por volta de 1850.

Considera-se que o “cimento armado” teve sua origem na França, onde compreendeu-se que, apenas o concreto, não possuía boa resistência a esforços de tração e resolveu-se, então, experimentar uma armação de arame aliado a ele, numa tentativa de fortalecer a estrutura.

Um dos primeiros objetos a serem fabricados por essa combinação de materiais, tratava-se de um barco, composto por fios finos de ferro, envolvidos por argamassa de cimento, e foi idealizado pelo francês Lambot (BASTOS, 2019). Foi então, nesse contexto, que surgiram as primeiras conclusões acerca do concreto armado (CLÍMACO, 2005).

No Brasil, de acordo com Bastos (2019), o desenvolvimento do concreto armado teve início no ano de 1901, na cidade do Rio de Janeiro, com a construção de galerias de água. Em 1904, foram sendo construídas as primeiras casas, sobrados e, posteriormente, edifícios cada vez mais altos.

2.1.2 O concreto armado

De acordo com Bastos (2019), o concreto é um material composto, formado pela mistura de agregados miúdos e graúdos, cimento e água. Além disso, podem estar presentes nessa mistura, adicionais químicos, que visam melhorar ou conferir propriedades especiais ao concreto.

O concreto armado é a junção do concreto simples com algum tipo de armadura em um mesmo elemento. A solidariedade desses dois componentes é garantida pela aderência entre eles e, juntos, devem resistir aos esforços solicitantes (PINHEIRO; MUZARDO; SANTOS, 2004).

Um elemento de concreto armado é, geralmente, produzido pelo posicionamento de uma armadura no interior de um molde, que, em seguida, recebe o concreto fresco, que envolve as armaduras, enquanto preenche todo o interior da fôrma. Após o período de cura do concreto, o molde é removido e, assim, tem-se o elemento formado (BASTOS, 2019).

2.1.2.1 Principais elementos

Nas construções de concreto armado, sejam elas de pequeno ou de grande porte, três elementos estruturais são bastante comuns: as lajes, as vigas e os pilares. Por isso, esses são os elementos estruturais mais importantes.

Outros elementos, que podem não ocorrer em todas as construções, são: blocos e sapatas de fundação, estacas, tubulões, consolos, vigas-parede, tirantes, etc. (BASTOS, 2006, p.21)

2.1.2.1.1 Pilares

De acordo com o item 14.4.1.2 da NBR 6118/2014, definem-se pilares como “elementos lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes”.

Para Bastos (2006), no âmbito da capacidade resistente dos edifícios, bem como nos aspectos de segurança, os pilares são os elementos estruturais de maior importância nas estruturas, pois são eles os principais responsáveis na estabilidade global de uma edificação.

2.1.2.1.2 Vigas

Conforme o item 14.4.1.1 da NBR 6118/2014, as vigas são “elementos lineares em que a flexão é preponderante.”

Bastos (2017) define um elemento linear como sendo aquele em que o comprimento longitudinal supera em pelo menos três vezes a maior dimensão da seção transversal, sendo também denominado “barra”.

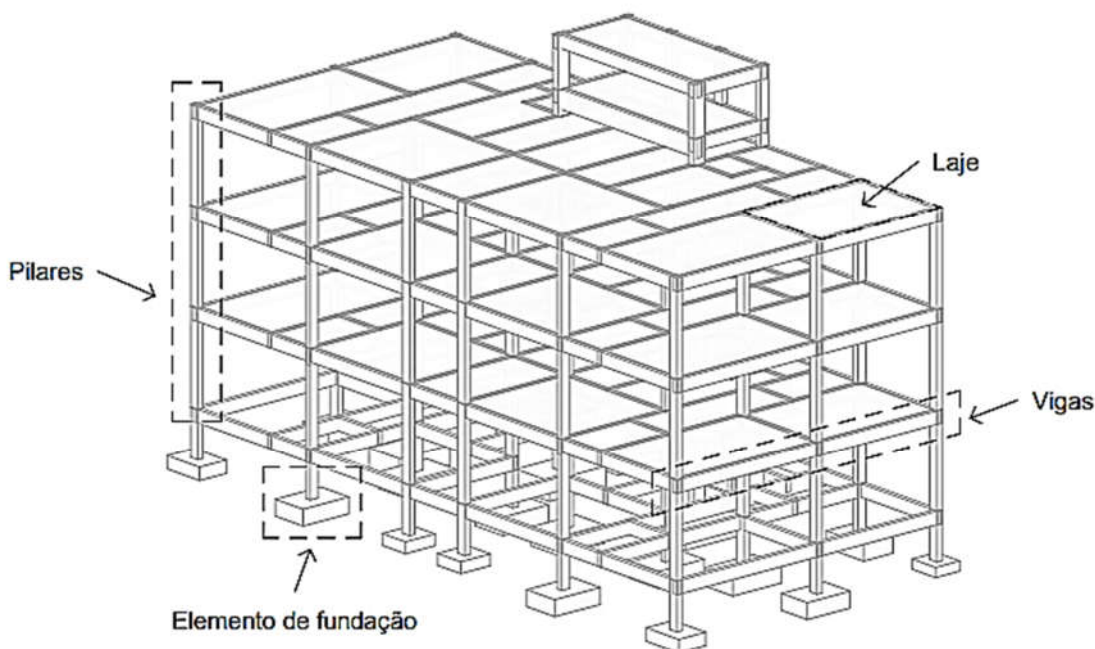
2.1.2.1.3 Lajes

As lajes são placas bidimensionais, ou seja, possuem espessura bem inferior a suas outras duas dimensões (comprimento e largura) e são feitas de concreto armado. Essas placas, são responsáveis por transmitir as cargas que nelas chegam às vigas, que, por sua vez, as transferem para os pilares, que descarregam, por fim, nas fundações de uma edificação (PORTO, 2015).

Para Bastos (2019), a principal função das lajes é servir de piso ou cobertura nas edificações e são destinadas a receberem as ações verticais aplicadas, provenientes da utilização da mesma, como por exemplo, a carga dos usuários, de móveis, pisos, paredes e outros tipos que venham a ocorrer.

O sistema estrutural, portanto, é formado pela união dos elementos supracitados, como podemos verificar na Figura 1.

Figura 1 - Sistema estrutural em concreto armado.



Fonte: Elaborada pelo autor.

2.2 ALVENARIA ESTRUTURAL

Rodrigues (2018) define a alvenaria estrutural como sendo um sistema onde as paredes são compostas por blocos de concreto ou cerâmicos, sendo estas as responsáveis por suportarem seu peso próprio, cargas de laje, cobertura, ocupação etc, além de promoverem a vedação da edificação.

Tauil e Nese (2010) afirmam que não se utiliza pilares e vigas no sistema de alvenaria estrutural, pois as próprias paredes é quem compõem a estrutura da edificação. Portanto, são as responsáveis por distribuírem uniformemente as cargas até as fundações e, posteriormente, ao solo.

2.2.1 Breve histórico

De acordo com Cavalheiro (2018), a alvenaria estrutural tem surgimento na Pré-História e é considerada um dos sistemas construtivos mais antigos a serem desenvolvidos pelo homem. Mohamad (2015) destaca que as construções antigas que mais se destacaram nos aspectos arquitetônicos e estruturais, eram formadas por esse sistema.

Na fase da idade moderna, entre os anos 1889 e 1891, foi construído o marcante exemplo de construção em alvenaria: o edifício “Monadnock”, que possuía 16 pavimentos, distribuídos em seus 65 metros de altura. Neste edifício, haviam paredes com cerca de 180 centímetros de espessura (MOHAMAD, 2015).

Pinheiro (2018) afirma que nessa época, o conhecimento acerca dos métodos de racionalização, nesta área, era praticamente inexistente. Portanto, as construções de alvenaria ainda se baseavam em métodos empíricos para serem executadas. Hendry (2002) afirma que esse tipo de construção somente passou a ser considerada uma tecnologia construtiva no século XVII, quando alguns conceitos matemáticos foram empregados para análises estruturais em domos e arcos.

A “Moderna Alvenaria Estrutural”, como define Mohamad (2015), foi sendo desenvolvida a partir da realização de estudos na Suíça, pelo professor Paul Haller, após a Segunda Guerra Mundial ter tornado escassos no país alguns materiais de construção, como o aço e o concreto, por exemplo.

Segundo Camacho (2006), a introdução da alvenaria estrutural no Brasil ocorreu já no fim da década de 60, sendo ainda pouco conhecida no meio técnico e utilizada, predominantemente, em grandes centros urbanos.

Camacho (2006) afirma ainda que, apesar do Brasil possuir boas características socioeconômicas para o desenvolvimento do sistema de alvenaria estrutural, pouco tem sido feito no âmbito de pesquisas.

Para Navarini (2010), existe um certo receio em se abandonar técnicas construtivas, que estão relacionadas ao concreto armado, por parte de vários profissionais e construtores, sendo isto um grande obstáculo ao desenvolvimento de outras técnicas e sistemas.

2.2.2 Tipos de alvenaria estrutural

De acordo com Tauil e Nese (2010), a alvenaria estrutural pode ser dividida em três classes, sendo estas:

- Alvenaria não armada: é assim denominada por não possuir pontos de graute, apesar de apresentarem armaduras que geralmente são utilizadas por razões construtivas, com o intuito de evitar possíveis patologias.
- Alvenaria armada ou parcialmente armada: é o tipo de alvenaria que, devido a exigências estruturais, recebem reforços em algumas regiões. Tais reforços são constituídos por armaduras passivas, que podem ser barras, fios e/ou telas de aço, posicionados em furos que, posteriormente, são preenchidos com graute.
- Alvenaria protendida: este tipo de alvenaria faz o uso de armadura ativa, ou seja, possuem tensões previamente aplicadas e submetem a alvenaria a esforços de compressão.

2.2.3 Componentes da alvenaria estrutural

Ramalho e Corrêa (2003) afirmam que, na composição de uma alvenaria estrutural, os componentes básicos são: os blocos, a argamassa, as armaduras e o graute.

Segundo Grohmann (2006), um elemento de alvenaria estrutural é formado quando ocorre a união entre dois ou mais componentes básicos.

2.2.3.1 Blocos estruturais

Para Rodrigues (2018), um bloco estrutural pode ser composto por concreto ou material cerâmico, sendo esses os principais componentes do sistema. São eles quem absorvem e transmitem as tensões de compressão gerados pelas ações que incidem sobre a edificação. Além disso, são os tipos de bloco utilizados quem determinam os procedimentos para a aplicação da técnica de coordenação modular nos projetos.

Cada tipo de bloco, sendo ele de concreto ou cerâmico, está disponível no mercado com uma grande variação de formatos, dimensões, resistências características, dentre outras variáveis.

Na Figura 2, é possível verificar alguns tipos de blocos e seus respectivos valores de resistências, sendo eles: o fator de resistência à compressão característica do bloco (f_{bk}); a resistência média à compressão da argamassa (f_a); a resistência à compressão característica do graute (f_{gk}) e também a resistência à compressão característica do prisma (f_{pk}), além de alguns valores que relacionam essas variáveis entre si.

Figura 2 - Recomendação para especificação dos materiais da alvenaria estrutural.

Tipo de bloco	f_{bk}	f_a	f_{gk}	f_{pk}/f_{bk}	f_{pk}^*/f_{pk}	f_{pk}	f_{pk}^*	Espessura mínima de parede do bloco mm
Bloco vazado de concreto, conforme a ABNT NBR 6136 (ref. 14 × 39 cm)	3,0	4,0	15,0	0,80	2,00	2,4	4,8	25
	4,0	4,0	15,0	0,80	2,00	3,2	6,4	25
	6,0	6,0	15,0	0,75	1,75	4,5	7,9	25
	8,0	6,0	20,0	0,75	1,75	6,0	10,5	25
	10,0	8,0	20,0	0,70	1,75	7,0	12,3	25
	12,0	8,0	25,0	0,70	1,60	8,4	13,4	25
	14,0	12,0	25,0	0,70	1,60	9,8	15,7	25
	16,0	12,0	30,0	0,65	1,60	10,4	16,6	25
	18,0	14,0	30,0	0,65	1,60	11,7	18,7	25
	20,0	14,0	35,0	0,60	1,60	12,0	19,2	25
	22,0	18,0	35,0	0,55	1,60	12,1	19,4	25
	24,0	18,0	40,0	0,55	1,60	13,2	21,1	25
Bloco cerâmico de parede vazada, conforme a ABNT NBR 15270-1 (ref. 14 × 29 cm)	4,0	4,0	15,0	0,50	1,60	2,0	3,2	8
	6,0	6,0	15,0	0,50	1,60	3,0	4,8	8
	8,0	6,0	20,0	0,50	1,60	4,0	6,4	8
	10,0	8,0	25,0	0,45	1,60	4,5	7,2	8
	12,0	8,0	25,0	0,45	1,60	5,4	8,6	8
Bloco cerâmico de parede maciça, conforme a ABNT NBR 15270-1 (ref. 14 × 29 cm)	10,0	8,0	20,0	0,60	1,60	6,0	9,6	22
	14,0	12,0	25,0	0,60	1,60	8,4	13,4	25
	18,0	15,0	30,0	0,60	1,60	10,8	17,3	30

f_{pk}^* = resistência de prisma cheio.

Fonte: ABNT NBR 16868-1:2020, 2020

Shmitz e Martins (2017) definem uma família de blocos como sendo um conjunto de componentes da alvenaria, que interagem modularmente entre si e com outros elementos construtivos. Os blocos que compõem uma família recebem designações relacionadas as suas dimensões. À exemplo, temos o bloco inteiro, o meio bloco, blocos de amarrações L e T, blocos compensadores e as canaletas.

- **Blocos de concreto**

De acordo com a ABNT NBR 6136/2016, o bloco vazado de concreto simples trata-se de um componente para a execução de alvenarias, sejam elas, estruturais ou não, com faces superiores e inferiores vazadas e, a sua área líquida (área média da seção perpendicular aos eixos dos furos, descontados as áreas médias dos vazios) possui um valor de até 75% da sua área bruta (área da seção perpendicular aos eixos dos furos, sem desconto das áreas dos vazios).

Segundo Rodrigues (2018), os blocos de concreto são componentes produzidos por máquinas que vibram e prensam o material, podendo então serem fabricados em uma grande variedade de formas.

Ainda conforme a ABNT NBR 6136/2016, esses blocos devem apresentar resistências características mínimas à compressão, sendo o valor de 6 MPa para os blocos de paredes externas sem revestimento e de 4,5 MPa para os blocos de paredes internas ou externas com revestimento.

Mohamad (2018) destaca que o bloco de concreto deve passar por diversos ensaios, como: o de absorção de água, resistência a compressão, retração, análises dimensionais e de permeabilidade.

As classes dos blocos de concreto também são determinadas pela ABNT NBR 6136/2016, sendo elas diferenciadas, principalmente, pelo propósito da sua utilização. São elas:

- Classe A: blocos que possuem resistência característica à compressão axial obtida aos 28 dias de cura igual ou superior a 8 MPa ($f_{bk}^1 \geq 8,0$) e são os indicados para aplicações abaixo do nível do solo.
- Classe B: é a classe correspondente aos blocos de concreto que também possuem função estrutural, porém, a resistência característica à compressão axial tem valor mínimo igual ou superior a 4 MPa e valores máximos que não chegam a 8 MPa ($4,0 \leq f_{bk} < 8,0$). Além disso, essa classe de blocos é indicada para ser utilizadas em faixas acima do nível do solo.
- Classe C: os blocos pertencentes à essa classe podem ser utilizados com ou sem função estrutural e ainda também são indicados para uso em faixas acima do nível do solo. Possuem resistência característica à

¹ Resistência característica do bloco.

compressão axial em valores iguais ou superiores a 3 MPa ($f_{bk} \geq 3$). Além disso, é permitido o uso de blocos com função estrutural classe C, com largura de 9 centímetros, para edificações de no máximo 1 pavimento. Para edificações de no máximo 2 pavimentos são permitidos os de 11,5 centímetros de largura, dessa mesma classe e, os blocos que possuem larguras de 14 e 19 centímetros, podem ser usados em edificações de até 5 pavimentos. O bloco com largura de 6,5 centímetros tem seu uso restrito para alvenaria sem função estrutural.

Na ABNT NBR 6136/2016, é possível inferir as dimensões nominais, que são normatizadas para os blocos vazados de concreto, modulares e submodulares, como pode-se observar na Tabela 2.

Tabela 2 - Dimensões nominais para blocos de concreto.

Família	20x40	15x40	15x30	12,5x40	12,5x25	12,5x37,5	10x40	10x30	7,5x40	
Largura (mm)	190	140		115			90		65	
Altura (mm)	190	190	190	190	190	190	190	190	190	
Comprimento (mm)	Inteiro	390	390	290	390	240	365	390	290	390
	Meio	190	190	140	190	115	-	190	-	190
	2/3	-	-	-	-	-	240	-	190	-
	1/3	-	-	-	-	-	115	-	90	-
	Amarração L	-	340	-	-	-	-	-	-	-
	Amarração T	-	540	440	-	365	-	-	290	-
	Compensador A	90	90	-	90	-	-	90	-	90
	Compensador B	40	40	-	40	-	-	40	-	40
	Canaleta inteira	390	390	290	390	240	365	390	290	-
	Meia canaleta	190	190	140	190	115	-	190	140	-
NOTA 1: As tolerâncias permitidas nas dimensões dos blocos indicados nesta tabela são de $\pm 2,0$ mm para a largura e $\pm 3,0$ mm para a altura e para o comprimento. NOTA 2: Os componentes das famílias de blocos de concreto têm sua modulação determinada de acordo com a ABNT NBR 15873. NOTA 3: As dimensões da canaleta J devem ser definidas mediante acordo entre fornecedor e comprador, em função do projeto.										

Fonte: ABNT NBR 6136/2016.

Para as construções em alvenaria estrutural com blocos vazados de concreto, as famílias mais utilizadas são a 29 e a 39.

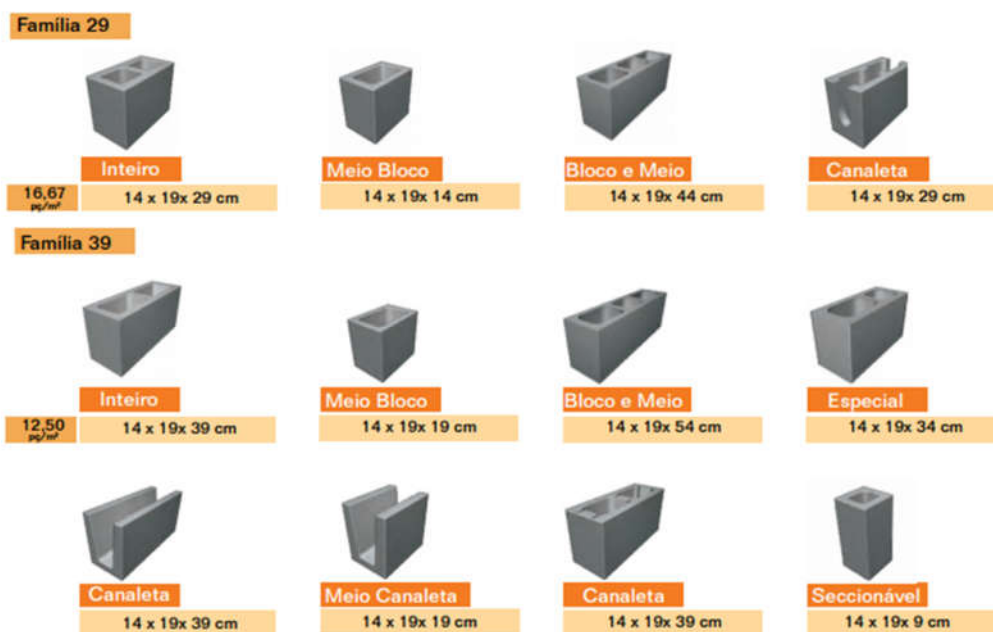
Na família 39, o bloco de 14 x 19 x 39 cm é o mais utilizado. Este, constitui até 90% das paredes; o bloco de 14 x 19 x 19 cm é conhecido como meio bloco e serve

para dar o acabamento final da alvenaria. Evitando a necessidade de quebra dos blocos, ele otimiza a execução, dando mais agilidade à obra e evitando desperdício de materiais; o bloco de 14 x 19 x 34 cm é utilizado para amarrar as fiadas nos cantos de paredes e o bloco 14 x 19 x 54 cm é utilizado junto com o bloco de 34 cm, nos encontros de paredes em forma de “T”.

Na família de 29, o bloco 14 x 19 x 44 cm é utilizado na amarração de paredes, em “T”, junto com o bloco de 14 x 19 x 29 cm, sendo este, o mais usado da família, sendo o seu bloco principal, também utilizado em quase 90% das paredes; o bloco 14 x 19 x 14 cm é também conhecido como o meio bloco desta família e serve para fazer a amarração no final da alvenaria. Nos encontros em “L”, a amarração geralmente é feita com dois blocos de 14 x 19 x 29 cm.

Na Figura 3, é possível verificar alguns tipos de blocos para as famílias mencionadas anteriormente.

Figura 3 - Exemplos de famílias de blocos de concreto.



Fonte: Tecnobloco, 2022.

- **Blocos cerâmicos**

Kalil (2007) define o bloco cerâmico como aquele que é moldado com arestas vivas retilíneas, contendo furos cilíndricos ou prismáticos e produzidos a partir da queima da cerâmica vermelha, tendo sua conformação definida através da extrusão. Estes podem ser de vedação ou estruturais.

Rodrigues (2018) afirma que a principal matéria prima para a produção de blocos cerâmicos é a argila. A junção de diferentes tipos desta com água faz parte do processo para obtenção de uma massa uniforme que, por sua vez, é utilizada para a fabricação do bloco em si. O autor comenta, ainda, que a fase de secagem tem enorme importância na configuração das propriedades de resistência dos blocos, bem como o seu processo de resfriamento.

Os blocos cerâmicos são normatizados pela ABNT NBR 15270- 1/2017 (Componentes cerâmicos - blocos e tijolos para alvenaria. Parte 1: Requisitos) e ABNT NBR 15270-2/2017 (Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria. Parte 2: Métodos de ensaios).

Em conformidade com a NBR 15270-2/2017, os blocos estruturais cerâmicos devem apresentar resistência à compressão com valores acima de 3,0 MPa, para assegurar que as paredes sejam autoportantes.

As principais características funcionais dos componentes cerâmicos, a serem respeitadas, são: a resistência mecânica, a absorção total e inicial, dimensões reais e nominais, área líquida, peso unitário, estabilidade dimensional, isolamento termoacústico e durabilidade.

Assim como para os blocos vazados de concreto, os cerâmicos também possuem uma variedade de formatos, como, por exemplo: o bloco inteiro, o meio bloco, blocos de amarração, compensadores e canaletas.

Na Tabela 3, é possível verificar as modulações comumente fabricadas, para blocos cerâmicos estruturais.

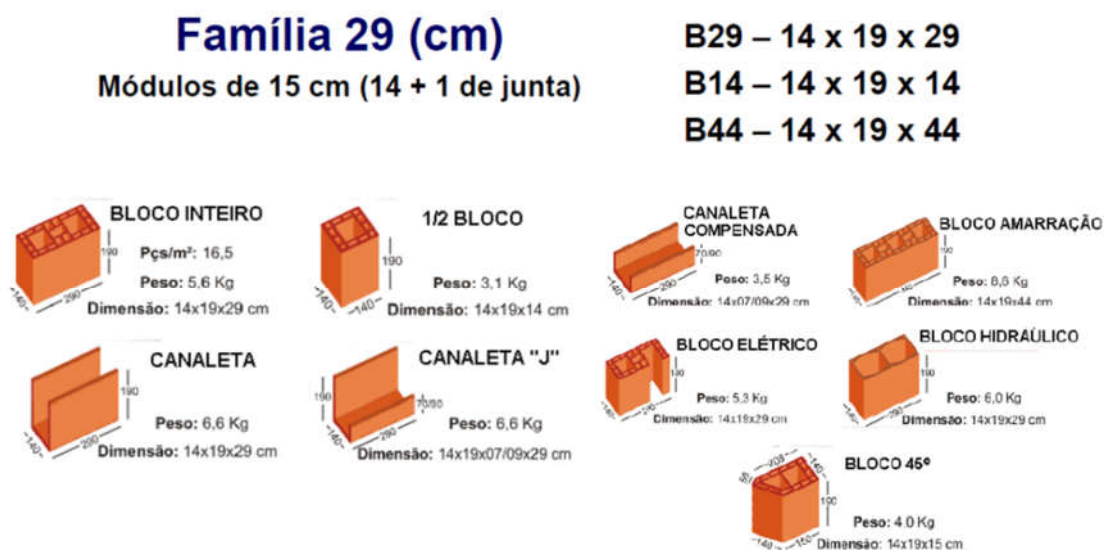
Tabela 3 - Modulações comuns para blocos cerâmicos.

Dimensão de fabricação	Dimensão modular
11,5x19x39 cm	12,5x20 cm
14x19x29 cm	15x30 cm
14x19x39 cm	15x40 cm
19x19x39 cm	20x40 cm

Fonte: Adaptado de LigaBlog (2020).

Na Figura 4 podemos verificar exemplos dos tipos de blocos cerâmicos.

Figura 4 - Exemplo de família de blocos cerâmicos.



Fonte: Freitas, 2020.

A modulação proposta pela família 29 é tratada por muitas construtoras como a mais adequada e simples de se projetar e executar, por ser, também, bastante intuitiva, onde a largura do bloco é a metade do comprimento, dispensando, no encontro de paredes, a necessidade de utilizar blocos especiais (MELO, 2020).

2.2.3.2 Argamassa de assentamento

De acordo com a ABNT NBR 13281/2005 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos., a argamassa trata-se de uma mistura homogênea, de agregados miúdos, aglomerantes e água, podendo conter ou não aditivos.

Em conformidade com Campos (1993), esse componente é utilizado na união entre os blocos e é também responsável por solidarizar, transmitir e uniformizar as tensões entre eles.

Camacho (2006) afirma que, por esse material ser o agente ligante que integra a alvenaria, ele deve ser forte, durável e capaz de garantir a estanqueidade e integridade da mesma.

De acordo com Lage (2021), deve-se ter um certo cuidado relacionado à resistência da argamassa em relação ao bloco que será utilizado na alvenaria. Argamassas muito fortes apresentam baixa capacidade de absorver deformações, enquanto que argamassas fracas apresentam baixa resistência à compressão e pouca aderência aos blocos, prejudicando a resistência do conjunto.

A ABNT NBR 16868-1/2020 sugere que, a resistência da argamassa de assentamento, para alvenaria estrutural, seja de no mínimo 1,5 MPa e, no máximo, 70% da resistência característica à compressão dos blocos estruturais (f_{bk}).

2.2.3.3 Graute

De acordo com Ramalho e Corrêa (2003), o graute é um tipo de concreto que possui agregados de pequenas dimensões. Outra característica deste material é possuir uma fluidez maior que a de concretos comuns.

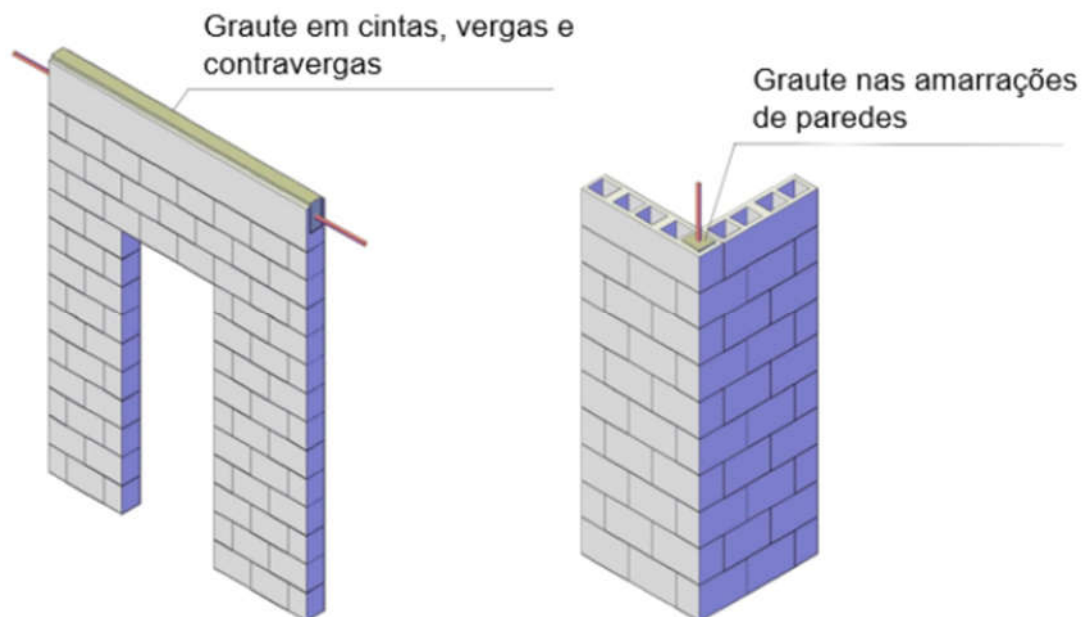
Segundo Rodrigues (2018), esse material é utilizado para preencher furos verticais dos blocos, além de canaletas e peças similares, como blocos J e compensadores.

Pinheiro (2018) afirma que, na maioria dos casos, o graute é utilizado juntamente com armaduras, onde ele tem a função de as envolver completamente, formando um elemento único entre bloco, armadura e graute.

Para Rodrigues (2018), outro objetivo da utilização do graute, é aumentar a resistência a compressão de uma parede, assim como a de locais específicos como as canaletas que recebem as lajes, por exemplo.

A Figura 5 traz uma representação de como o graute é utilizado no sistema de alvenaria estrutural.

Figura 5 - Exemplo da utilização do graute.



Fonte: Kerst, 2018.

2.2.3.4 Armadura

Pinheiro (2018) afirma que as armaduras que são utilizadas na alvenaria estrutural são do mesmo tipo das utilizadas no sistema de concreto armado. Nesse sistema, as armaduras estão sempre envoltas por graute.

Para Kerst (2018), a armadura na alvenaria estrutural possui a função de resistir a esforços de tração e cisalhamento, e evitar o aparecimento de fissuras. O autor afirma ainda que diâmetro máximo permitido para utilização nos vazios é de 25 milímetros, e 6,3 milímetros nas juntas de assentamento.

A especificação do aço deve ser realizada em conformidade com a ABNT NBR 7480/2007. No caso de impossibilidade da realização de ensaios ou especificação de fabricantes, o módulo de elasticidade para o aço pode ser admitido com o valor 210 GPa.

2.2.4 Modulação

Conforme Machado (1999), a modulação, ou coordenação modular, é um sistema de referência baseado nas dimensões de componentes modulares, que, neste caso, são os blocos. É a partir dessas dimensões que se define um sistema de coordenação dimensional, que parte do projeto arquitetônico. Dessa forma, as dimensões das alvenarias serão então definidas em valores múltiplos dos módulos horizontais e verticais de uma determinada família de blocos, possibilitando a coordenação planialtimétrica.

Ramalho e Corrêa (2003) afirmam que, para a obtenção de economia e racionalização no sistema de alvenaria estrutural, é imprescindível que se utilize a correta prática de modulação.

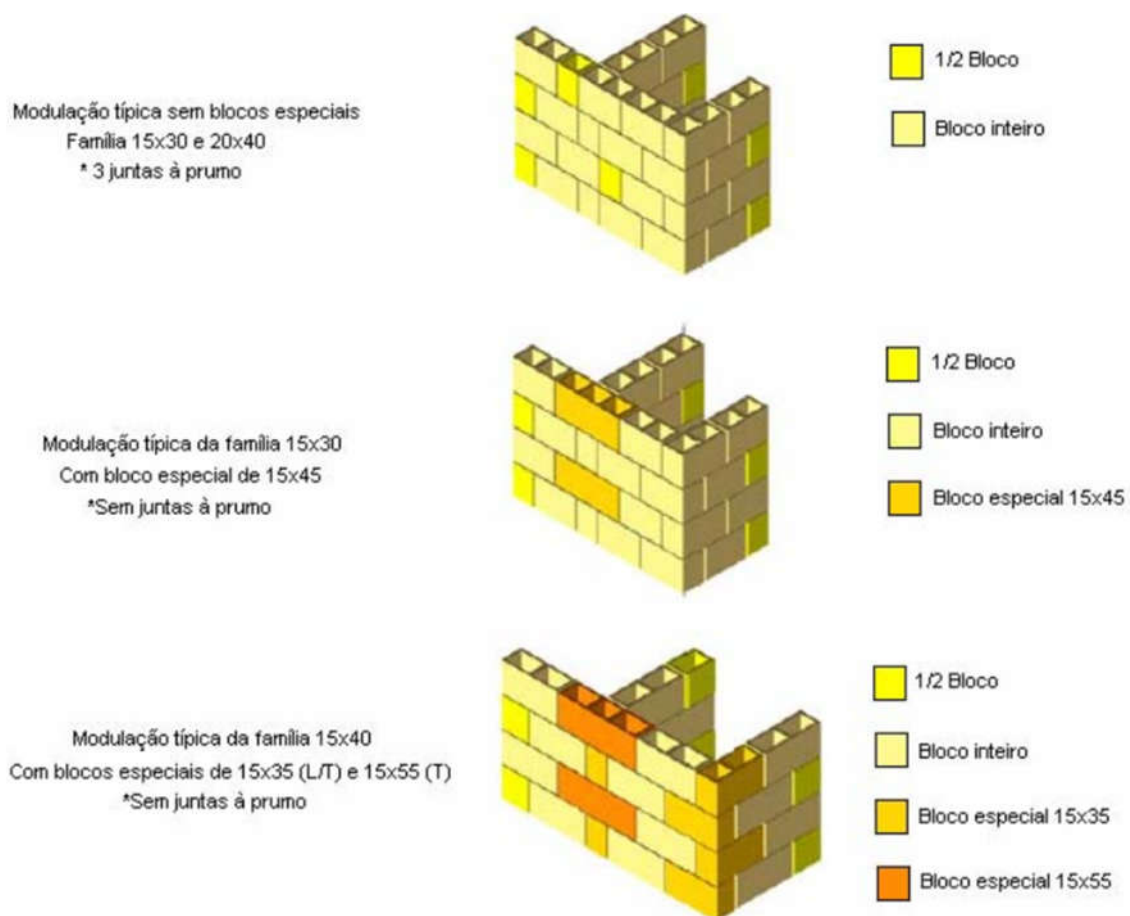
Para Camacho (2006), as dimensões de referência, que comumente são utilizadas, são as de 15 ou 20 centímetros, cabendo salientar que, o ideal, é que as unidades possuam o comprimento como sendo o dobro de sua largura, pois dessa forma, a necessidade de utilização de blocos especiais na obra é bastante reduzida.

Na etapa de modulação, deve-se priorizar ao máximo a utilização de amarrações diretas entre as paredes. Ramalho e Corrêa (2003) afirmam que esse tipo de amarração garante a transmissão dos esforços entre elas, além de proporcionar maior uniformidade na distribuição dos carregamentos, aliviando paredes sobrecarregadas.

Conforme Camacho (2006), devido ao surgimento de dificuldades no âmbito da coordenação modular, vem sendo introduzido, há algum tempo, no mercado, a família de blocos com dimensões nominais de 15x30 cm. Tais dimensões simplificam a aplicação da técnica da coordenação modular, além de proporcionar maior produtividade e qualidade das alvenarias.

Na Figura 6 é possível identificar modulações típicas e possíveis situações de amarração para cada uma delas.

Figura 6 - Exemplos de modulações e amarrações de blocos.



Fonte: Camacho, 2006.

A prática da modulação reverbera em praticamente todas as fases do empreendimento. Esta, simplifica a execução do projeto, permite a padronização de materiais e procedimentos de execução, facilita o controle da produção e aumenta a precisão com que se executa a obra, além de reduzir os problemas de interface entre os componentes, elementos e sistemas.

2.3 ORÇAMENTAÇÃO

A fase de orçamentação é aquela que consiste em prever custos e estabelecer valores dos serviços que serão executados. Para Mattos (2006), a técnica orçamentária envolve a identificação, descrição, quantificação, análise e valorização de uma grande série de itens, requerendo, portanto, muita atenção e habilidade técnica.

Amorim (2015) afirma que orçar, é quantificar insumos, mão de obra, e equipamentos necessários à execução de uma obra ou serviço. Além disso, para que se tenha uma estimativa confiável e concisa, é necessário o conhecimento do consumo dos materiais, coeficientes de produtividade de mão de obra, do consumo de horário dos equipamentos utilizados, dentre outros.

Pereira (2017) conclui que não se deve confundir orçamentação com orçamento. Orçamentação é o processo de elaboração do resultado final de custos de uma obra, enquanto que o orçamento é justamente esse resultado, ou seja, o produto final da orçamentação.

2.3.1 Orçamento

“Orçamento é o resultado do cálculo dos custos para executar uma obra ou um empreendimento, quanto mais detalhado, mais se aproximará do custo real.” (SAMPAIO, 1989).

Para Xavier (2008), a elaboração de um orçamento, também significa, definir como será realizada cada etapa participante do processo construtivo, sendo

importante conhecer as melhores técnicas e tecnologias, o emprego de materiais adequados e mão de obra qualificada.

Em conformidade com Mattos (2006), os orçamentos devem apresentar os seguintes atributos:

- Aproximação: todos os orçamentos são aproximações, visto que se baseiam em previsões. O orçamento não necessariamente precisa ser exato, porém, deve ser preciso, aproximado. A aproximação de um orçamento está implícita em nos mais diversos itens relacionados a mão de obra, materiais, equipamentos, custos diretos e imprevistos, por exemplo.
- Especificidade: todo orçamento é tido como específico. Isto é decorrente de características particulares como o porte da empresa apta a executar a obra, e as condições locais (relevo, vegetação, clima, condições do solo, qualidade da mão de obra, etc).
- Temporalidade: o orçamento representa a projeção dos recursos necessários à execução de uma obra em um dado momento. Um orçamento realizado há algum tempo atrás, pode já não ser válido atualmente. Este fato se deve à fatores com a flutuação do custo dos insumos, criação ou alteração de impostos e encargos sociais e trabalhistas, evolução dos métodos construtivos, diferentes cenários financeiros e gerenciais, dentre outros.

De acordo com Mutti (2008), o orçamento possui três finalidades. São elas:

- Gerencial: quando ele é realizado em função da disponibilidade de recursos e oportunidade, embasam decisões empresariais sobre o que deve ser construído, qual a forma desejada e quando se dar a execução.

- Pericial: quando embasam decisões sobre pendências ou solucionam dúvidas a respeito dos custos de execução segundo técnicas e/ou métodos diferentes.
- Planejamento: realizado quando o interesse é o maior detalhamento possível. Os valores iniciais servem apenas como referência, já que o próprio planejamento os altera significativamente.

2.3.2 Etapas da orçamentação

Ainda conforme Mattos (2006), esquematicamente, a fase de orçamentação engloba três grandes etapas de trabalho: estudo das condicionantes, composição de custos e determinação de preços.

- Estudo das condicionantes: basicamente, esta etapa consiste no levantamento de todas as informações disponíveis, acerca de tudo que possa gerar custos à obra. Nesta etapa, faz-se necessário a leitura e interpretação de projetos e especificações técnicas, leitura e interpretação de editais (para o caso de licitações) e visitas técnicas no local em que se executará a obra.
- Composição de custos: nesta etapa, é realizada a identificação dos serviços, o levantamento de quantidades, discriminação dos custos envolvidos, cotação de preços e definição dos encargos sociais e trabalhistas.
- Fechamento do orçamento: é nesta etapa onde o construtor define a lucratividade que deseja obter na obra, baseando-se em condições intrínsecas e extrínsecas da mesma.

2.3.3 Classificação dos orçamentos

De acordo com Mattos (2006) e Cordeiro (2007), o orçamento pode ser classificado de acordo com o seu grau de detalhamento. Tais classificações são: estimativa de custos; orçamento preliminar; orçamento analítico ou detalhado.

- Estimativa de custos: trata-se de uma avaliação expedida com base em custos históricos e comparação com projetos similares, fornecendo uma base quanto a ordem de grandeza do custo do empreendimento.
- Orçamento preliminar: é aquele que contém mais detalhes do que a estimativa de custo. Pressupõe o levantamento de quantidades e composição ou pesquisa de preços.
- Orçamento analítico ou detalhado: compreende a avaliação do custo através da composição de custos unitários, com nível de precisão adequado, obtido através do levantamento de quantidades, materiais, serviços e equipamentos, realizado na etapa de projeto. Inclui todos os custos diretos, despesas indiretas, tributos e o lucro do construtor.

2.3.3.1 Estimativa de custos

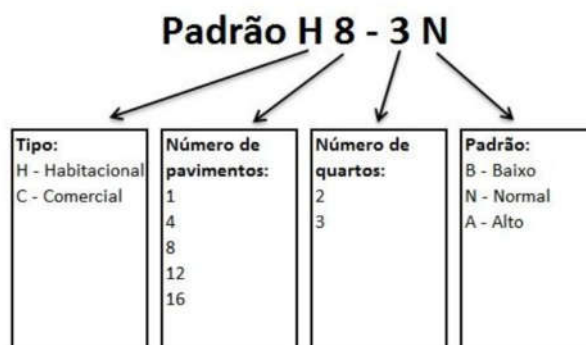
Pinheiro (2021) afirma que, na estimativa de custos, é feita uma avaliação com base em índices, custos históricos, gráficos ou comparação com projetos similares. Neste tipo de orçamento, a ideia é realizar esse comparativo com o objetivo de ajudar a identificar a ordem de grandeza do investimento que será aplicado para a execução da obra.

Para obras de edificações, o indicador mais utilizado é o CUB (Custo Unitário Básico), sendo este, resultado de pesquisas mensais realizadas pelo SINDUSCON (Sindicato da Indústria da Construção Civil) de cada estado. Ele representa o valor médio por metro quadrado, em cada estado, obtido por meio de coleta de valores praticados pelas construtoras (PEREIRA, 2017).

De acordo com a ABNT 12721/2006 (Avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios), o conceito do CUB é o custo por metro quadrado de construção do projeto-padrão considerado, onde este, tem exemplo de caracterização apresentada na Figura 7, e tem valor calculado de acordo com valores estabelecidos na norma, pelo SINDUCON de cada estado, como mencionado anteriormente.

Projetos-padrão, em concordância com a ABNT NBR 12721/2006, são aqueles selecionados para representar os diferentes tipos de edificações, definidos por suas características principais: número de pavimentos; número de dependências por unidade; áreas equivalentes à área de custo padrão privativas das unidades autônomas; padrão de acabamento da construção; número total de unidades. Na Figura 7 podemos observar um exemplo de caracterização dos projetos-padrão.

Figura 7 - Caracterização do projeto padrão.



Fonte: Mattos, 2006.

2.3.3.2 Orçamento preliminar

Loturco (2021) afirma que este tipo de orçamento é, em geral, feito após a elaboração do anteprojeto e antes dos projetos básicos. Ele proporciona um nível de detalhamento um pouco mais elevado do que a estimativa de custos.

Em conformidade com Mattos (2006), o orçamento preliminar pressupõe o levantamento expedido de algumas quantidades e atribuição do custo de alguns serviços, tendo um grau de incerteza menor do que na estimativa de custos. Neste,

trabalha-se com uma quantidade maior de indicadores, que representam um aprimoramento da estimativa inicial. Segundo o autor, os indicadores servem para pacotes de trabalho menores, facilitando a orçamentação e análise de sensibilidade de preços.

2.3.3.3 Orçamento analítico ou detalhado

O orçamento analítico, de acordo com Mattos (2006), constitui a maneira mais detalhada e precisa de se prever o custo da obra, pois, ele é efetuado a partir de composições de custo e cuidadosa pesquisa de preços para os insumos.

Pereira (2017) afirma que é necessário que se tenha conhecimento dos custos diretos² (materiais, equipamentos e mão de obra) e também os custos indiretos³ (custos com escritório, salários administrativos, impostos, lucros, etc).

2.3.3.3.1 Composição de custos unitários

De acordo com Mattos (2006), o custo total de uma obra é fruto do custo orçado para cada um dos serviços integrantes da obra. Para o autor, dá-se o nome de composição de custos ao processo de estabelecimento dos custos incorridos para a execução de um serviço ou atividade, individualizado por insumo e de acordo com certos requisitos pré-estabelecidos. Desta forma, a composição lista todos os insumos que entram na execução do serviço, com suas respectivas quantidades, e seus custos unitários e totais.

Para Dias (2011), entende-se como custo unitário de um serviço, a somatória das despesas calculadas e efetuadas pelo construtor para a sua execução, distribuídas pelos diferentes elementos constituintes, por unidade de produção, obedecendo as especificações estabelecidas para os serviços no projeto.

De Paula (2015) conclui que uma composição de preços unitários é constituída pela definição da especificação do serviço a ser executado, sua unidade de medida e

² São aqueles que estão diretamente ligados com o serviço a ser executado.

³ Não estão necessariamente relacionados com os serviços executados em campo.

a identificação dos componentes a serem utilizados, ou seja, os insumos necessários à sua execução, associado às respectivas unidades e coeficientes de consumo, para executar uma quantidade unitária do serviço.

2.3.3.4 Orçamento sintético

Além dos orçamentos supracitados, existe, também, o orçamento denominado sintético. De acordo com Chaves (2019), este compreende o resumo do orçamento analítico, expresso através das etapas com valores parciais ou grupos de serviços a serem realizados, com seus respectivos totais e o preço do orçamento da obra. Geralmente toma como base apenas o quantitativo e o valor unitário para determinado serviço.

De acordo com Pinheiro (2021), o orçamento sintético trata-se da relação de todos os serviços com as respectivas unidades de medida, quantidades e preços unitários. Para o autor, por ser mais objetivo e ter por finalidade facilitar o processo de controle e medição, ele é dividido de acordo com a similaridade entre os serviços e a ordem cronológica da execução.

O orçamento sintético ou orçamento resumido mostra, apenas, o preço dos serviços e o preço total, podendo incluir, também, uma coluna demonstrando os percentuais dos serviços e uma linha mostrando o BDI⁴, antes de apresentar o preço final (LOPES; LIBRELOTTO; AVILA, 2003).

2.3.4 Referenciais de composição

Atualmente, é possível encontrar diversos referenciais de composições de custos unitários. Alguns exemplos são: o DEINFRA (Departamento Estadual de Infraestrutura), para o estado de Santa Catarina, o ORSE (Sistema de Orçamento de Obras de Sergipe), para o estado de Sergipe, a TCPO (Tabela de Composição de Preços para Orçamentos) e SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e

⁴ O termo BDI é uma abreviação de Benefícios e Despesas Indiretas, e está relacionado com a porcentagem de custos indiretos e dos lucros de uma obra.

Índices da Construção Civil), sendo estas últimas, referenciais nacionais que, por sua vez, estão entre as mais utilizadas no Brasil.

2.3.4.1 SINAPI

O SINAPI foi criado em 1969 pelo BNH (Banco Nacional de Habilitação) em parceria com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), tendo como objetivo a produção de informações de custos e índices a serem utilizados pela construção civil.

O SINAPI é uma referência para a composição de custos para aquisição de materiais, equipamentos, serviços e mão de obra, itens que são componentes de orçamentos de obras (CAIXA, 2020).

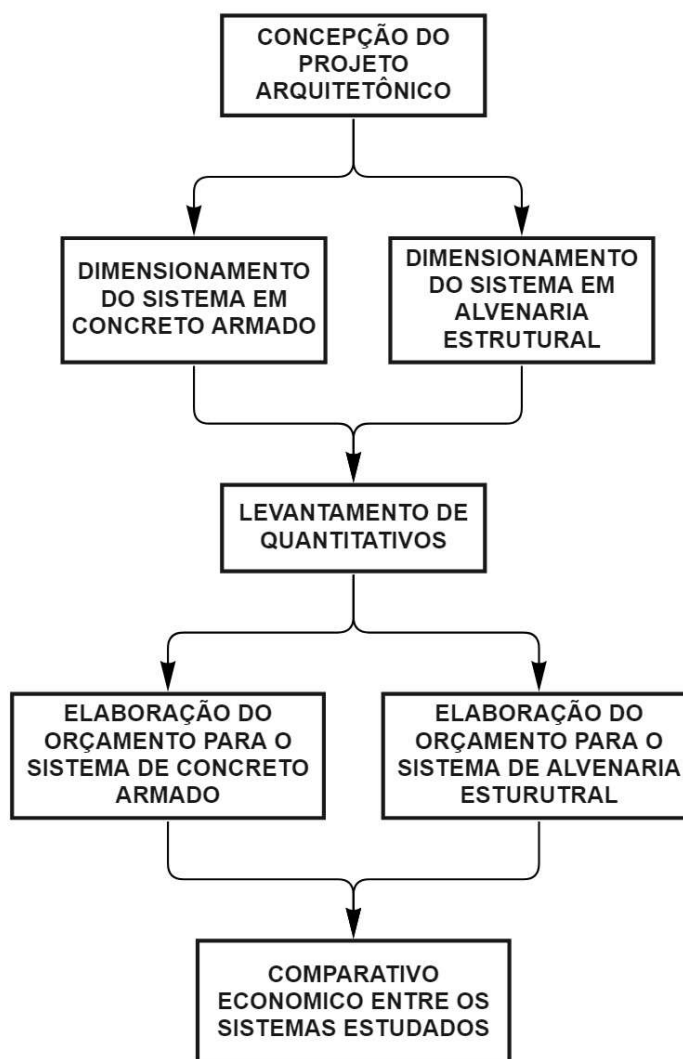
O sistema SINAPI mantém as referências sempre atualizadas e revisadas mensalmente, para todas as capitais brasileiras, além de ser muito abrangente e trazer referências para diversos serviços da engenharia. Para obras que utilizam recursos públicos federais o uso do sistema é obrigatório desde 2013 (CAIXA, 2020).

Além disso, o sistema SINAPI fornece tabelas com valores desonerados e não desonerados. Aqueles, desconsideram os encargos sociais sobre a mão de obra, referentes a 20% de INSS (Instituto Nacional do Seguro Social) sobre a folha de pagamento, enquanto esses, levam em consideração tais encargos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A priori, podemos verificar, na Figura 8, o fluxograma que resume as etapas de desenvolvimento do estudo.

Figura 8 - Fluxograma da metodologia.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a obtenção dos modelos estruturais, que foram utilizados nesse estudo comparativo, foi definida, inicialmente, uma arquitetura que fosse compatível aos dois sistemas (concreto armado e alvenaria estrutural).

Para o caso do sistema em concreto armado, foi realizado o dimensionamento e detalhamento de toda a estrutura do edifício em estudo, com o auxílio dos *softwares* CypeCAD 2017 (dimensionamento) e AutoCAD 2022 (detalhamento). Os recursos de dimensionamento e detalhamento daquele programa, estão em concordância com as normas brasileiras de concreto armado (NBR 6118/2014), fundações (ABNT NBR

6122/2019), carregamentos (ABNT NBR 6120/2019), ventos (ABNT NBR 6123/2013), ações e combinações (ABNT NBR 8681/2004) (MULTIPLUS).

Foi também realizado o dimensionamento da estrutura utilizando o sistema de alvenaria estrutural. Para isto, fez-se o uso do software TQS Alvest Light V22, sendo este, destinado à concepção, análise, dimensionamento, verificações e geração de pranchas para vários tipos de sistemas estruturais (TQS).

Vale ressaltar, que o objetivo do desenvolvimento dos projetos, é a extração das quantidades de materiais e levantamento de serviços, tangentes à realidade, necessários aos dois sistemas. Sendo assim, o foco do seu desenvolvimento não engloba uma análise aprofundada quanto ao dimensionamento dos mesmos.

Com ambos os projetos estruturais finalizados, realizou-se o levantamento dos quantitativos necessários à superestrutura de cada modelo e, após isto, foi feita a consulta de preços unitários para os serviços levantados. Nesta etapa, foi utilizada, como referência, a tabela de composições sintéticas, da base de dados do SINAPI-PB, referente ao mês de março de 2022. Além disso, a tabela utilizada contém valores não desonerados, ou seja, são incluídos os encargos sociais sobre a mão de obra de cada serviço.

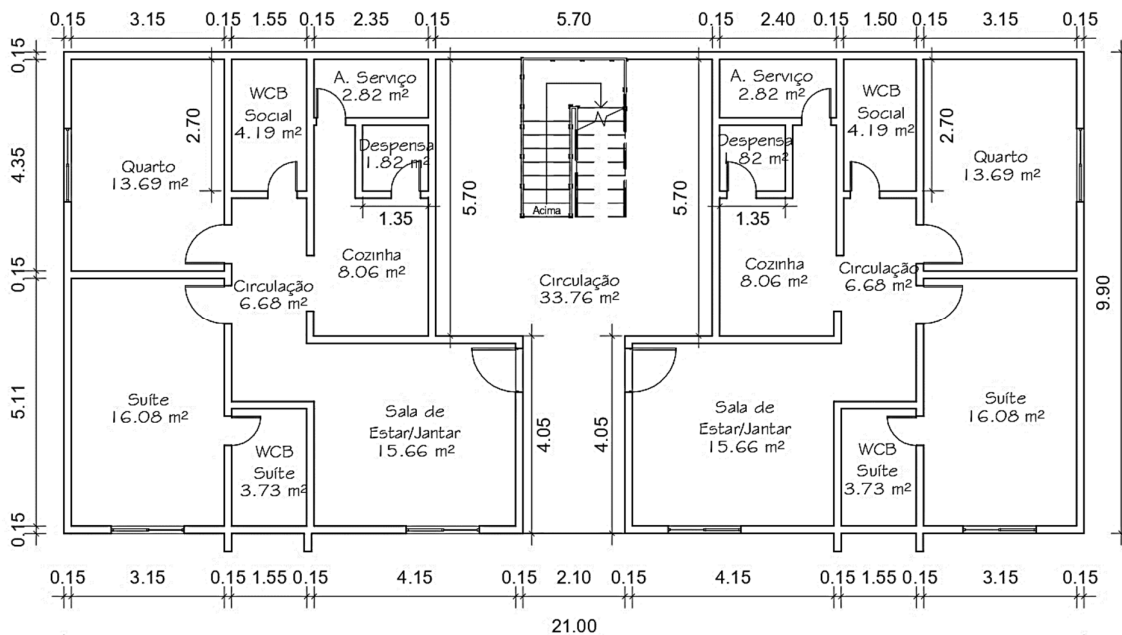
Por fim, comparou-se, economicamente, os valores finais referentes à superestrutura da edificação.

3.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

O modelo arquitetônico, proposto para o estudo, trata-se de uma edificação residencial multifamiliar, que possui três pavimentos. Cada pavimento tipo possui uma área de 180,03 m². Cada apartamento da edificação dispõe de uma área útil de 73,27 m², distribuída entre uma suíte, um quarto, WCB social, área de serviço, despensa, cozinha, sala de estar/jantar e área de circulação.

Na Figura 9, é apresentada a planta baixo dos pavimentos tipo.

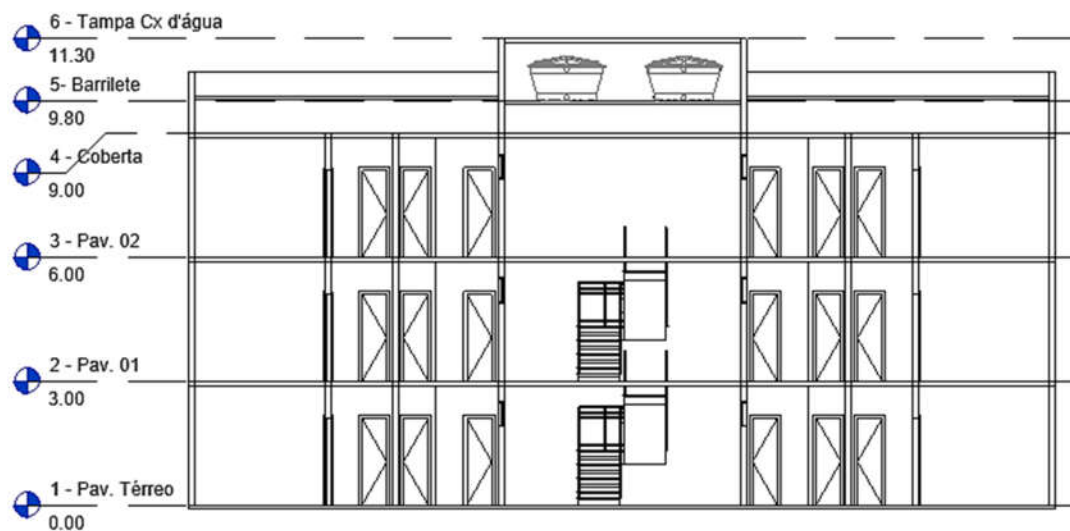
Figura 9 - Planta baixa do pavimento tipo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Composto pelo nível do térreo, primeiro e segundo andar, além de laje de cobertura, o edifício modelo ainda conta com os níveis de barrilete e topo da caixa d'água, como podemos observar na Figura 10.

Figura 10 - Corte esquemático da edificação.



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.2 PROJETO ESTRUTURAL EM CONCRETO ARMADO

Para o desenvolvimento do projeto estrutural em concreto armado, foi utilizado, como ferramenta para auxiliar no dimensionamento, geração dos desenhos e quantitativos, o software CypeCAD v.2017.

Considerou-se que a edificação pertence a uma área urbana, portanto, de acordo com a ABNT NBR 6118/2014, a classe de agressividade ambiental (CAA) a ser levada em consideração, é a “Classe II”, como podemos verificar na Tabela 4. Sendo assim, o concreto a ser utilizado deve possuir resistência mínima de 25 MPa, como podemos observar na Tabela 5.

Tabela 4 - Classe de Agressividade Ambiental (CAA).

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
	I	Fraca	Rural Submersa
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a Industrial ^{a, b}	Grande
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c} Respingos de maré	Elevado

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: ABNT NBR 6118/2014.

Tabela 5 – Correspondência entre a classe de agressividade e qualidade do concreto.

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: ABNT NBR 6118/2014.

O cobrimento mínimo de armaduras, dos elementos estruturais, é também definido com base na classe de agressividade ambiental, que, no caso do nosso modelo, é de 2,5 cm para as lajes e 3,0 cm para pilares e vigas, como pode-se verificar na Tabela 6.

Tabela 6 - Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\Delta c = 10$ mm.

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

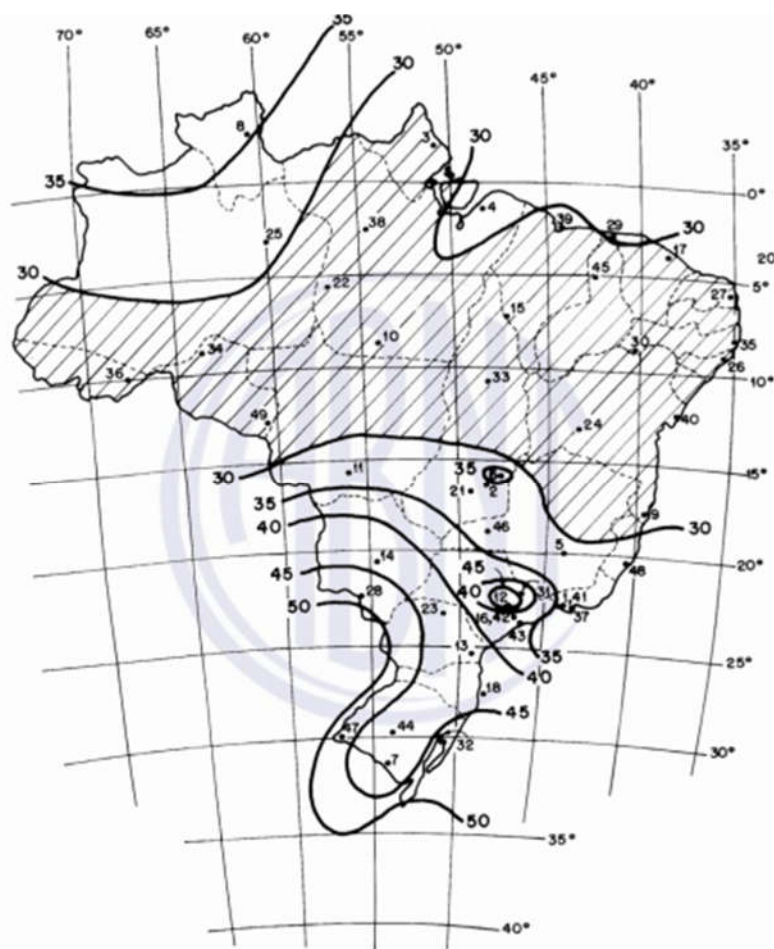
^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Fonte: ABNT NBR 6118/2014.

Para as armaduras, foram utilizados aços do tipo CA-50 e CA-60. Aqui, limitou-se a bitola das barras para que tivessem no máximo 16 mm de diâmetro, levando-se em conta as limitações relacionadas a equipamentos e mão de obra da região.

Foi também considerada, a ação do vento na edificação, que leva em conta as dimensões nos planos x e y, bem como a sua altura, além de fatores que consideram a rugosidade do terreno (aspecto das irregularidades que a superfície do solo apresenta) e fator probabilístico (baseado em conceitos estatísticos, e considera o grau de segurança requerido e a vida útil da edificação), relacionando, inclusive, o fator de ocupação do empreendimento. A velocidade básica do vento na região é de 30 m/s, como é possível inferir na Figura 11.

Figura 11 – Isopletas da velocidade básica V_0 (m/s).



Fonte: ABNT NBR 6123/2013.

Para o dimensionamento, foram também considerados os efeitos de segunda ordem, que, por sua vez, se tratam de efeitos adicionais, obtidos ao analisar a estrutura em seu estado deformado.

Em relação as cargas verticais, foi definida a categoria de uso como “Edificação Residencial”, possuindo, portanto, um valor de sobrecarga da ordem de $1,5 \text{ kN/m}^2$, além do peso próprio dos elementos estruturais, cargas de alvenaria sobre as vigas e, também, as provenientes dos reservatórios de água, no nível do barrilete.

O dimensionamento dos elementos em concreto armado iniciou-se pela locação de pilares, que foram posicionados, especialmente, no encontro de paredes e região de apoio para os reservatórios de água. A priori, os pilares foram introduzidos com as dimensões mínimas exigidas pela ABNT NBR 6118/2014, que requer uma seção transversal com área mínima de 360 cm^2 .

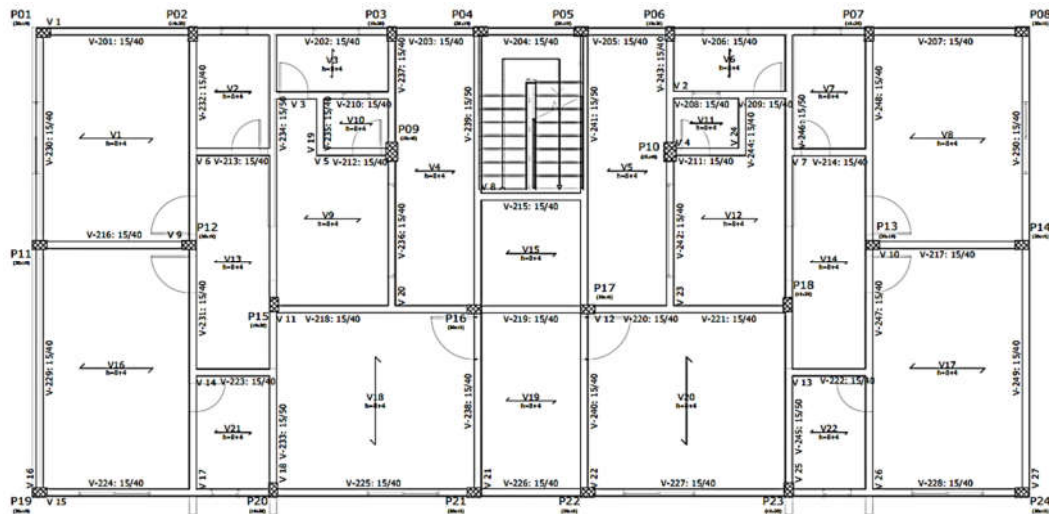
Em seguida, foram inseridas as vigas em todas as subjacências de paredes, possuindo, inicialmente, as mesmas larguras das alvenarias (15 cm) e alturas de 30 cm.

Ao fim do processamento estrutural, realizado pelo software CypeCAD v.2017, obteve-se pilares com seções transversais de $25 \times 40 \text{ cm}$, para aqueles posicionados na região de apoio dos reservatórios de água, e uma seção de $19 \times 30 \text{ cm}$ para os demais pilares.

Em relação as vigas, para os pavimentos tipo e de cobertura, obteve-se seções transversais de $15 \times 40 \text{ cm}$ e $15 \times 50 \text{ cm}$. No nível do barrilete, região de apoio dos reservatórios de água, obteve-se uma viga com seção retangular possuindo $15 \times 60 \text{ cm}$.

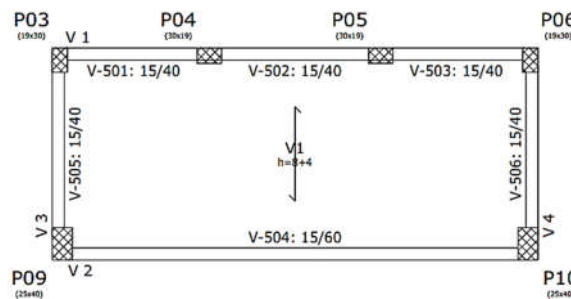
Nas figuras 12 e 13 pode-se verificar as plantas de forma elaboradas para os níveis da edificação, onde encontram-se as dimensões finais utilizadas no projeto estrutural em concreto armado.

Figura 12 - Planta de forma dos pavimentos tipo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 13 - Planta de forma do barrilete.

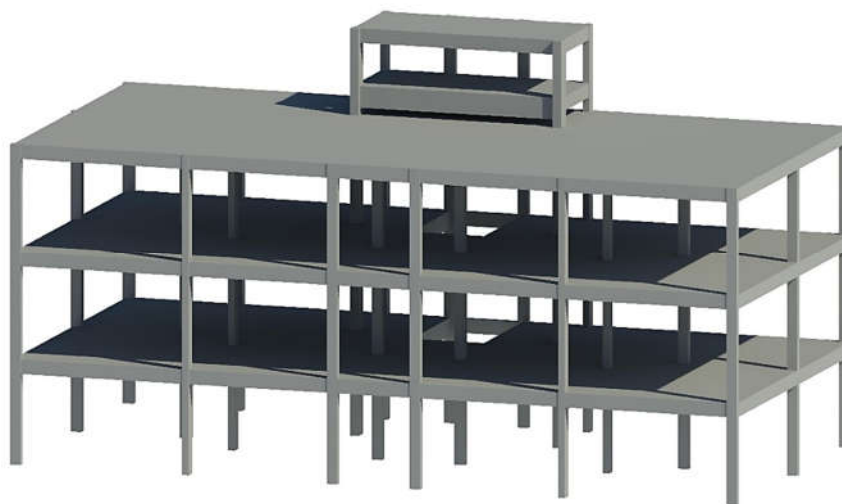


Fonte: Elaborada pelo autor.

As lajes, utilizadas no projeto, foram as do tipo treliçada, armadas em uma direção (menor vão) e apoiadas nas vigas que as contornam. Os elementos de enchimento utilizados foram lajotas cerâmicas, com dimensões de 8 x 19 x 30 cm e capa de concreto com 4 cm de espessura, resultando em lajes de 12 cm de espessura. Além disso, o peso próprio da mesma foi estimado em 1,8 kN/m².

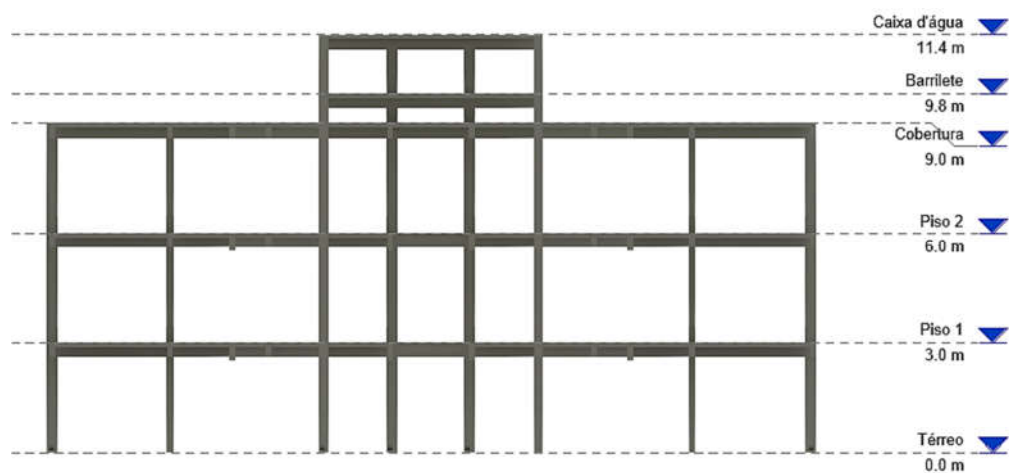
Nas Figuras 14 e 15 podemos observar a representação da estrutura, em concreto armado, desenvolvida para o estudo.

Figura 14 - 3D da superestrutura em concreto armado.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 15 - Corte da superestrutura em concreto armado



Fonte: Elaborada pelo autor.

O detalhamento completo do projeto estrutural em concreto armado, desenvolvido para o estudo, encontra-se, na íntegra, no Anexo I deste documento.

3.3 PROJETO EM ALVENARIA ESTRUTURAL

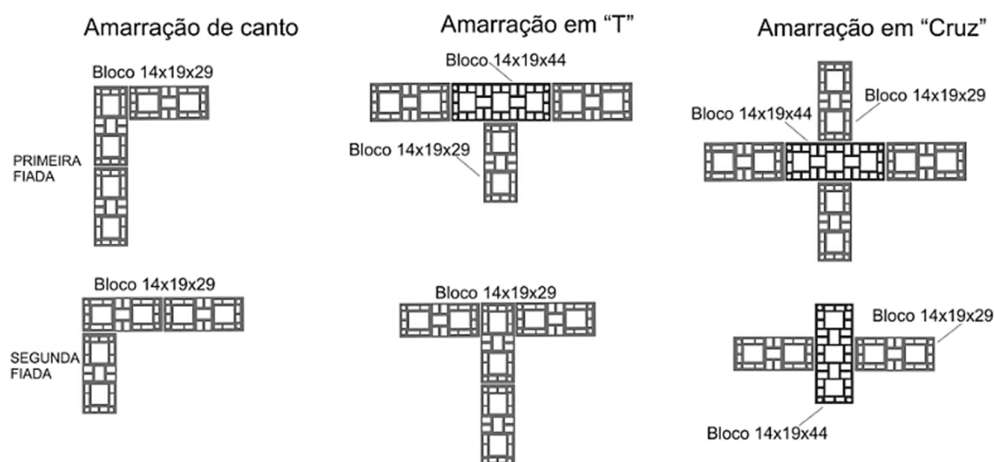
Para o desenvolvimento do projeto em alvenaria estrutural, foram utilizados, como requisitos normativos, aqueles contidos na ABNT NBR 16868-1/2020 – Alvenaria Estrutural – Parte 1: Projeto.

Inicialmente, escolheu-se o tipo de bloco a ser utilizado no estudo, que, no caso deste, foi o bloco vazado de concreto simples, normatizado pela ABNT NBR 6136:2016.

Além disso, a família de blocos utilizada no projeto foi a 29, que tem como bloco principal aquele de dimensões 14 x 19 x 29 cm. Para uma maior eficiência na utilização desta família de blocos, as dimensões dos ambientes, no plano, são múltiplas de 15 cm, enquanto que as alturas consideradas para pé-direito e parapeito, por exemplo, são múltiplas de 20 cm, como definido anteriormente, na etapa do projeto arquitetônico. Portanto, a modulação aplicada no lançamento das fiadas, é aquela que se coordena por comprimentos múltiplos de 15 cm.

Na figura 16, podemos verificar como foram feitas as amarrações de paredes, na modulação escolhida para o nosso modelo.

Figura 16 - Detalhes de amarração utilizando o bloco de 14x19x29cm.



Fonte: Acervir, 2021.

Além disso, a escolha da família bloco deu-se, também, pela maior disponibilidade no mercado local e, por suas dimensões proporcionarem uma maior produtividade durante a execução do empreendimento, visto que são blocos mais leves que o da família 39, facilitando o transporte e armazenamento dos mesmos.

Em sequência, foram realizadas as verificações iniciais relacionadas a resistência mínima de bloco e prisma, tomando-se como referência a parede de maior comprimento livre entre pontos de maior rigidez (pontos de graute), localizada na divisão entre os ambientes “Suíte” e “Quarto”, possuindo um comprimento de 3,15 metros, como pode-se verificar na Figura 8, apresentada anteriormente.

Os valores calculados foram de 4,4 MPa para resistência mínima do bloco, de 3,52 MPa para resistência mínima do prisma e, ainda, 2,46 MPa para a resistência característica à compressão da alvenaria.

Os blocos utilizados no modelo, no entanto, foram aqueles com $f_{bk} = 4,5$ MPa, sendo este valor, também, bastante comum na comercialização de blocos estruturais.

No ambiente de trabalho do TQS *Alvest Light v.22*, realizou-se a distribuição dos blocos de primeira fiada, tomando-se como referência a planta baixa da edificação e a modulação já citada anteriormente.

Em seguida, foram lançadas todas as aberturas e lajes do edifício modelo, sendo estas, por sua vez, de tipologia semelhante às usadas no sistema de concreto armado, ou seja, lajes treliçadas, com enchimento cerâmico, possuindo 12 cm de espessura.

Assim como no sistema de concreto armado, foram lançados todos os carregamentos verticais, que possuem valores mínimos recomendados pela NBR 6120/2019, bem como as cargas horizontais, de cálculo e aplicação normatizados pela NBR 6123/2013.

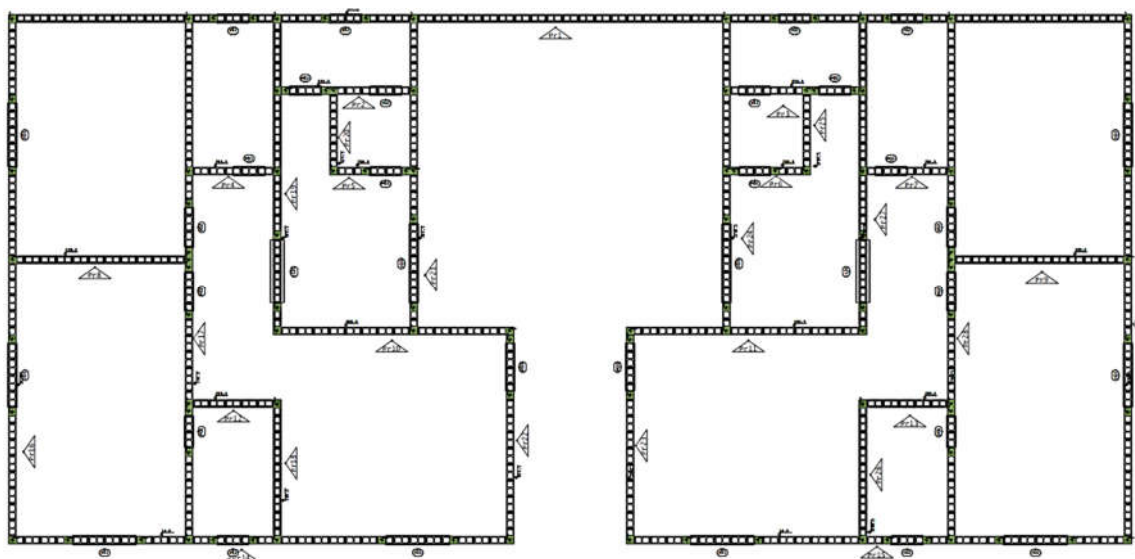
Para o projeto, definiu-se, ainda, a inserção de pontos de graute em todos os encontros de paredes, adjacências de portas e janelas e nas vergas e contravergas,

que, por sua vez, foram inseridas com comprimentos de 40 cm maiores que os vãos que recebem as aberturas. O uso do graute foi utilizado, ainda, nas canaletas que apoiam todas as lajes.

Nas Figuras 17 e 18, podemos verificar a distribuição final dos blocos das fiadas ímpares e pares, respectivamente. Na Figura 19, é apresentado o modelo 3D do sistema em alvenaria estrutural.

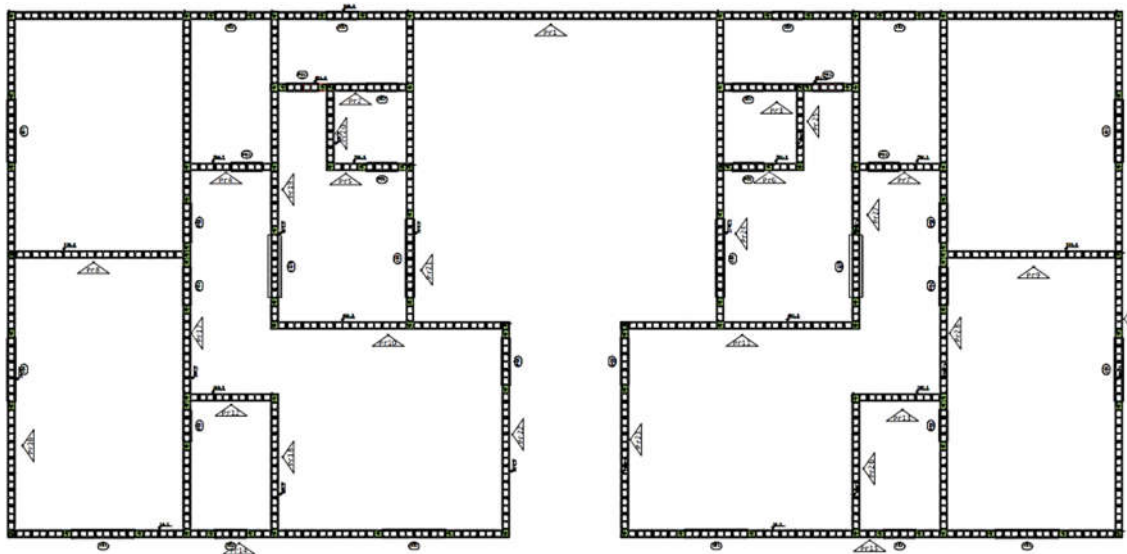
O detalhamento da superestrutura em paredes portantes encontra-se, na íntegra, no Anexo II deste documento.

Figura 17 - Distribuição dos blocos de fiadas ímpares.



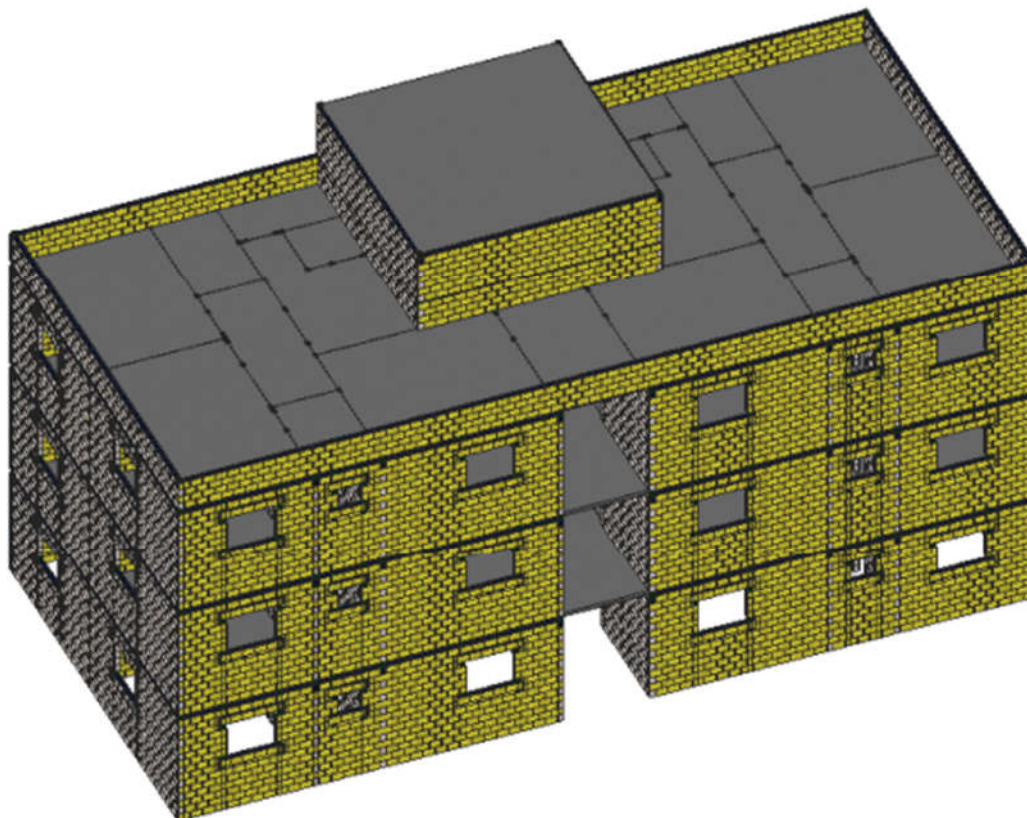
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 18 - Distribuição dos blocos de fiadas pares.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 19 - Representação 3D da superestrutura em Alvenaria Estrutural.



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.4 ORÇAMENTOS

Após a conclusão dos projetos, iniciou-se a etapa de orçamentação, que consistiu, resumidamente, em reunir a quantidade de todos os serviços que farão parte de cada sistema e, em seguida, coletar os valores referentes aos seus custos unitários.

O levantamento de quantitativos realizou-se a partir dos detalhamentos e tabelas-resumo, geradas pelos próprios *softwares* utilizados no dimensionamento de cada sistema.

Os custos unitários, por sua vez, tiveram como referência os valores contidos na tabela de composições sintéticas da SINAPI, com valores alusivos aos coletados no estado da Paraíba. Além disso, a tabela é referente ao mês de março, do ano de 2022.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os detalhamentos dos modelos estruturais, que foram desenvolvidos para o comparativo orçamentário proposto por este estudo, encontram-se, na íntegra, nos Anexos I e II deste documento.

- **Concreto armado**

A Figura 20 reúne os quadros resumo que foram gerados pelo software CypeCAD v.2017, para o sistema em concreto armado.

Figura 20 – Quantitativos gerados para a superestrutura em concreto armado.

Térreo - Superfície total: 22.60 m²

Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
Vigas: fundo	21.15	9.29	458
Forma lateral	113.75		
Pilares (Sup. Formas)	26.42	1.54	205
Total	161.32	10.83	663
Índices (por m ²)	7.138	0.479	29.34

Piso 1 - Superfície total: 199.31 m²

Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
LAJES	174.39	15.35	242
Vigas: fundo	23.47	10.56	777
Forma lateral	100.62		
Pilares (Sup. Formas)	62.06	3.74	386
Total	360.54	29.65	1405
Índices (por m ²)	1.809	0.149	7.05

Piso 2 - Superfície total: 199.31 m²

Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
LAJES	174.39	15.35	241
Vigas: fundo	23.47	10.59	704
Forma lateral	100.93		
Pilares (Sup. Formas)	61.93	3.73	388
Total	360.72	29.67	1333
Índices (por m ²)	1.810	0.149	6.69

Cobertura - Superfície total: 206.23 m²

Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
LAJES	181.61	15.98	250
Vigas: fundo	23.17	9.97	576
Forma lateral	92.48		
Pilares (Sup. Formas)	62.86	3.82	389
Total	360.12	29.77	1215
Índices (por m ²)	1.746	0.144	5.89

Caixa d'água - Superfície total: 15.90 m²

Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
LAJES	13.21	1.16	10
Vigas: fundo	2.26	1.07	42
Forma lateral	10.31		
Pilares (Sup. Formas)	7.84	0.52	48
Total	33.62	2.75	100
Índices (por m ²)	2.114	0.173	6.29

Fonte: Elaborada pelo autor.

Além disso, através da modelagem da arquitetura, no *software* Revit 2022, foi possível extrair a área de alvenarias de vedação, necessárias ao sistema, com valores expressos na Tabela 7.

Tabela 7 - Alvenarias de vedação para o sistema de concreto armado.

Alvenaria de vedação			
Modelo	Descrição	Área	Volume
15 cm	Bloco cerâmico 14x19x39	1239.59 m ²	185.94 m ³

Fonte: Elaborada pelo autor.

- **Alvenaria estrutural**

Na Figura 21, foram reunidas as tabelas de quantidades dos materiais utilizados na superestrutura em alvenaria estrutural, geradas pelo software TQS *Alvest Light* v.22.

Figura 21 - Resumos gerados para a superestrutura em alvenaria estrutural.

RESUMO de MATERIAIS	
Blocos vazados de CONCRETO	
Total: 3 piso(s) Planta: Pavimentos Tipo	
Piso(s) / Descrição	Quantidade
1 a 3 (fbk= 4,5MPa, fpk= 3,52MPa, fa= 3,10MPa, fgk= 15MPa)	
Bloco inteiro 29 x 14 x 19	14910
Meio bloco 14 x 14 x 19	1059
Bloco e 1/2	1074
Bloco cortado (15)	843
canaleta (MEIO) 14 x 14 x 19	282
canaleta 29 x 14 x 19	1965
Argamassa [m3]	13.176
Graute [m3]	21.216

RESUMO de MATERIAIS	
Blocos vazados de CONCRETO	
Total: 1 piso(s) Planta: Barrilete	
Piso(s) / Descrição	Quantidade
4 a 4 (fbk= 4,5MPa, fpk= 3,52MPa, fa= 3,10MPa, fgk= 15MPa)	
Bloco inteiro 29 x 14 x 19	234
canaleta 29 x 14 x 19	78
Argamassa [m3]	0.214
Graute [m3]	0.456

RESUMO de MATERIAIS	
Blocos vazados de CONCRETO	
Total: 1 piso(s) Planta: Tampa cx dagua	
Piso(s) / Descrição	Quantidade
5 a 5 (fbk= 4,5MPa, fpk= 3,52MPa, fa= 3,10MPa, fgk= 15MPa)	
Bloco inteiro 29 x 14 x 19	468
canaleta 29 x 14 x 19	78
Argamassa [m3]	0.375
Graute [m3]	0.482

RESUMO DE AÇO

TOTAL DA OBRA		
Bitola	Comp.Total (m)	Peso (Kg)
Ø10	2036,35	1256,43

Fonte: Elaborada pelo autor.

Nas tabelas 8 e 9, podemos verificar a quantificação das alvenarias por suas áreas, sendo a unidade “m²” a utilizada no serviço tabelado na SINAPI. Além disso, as de paredes são classificadas como “Paredes com área líquida maior ou igual a 6 m², sem vãos” e “Paredes com área líquida maior ou igual a 6 m², com vãos”.

Tabela 8 - Área de paredes com área líquida maior ou igual a 6 m², sem vãos.

PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M ² , SEM VÃOS			
PAVIMENTOS-TIPO			
PAREDE	ÁREA	QTD.	ÁREA TOTAL
Pr8	10,32 m ²	3	30,96 m ²
Pr9	10,32 m ²	3	30,96 m ²
Pr10	13,50 m ²	3	40,50 m ²
Pr11	13,50 m ²	3	40,50 m ²
Pr12	5,37 m ²	3	16,11 m ²
Pr13	5,37 m ²	3	16,11 m ²
Pr18	8,07 m ²	3	24,21 m ²
Pr20	4,92 m ²	3	16,76 m ²
Pr25	4,92 m ²	3	16,76 m ²
Pr26	8,07 m ²	3	26,11 m ²
BARRILETE			
Pr1	4,50 m ²	1	4,50 m ²
Pr2	4,50 m ²	1	4,50 m ²
Pr3	4,50 m ²	1	4,50 m ²
Pr4	4,50 m ²	1	4,50 m ²
CAIXA D'ÁGUA			
Pr1	7,18 m ²	1	7,18 m ²
Pr2	7,18 m ²	1	7,18 m ²
Pr3	7,18 m ²	1	7,18 m ²
Pr4	7,18 m ²	1	7,18 m ²
TOTAL			305,70 m²

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 9 - Área de paredes com área líquida maior ou igual a 6 m², com vãos.

PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M ² , COM VÃOS			
PAVIMENTOS-TIPO			
PAREDE	ÁREA	QTD.	ÁREA TOTAL
Pr1	62,94 m ²	3	188,82 m ²
Pr2	8,07 m ²	3	24,21 m ²
Pr3	8,07 m ²	3	24,21 m ²
Pr4	5,37 m ²	3	16,11 m ²
Pr5	5,37 m ²	3	16,11 m ²
Pr6	4,92 m ²	3	14,76 m ²
Pr7	5,37 m ²	3	16,11 m ²
Pr14	28,32 m ²	3	84,96 m ²

Pr15	28,32 m ²	3	84,96 m ²
Pr16	29,67 m ²	3	87,11 m ²
Pr17	29,67 m ²	3	87,11 m ²
Pr19	17,97 m ²	3	53,91 m ²
Pr21	17,97 m ²	3	53,91 m ²
Pr22	12,00 m ²	3	33,00 m ²
Pr23	12,00 m ²	3	36,00 m ²
Pr24	23,96 m ²	3	71,88 m ²
Pr27	17,97 m ²	3	52,00 m ²
Pr28	29,67 m ²	3	89,01 m ²
Pr29	29,67 m ²	3	89,01 m ²
TOTAL			1000,08 m ²

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os materiais referentes as lajes, foram os mesmos daqueles explícitos no sistema de concreto armado, visto que, para o estudo, as mesmas foram consideradas com a mesma tipologia e área.

Como pôde ser visto, para o sistema estrutural de concreto armado, foram considerados, no levantamento, os seguintes materiais: aço, concreto, formas de madeira, lajes treliçadas e alvenarias de vedação. Para o sistema de alvenarias portantes, foram considerados os tipos e as quantidades dos blocos utilizados, o aço, graute e argamassa de assentamento.

- **Orçamentos**

Nas Tabelas 10 e 11, encontram-se os orçamentos sintéticos produzidos para cada sistema estudado. Nestas, é possível verificar o código de cada serviço considerado, sendo este, referenciado de acordo com a tabela de composições sintéticas, da SINAPI-PB, para o mês de março de 2022. Além disso, encontram-se também, dispostos nas tabelas, a descrição de cada um dos serviços levados em consideração, suas quantidades (levando-se em conta a unidade de medida, que varia conforme o tipo de serviço) e, ainda, o preço unitário para cada um deles.

Por fim, na sétima e última coluna das tabelas, encontram-se os valores finais, obtidos para cada serviço, além das somatórias parciais e gerais, presentes em cada orçamento elaborado.

Cabe salientar que, cada um dos serviços presentes nas tabelas, baseados na tabela SINAPI, incluem os materiais, equipamentos, mão de obra e encargos sociais.

Tabela 10 – Orçamento sintético para a superestrutura em concreto armado.

ITEM	CÓDIGO DO MATERIAL/FONTE	SERVIÇOS	QTD	UNID.	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
1.0		SUPERESTRUTURA				R\$ 230.700,77
1.1		PILARES E VIGAS				R\$ 122.161,79
1.1.1	92411-SINAPI	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	96,16	M²	R\$ 168,94	R\$ 16.245,27
1.1.2	92447-SINAPI	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM PONTALETE DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	132,08	M²	R\$ 186,77	R\$ 24.669,20
1.1.3	103672-SINAPI	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022	13,47	M³	R\$ 449,12	R\$ 6.049,65
1.1.4	103674 -SINAPI	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA LAJES PREMOLDADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022	42,73	M³	R\$ 464,46	R\$ 19.846,38

1.1.5	92760 -SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	386,00	KG	R\$ 14,24	R\$ 5.496,64
1.1.6	92778-SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	1543,00	KG	R\$ 13,32	R\$ 20.552,76
1.1.7	92763-SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	291,00	KG	R\$ 10,51	R\$ 3.058,41
1.1.8	92770-SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	489,00	KG	R\$ 12,96	R\$ 6.337,44
1.1.9	92773-SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2016	441,00	KG	R\$ 9,81	R\$ 4.326,21

1.1.10	92775-SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	917,00	KG	R\$ 16,99	R\$ 15.579,83
1.2		VERGAS E CONTRA VERGAS				R\$ 7.782,91
1.2.1	93184-SINAPI	VERGA PRÉ-MOLDADA PARA PORTAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	40,32	M	R\$ 31,83	R\$ 1.283,39
1.2.3	93182-SINAPI	VERGA PRÉ-MOLDADA PARA JANELAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	74,28	M	R\$ 43,07	R\$ 3.199,24
1.2.4	93194-SINAPI	CONTRAVERGA PRÉ-MOLDADA PARA VÃOS DE ATÉ 1,5 M DE COMPRIMENTO. AF_03/2016	78,28	M	R\$ 42,16	R\$ 3.300,28
1.3		LAJES				R\$ 100.756,07
1.3.1	101963-SINAPI	LAJE PRÉ-MOLDADA UNIDIRECIONAL, BIAPOIADA, PARA PISO, ENCHIMENTO EM CERÂMICA, VIGOTA CONVENCIONAL, ALTURA TOTAL DA LAJE (ENCHIMENTO+CAP A) = (8+4). AF_11/2020	628,90	M²	R\$ 160,21	R\$ 100.756,07
2.0		ELEVAÇÃO				R\$ 74.491,14
2.1	103324-SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 14X19X39 CM (ESPESSURA 14 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021	1237,60	M²	R\$ 60,19	R\$ 74.491,14
TOTAL GERAL						R\$ 305.191,91

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 11 – Orçamento sintético para a superestrutura em alvenaria estrutural.

ITEM	CÓDIGO DO MATERIAL/FONTE	SERVIÇOS	QTD	UNID.	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
1.0		SUPERESTRUTURA				R\$ 254.784,87
1.1		PAREDES				R\$ 154.028,80
1.1.1	89479 - SINAPI	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X29 CM, (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M², SEM VÃOS, UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO. AF_12/2014	305,70	M²	R\$ 90,04	R\$ 27.525,23
1.1.2	89486 - SINAPI	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X29 CM, (ESPESSURA 14CM), FBK = 4,5 MPA, PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M², COM VÃOS, UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO. AF_12/2014	1000,08	M²	R\$ 95,25	R\$ 95.257,62
1.1.3	89996 - SINAPI	ARMAÇÃO VERTICAL DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_09/2	658,43	KG	R\$ 11,03	R\$ 7.262,48
1.1.4	89998 - SINAPI	ARMAÇÃO DE CINTA DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_09/2021	336,00	KG	R\$ 10,64	R\$ 3.575,04
1.1.5	90000 - SINAPI	ARMAÇÃO DE VERGA E CONTRAVERGA DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_09/2021	262,00	KG	R\$ 12,68	R\$ 3.322,16
1.1.6	89993 - SINAPI	GRAUTEAMENTO VERTICAL EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF_09/2021	22,15	M³	R\$ 771,25	R\$ 17.086,27

1.3	LAJES					R\$ 100.756,07
1.3.1	101963-SINAPI	LAJE PRÉ-MOLDADA UNIDIRECIONAL, BIAPOIADA, PARA PISO, ENCHIMENTO EM CERÂMICA, VIGOTA CONVENCIONAL, ALTURA TOTAL DA LAJE (ENCHIMENTO+CAPA) = (8+4). AF_11/2020	628,90	M ²	R\$ 160,21	R\$ 100.756,07
TOTAL GERAL					R\$ 254.784,87	

Fonte: Elaborada pelo autor.

Como observado, o custo global estimado, referente ao modelo proposto para o sistema em concreto armado, com vedação executada por blocos cerâmicos de 14 x 19 x 39 cm, foi de R\$ 305.191,91.

Para o sistema de alvenaria estrutural, onde seus próprios elementos de sustentação cumprem, também, o papel de vedação, o custo global estimado foi de R\$ 254.784,87.

Os valores globais, orçados para cada modelo de estrutura projetado, são comparados na Tabela 12.

Tabela 12 - Variação dos custos globais.

CUSTOS GLOBAIS		
Concreto armado	Alvenaria estrutural	Diferença
R\$ 305.191,91	R\$ 254.784,87	R\$ 50.407,04

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que, em relação ao valor final estimado para o sistema de concreto armado, o de alvenaria estrutural apresentou um valor de R\$ 50.407,04 a menos, ou seja, obteve-se uma economia de 16,52%.

Na Tabela 13, encontra-se o comparativo que relaciona o custo por metro quadrado que cada sistema apresentou.

Tabela 13 - Variação de custos em relação ao metro quadrado.

CUSTO POR M ²		
Concreto armado	Alvenaria estrutural	Diferença
R\$ 462,41	R\$ 386,04	R\$ 76,37

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para este, concluiu-se que, a cada metro quadrado executado, o sistema de alvenaria estrutural proporcionaria uma economia de R\$ 76,37 sobre o sistema de concreto armado.

Dellatorre (2014) comparou os mesmos sistemas estruturais aqui estudados, para uma edificação de sete pavimentos, localizada na cidade de Santa Maria, no estado do Rio Grande do Sul, constatando, também, uma vantagem do sistema de alvenaria estrutural sobre o de concreto armado. A diferença de valores entre os sistemas, encontrada pelo autor, foi de R\$ 249.590,16, representando uma porcentagem de 36,37%.

Klein (2015), que também realizou um estudo comparativo entre esses sistemas, também no estado do Rio Grande do Sul, constatou que a alvenaria estrutural não apresenta economia em todas as fases da execução da estrutura de uma edificação. O autor, que avaliou o comparativo dos custos utilizando uma variação na quantidade de pavimentos de sua edificação modelo, concluiu que, em relação às alvenarias, o sistema de paredes portantes apresenta um valor consideravelmente superior às usadas com função apenas de vedação (no sistema em concreto armado), devendo-se, este fato, ao custo dos blocos e argamassa de assentamento, para aquele serem bem maiores do que para este.

Oliver (2016), em seu estudo realizado no estado de Santa Catarina, constatou uma economia, para o sistema de alvenaria estrutural, de aproximadamente 28%, em

relação ao de concreto armado. A autora, que utilizou para o comparativo uma edificação de quatro pavimentos, compreendendo uma área total construída de 878 m², afirma, ainda, que a economia gerada por aquele sistema, deve-se, principalmente, a não utilização de pilares e vigas, elementos estes que requerem uma maior quantidade de aço para serem executados.

Em 2020, Silva (2020), utilizando o SINAPI para o estado de Minas Gerais, inferiu que o maior custo, para o sistema de concreto armado, está relacionado ao aço e concreto. Para o sistema de alvenaria estrutural, a autora também verificou que a maior parcela orçamentária é referente à execução das alvenarias. Além disso, a diferença de valores encontrado entre os modelos foi de R\$ 155.281,88, correspondendo a uma parcela de 20,33% menor para o sistema de alvenaria estrutural. Além disso, cabe salientar que a autora utilizou, para a sua pesquisa, uma edificação residencial de oito pavimentos.

Júnior (2020), que também utilizou uma edificação residencial multifamiliar para realizar seu estudo comparativo, inferiu uma economia de 20,64%, caso a escolha entre os sistemas fosse o de alvenaria estrutural. Além disso, o modelo analisado pelo autor, trata-se de uma edificação que possui quatro pavimentos, e fica localizada na cidade de João Pessoa – PB.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No comparativo entre os sistemas estruturais de concreto armado e de alvenarias portantes, para uma edificação residencial de três pavimentos, orçados com base na tabela de composições sintéticas da SINAPI, para o estado da Paraíba, e referente ao mês de março de 2022, foi observado que o sistema convencional de concreto armado apresentou um valor final estimado em R\$ 305.191,91, enquanto que o de alvenaria estrutural teve um custo final estimado em R\$ 254.784,87, apresentando uma diferença de R\$ 50.407,04, correspondendo a 16,52% de economia para o sistema de alvenaria estrutural.

A utilização de uma arquitetura compatível com as modulações, impostas pelos blocos estruturais comumente comercializados, foi de suma importância para a economia gerada no sistema de alvenaria estrutural, visto que, sem esse fator, o custo da mesma tenderia a ser mais elevado, isto devido ao surgimento da necessidade de blocos especiais, geração de desperdícios, menor racionalização, dentre outros fatores.

A fase de modelagem e dimensionamento estrutural, realizado para o sistema de concreto armado, deu-se com o auxílio do software CypeCAD. Para isto, utilizando como base o projeto arquitetônico, foram, inicialmente, introduzidos os pilares com dimensões mínimas recomendadas pela NBR 6118/2014, onde foram, após aplicação de cargas e processamento estrutural, adequadas às necessidades relacionadas à estabilidade e segurança da edificação. Para este, ainda, foi utilizado uma resistência para o concreto de 25 MPa e, as barras de aço utilizadas foram limitadas ao diâmetro de 16 milímetros, por fatores que, no âmbito da mão de obra e equipamentos, na região do estudo, possuem certas limitações.

O projeto em alvenaria estrutural, por sua vez, foi desenvolvido com o auxílio do software TQS *Alvest Light*, que tomou como base a mesma arquitetura do sistema de concreto armado. O processo da modelagem se deu, inicialmente, pelo lançamento dos blocos de primeira fiada, seguindo a modulação proposta pela família de blocos 29. Em seguida, foram lançadas as aberturas da edificação, os pontos de graute, lajes

e carregamentos, antes da realização do seu processamento estrutural. Por fim, foram utilizadas para esse sistema, blocos vazados de concreto, com resistência característica mínima de 4,5 MPa e, armaduras com diâmetro de 10 milímetros nas canaletas para vergas, contravergas e apoios de lajes, além daquelas utilizadas nos pontos de graute verticais.

Cada orçamento sintético produzido, portanto, traz consigo, quantidades condizentes à realidade de cada sistema, contendo preços unitários para cada serviço, alusivos àqueles encontrados nas tabelas de composições sintéticas da SINAPI-PB, para o mês de março de 2022.

Os fatores capazes de gerar economia em uma construção são diversos, entre estes, a escolha de um sistema estrutural representa um dos mais importantes para o empreendimento, visto que a fase de estruturação de uma obra traduz uma parcela consideravelmente maior que algumas das demais fases, ficando atrás, apenas, da fase de revestimento/acabamentos.

Portanto, mostrou-se que, uma alternativa à redução dos custos, para a execução de empreendimentos com tipologias semelhantes à aqui estudada, ou até mesmo outras, seria a escolha, quando possível e viável, do sistema estrutural que utiliza paredes portantes.

A economia de 16,52% que o sistema de alvenaria estrutural apresentou sobre o de concreto armado, apesar de parecer um valor pequeno, pode se tornar peça chave para atingir um orçamento competitivo, sem que se perca a qualidade do empreendimento, fator este de enorme importância no atual cenário do mercado da construção civil.

Como observado, a porcentagem de economia gerada pelo sistema de alvenaria estrutural, no presente estudo, foi menor que a dos demais autores aqui citados. Tal fato, tem como motivo, o aumento no preço dos insumos não só do sistema de concreto armado, mas também desse, acompanhado de sua maior propagação, recentemente, entre os canteiros de obra brasileiros e, conseqüentemente, o aumento da competitividade quanto a comercialização de materiais no setor. Vale salientar,

também, que as referências de preços unitários, presentes na tabela SINAPI, utilizada na formação de preços dos serviços, possuem variações regionais e temporais.

Por fim, vale ressaltar que, por mais que apresentem menor custo, alguns fatores têm enorme impacto sobre a escolha do sistema de alvenaria estrutural, sendo elas: a necessidade de mão de obra qualificada, ainda muito escassa em diversas regiões do país e a disponibilidade ou não de materiais e equipamentos necessários a execução desse sistema, próximo ao seu local de execução, por questões de logísticas de fornecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. NBR 6118 - **Projeto de estruturas de concreto**, 2014. 170p.

_____. NBR 6120 - **Cargas para o cálculo de estruturas de edificações**, 1980. 5p.

_____. NBR 6122 – **Projeto e execução de fundações**, 2019. 120p.

_____. NBR 6123 - **Forças devidas ao vento em edificações**, 2013. 69p.

_____. NBR 6136 – **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos**, 2016. 15p.

_____. NBR 7171 - **Blocos cerâmicos para alvenaria**, 1992. 8p.

_____. NBR 7480 – **Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação**, 2007. 17p.

_____. NBR 8681 – **Ações e segurança nas estruturas - Procedimento**, 2004. 22p.

_____. NBR 10837 - **Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**, 1989. 20p.

_____. NBR 12721 - **Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios — Procedimento**, 2007. 99p.

_____. NBR 13281 – **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos**, 2005. 11p.

_____. NBR 15270-1 – **Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria - Requisitos**, 2017. 31p.

_____. NBR 15270-2 – **Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria – Métodos de Ensaio**, 2017. 35p.

_____. NBR 16868-1 – **Alvenaria estrutural – Parte 1: Projeto**, 2020. 76p.

BALDUINO, Gabriel Mônico. **Comparativo econômico entre os sistemas construtivos: estrutura aporricada de concreto armado com fechamento em blocos cerâmicos e alvenaria estrutural com blocos vazados de concreto – estudo de caso**. 2016. 47 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

BASTOS, Paulo Sérgio. **Notas de aula: Fundamentos do Concreto Armado**. Universidade Estadual Paulista. São Paulo, 2019.

CAMACHO, Jefferson Sidney. **Projeto de Edifício de Alvenaria Estrutural**. 2006. 48 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Unesp, Ilha Solteira, 2006. Cap. 7.

CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO FILHO, J. R. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado: segundo a NBR 6118:2003**. 3.ed. São Carlos: EdUFSCar, 2007.

CAVALHEIRO, Odilon Pancaro. **Alvenaria estrutural - Tão antiga e tão atual**. Universidade Federal de Santa Maria. 2014.

CHAVES, Hugo. **Quais são os tipos de orçamento de obras?**. Neoipsum, 2019. Disponível em: <<https://neoipsum.com.br/quais-sao-os-tipos-de-orcamento-de-obras/#:~:text=Or%C3%A7amento%20Sint%C3%A9tico,pre%C3%A7o%20do%20or%C3%A7amento%20da%20obra.>>. Acesso em: 01 de agosto de 2022.

CLÍMACO, J. C. T. S. **Estruturas de concreto armado: fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação**. 2ª ed, Brasília: UNB, 2008.

CORDEIRO, Flávia R. F. S. **Orçamento e Controle de Custos na Construção Civil**,

2007. 65f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Construção Civil) – UFMG, Belo Horizonte. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/AlessandraSampaio/monografia-oramento-e-controle-de-custos-na-construao-civil>. Acesso em: 20 de julho de 2020.

COUTO et al. **O Concreto como Material de Construção**, 2013. Cadernos de Graduação.

DELLATORRE, Lázaro Augusto. **Análise comparativa de custo entre edifício de alvenaria estrutural e de concreto armado convencional**. 2014. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS.

FREITAS JR, J. A.; **Construção Civil II: Alvenaria Estrutural**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

GOLDMANN, P. **Sistema de planejamento e controle de custos na construção civil: subsetor edificações**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1999.

JÚNIOR, Reginaldo José da Silva. **Análise comparativa dos custos diretos entre uma Estrutura independente em concreto armado e outra em Alvenaria estrutural de uma edificação residencial multifamiliar**. 2020. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba – João Pessoa - PB.

KALIL, S. B.: **Alvenaria Estrutural**. Curso de Graduação. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2007.

KALIL, Silvia Maria Batista. **Alvenaria Estrutural, Mescla de Apostila de sala de aula e Trabalho de Conclusão de Curso de Vinicius Bonacheski**, 2009. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

KERST, Rafael Rambalducci. **Projetos e detalhes construtivos de alvenaria estrutural**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018.

KLEIN, Tiago Augusto. **Estudo comparativo entre edificações com estrutura em concreto armado e alvenaria estrutural**. 2015. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, jun. 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/989>.

LACERDA, Adaiana Felipe de. **ORÇAMENTO DETALHADO DE UMA EDIFICAÇÃO DE USO MISTO NO MUNICÍPIO DE TENENTE ANANIAS/RN? UM ESTUDO DE CASO**. 2019.

LAGE, Rangel Costa. Qual a importância da argamassa na Alvenaria Estrutural. **Revista da Anicer**, 2021. Disponível em: <https://revista.anicer.com.br/qual-a-importancia-da-argamassa-na-alvenaria-estrutural/>. Acesso em: 14 de julho de 2022.

LOPES, Oscar Ciro. LIBRELOTTO, Liziane Ilha; AVILA, Antônio Victorino. **Orçamento de Obras – Construção Civil**. Florianópolis, SC, 2003.

MACHADO, S. L. **Sistemática da concepção e desenvolvimento de projetos arquitetônicos para alvenaria estrutural**. 1999. Tese de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1999.

MARTINS, Paula Maria Farias. **Structural masonry and structures in conventional reinforced concrete: a financial technical analysis in residential buildings**. 2018. 101f. Undergraduate Thesis – Civil Engineering – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Toledo, 2018.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como Preparar Orçamentos de Obras**. São Paulo: Pini, 2006. 281 p.

MELO, Márcia. **Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos: modulação**. Blog da Liga, 2020. Disponível em: <https://blogdaliga.com.br/alvenaria-estrutural-em-blocos-ceramicos/>. Acesso em 21 de julho de 2022.

MUTTI, C. d. N. **Administração da Construção**, Departamento de Engenharia Civil – UFSC. Florianópolis, SC. 2008.

NONATO, Luiz Fernando Costa. **Alvenaria estrutural e suas implicações**. Universidade Federal de Minas Gerais. 2013.

OLIVER, Bianca Gonçalves. **Estudo comparativo de custos entre um edifício executado em alvenaria estrutural e em concreto armado**. 2016. Universidade Federal De Santa Catarina. Joinville – SC.

PASLAUSKI, Maicon Alan. **Estudo comparativo de custos entre construção realizada em alvenaria estrutural e construção em concreto armado com alvenaria de vedação**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2019.

PARSEKIAN, G. A.; SOARES, M. M. **Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos**. 1ª edição. São Paulo: Editora O Nome da Rosa, 2011. 238p.

PAULA, Juliana Gonçalves Amorim de. **Orçamento de Obras**. Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais, 2015.

PEREIRA, Caio. **Como fazer um Orçamento de Obras: O Passo a Passo Completo**. Escola Engenharia, 2017. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/orcamento-de-obras/>. Acesso em: 1 de agosto de 2022.

PINHEIRO, Libânio M.; MUZARDO, Cassiane D.; SANTOS, Sandro P. **Estruturas de Concreto**. São Carlos, 2004.

PORTO, T. B; FERNANDES, D. S. G. **Curso básico de concreto armado: conforme a NBR 6118/2014**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

Quais são os tipos de blocos de concreto. **Tecnobloco**, 2022. Disponível em: <<https://tecnobloco.com.br/quais-sao-os-tipos-de-blocos-de-concreto/>>. Acesso em 22 de jul. de 2022.

RODRIGUES, Júlio César. **Alvenaria Estrutural e Sistema Construtivo**, 2018. FAEX Faculdade de Ciências Aplicadas de Extrema.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Requisitos e critérios mínimos a serem atendidos para solicitação de financiamento de edifícios de alvenaria estrutural junto à Caixa Econômica Federal**. Março de 2003 (disponível no site da CEF).

SAMPAIO, F. M. **Orçamento e custo da construção**. Brasília: Hemus, 1989.

SILVA, Alisson Hoffmann da. **Comparação de custos entre os processos construtivos em concreto armado e em alvenaria estrutural em blocos cerâmicos e de concreto**, 2002. 157p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SILVA, Daniel Neves. **História da Catedral de Notre-Dame**; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/historia/historia-catedral-notre-dame.htm/>>. Acesso em: 05 de maio de 2022.

SILVA, Lillian Caroline da. **Estudo Comparativo Orçamentário De Um Edifício Residencial Analisando Sistemas Estruturais Distintos: Concreto Armado E Alvenaria Estrutural**. 2020. Centro Universitário Do Sul De Minas, Varginha – MG.

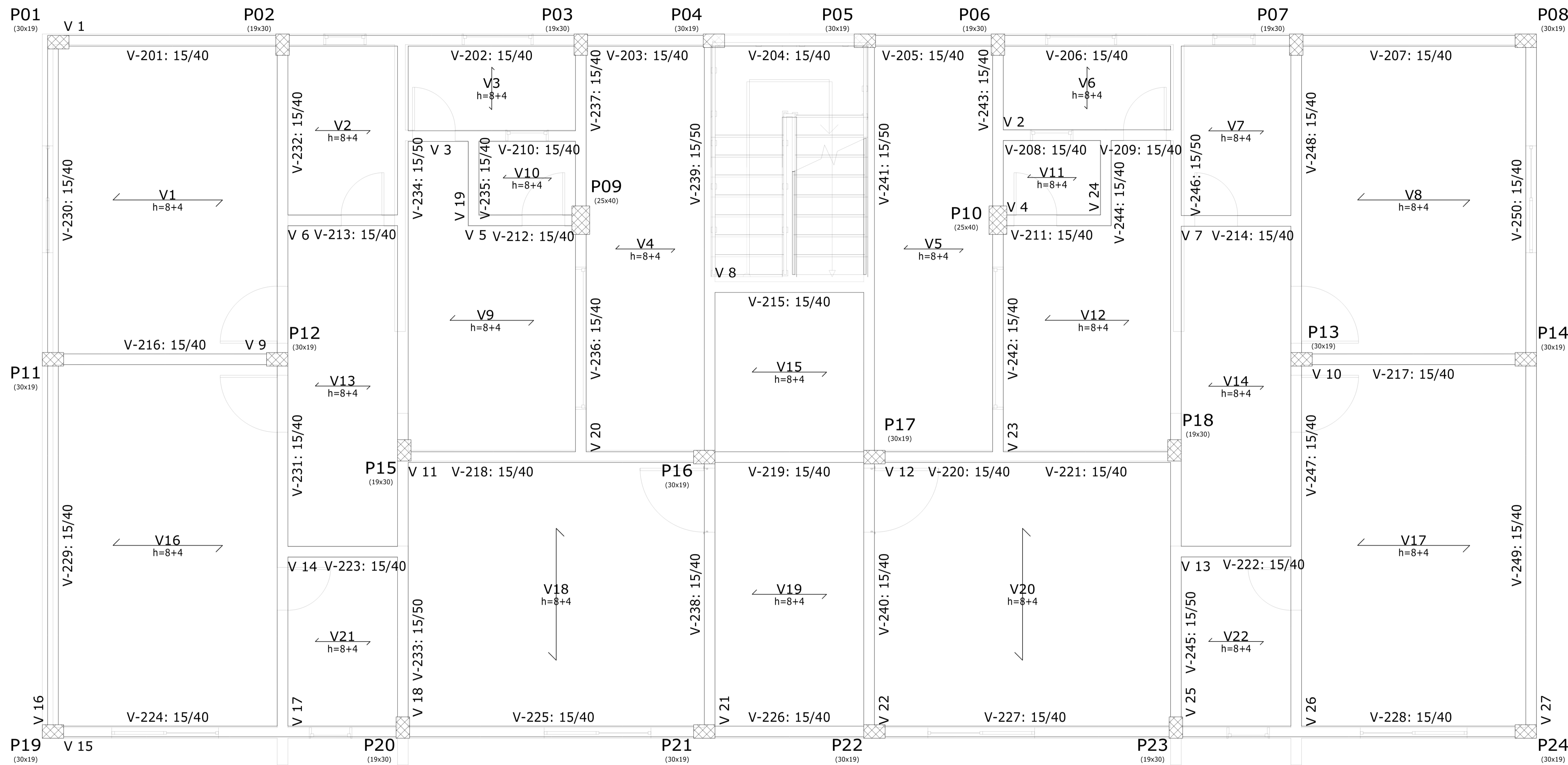
SILVESTRE, Simone Michelle. **ALVENARIA ESTRUTURAL EM PAUTA**. ABCP, 2013. Disponível em: <<https://abcp.org.br/alvenaria-estrutural-em-pauta/>>. Acesso em: 20 de julho de 2022.

SINAPI: **Metodologias e Conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil / Caixa Econômica Federal**. – 8ª Ed. – Brasília: CAIXA, 2020.

TAUIL C. A.; NESE F. J. M. **Alvenaria estrutural**. 1ª edição. São Paulo: Editora Pini, 2010. 183p.

XAVIER, Ivan. **Apostila do Curso – Orçamento, Planejamento e Custos de Obra**, 2008.

ANEXO I – SUPERESTRUTURA DA EDIFICAÇÃO EM CONCRETO ARMADO



Piso 1 - Superfície total: 199,31 m²

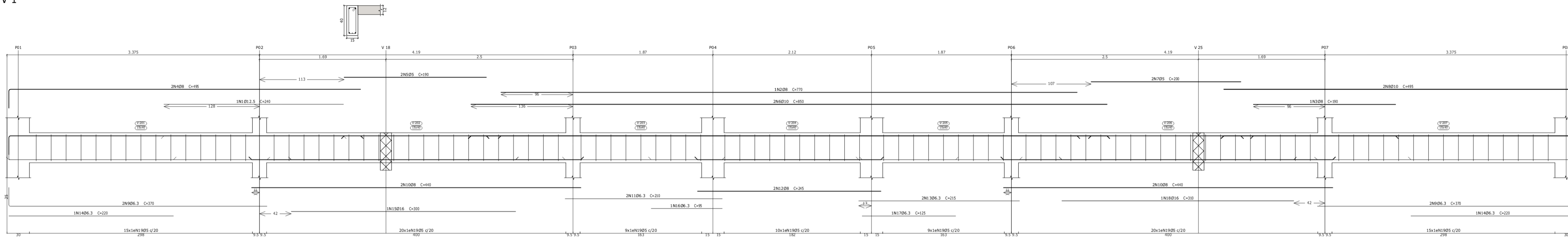
Elemento	Formas (m ²)	Volume (m ³)	Barras (kg)
LAJES	174.39	15.35	245
Vigas: fundo	23.47	10.56	776
Forma lateral	100.62		
Pilares (Sup. Formas)	62.06	3.74	398
Escadas	9.73	1.12	80
Total	370.27	30.77	1499
Índices (por m ²)	1.858	0.154	7.52

Pavimentos tipo
 Piso
 Mf: Momento fletor de cálculo por metro de largura (kN x m/m)
 V: Esforço cortante de cálculo por metro de largura (kN/m)
 Escala: 1:30

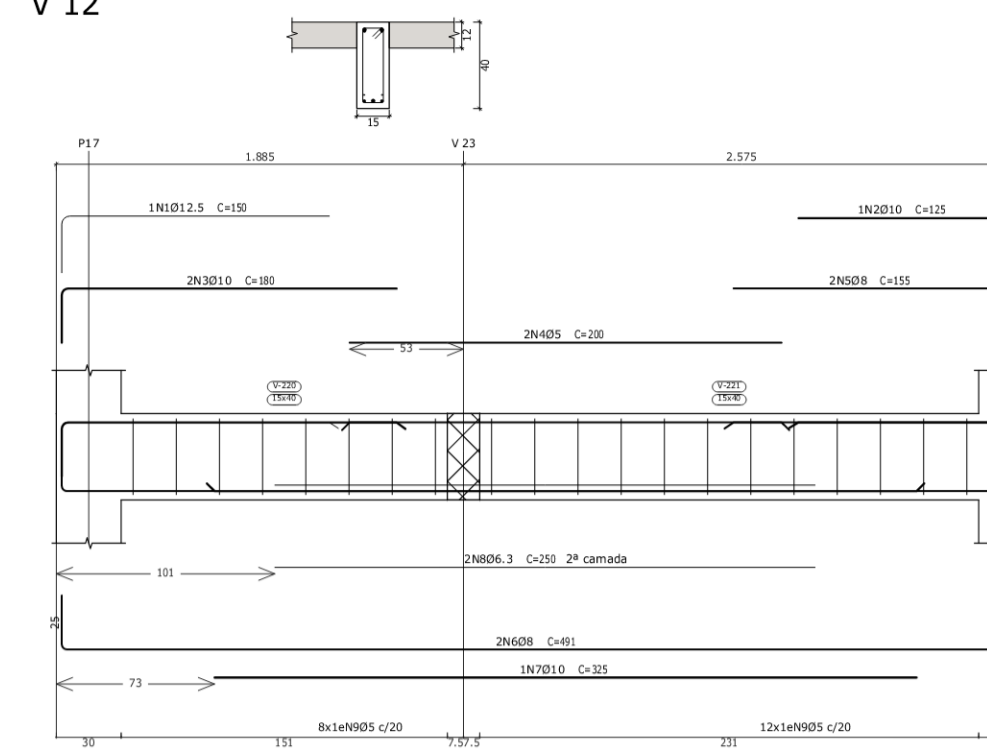
- PILAR QUE PASSA
- PILAR QUE MORRE
- PILAR QUE NASCE

PRANCHAS	01/13		PROJETO ESTRUTURAL CONCRETO ARMADO PLANTA DE FORMA - PAVIMENTOS-TIPO	
OBRA:	BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS	ESCALA:	101:30	DATA:
ALUNO:	DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO			FEV, 2022
ASSINATURA:		DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS: <small>É proibida, na forma da Lei nº 9.610, de 1998, sob pena de sanção penal, a reprodução total ou parcial desta página ou parte dela sem autorização por escrito do autor ou de sua sucessora, a ser feita sem o prévio autorização do engenheiro.</small>		

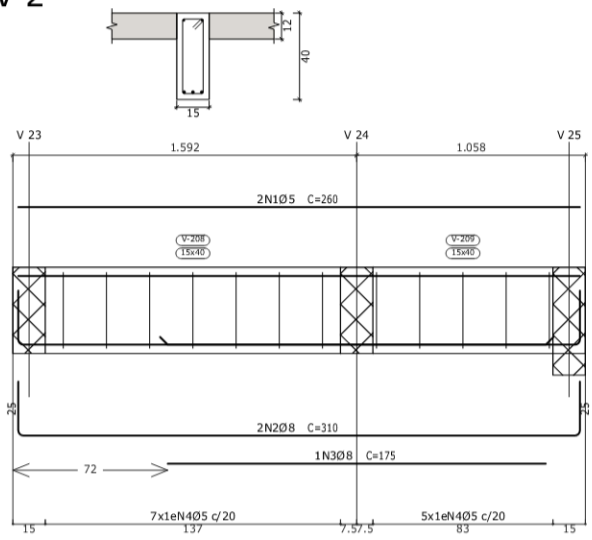
V 1



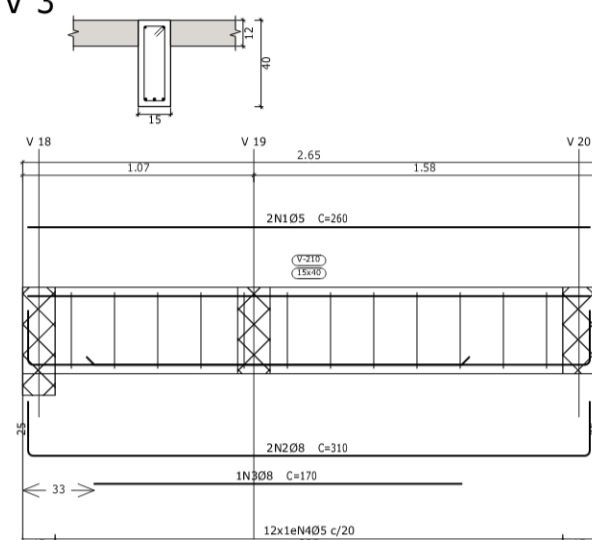
V 12



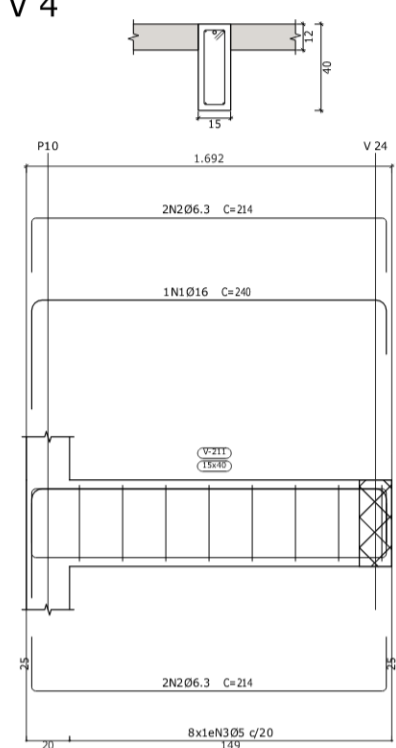
V 2



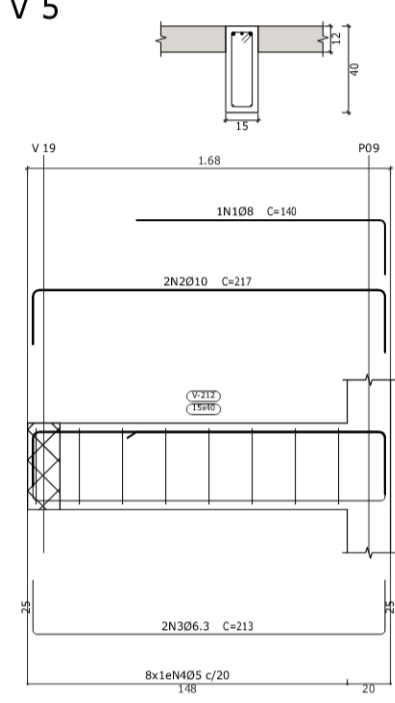
V 3



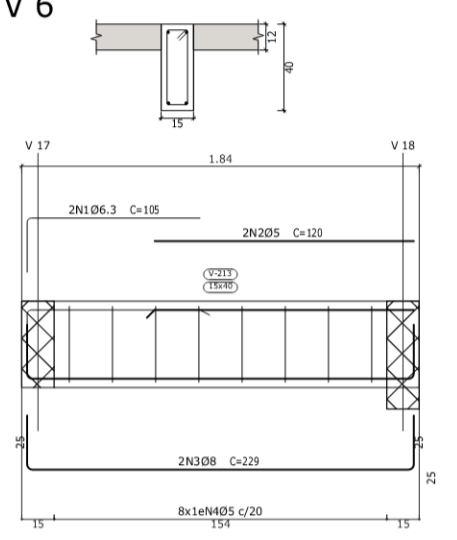
V 4



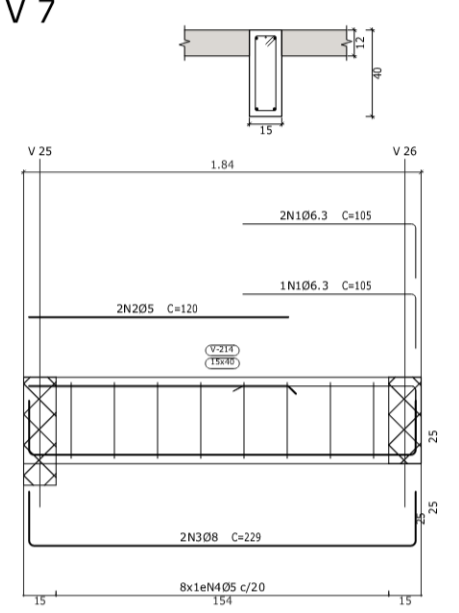
V 5



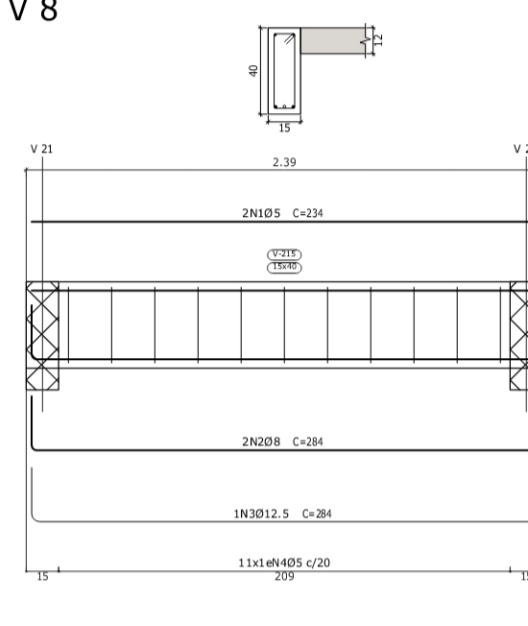
V 6



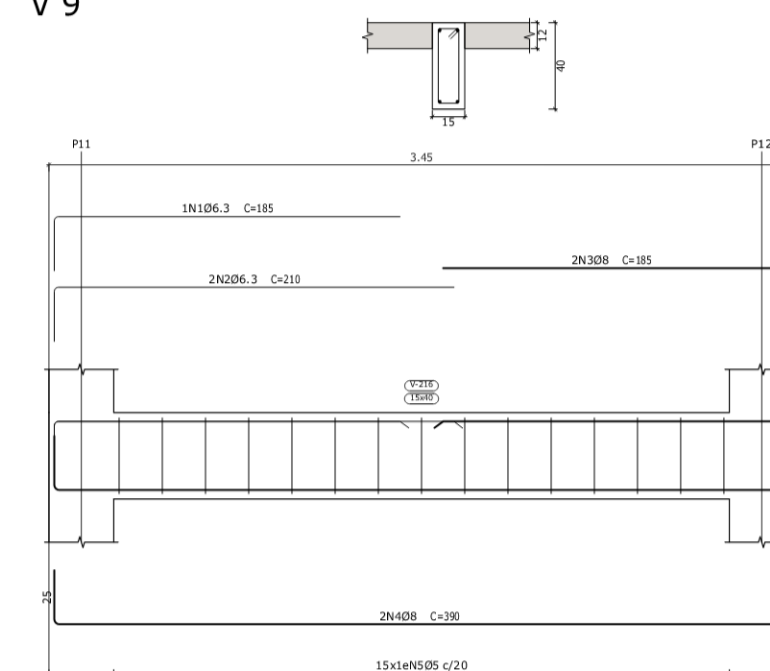
V 7



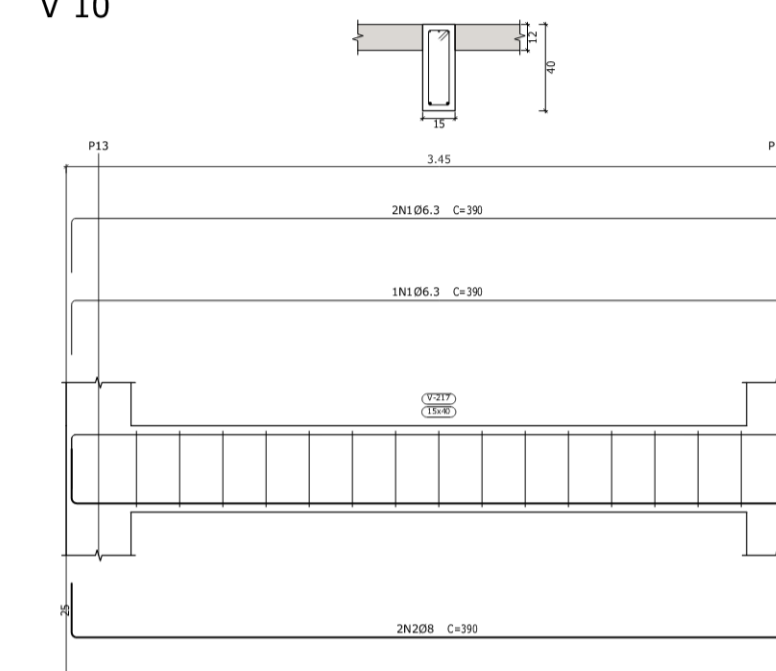
V 8



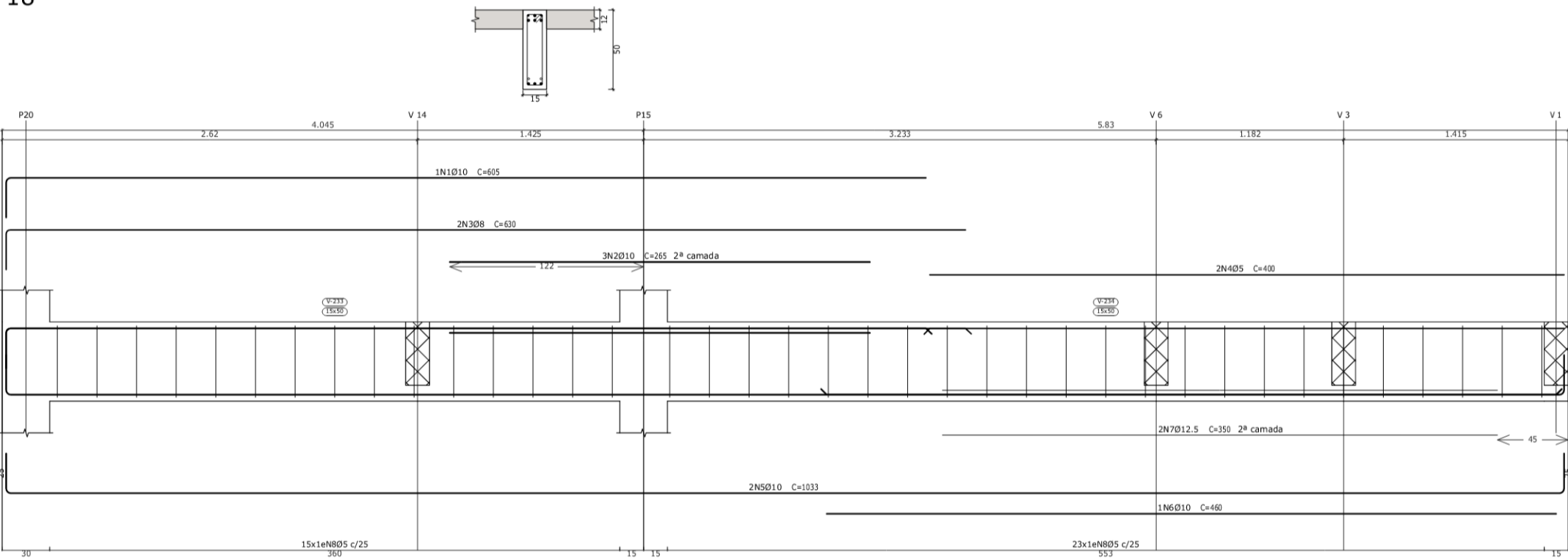
V 9



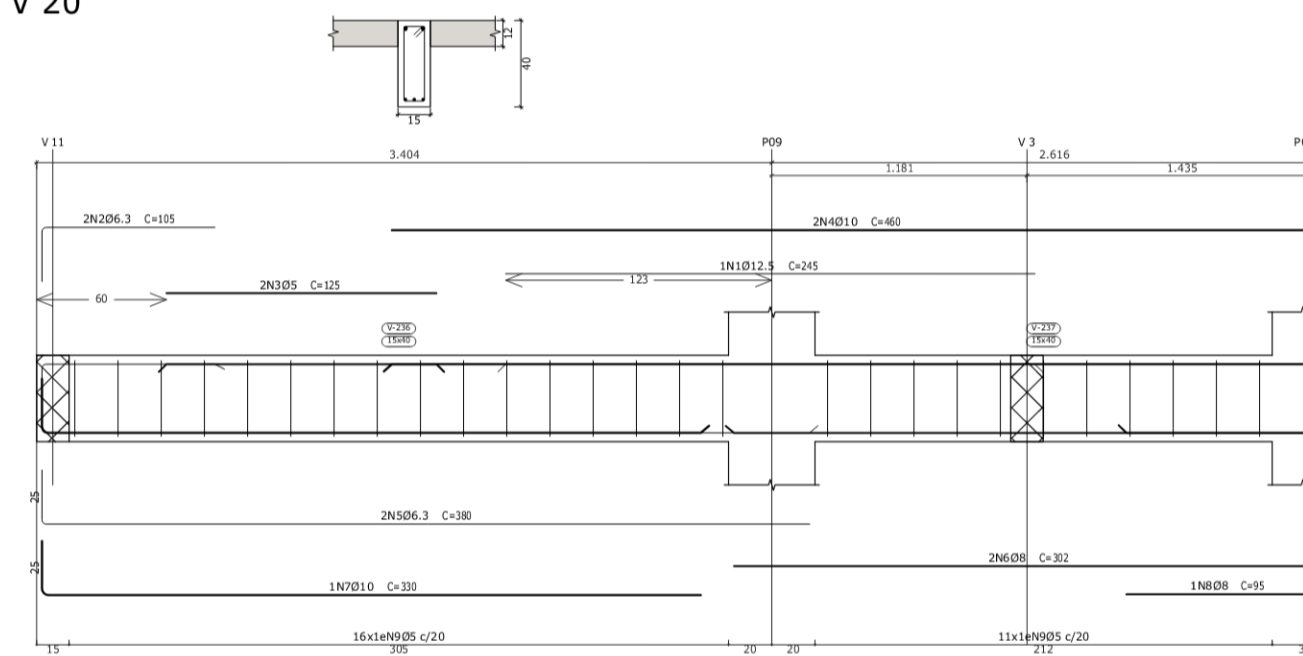
V 10



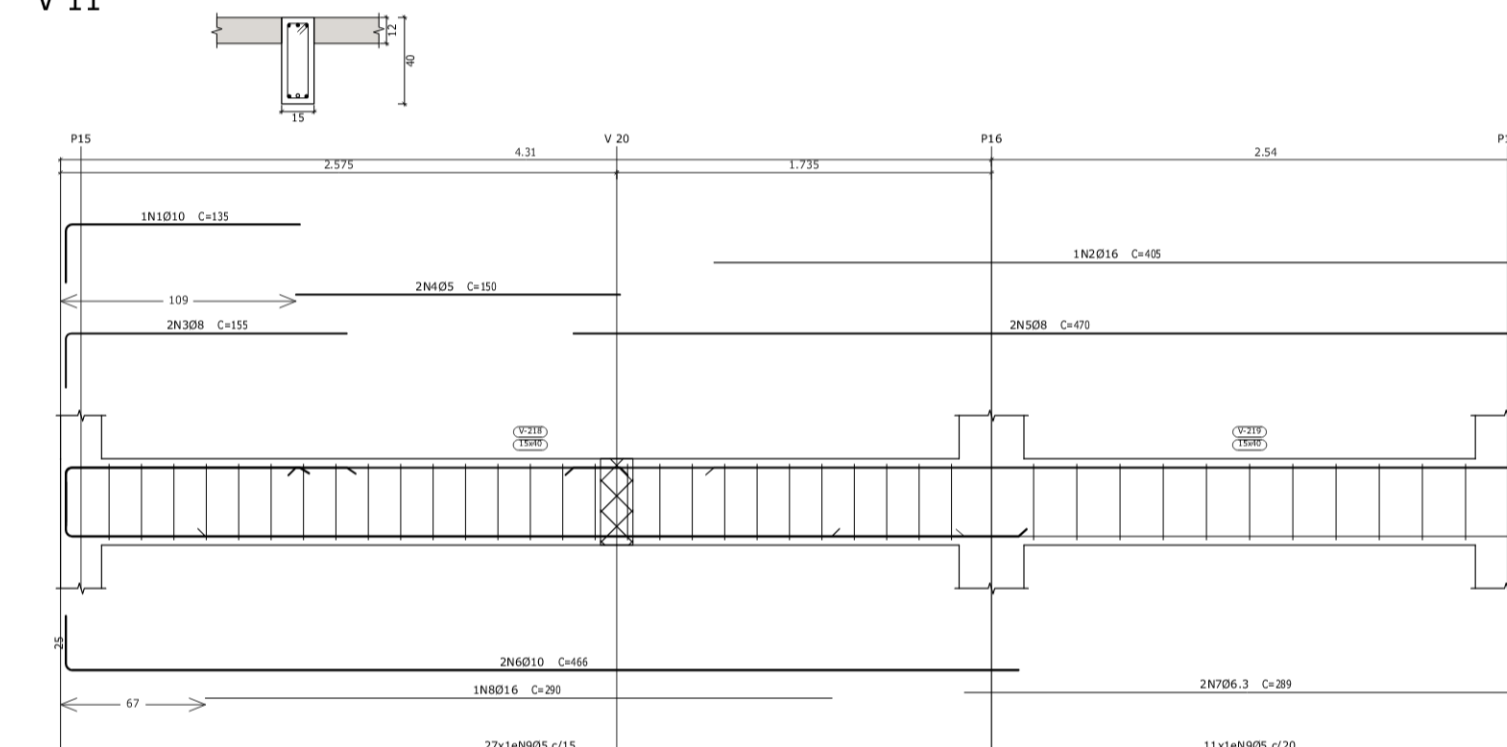
V 18



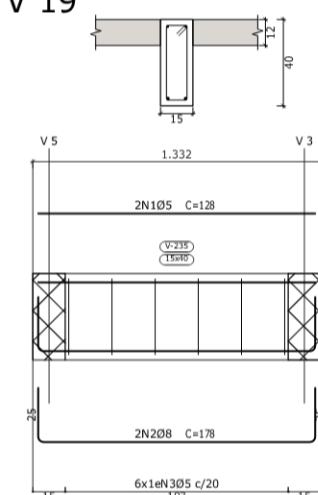
V 20



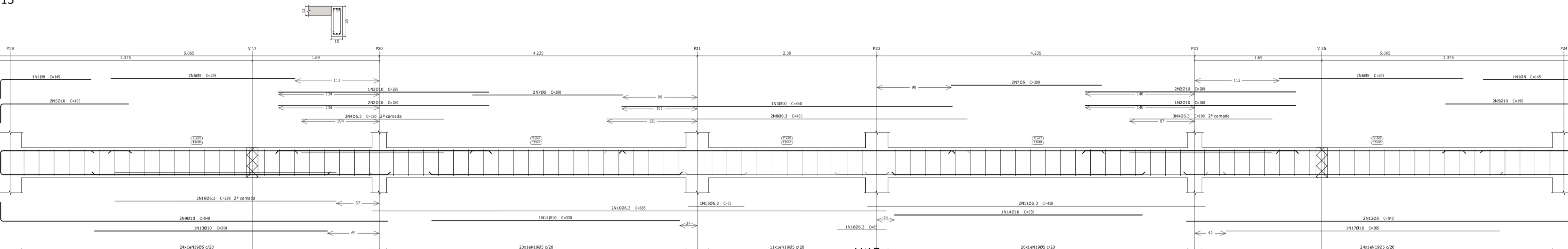
V 11



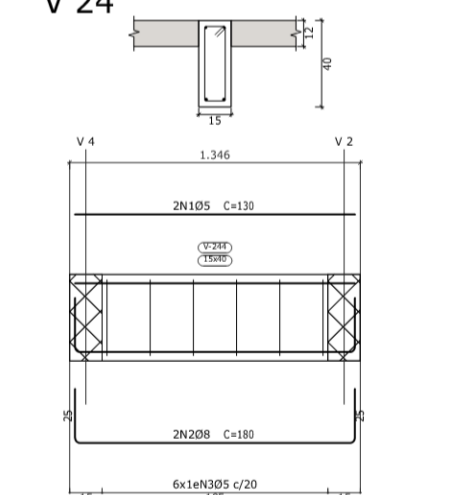
V 19



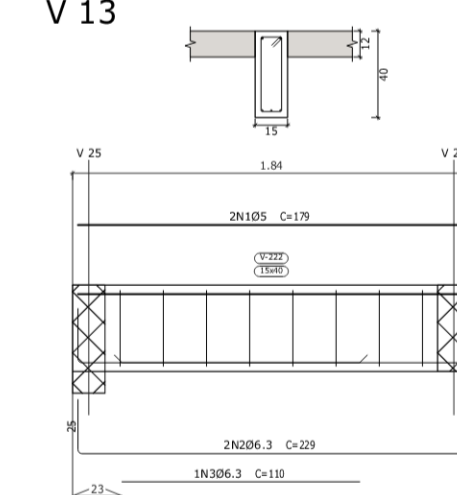
V 15



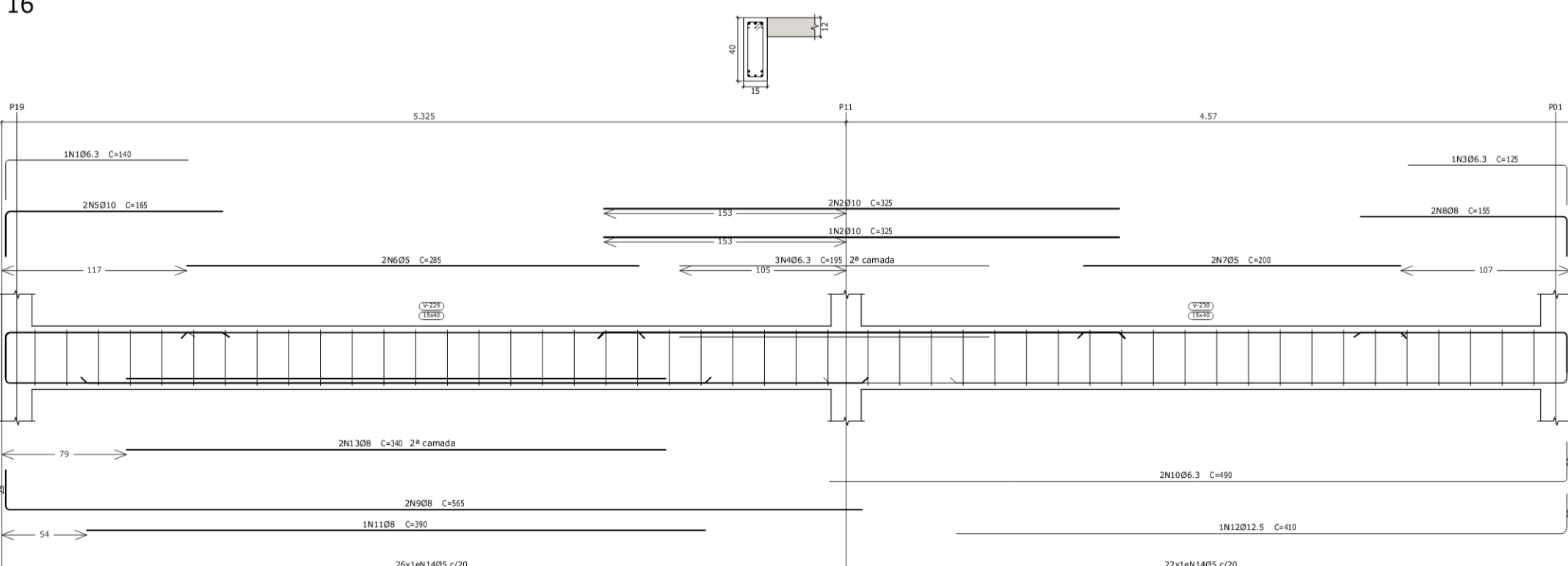
V 24



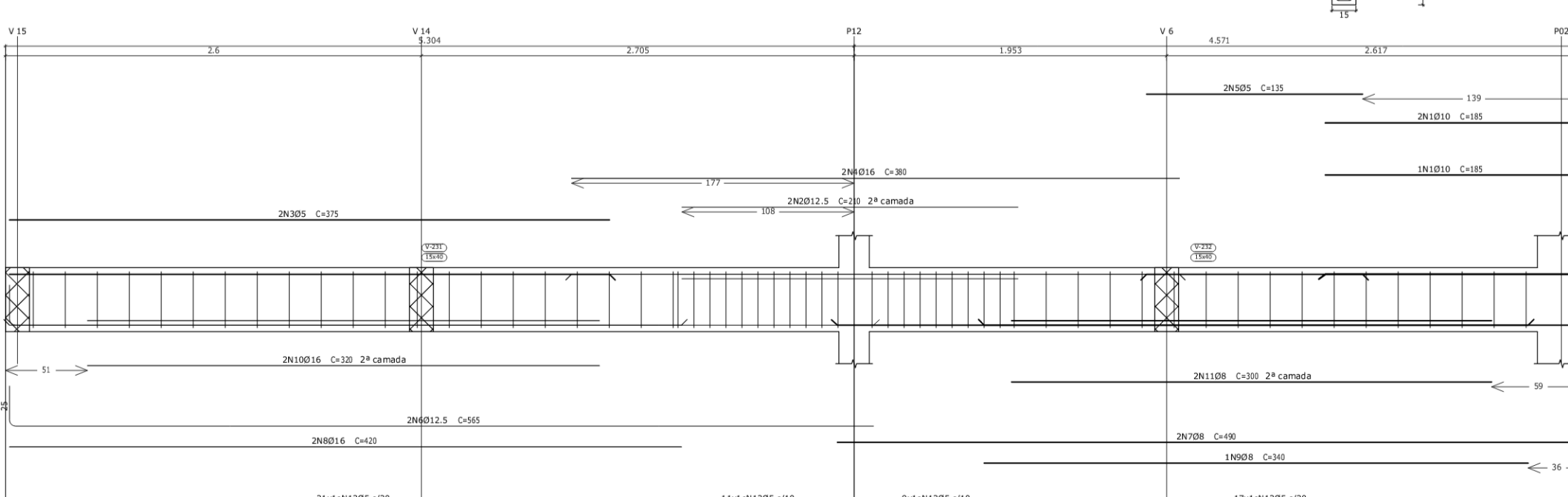
V 13



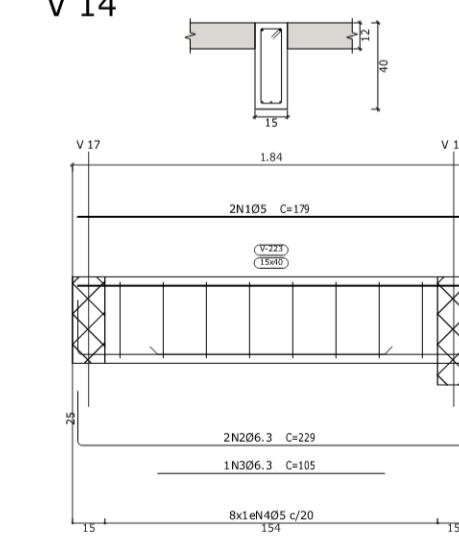
V 16



V 15

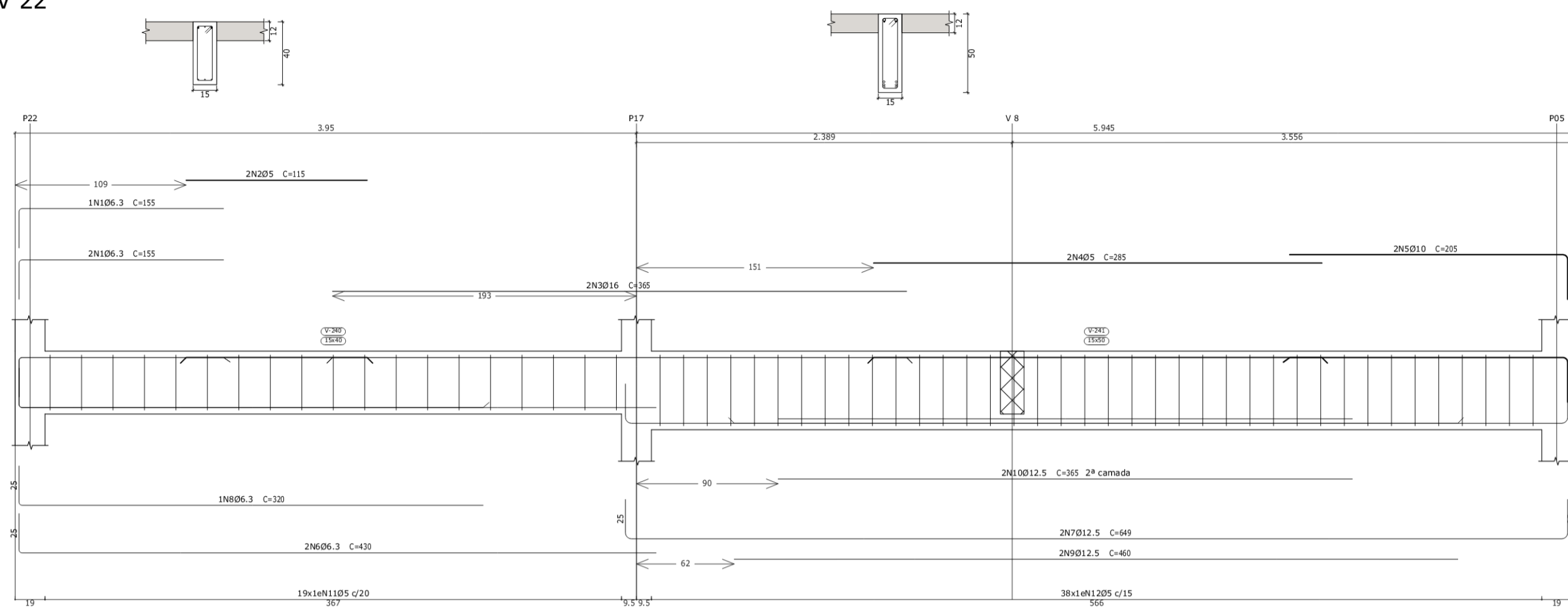


V 14

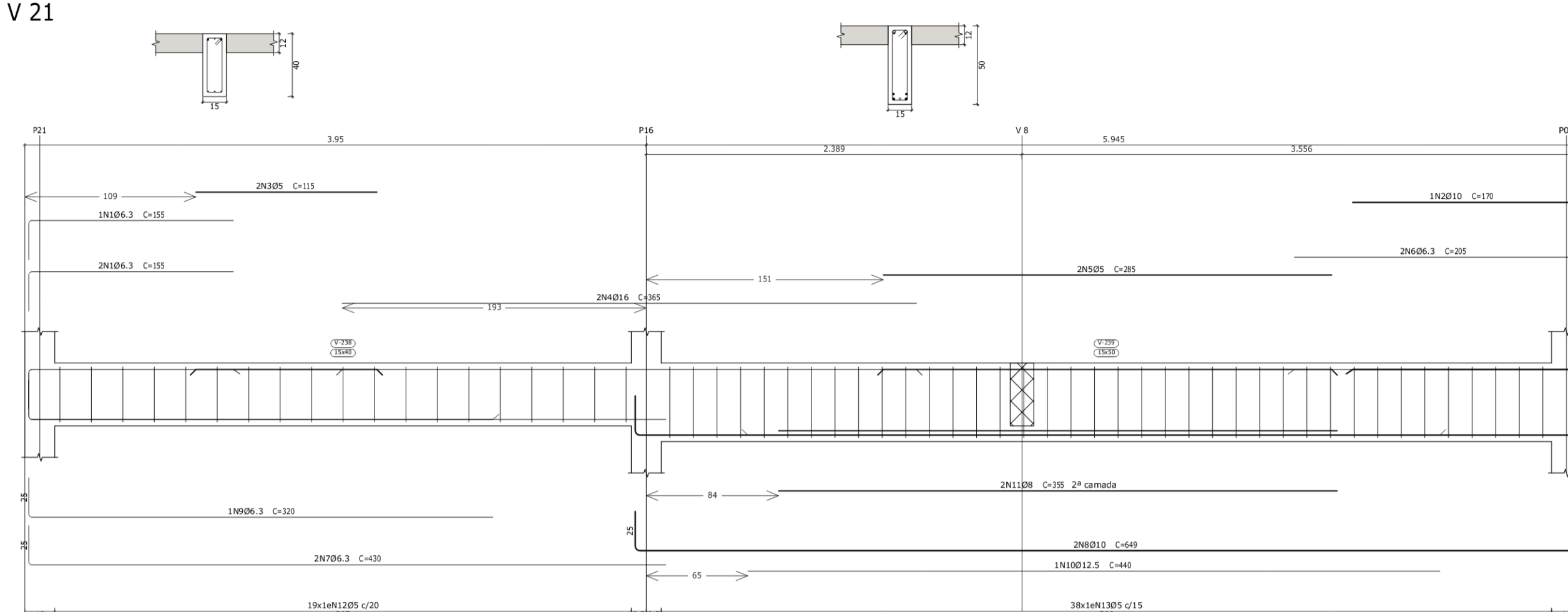


PRANCHAS		PROJETO ESTRUTURAL CONCRETO ARMADO	
02/13		VIGAS - PAVIMENTO 1	
OBRA:	BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS	ESCALA:	DATA:
ALUNO:	DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO	01:35	FEV, 2022
ASSINATURA:		DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:	
DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO		É proibida, na forma da Lei nº 9.610, de 1998, a reprodução total ou parcial desta obra sem autorização do autor. É proibida a utilização desta obra para fins de divulgação ou qualquer outro uso não autorizado pelo autor.	

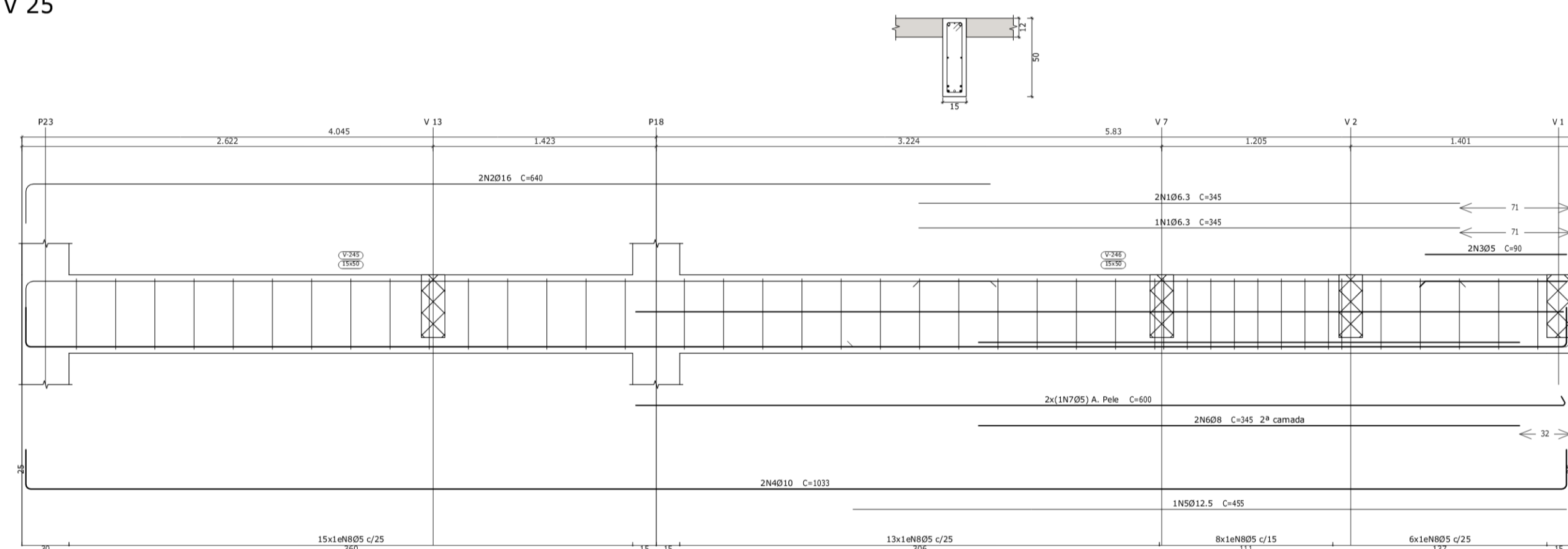
V 22



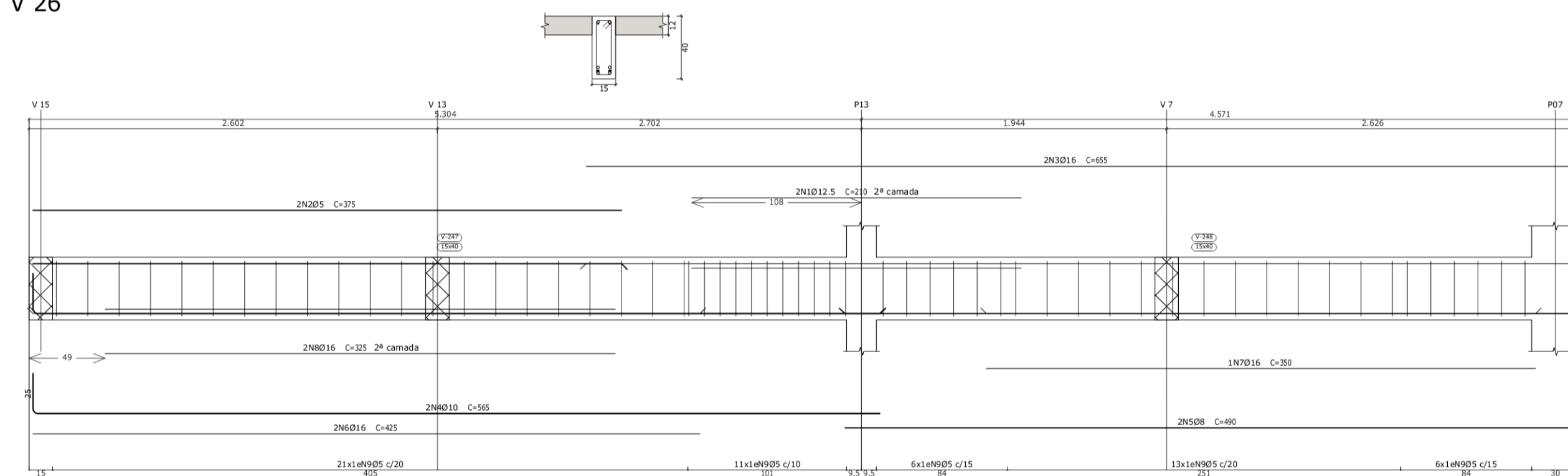
V 21



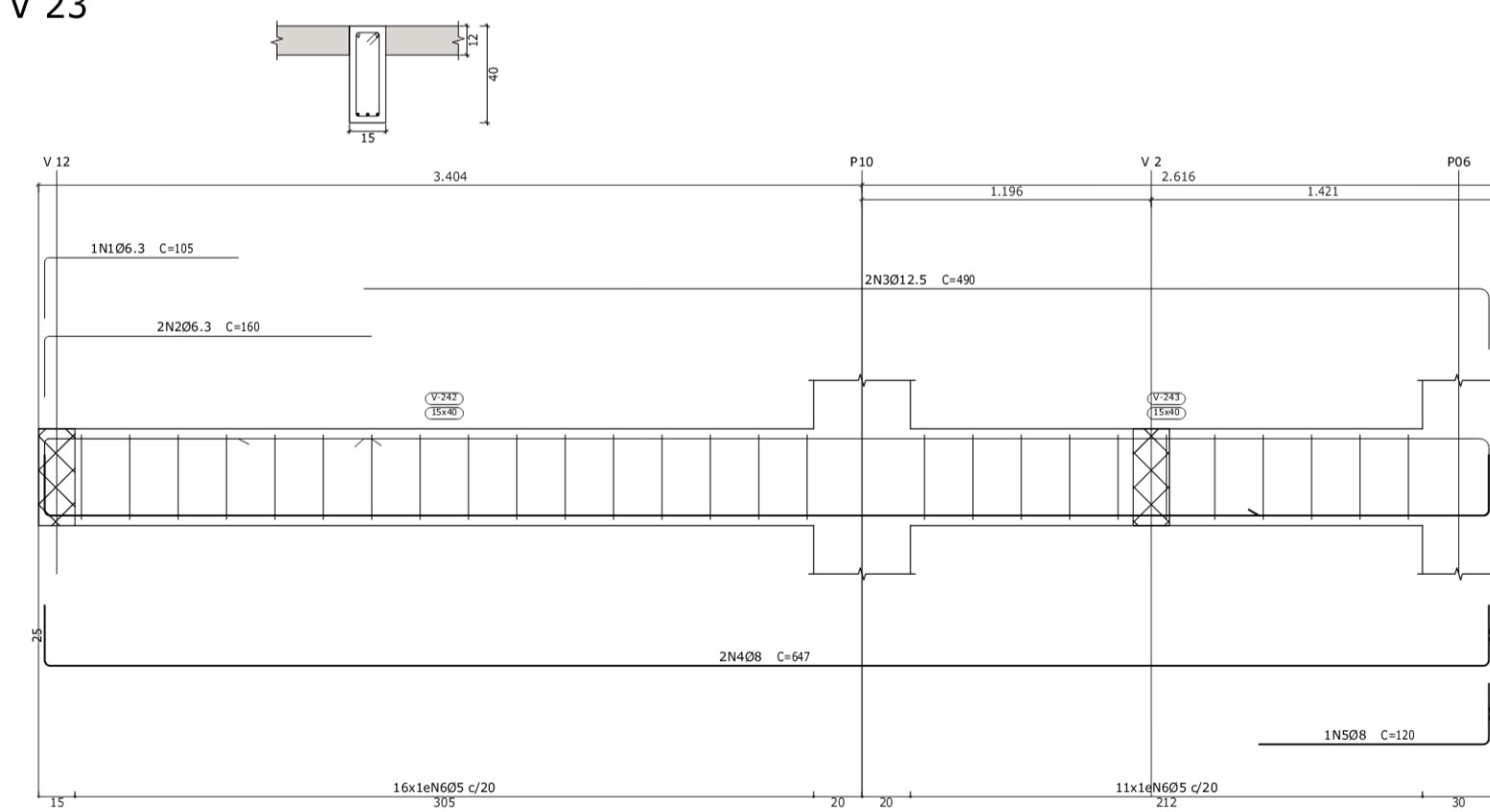
V 25



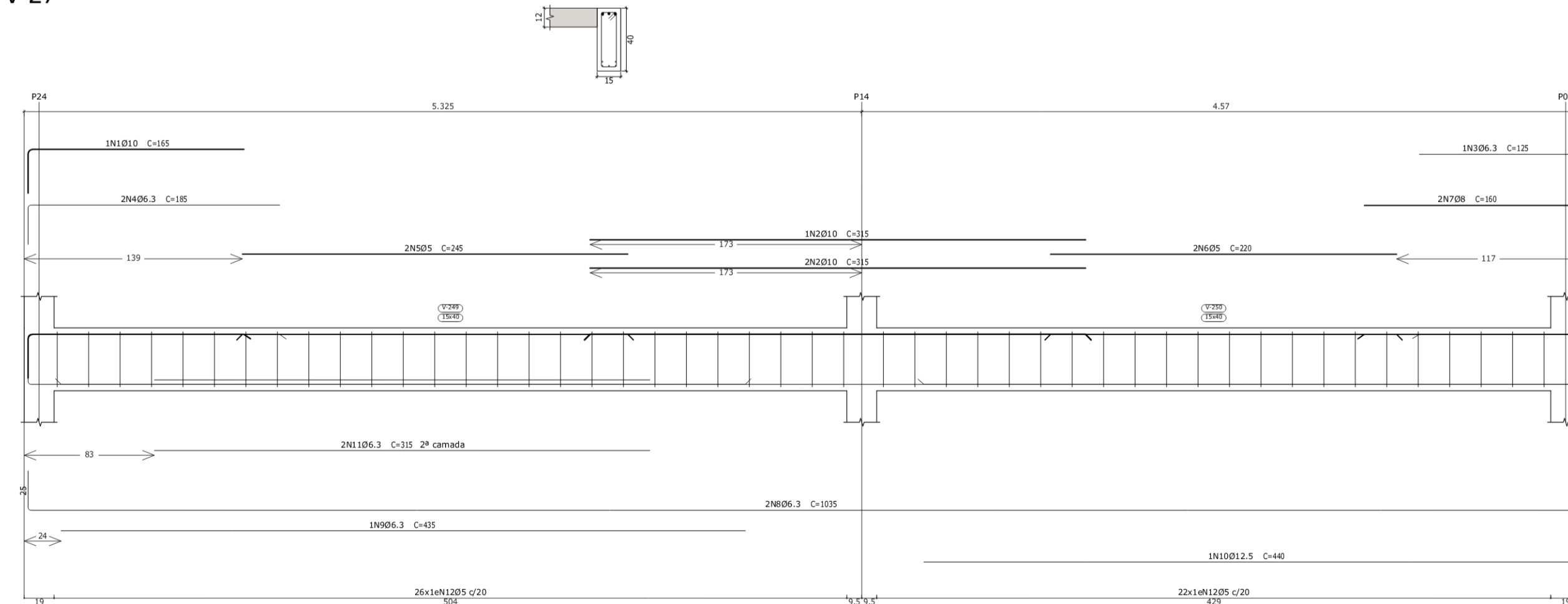
V 26



V 23



V 27



Piso 1
 Desenho de vigas
 Concreto: C25, em geral
 Aço das barras: CA-50 e CA-60
 Aço dos estribos: CA-50 e CA-60
 Escala vigas 1:20
 Escala seções 1:20
 Escala aberturas 1:20

Resumo Aço		Comp. total	Peso+10%	Total
Desenho de vigas		(m)	(kg)	
CA-50	06.3	254.7	69	
	08	244.7	106	
	010	231.7	157	
	012.5	92.6	98	
	016	100.5	175	605
CA-60	05	995.2	172	172
Total				777

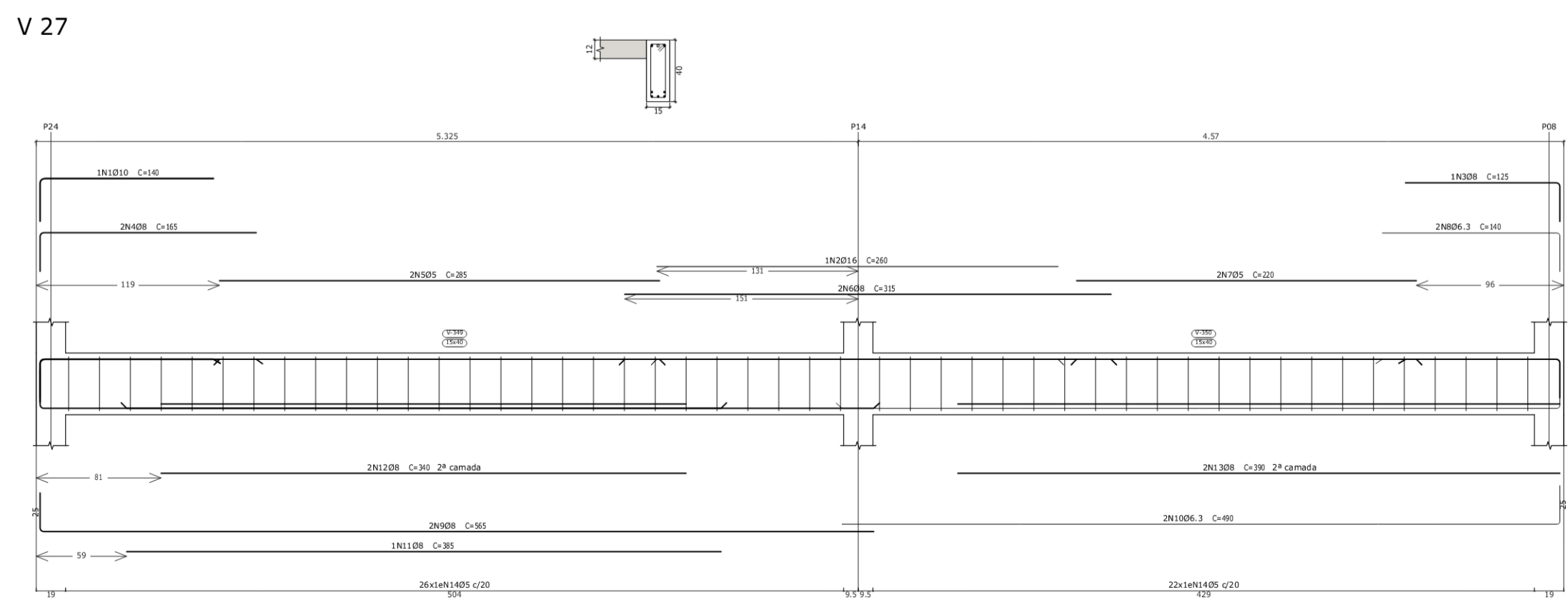
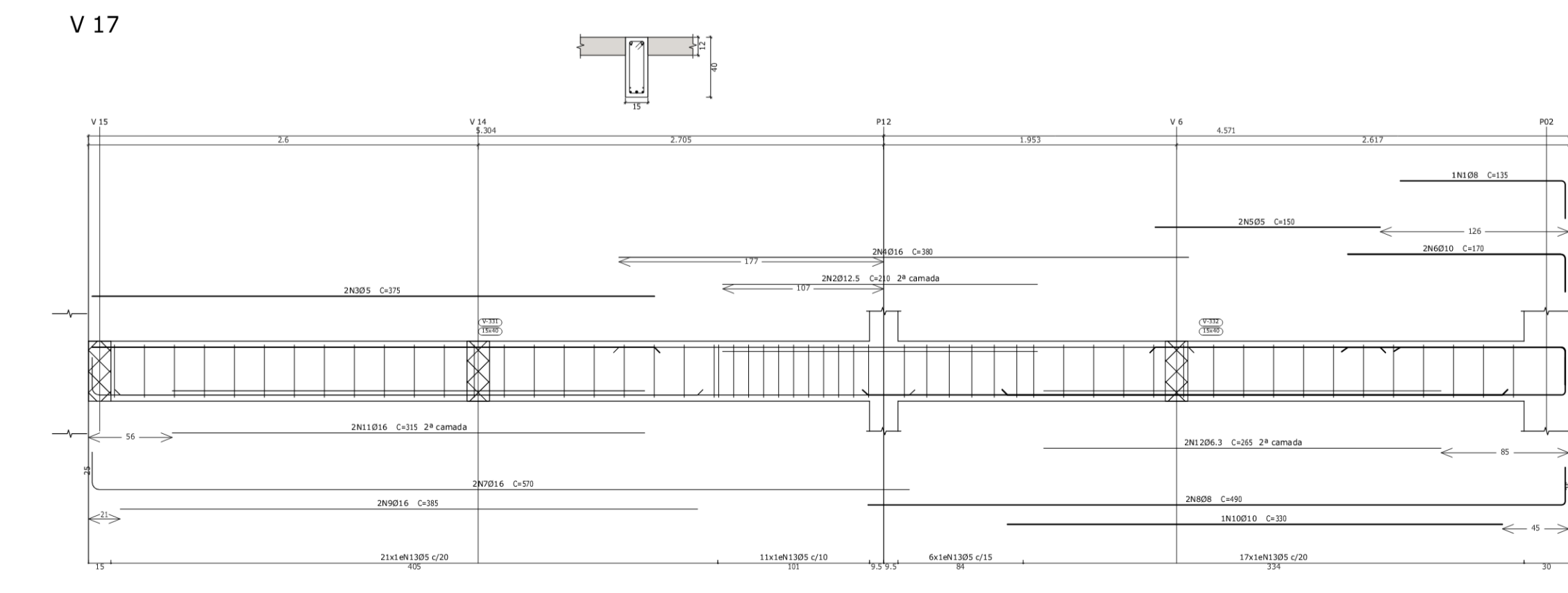
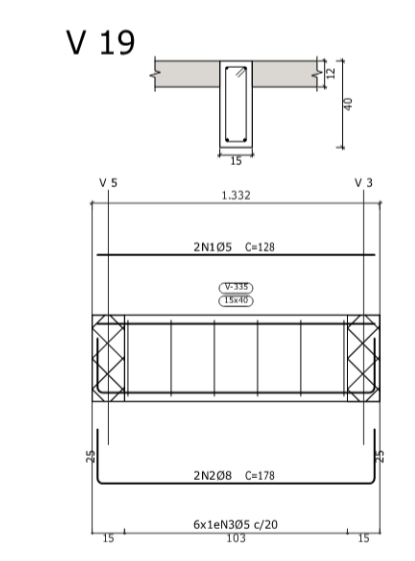
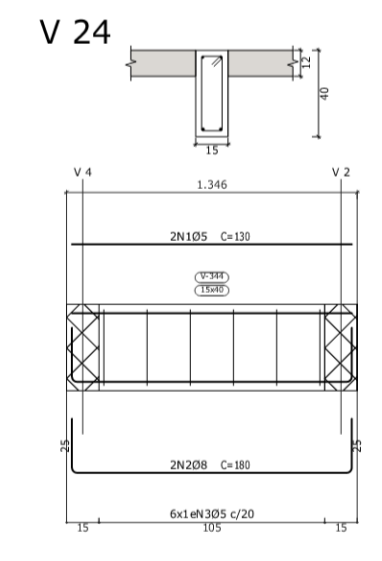
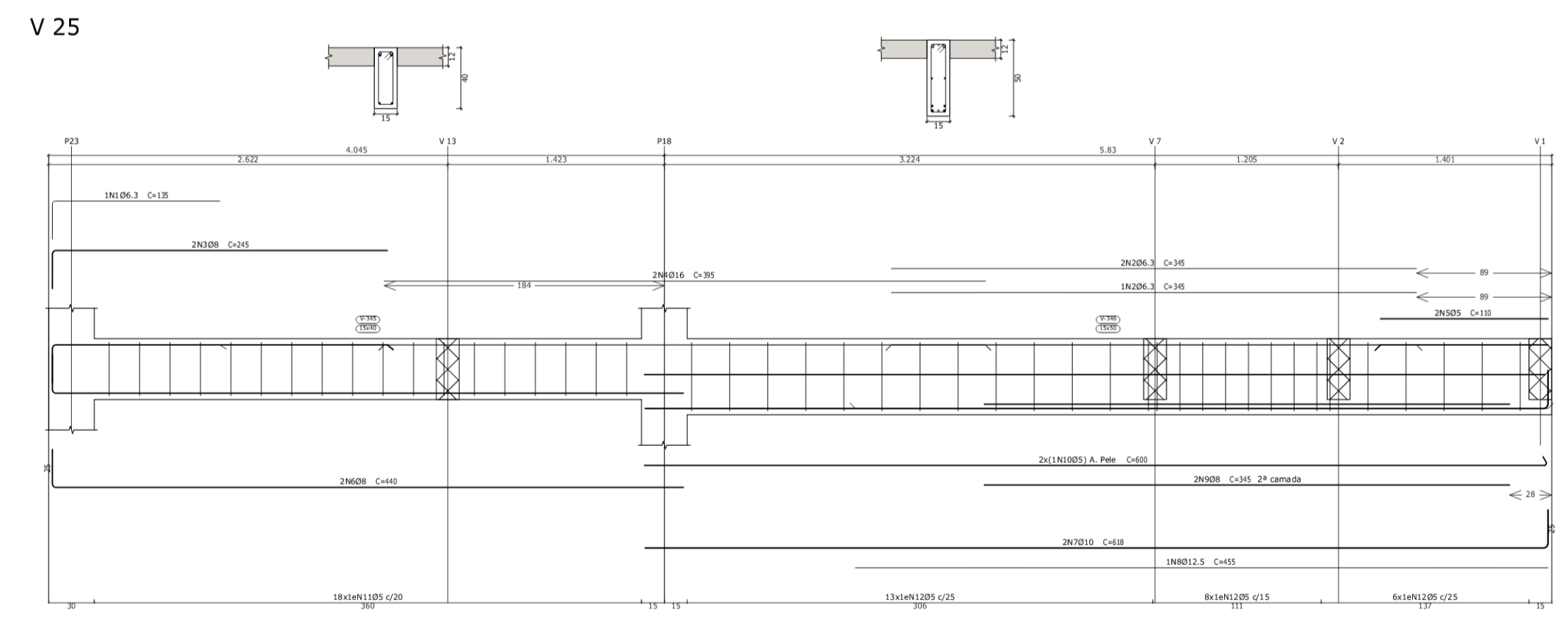
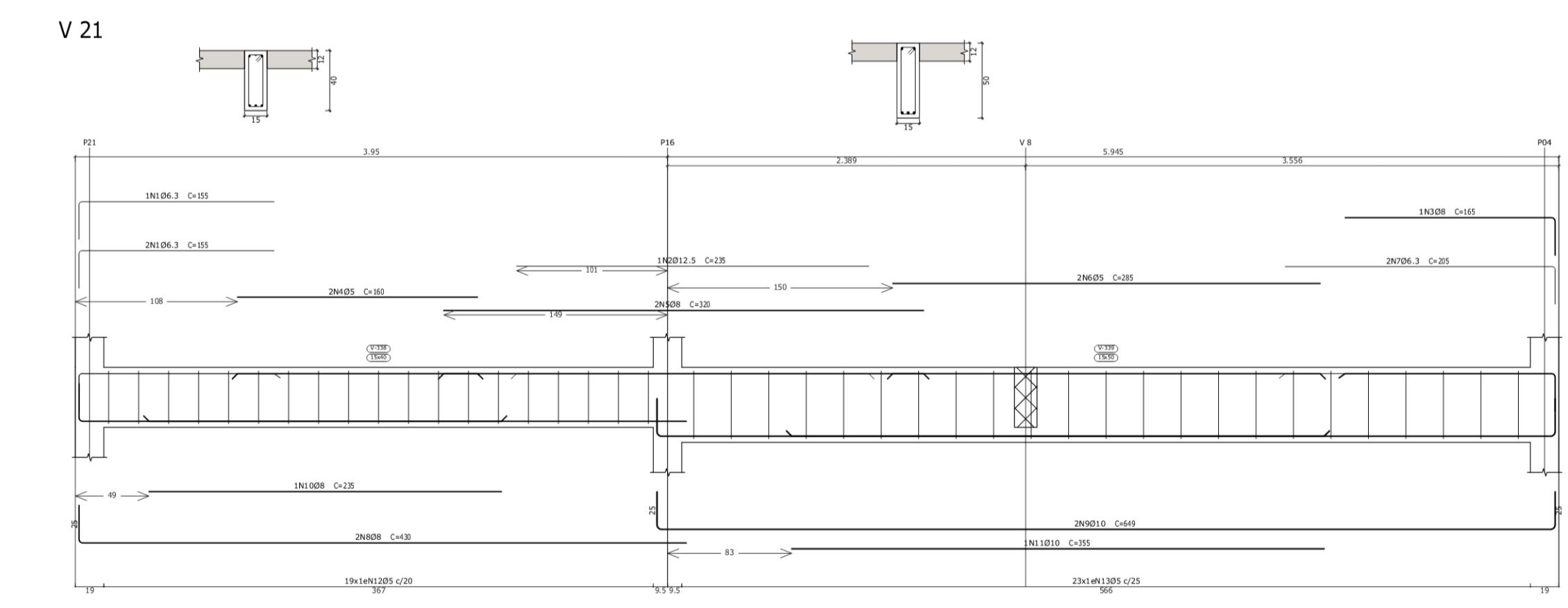
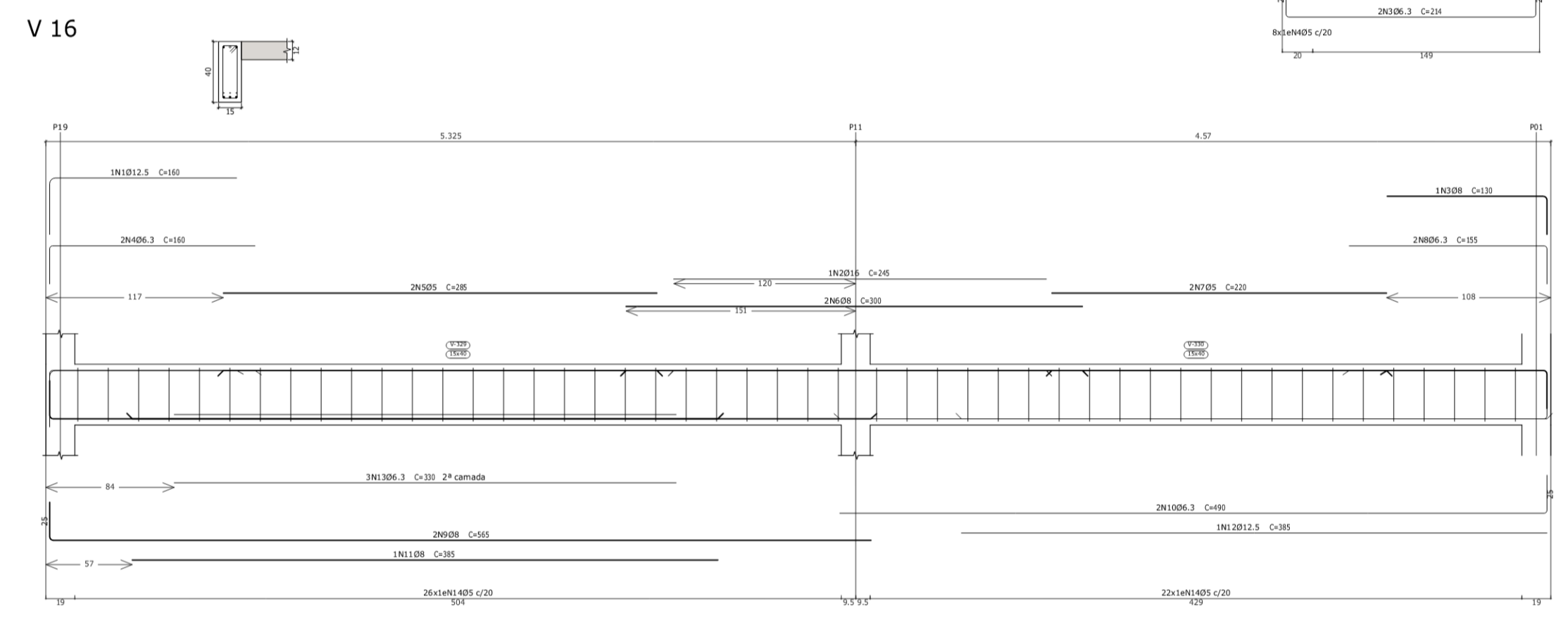
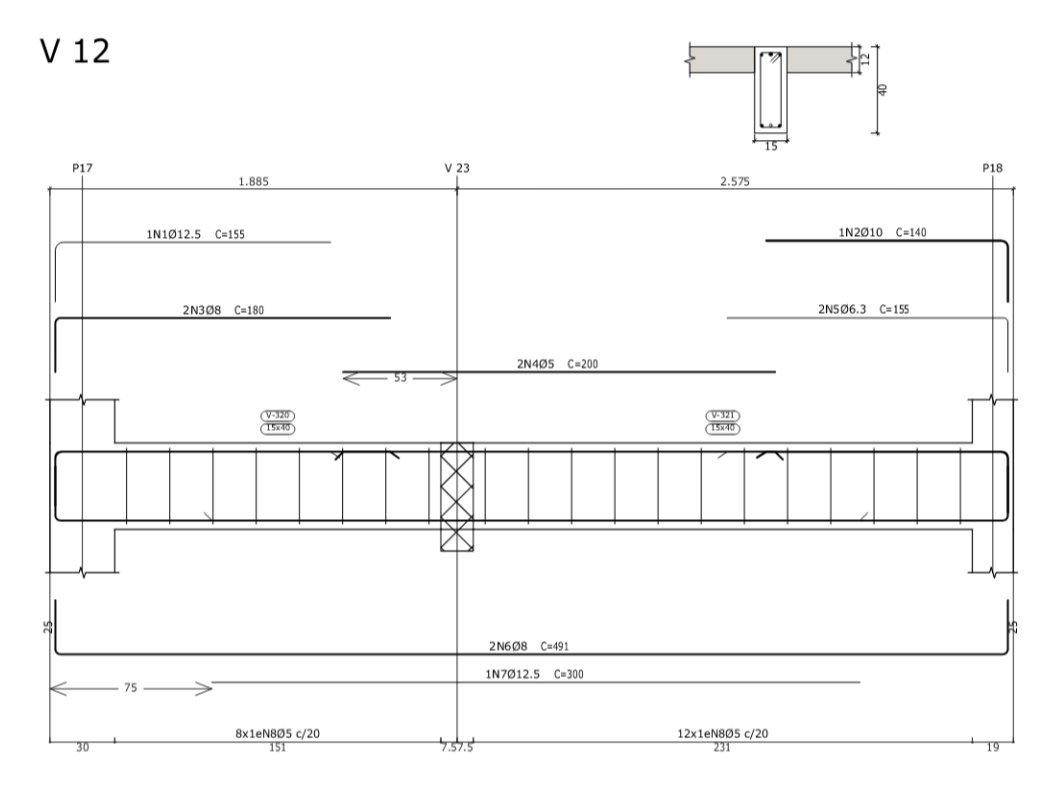
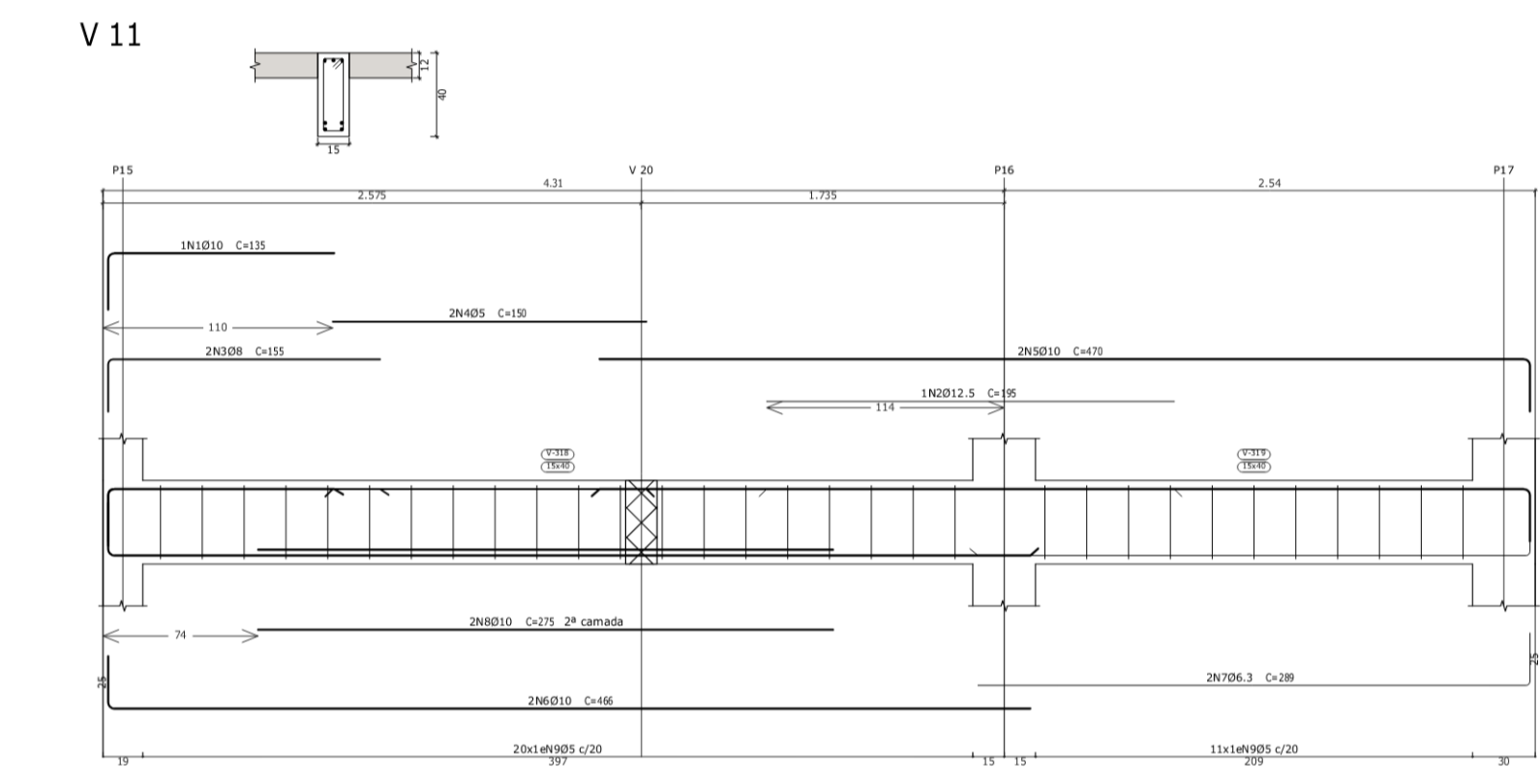
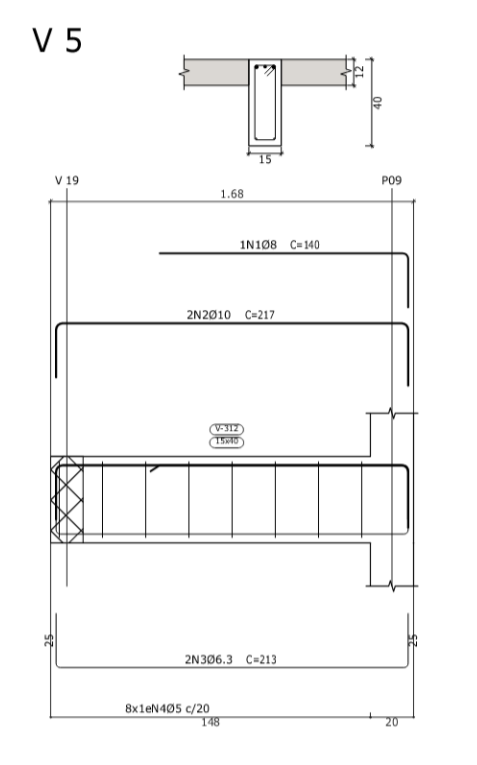
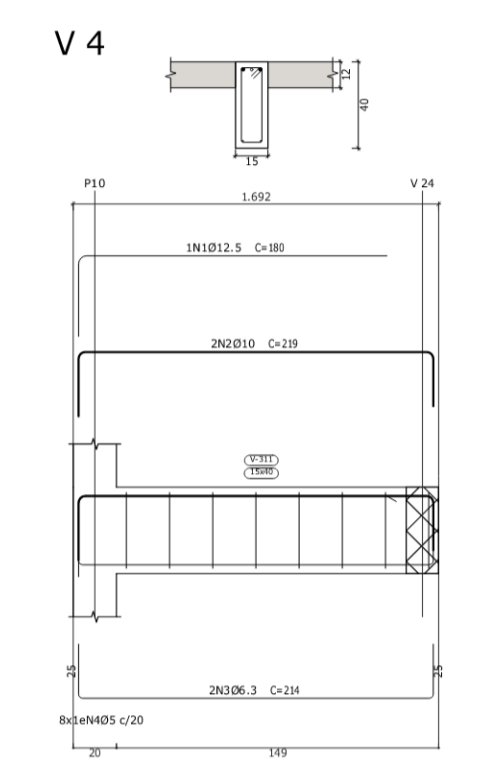
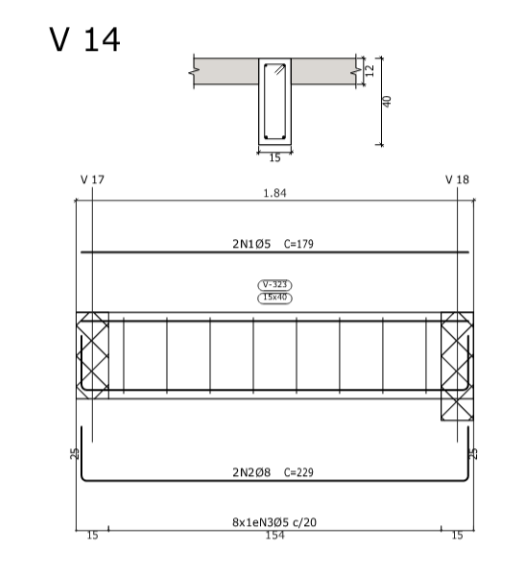
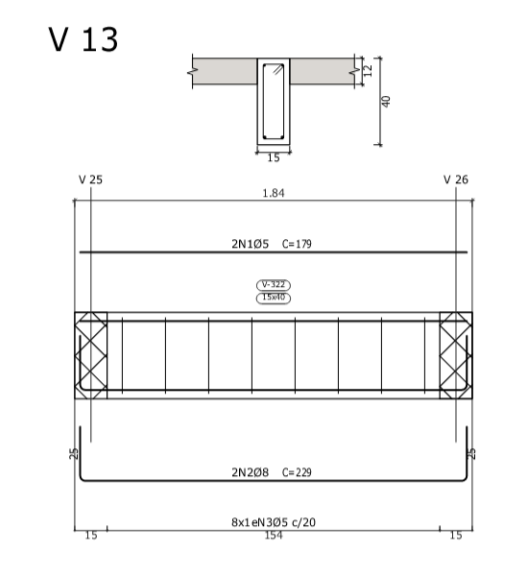
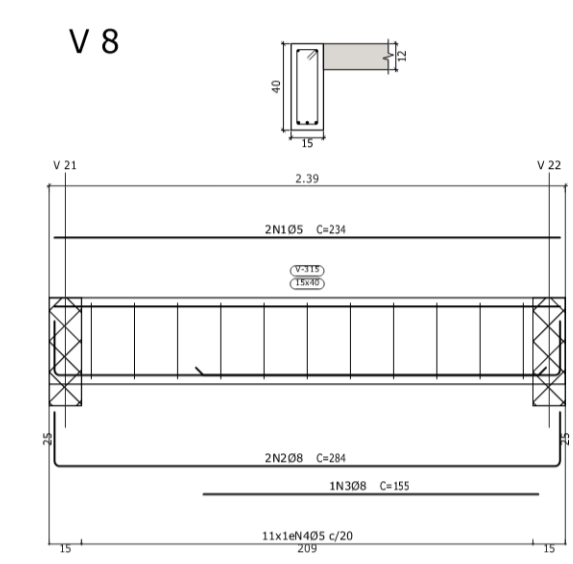
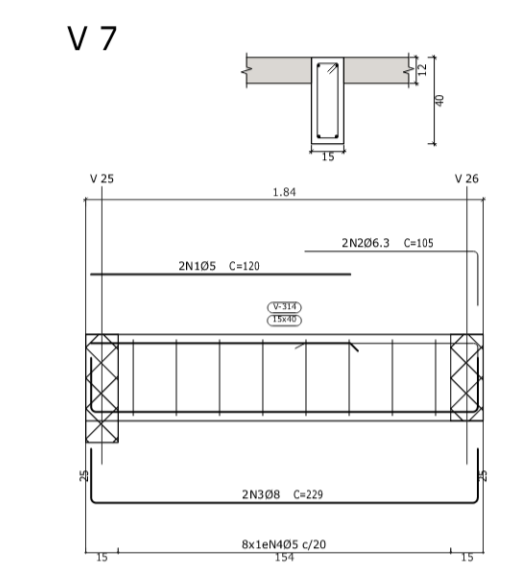
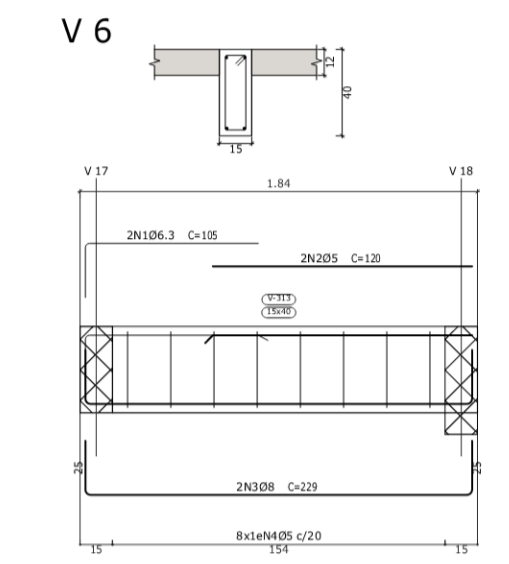
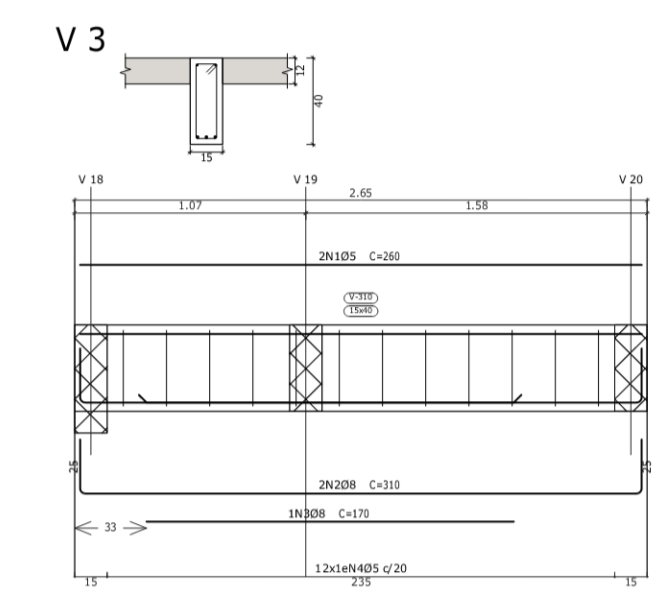
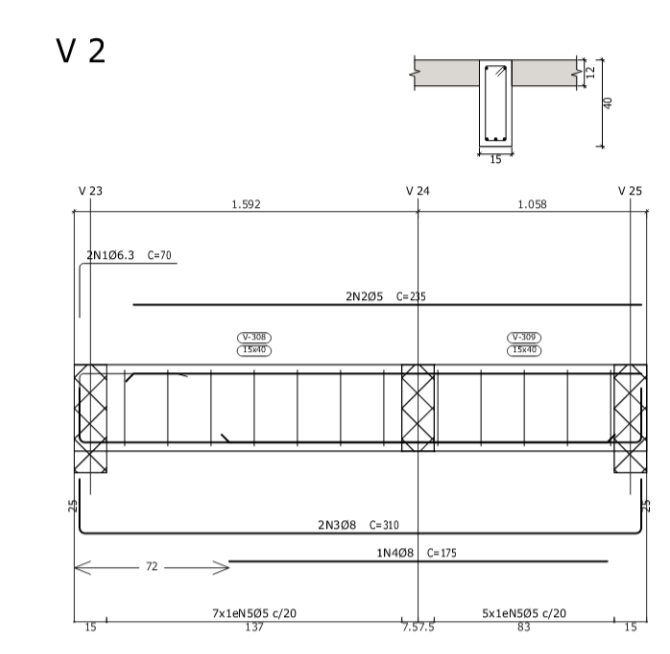
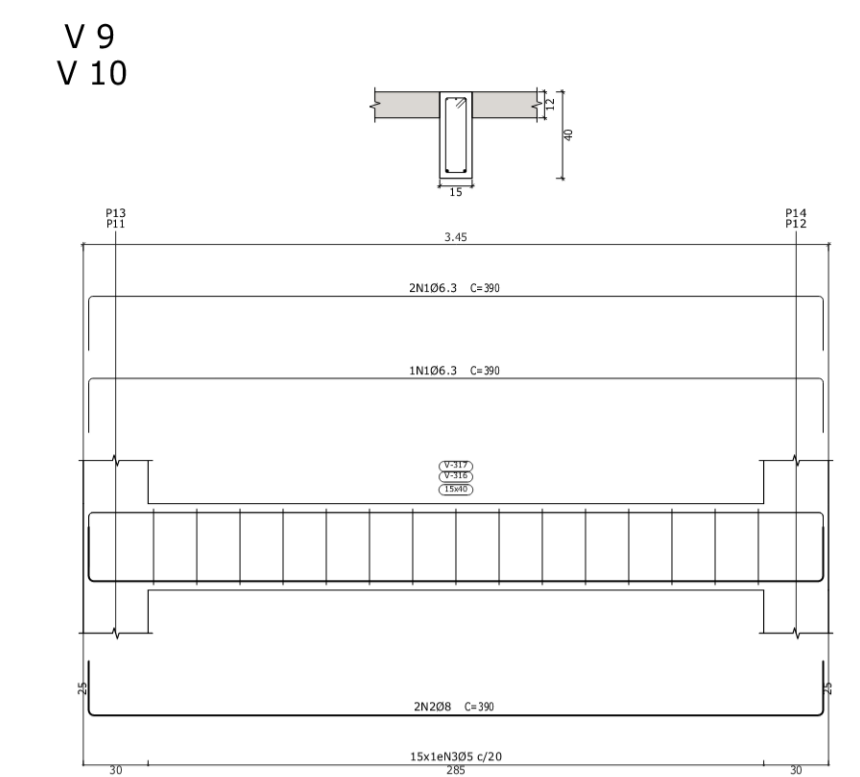
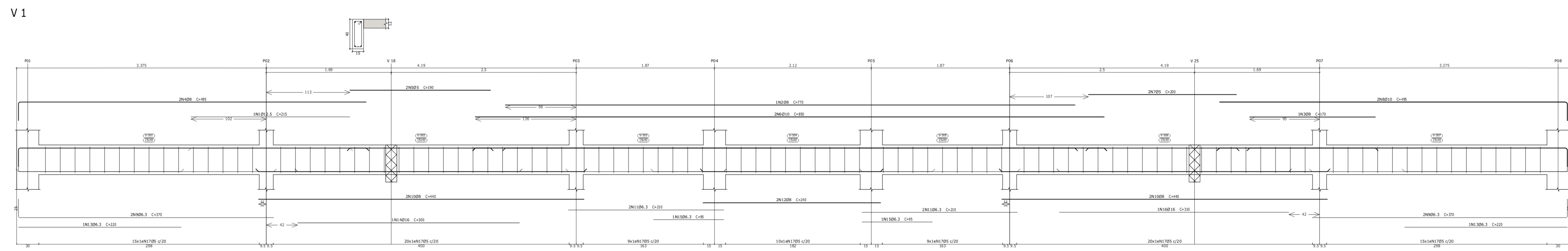
PRANCHAS
03/13
 PROJETO ESTRUTURAL CONCRETO ARMADO
 VIGAS - PAVIMENTO 1

OBRA: BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS
 ALUNO: DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO
 ESCALA: **01:30**
 DATA: **FEV, 2022**

ASSINATURA:
 DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO

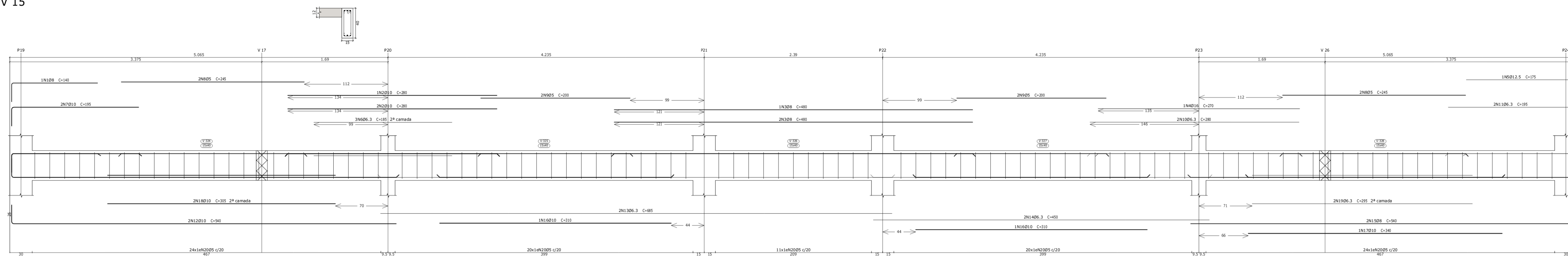
DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:
 É proibida, na forma da Lei nº 5.250, de 18.10.1964, a cópia, parcial, e reprodução total ou parcial desta obra, sem a autorização do autor, para fins de divulgação ou utilização em qualquer forma de comunicação ou publicação, sem a prévia autorização do engenheiro.

Formato A1 - 841x594mm

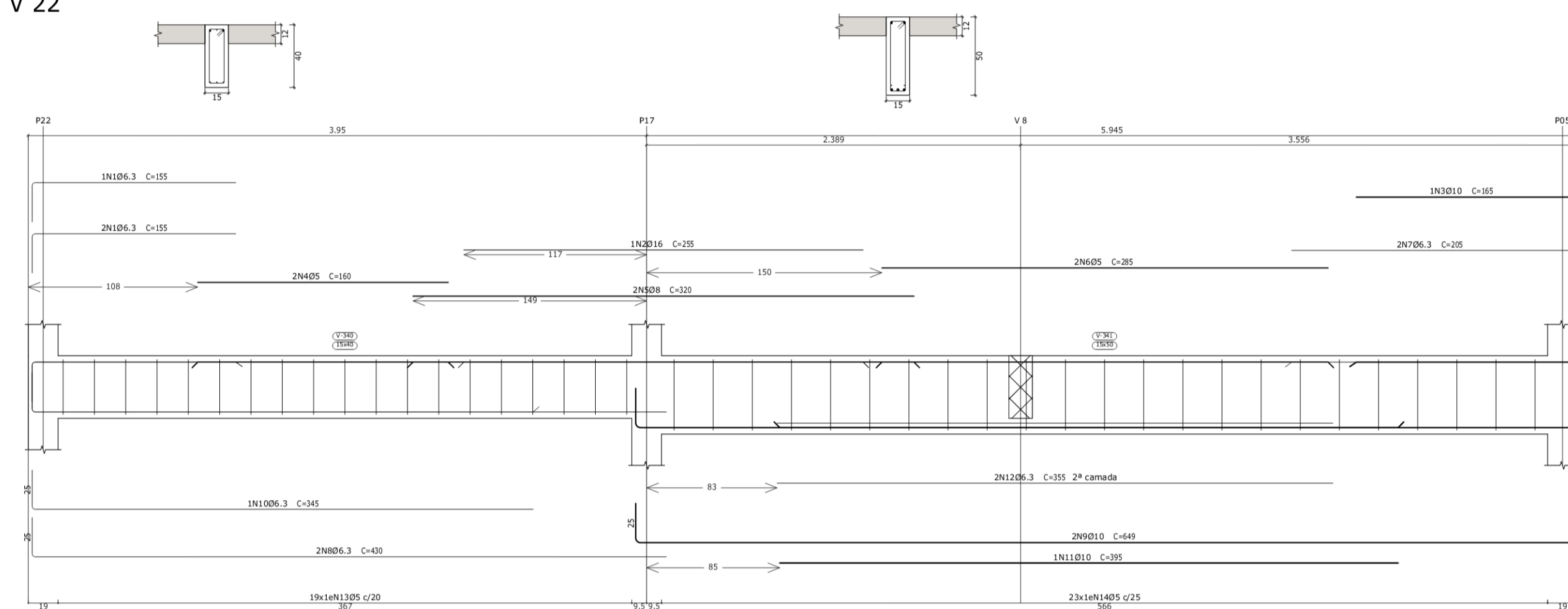


PRANCHAS		04/13		PROJETO ESTRUTURAL CONCRETO ARMADO	
				VIGAS - PAVIMENTO 2	
OBRA:	BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS	ESCALA:	01:35	DATA:	FEV, 2022
ALUNO:	DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO				
ASSINATURA:		DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:			
		É proibida, na forma da Lei nº 9.610, de 1998, a reprodução total ou parcial desta obra sem autorização expressa do autor. É proibida a utilização desta obra em qualquer forma de comunicação sem autorização do autor. É proibida a utilização desta obra em qualquer forma de comunicação sem autorização do autor.			

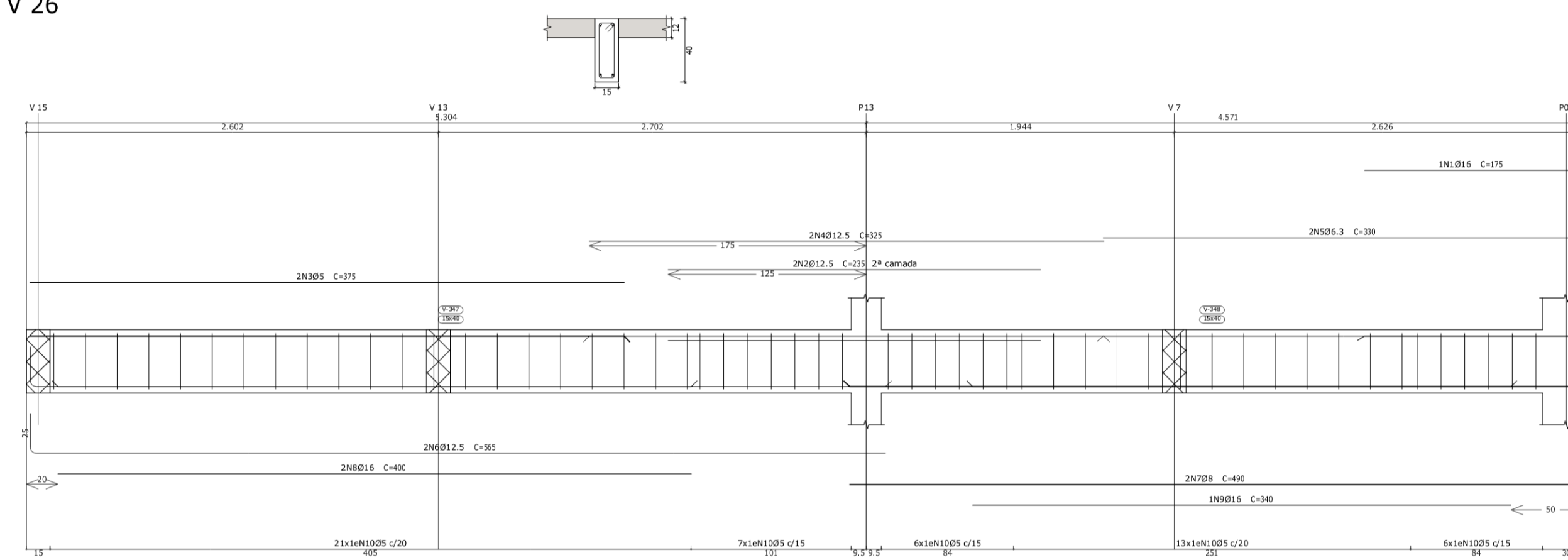
V 15



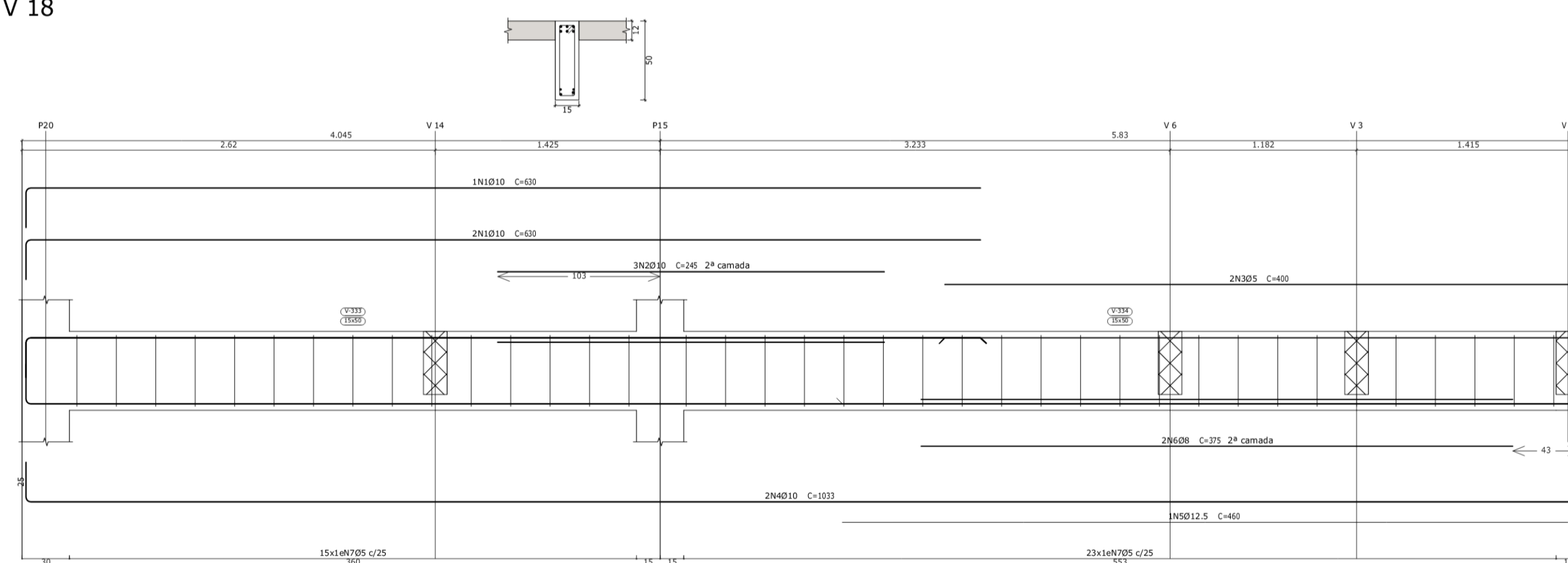
V 22



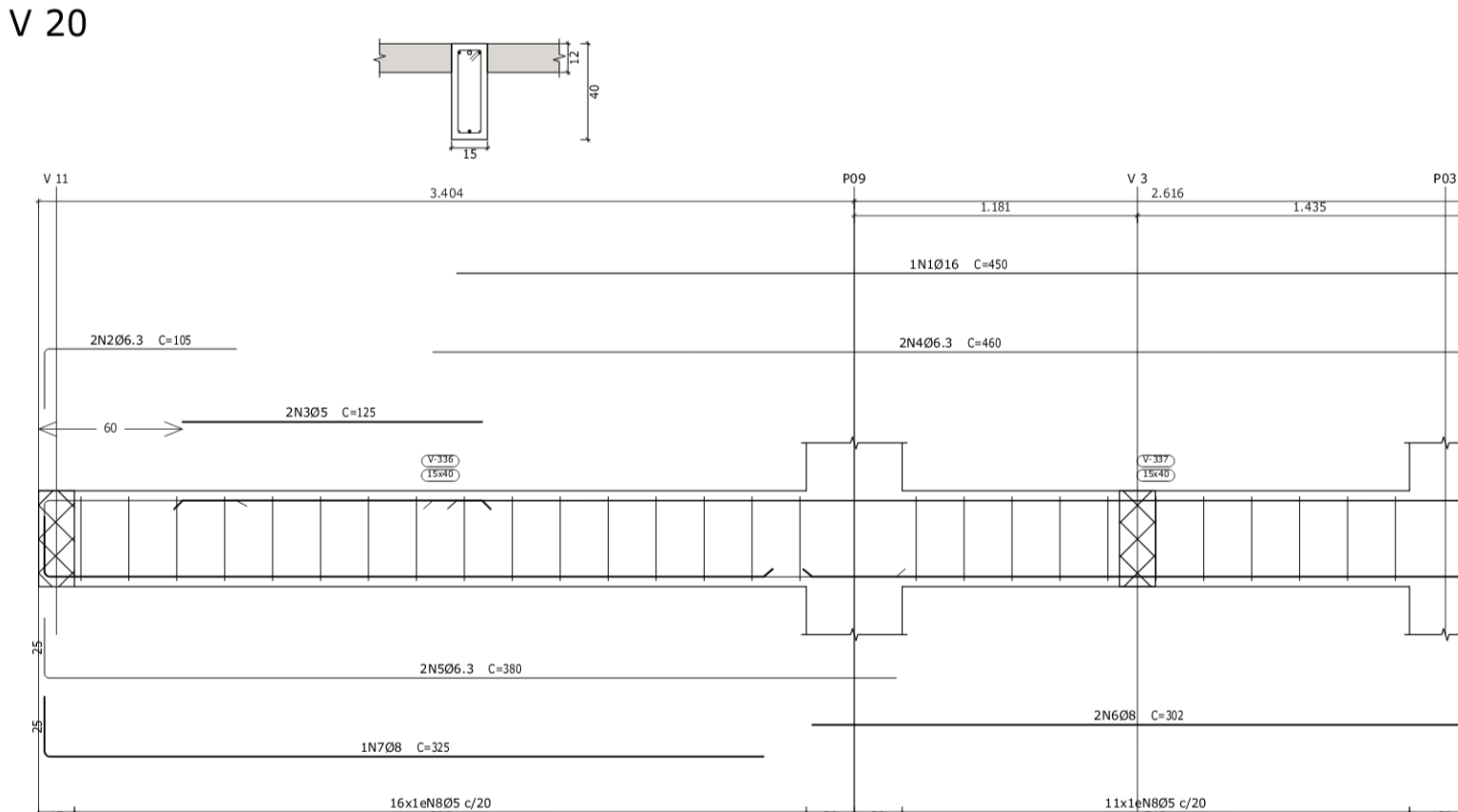
V 26



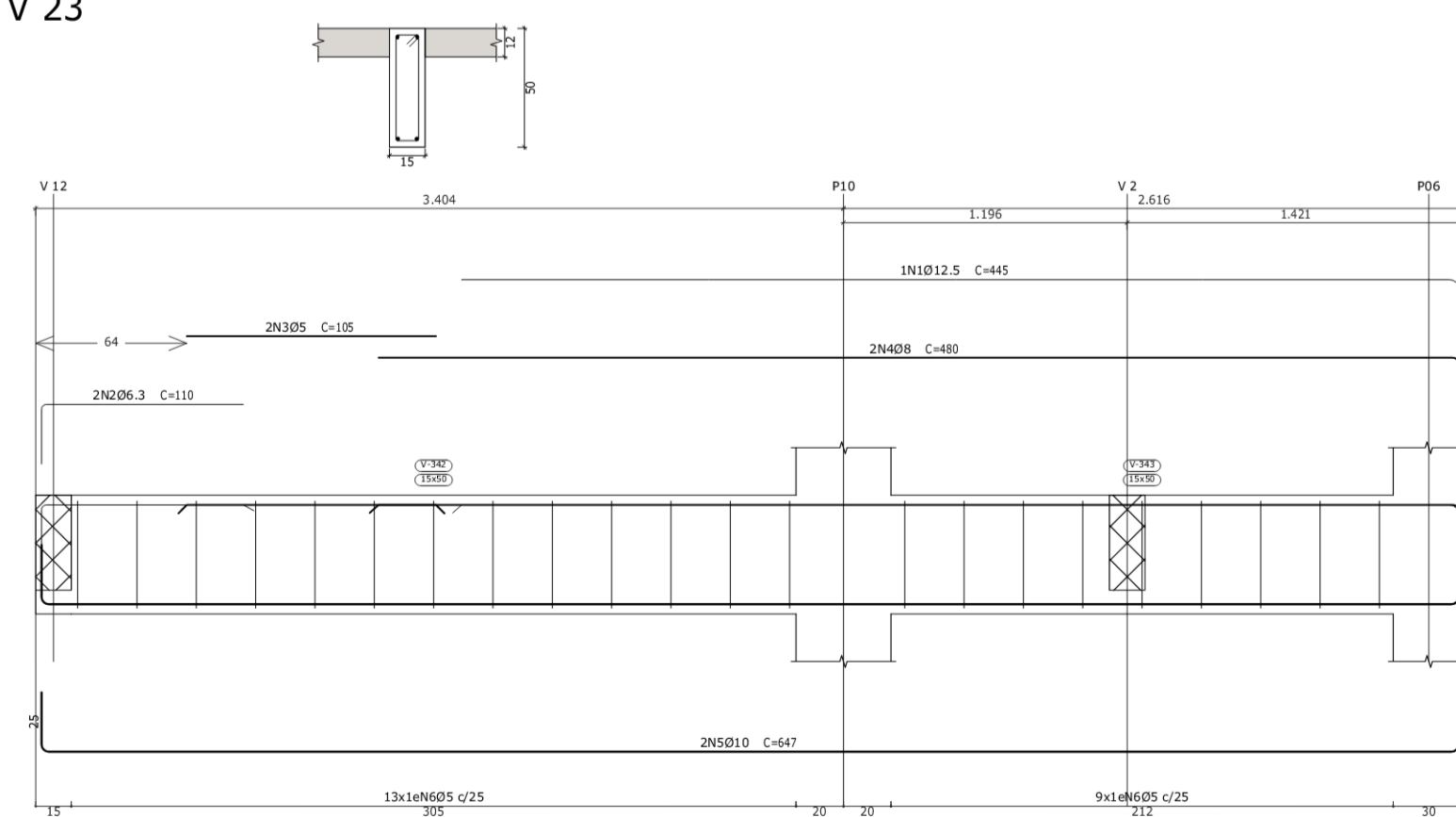
V 18



V 20



V 23

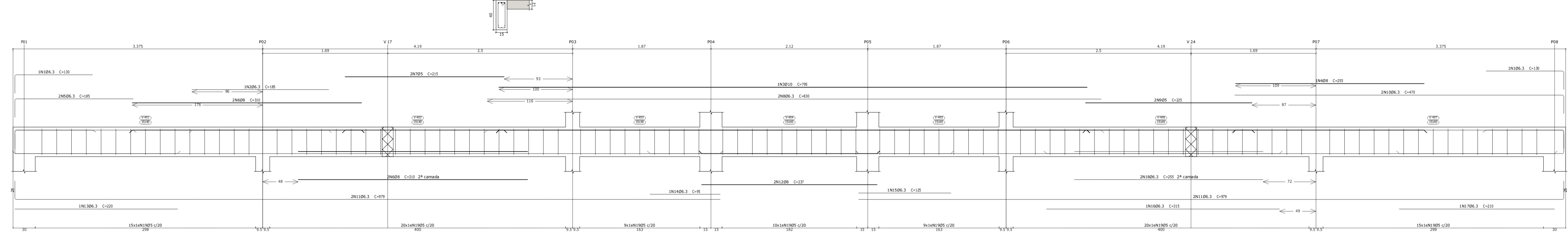


Piso 2
Desenho de vigas
Concreto: C25, em geral
Aço das barras: CA-50 e CA-60
Aço dos estribos: CA-50 e CA-60

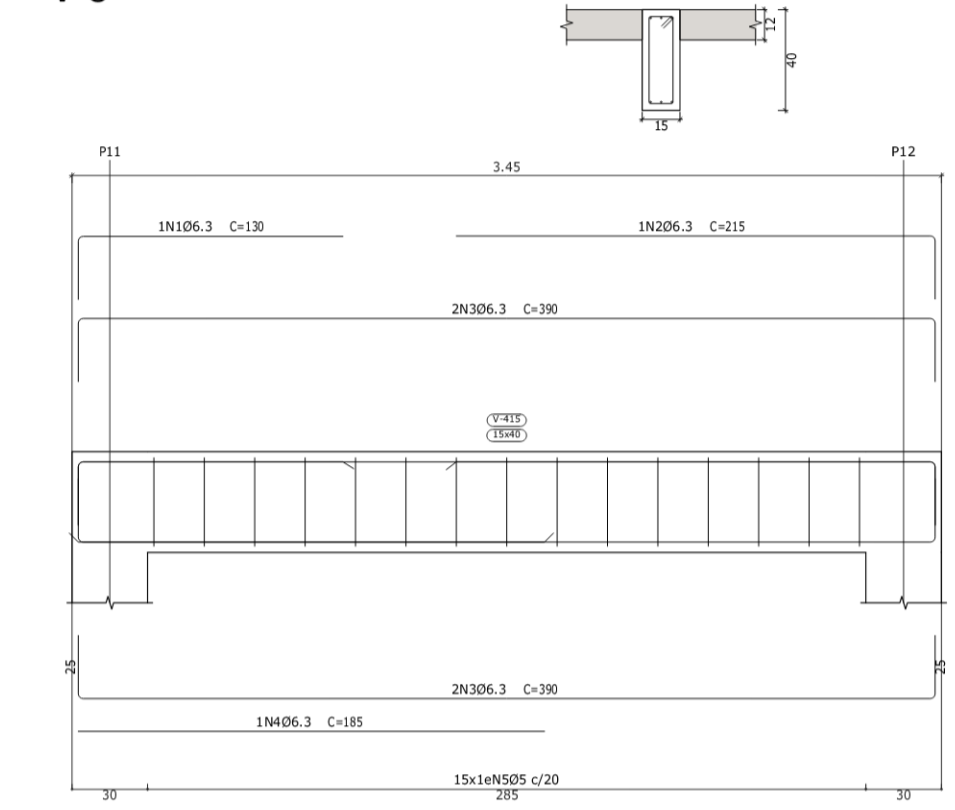
Resumo Aço	Comp. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
CA-50			
Ø6.3	239.5	65	
Ø8	306.8	133	
Ø10	216.8	147	
Ø12.5	60.3	64	
Ø16	75.0	130	539
CA-60	Ø5	164	164
Total			703

PRANCHAS		PROJETO ESTRUTURAL CONCRETO ARMADO	
05/13		VIGAS - PAVIMENTO 2	
OBRA:	BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS	ESCALA:	1:35
ALUNO:	DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO	DATA:	FEV, 2022
ASSINATURA:		DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:	
DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO		É proibida, na forma da Lei nº 5.250, art. 184, as cópias parciais e reprodução total ou parcial desta obra sem autorização expressa do autor. O uso em qualquer meio eletrônico, sem a prévia autorização do engenheiro.	

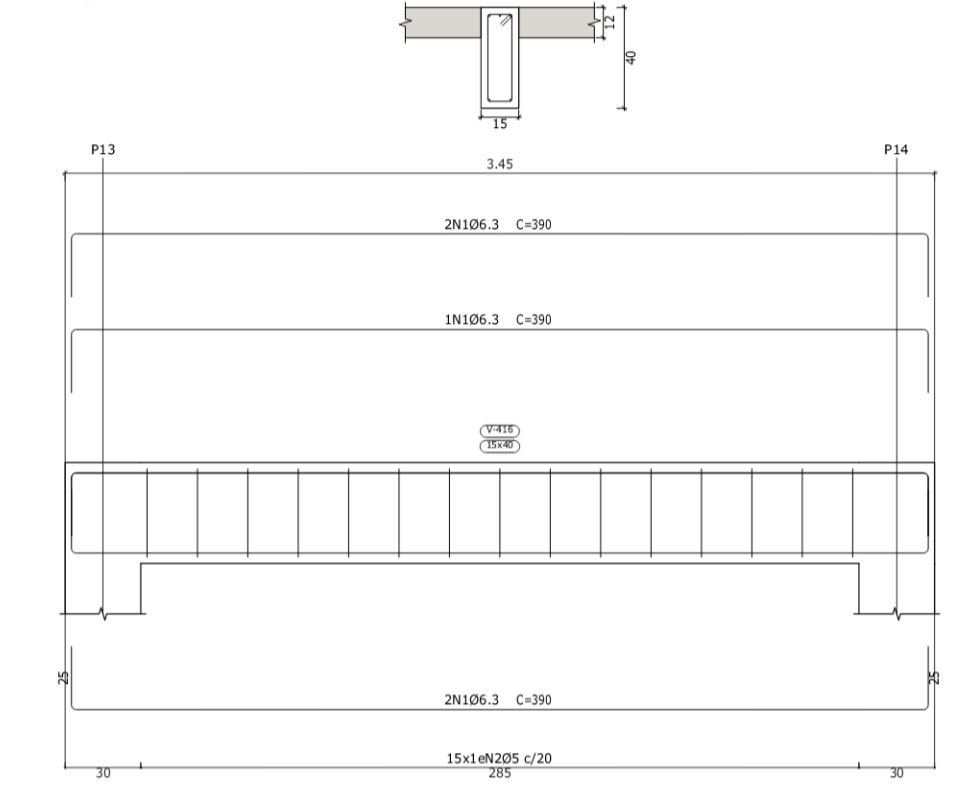
V 1



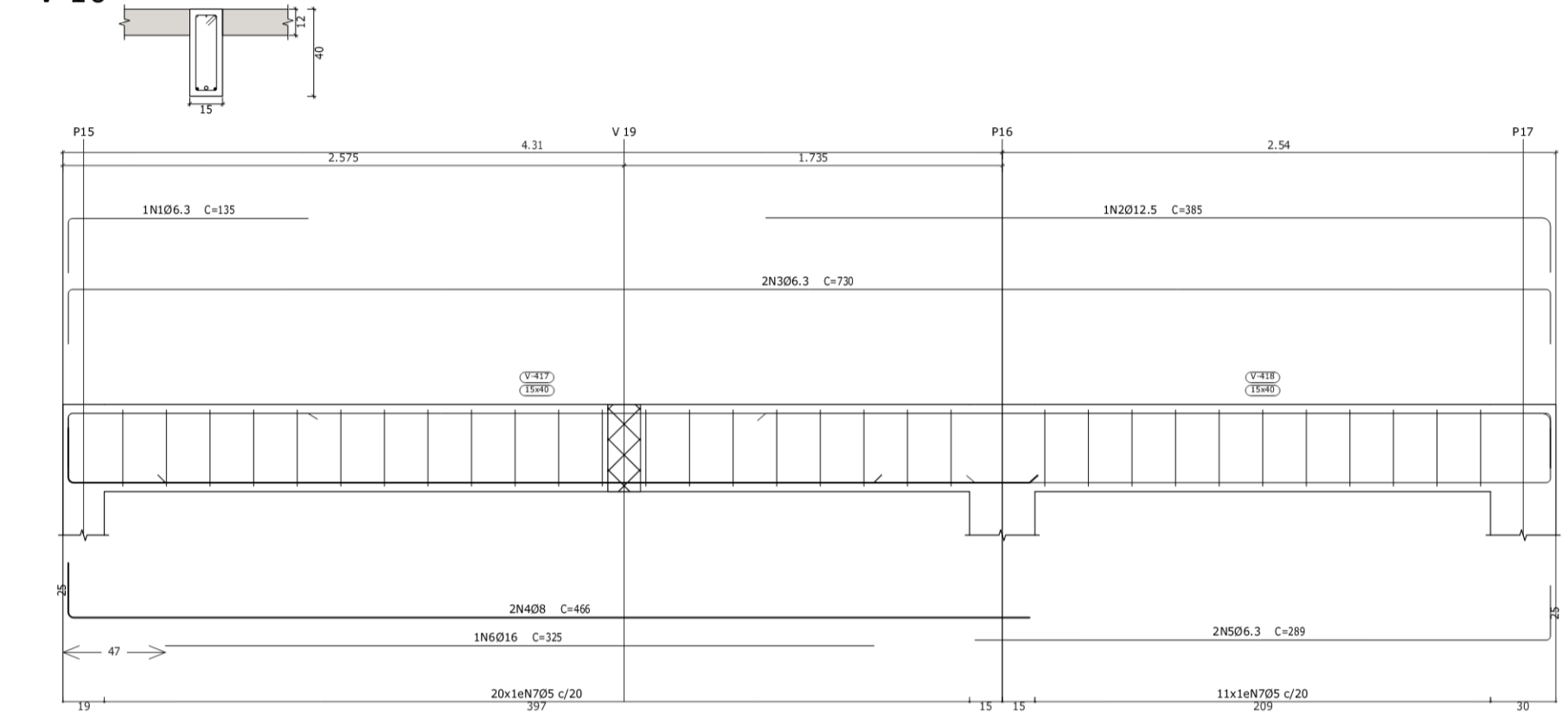
V 8



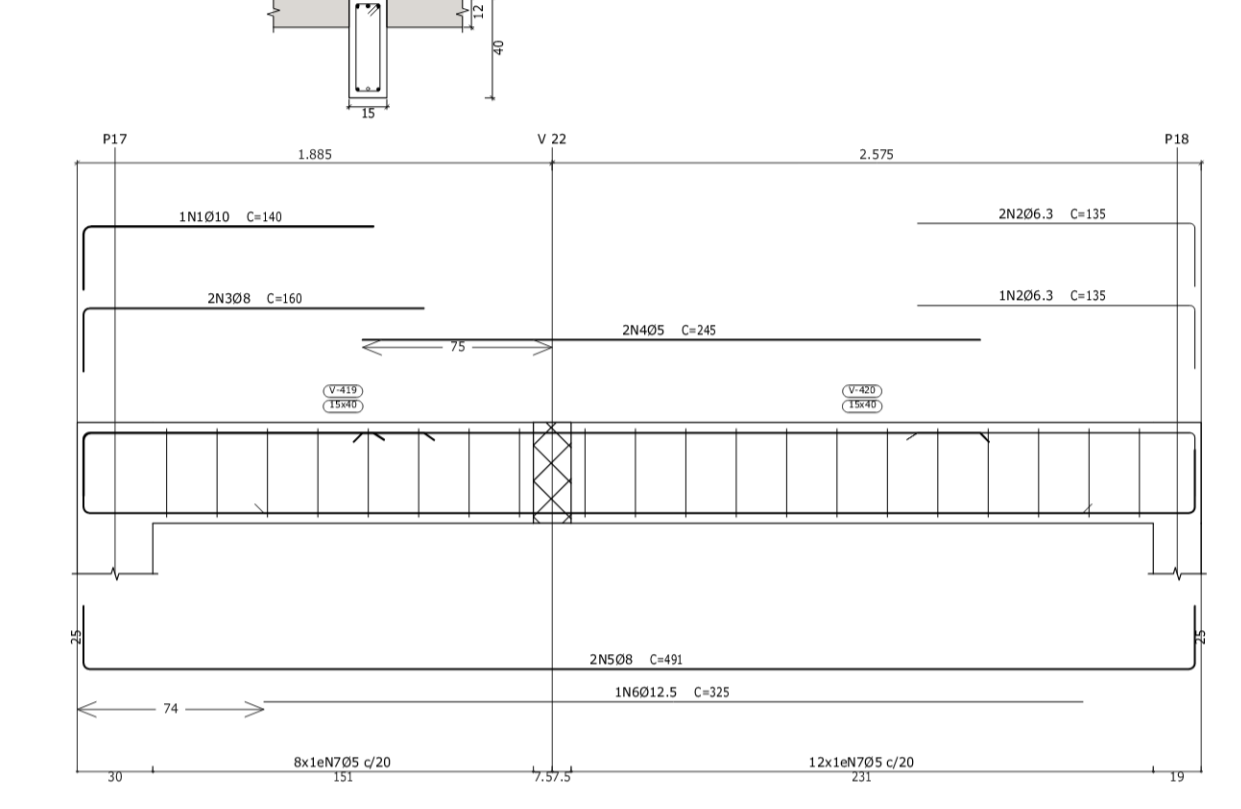
V 9



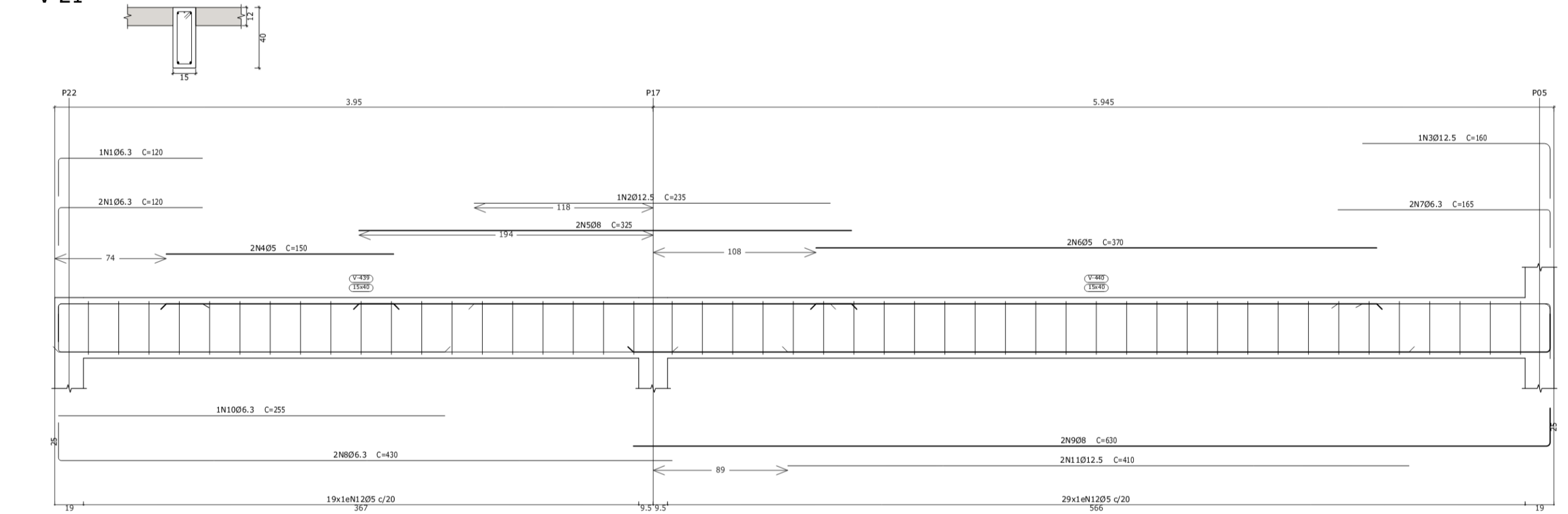
V 10



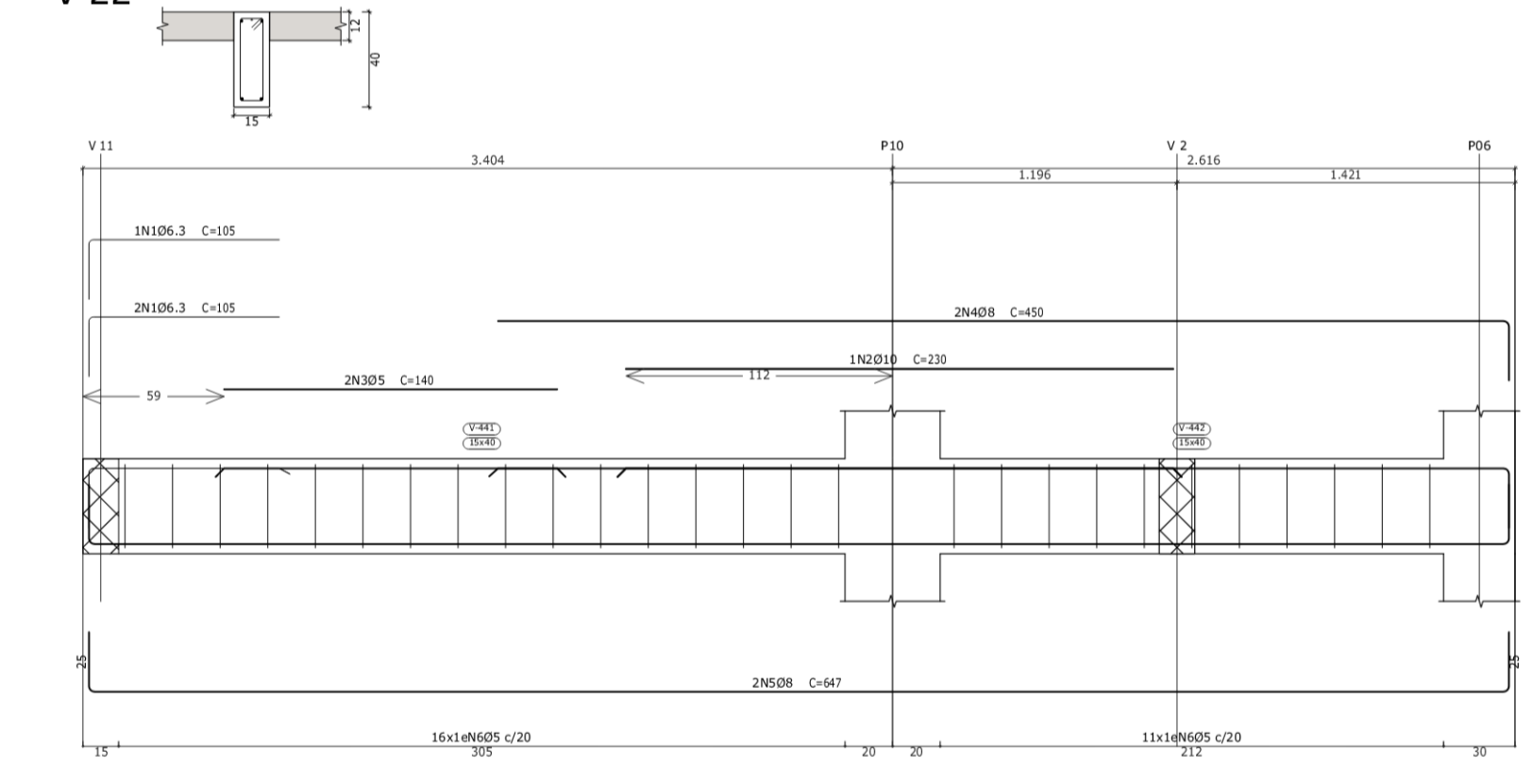
V 11



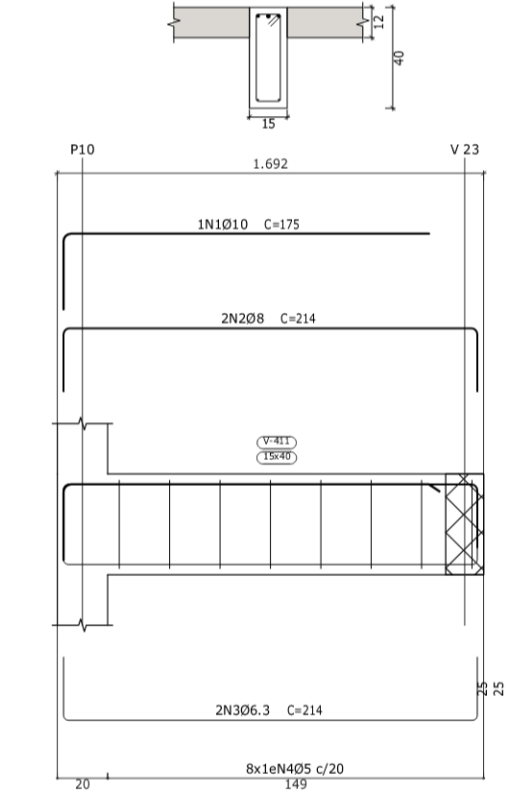
V 21



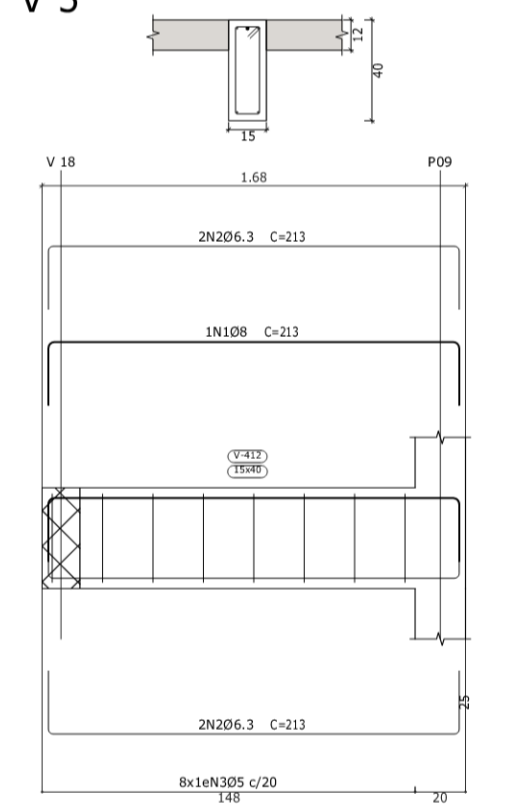
V 22



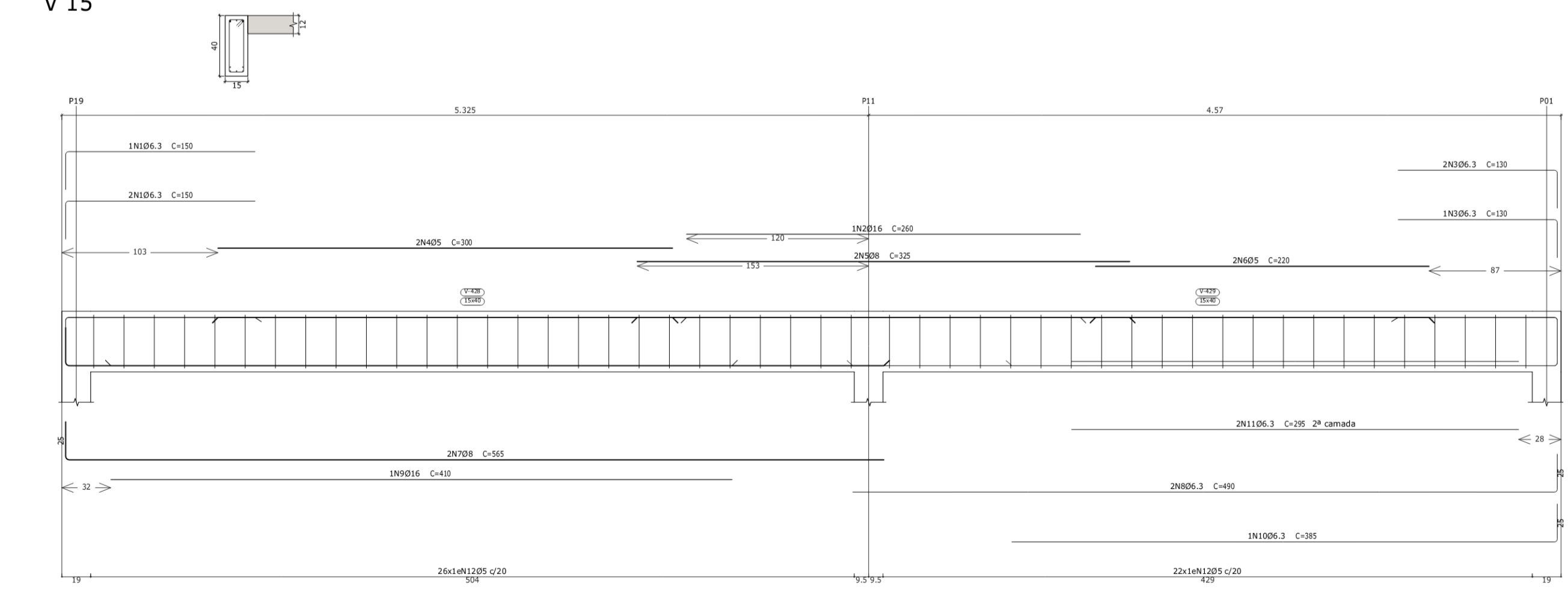
V 4



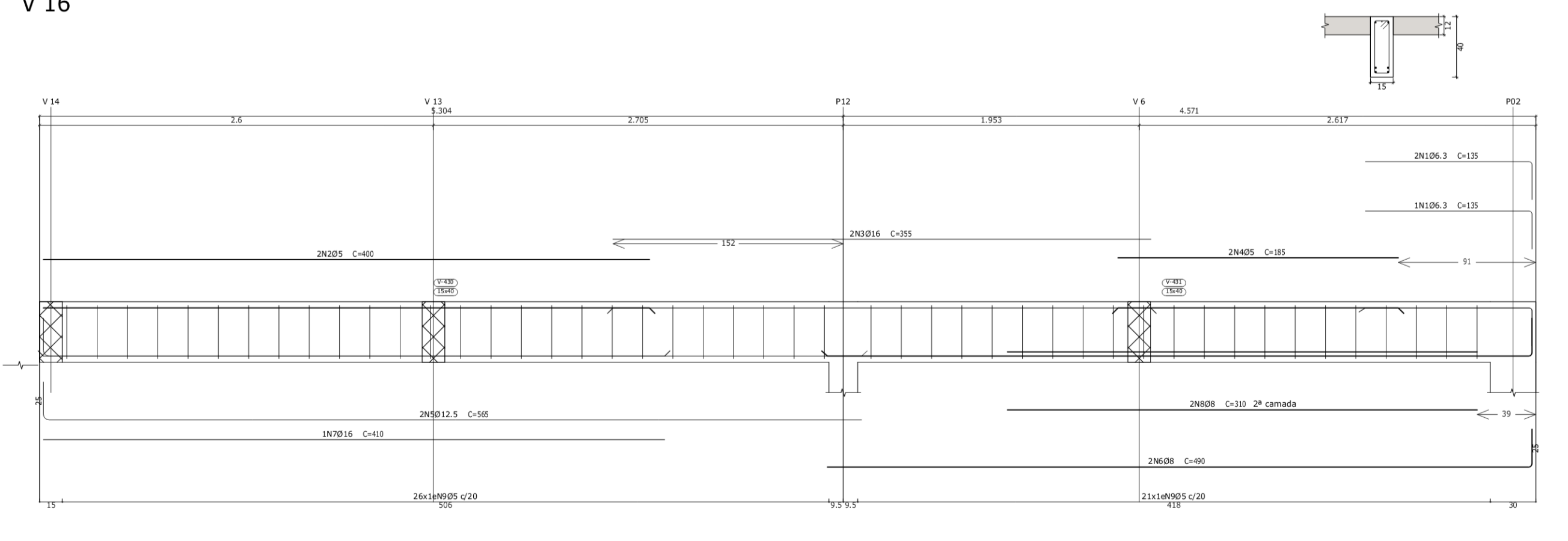
V 5



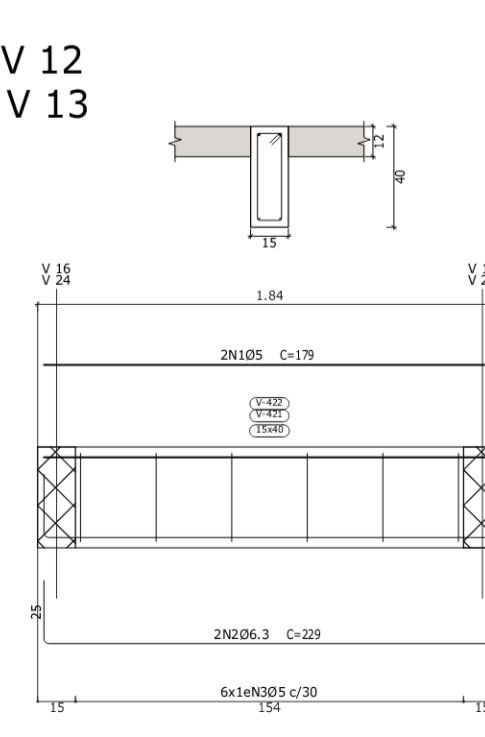
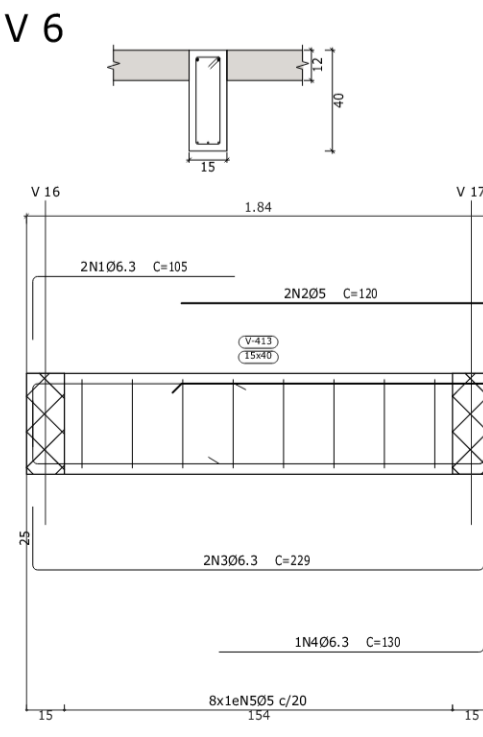
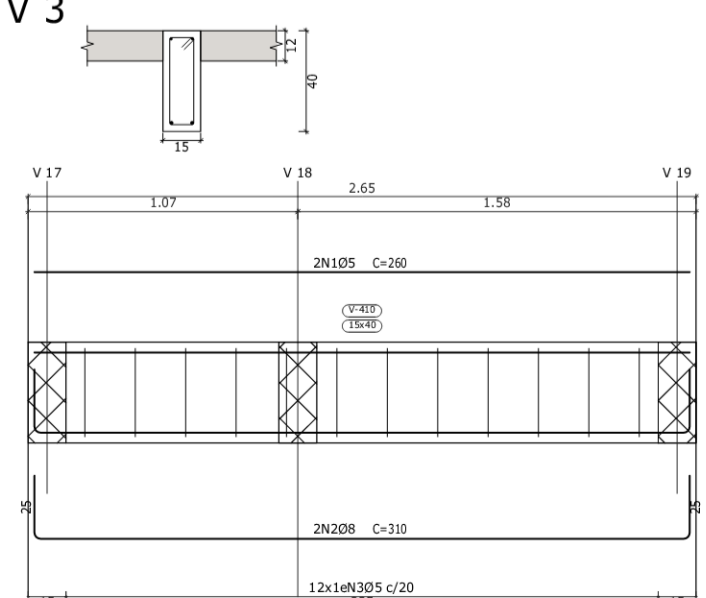
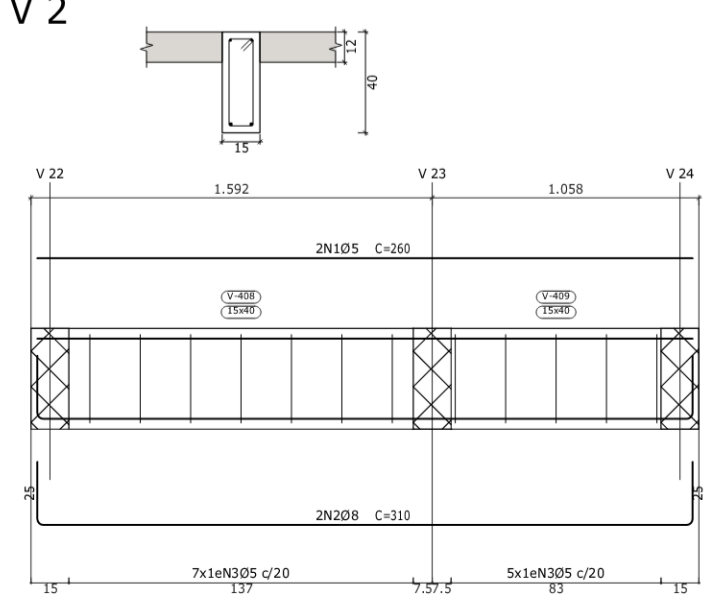
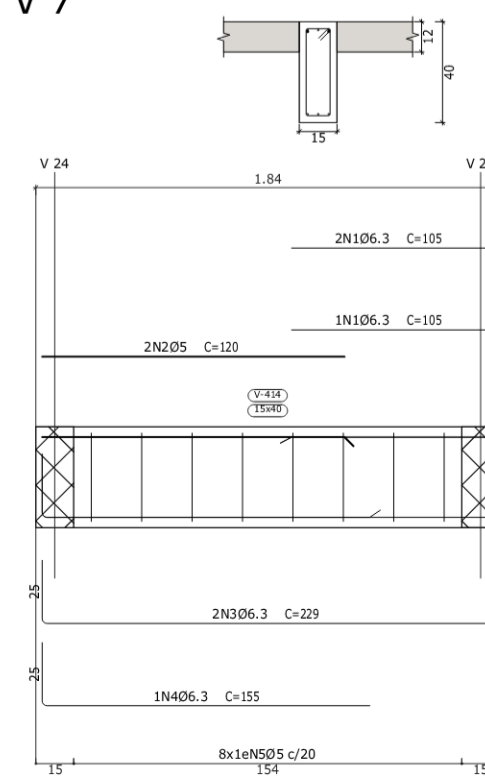
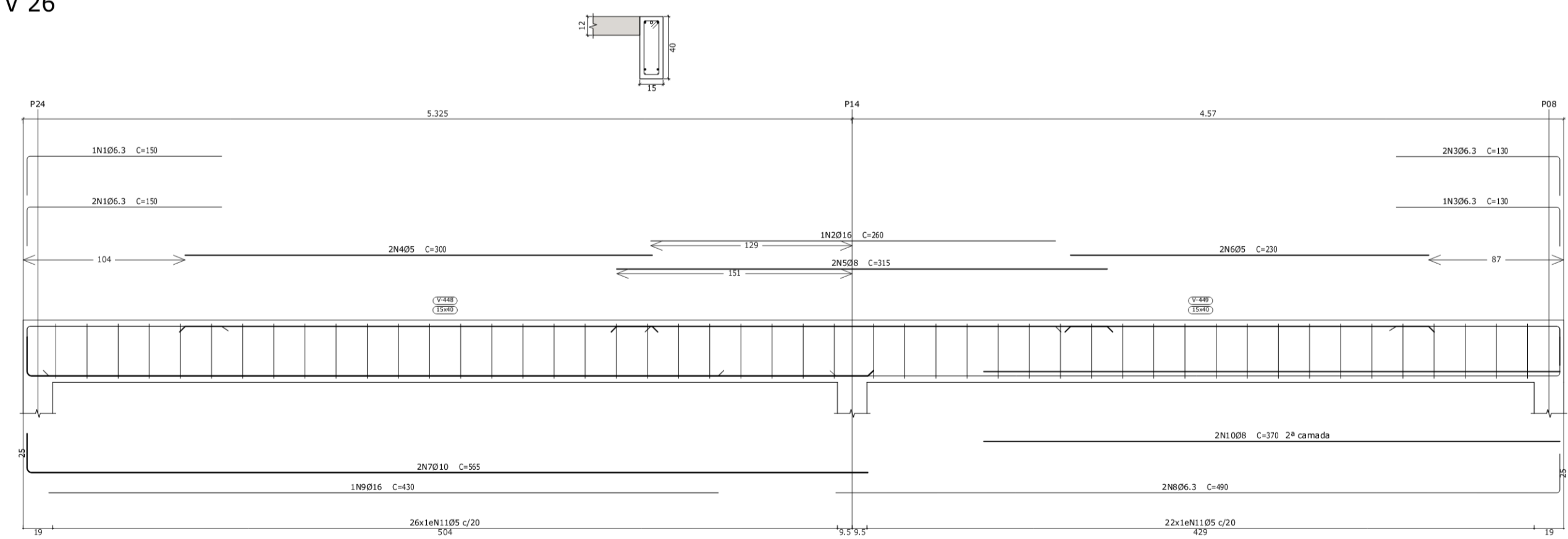
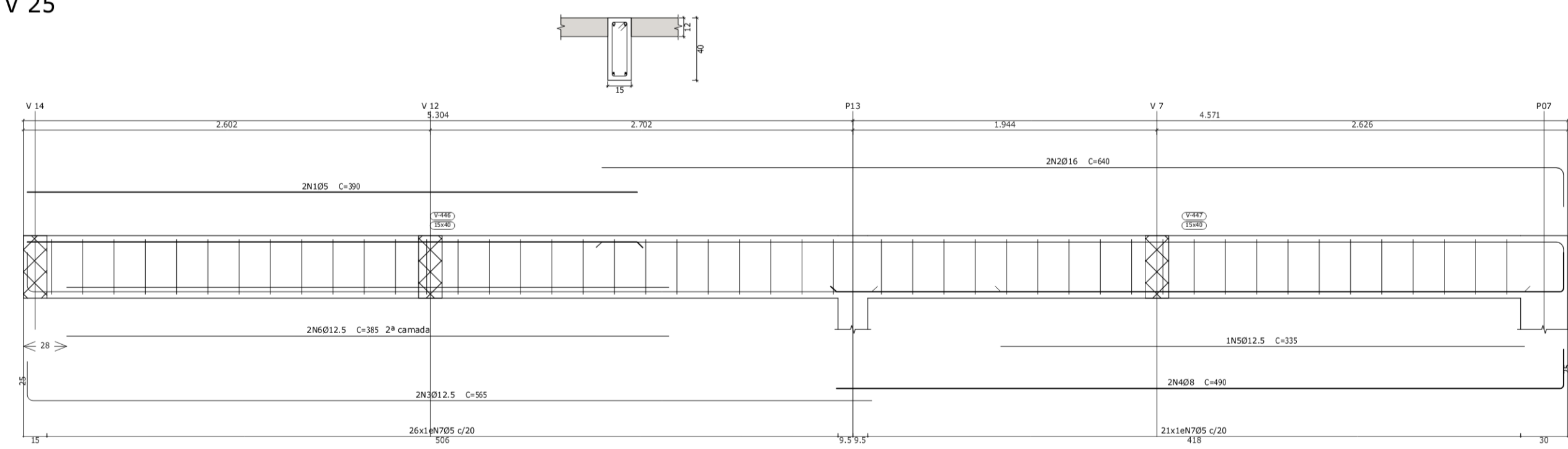
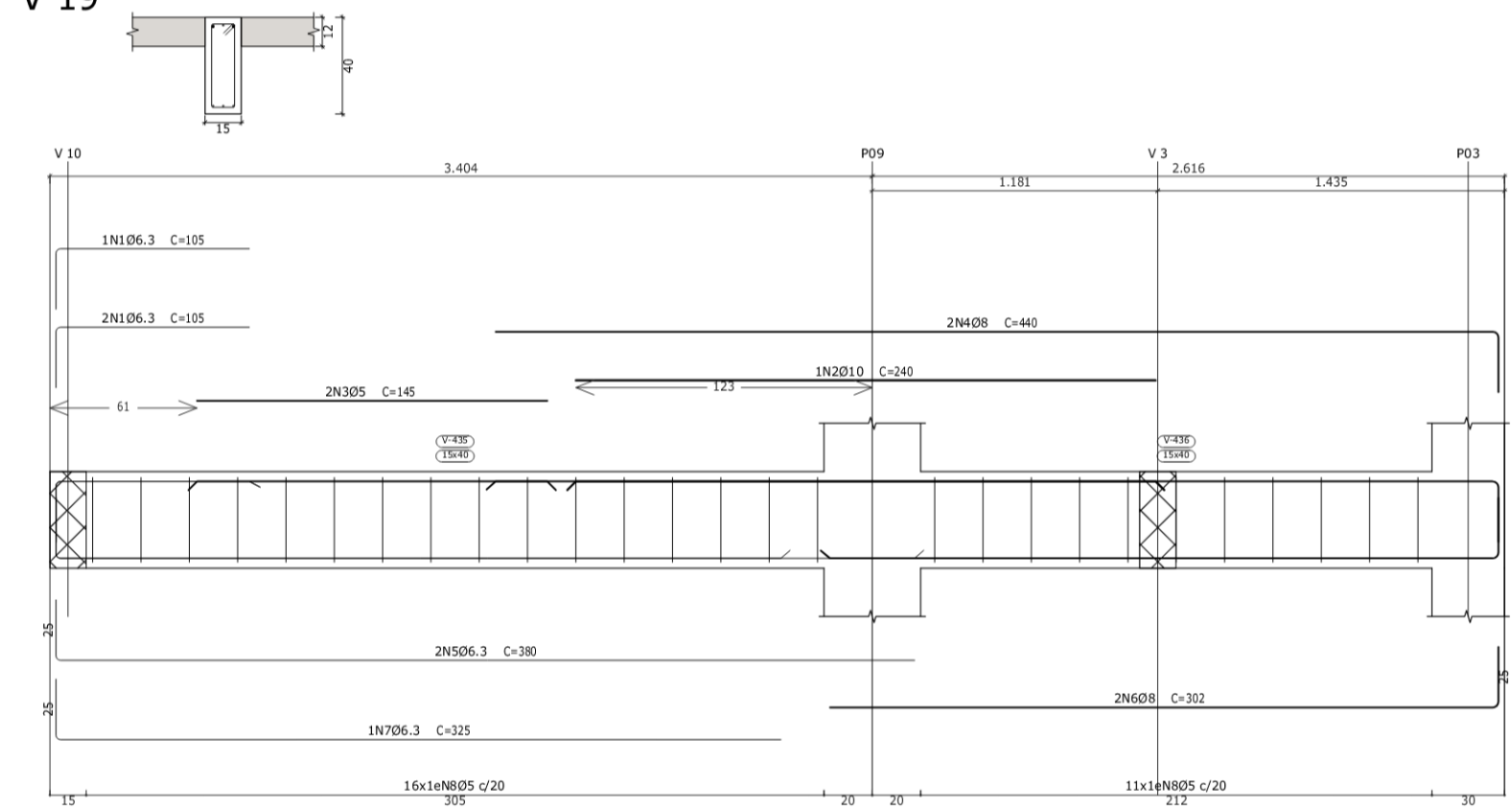
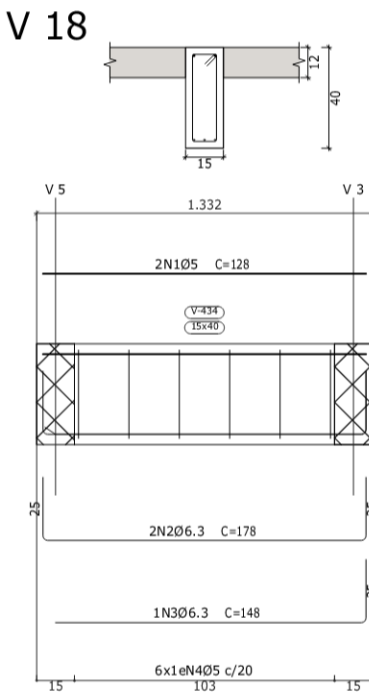
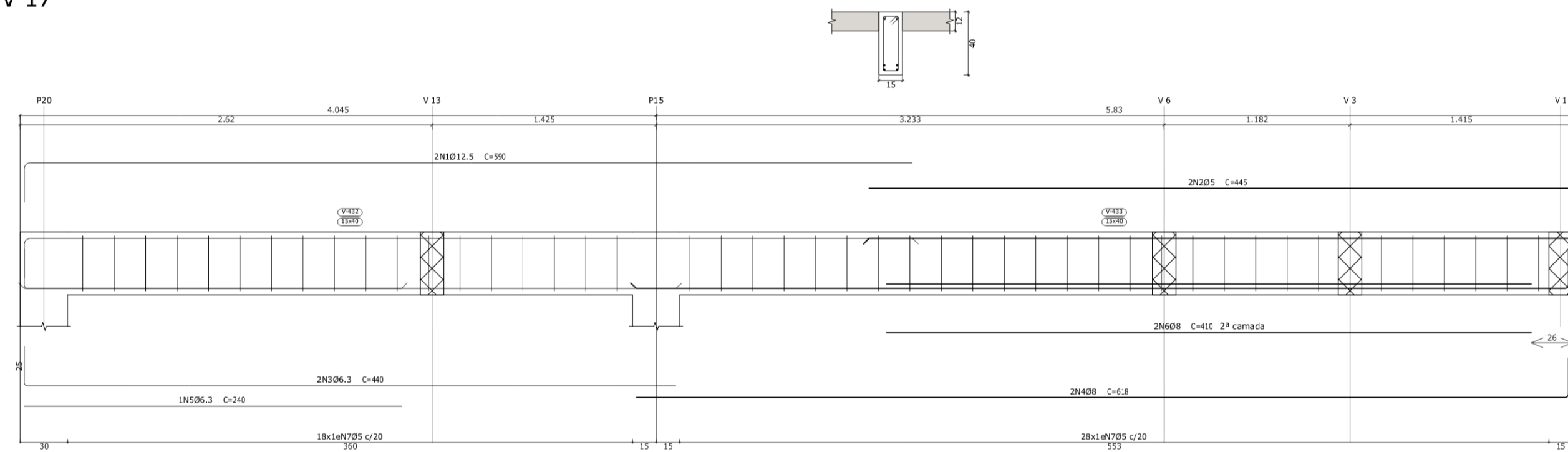
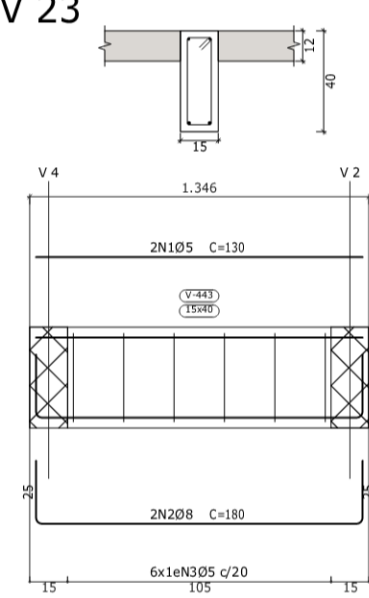
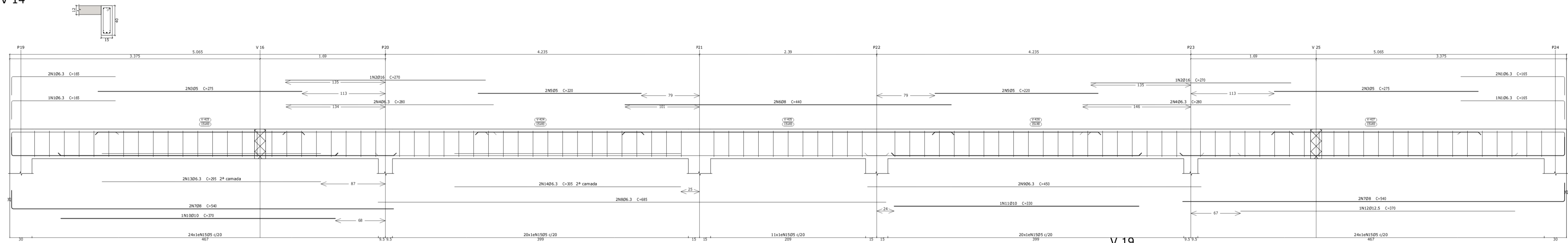
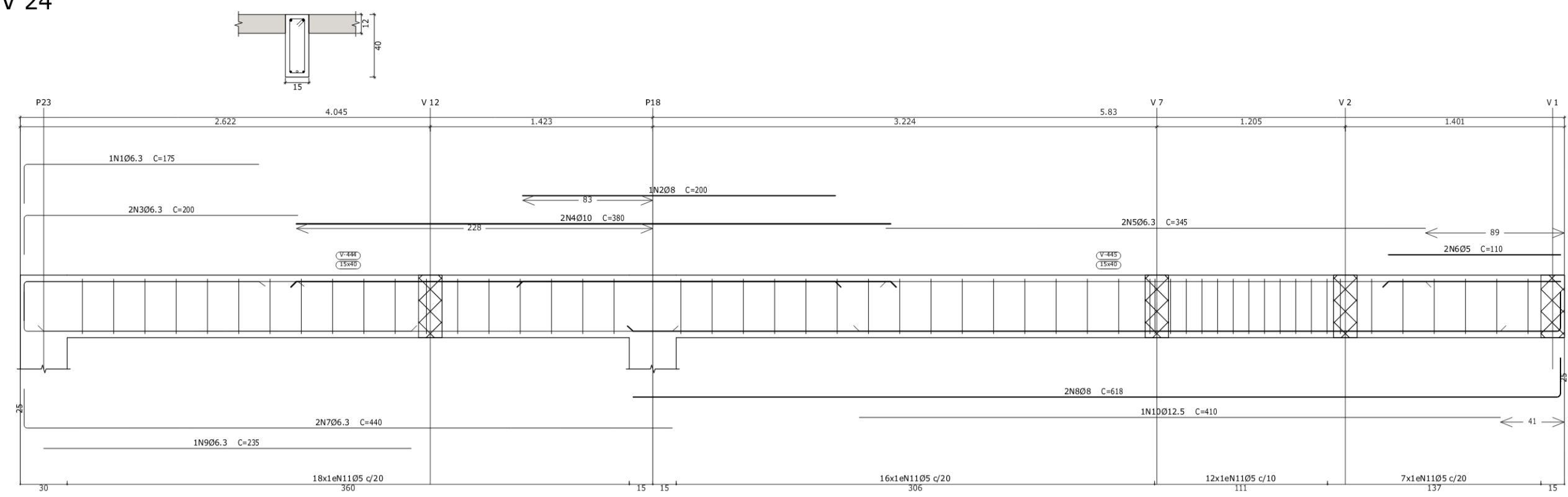
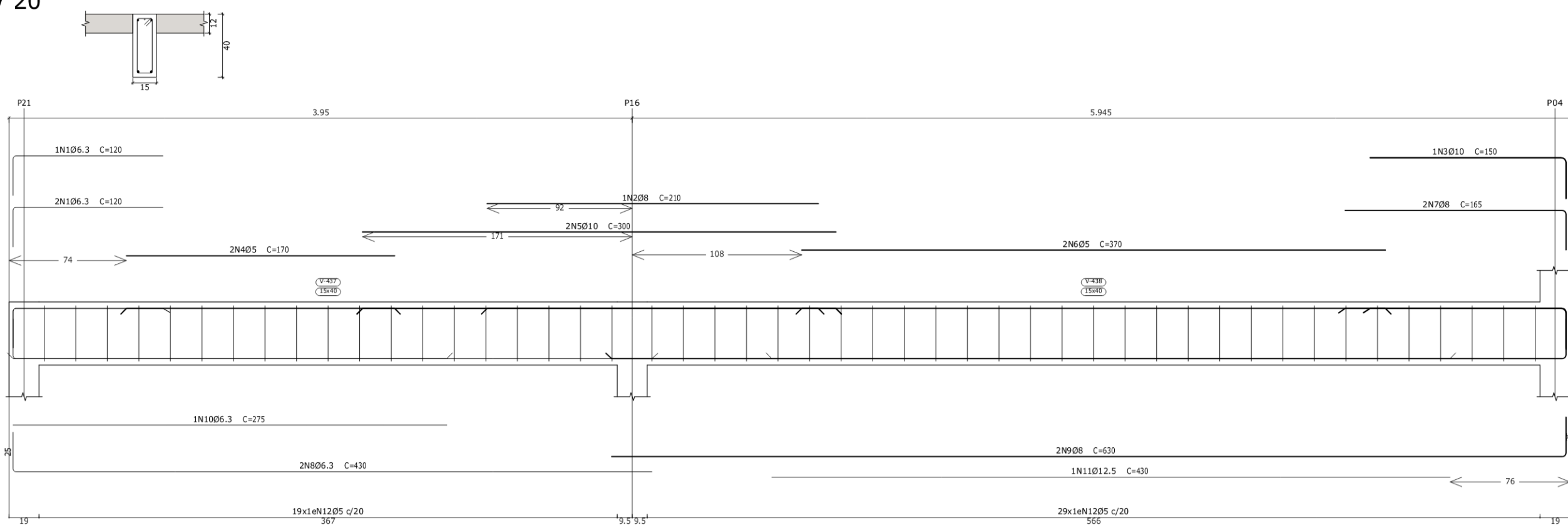
V 15



V 16



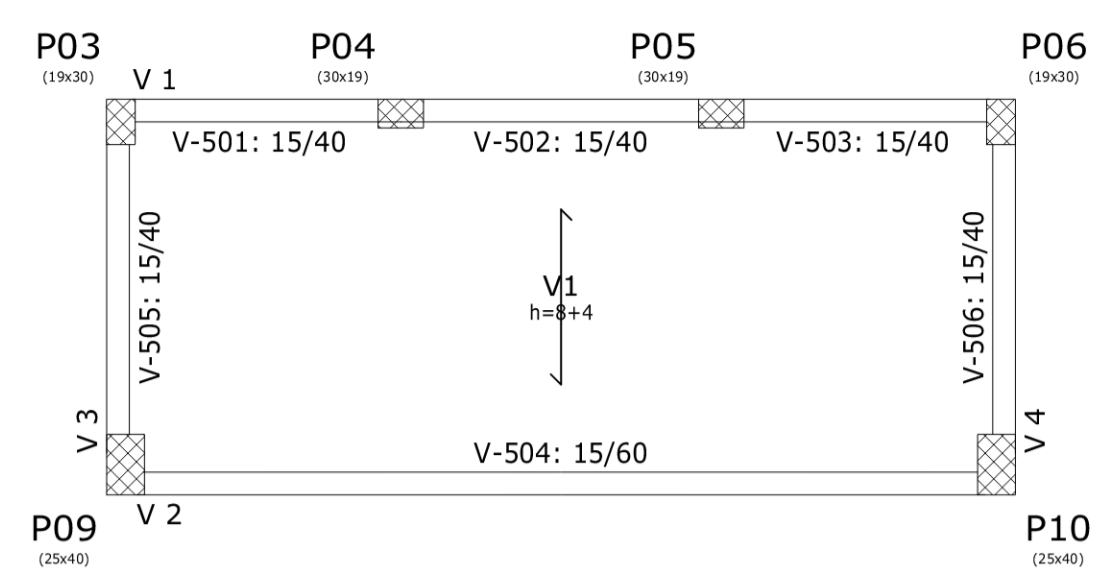
PRANCHAS		PROJETO ESTRUTURAL CONCRETO ARMADO	
06/13		VIGAS - COBERTURA	
OBRA:	BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS	ESCALA:	DATA:
ALUNO:	DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO	01:35	FEV, 2022
ASSINATURA:		DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:	
DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO		É proibida, na forma da Lei nº 9.610, de 1996, a reprodução total ou parcial deste projeto ou parte dele sem autorização expressa do autor. É proibida a utilização em qualquer forma de comunicação de massa sem a prévia autorização do engenheiro.	



Cobertura
 Desenho de vigas
 Concreto: C25, em geral
 Apo das barras: CA-50 e CA-60
 Apo dos estribos: CA-50 e CA-60

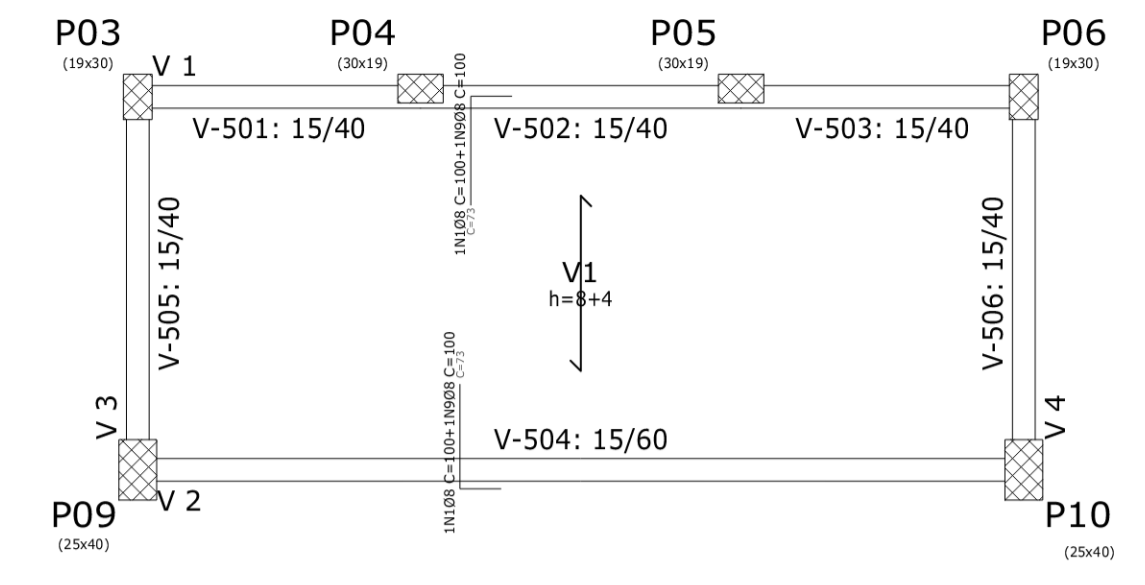
Resumo Aço	Comp. total	Peso +10%	Total
Desenho de vigas	(m)	(kg)	
CA-50 Ø6.3	389.7	105	
Ø8	260.9	113	
Ø10	49.2	33	
Ø12.5	76.8	81	
Ø16	46.3	80	412
CA-60 Ø5	920.6	159	159
Total			571

PRANCHAS		PROJETO ESTRUTURAL CONCRETO ARMADO	
07/13		VIGAS - COBERTA	
OBRA:	BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS	ESCALA:	1:30
ALUNO:	DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO	DATA:	FEV, 2022
ASSINATURA:		DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:	
DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO		É proibido, no todo ou em parte, a reprodução total ou parcial desta obra sem autorização do autor. É proibida a utilização desta obra em qualquer forma de comunicação de massa sem a prévia autorização do engenheiro.	



Barrilete - Superfície total: 15,90 m ²			
Elemento	Formas (m ²)	VOLUME (m ³)	Barra (kg)
LAJES	13,21	1,17	44
Vigas: fundo	2,26	1,25	125
Forma lateral	12,55		
Pilares (Sup. Formas)	2,08	0,12	19
Total	30,10	2,54	188
Índices (por m ²)	1,893	0,160	11,82

Barrilete
 Piso
 Mf: Momento fletor de cálculo por metro de largura (kN x m/m)
 V: Esforço cortante de cálculo por metro de largura (kN/m)
 Escala: 1:50



Barrilete
 Formas
 Concreto: C25, em geral
 CA-50 e CA-60
 Mf: Momento fletor de cálculo por metro de largura (kN x m/m)
 V: Esforço cortante de cálculo por metro de largura (kN/m)
 Escala: 1:50

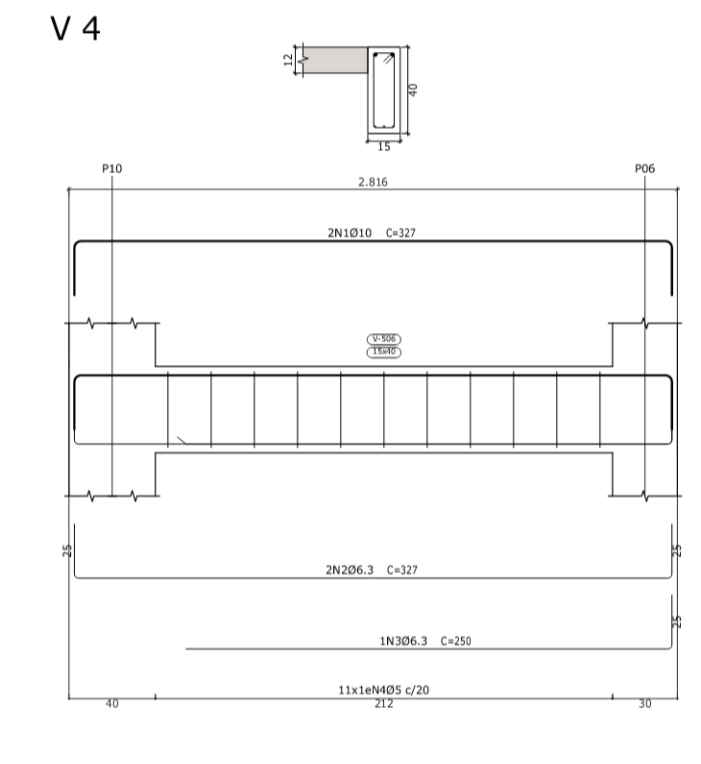
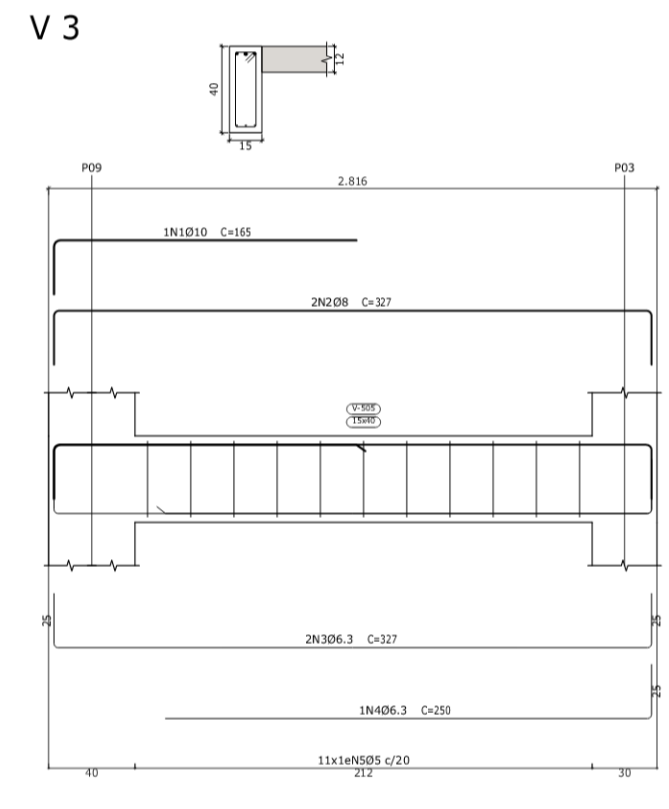
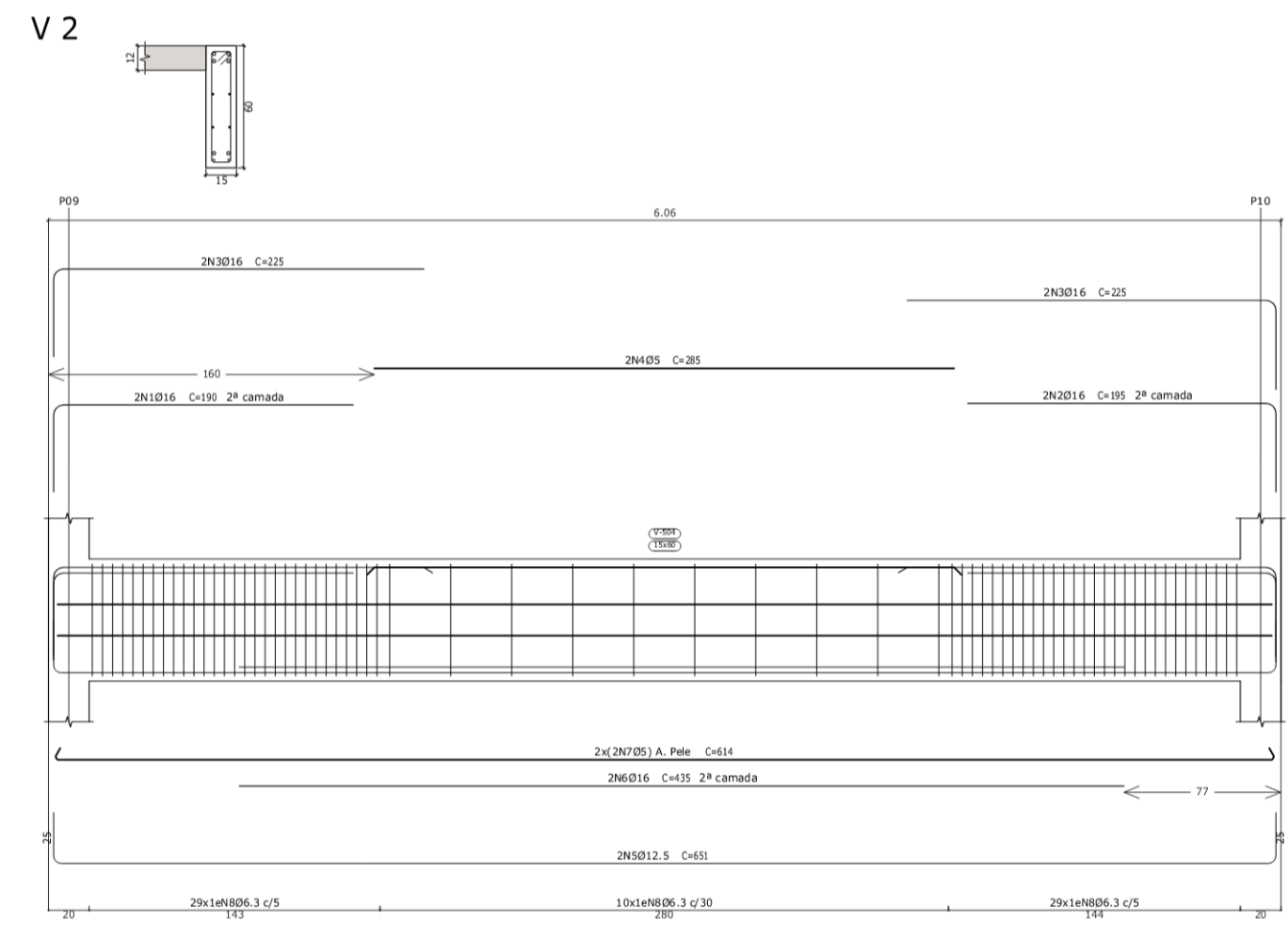
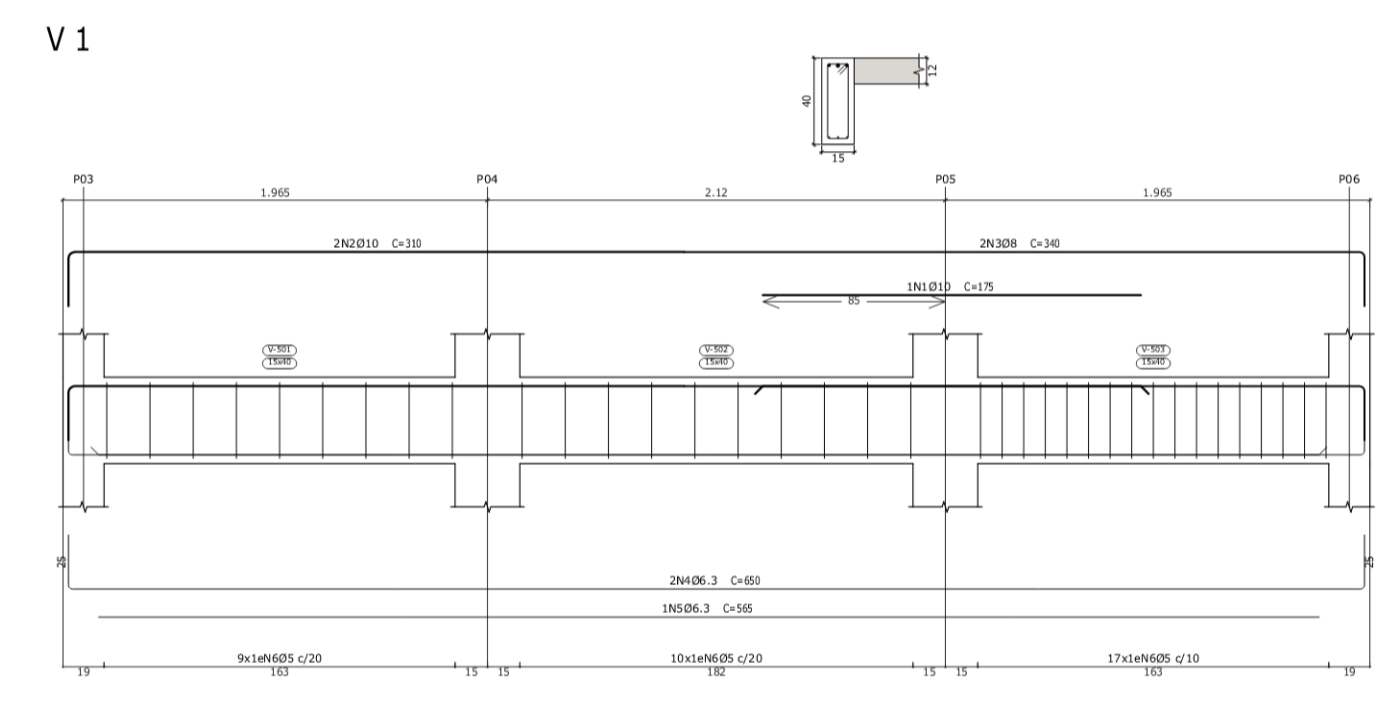
Resumo Aço	Comp. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
Barrilete Formas			
CA-50 Ø8	27,7	12	
Ø10	14,0	9	
Ø12,5	2,4	3	
Ø20	7,7	21	45



Caixa d'água - Superfície total: 15,90 m ²			
Elemento	Formas (m ²)	VOLUME (m ³)	Barra (kg)
LAJES	13,21	1,16	10
Vigas: fundo	2,26	1,07	42
Forma lateral	10,31		
Riares (Sup. Formas)	7,54	0,52	48
Total	33,62	2,75	100
Índices (por m ²)	2,114	0,173	6,29

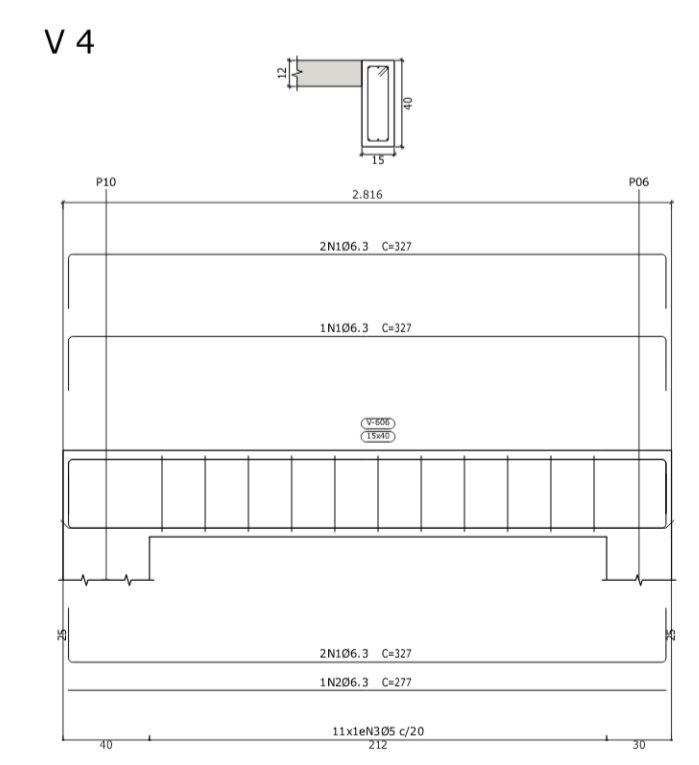
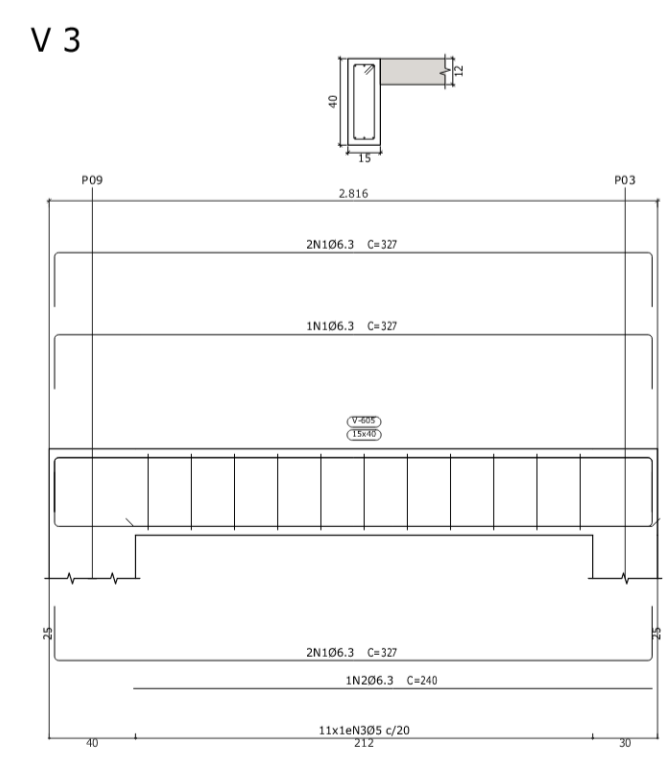
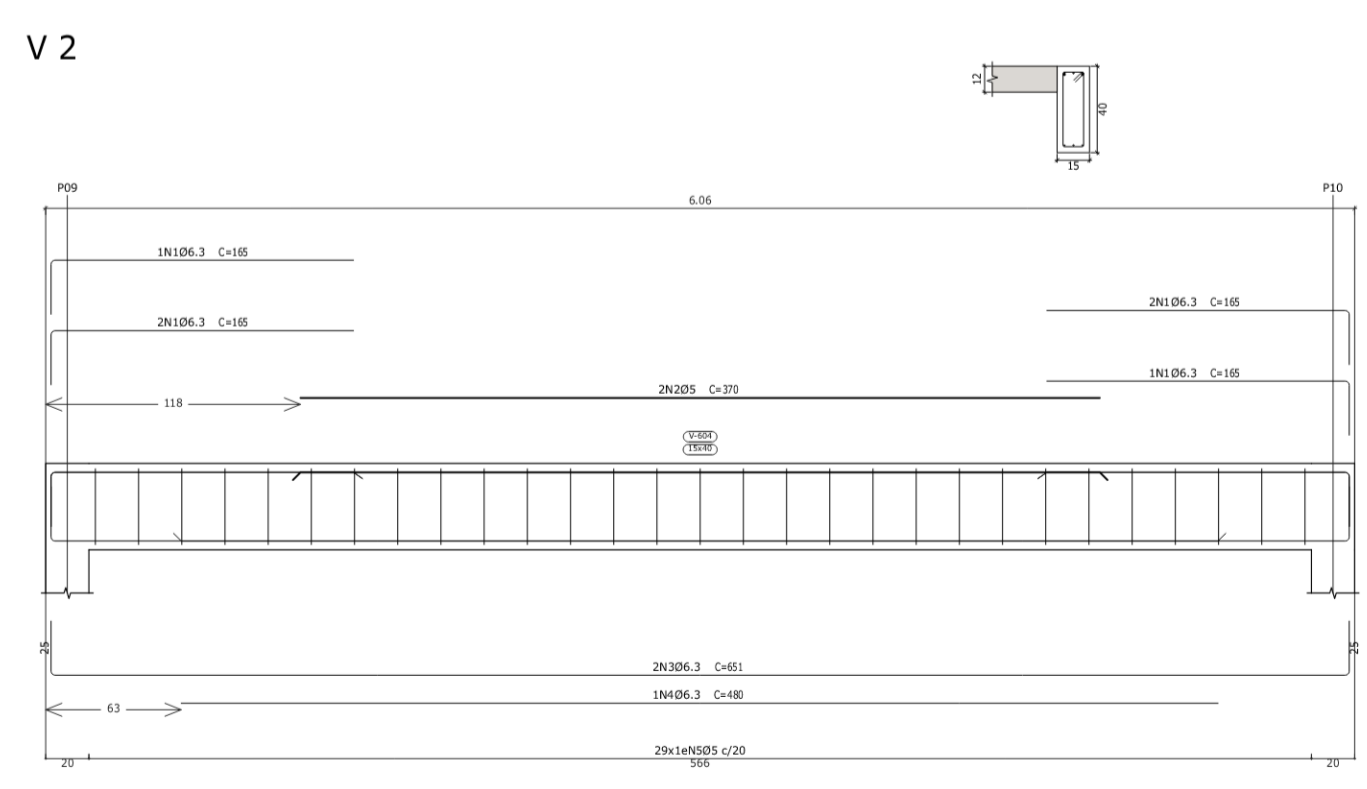
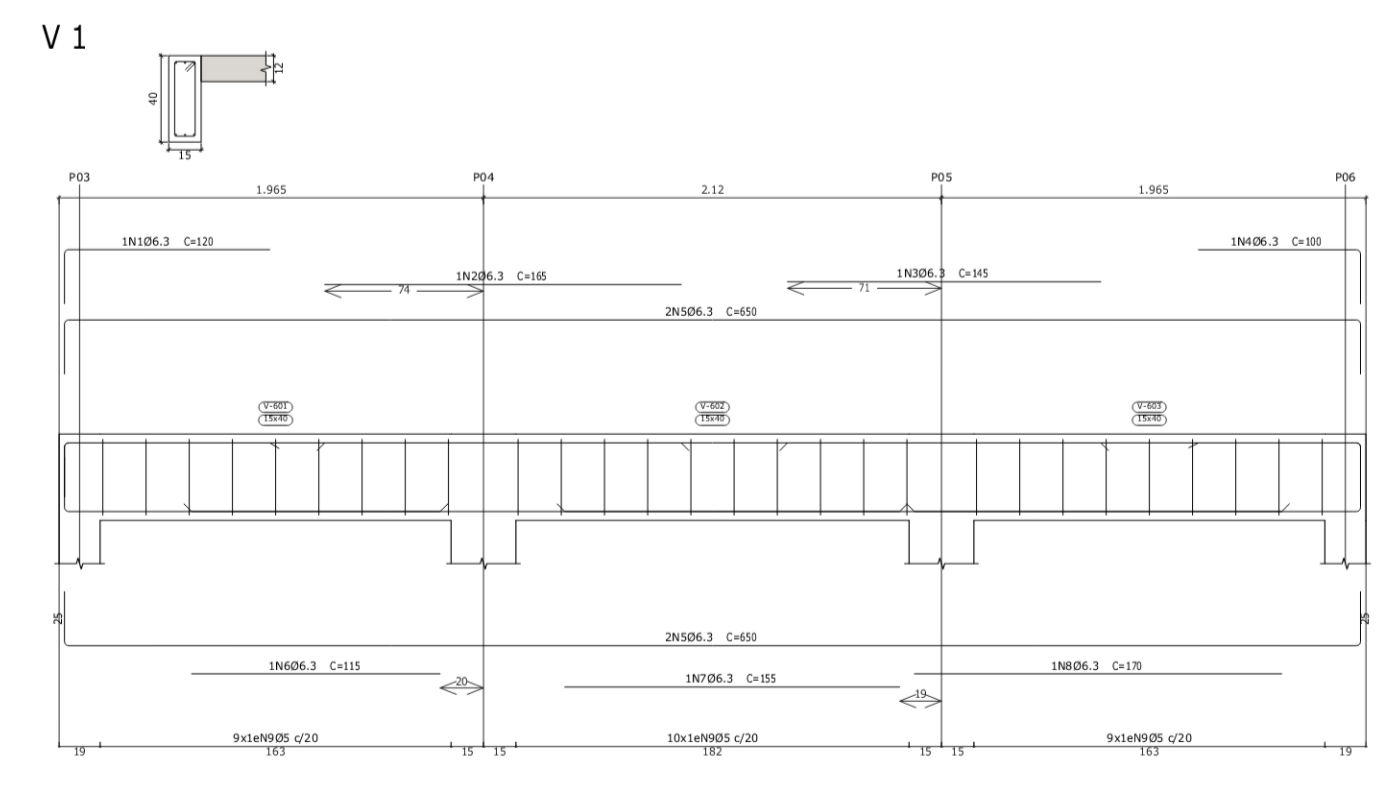
Caixa d'água
 Piso
 Mf: Momento fletor de cálculo por metro de largura (kN x m/m)
 V: Esforço cortante de cálculo por metro de largura (kN/m)
 Escala: 1:50

- PILAR QUE PASSA
- PILAR QUE MORRE
- PILAR QUE NASCE



Barrilete
 Desenho de vigas
 Concreto: C25, em geral
 Aço das barras: CA-50 e CA-60
 Aço dos estribos: CA-50 e CA-60

Resumo Aço	Comp. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
CA-50 Ø6,3	131,9	36	
Ø8	13,3	6	
Ø10	16,1	11	
Ø12,5	13,0	14	
Ø16	25,4	44	111
CA-60 Ø5	87,1	15	126

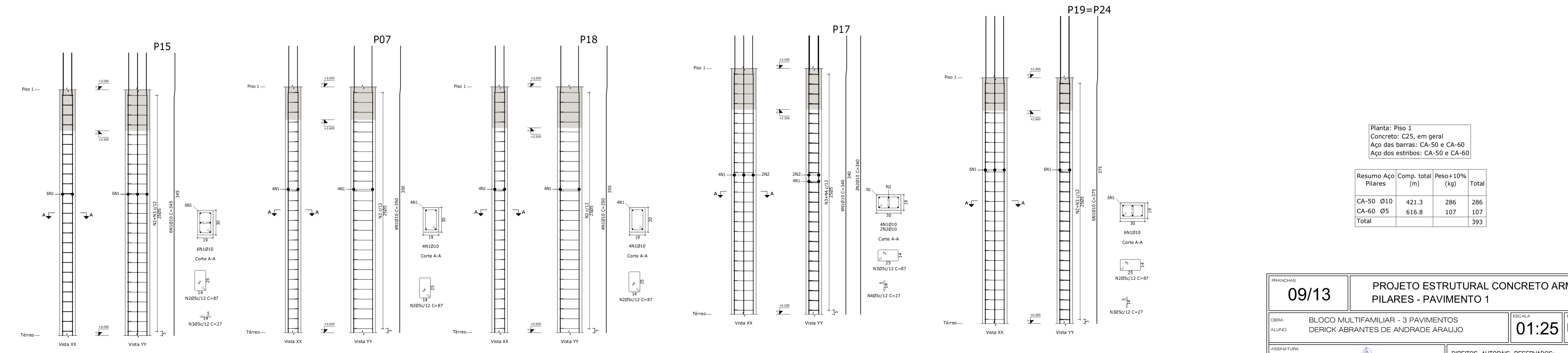
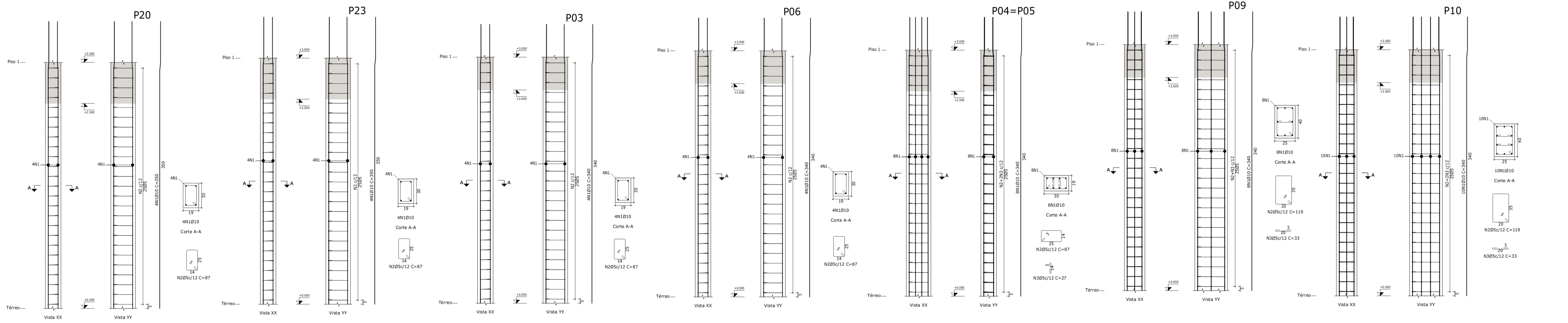
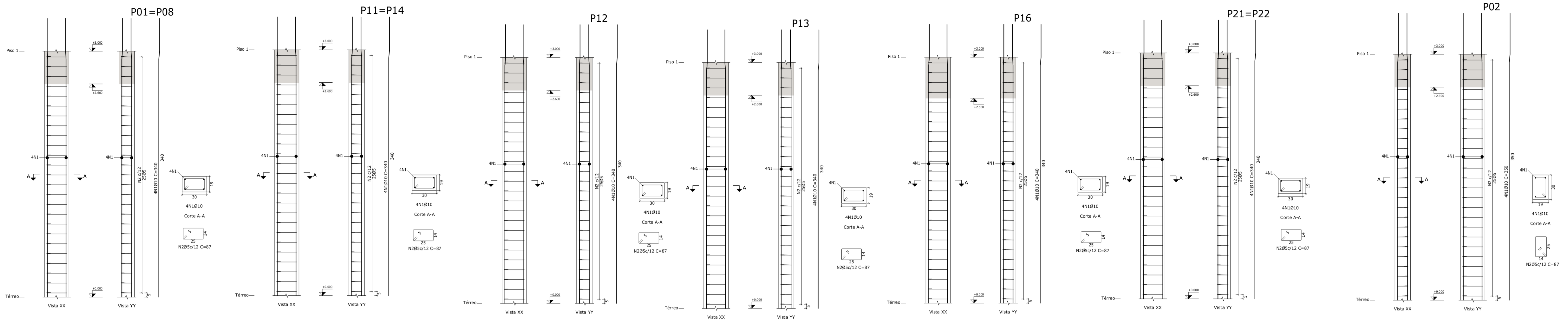


Caixa d'água
 Desenho de vigas
 Concreto: C25, em geral
 Aço das barras: CA-50 e CA-60
 Aço dos estribos: CA-50 e CA-60

Resumo Aço	Comp. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
CA-50 Ø6,3	101,3	27	27
CA-60 Ø5	84,8	15	15
Total			42

ESC: 1:35

PRANCHAS		PROJETO ESTRUTURAL CONCRETO ARMADO	
08/13		DETALHAMENTO - BARRILETE E CX D'ÁGUA	
OBRA:	BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS	ESCALA:	INDICADA
ALUNO:	DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO	DATA:	FEV, 2022
ASSINATURA:		DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:	
		É proibida, no todo ou em parte, a reprodução total ou parcial deste projeto ou cópia sem autorização dos autores. É proibida a utilização em qualquer forma de mídia eletrônica, a menos que seja autorizada pelo engenheiro.	



Pilares: Piso 1
 Concreto: C25, em geral
 Aço das barras: CA-50 e CA-60
 Aço dos estribos: CA-50 e CA-60

Resumo Aço	Comp. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
Pilares			
CA-50 Ø10	421.3	286	286
CA-60 Ø5	616.8	107	107
Total			393

PRANCHAS: 09/13

PROJETO ESTRUTURAL CONCRETO ARMADO
 PILARES - PAVIMENTO 1

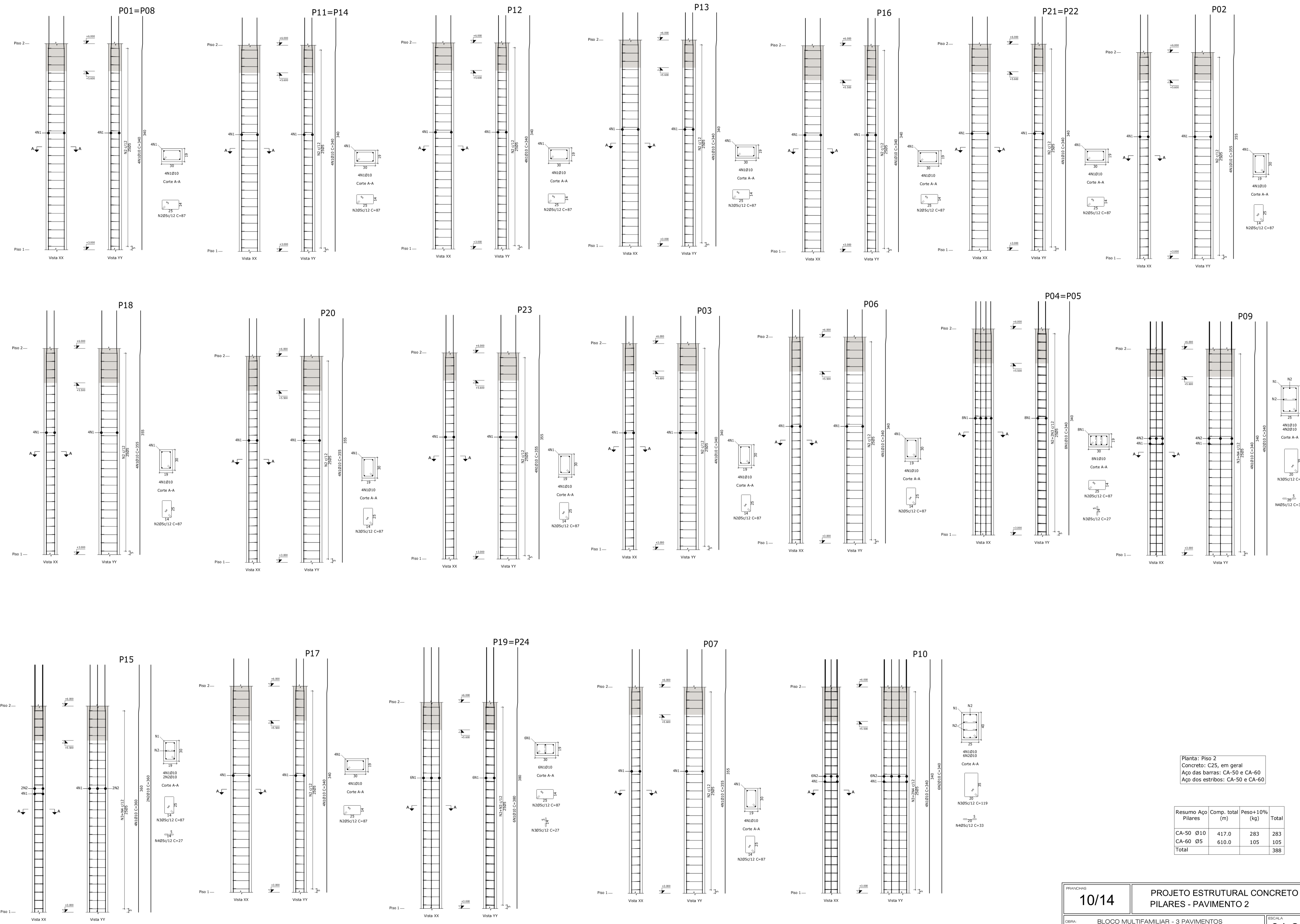
OBRA: BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS
 ALUNO: DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO

ESCALA: 01:25
 DATA: FEV, 2022

ASSINATURA:

DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:
 É proibida, no todo ou em parte, a reprodução, a distribuição, a comunicação pública ou qualquer outra forma de utilização que não seja a de uso pessoal, sem a prévia autorização do engenheiro.

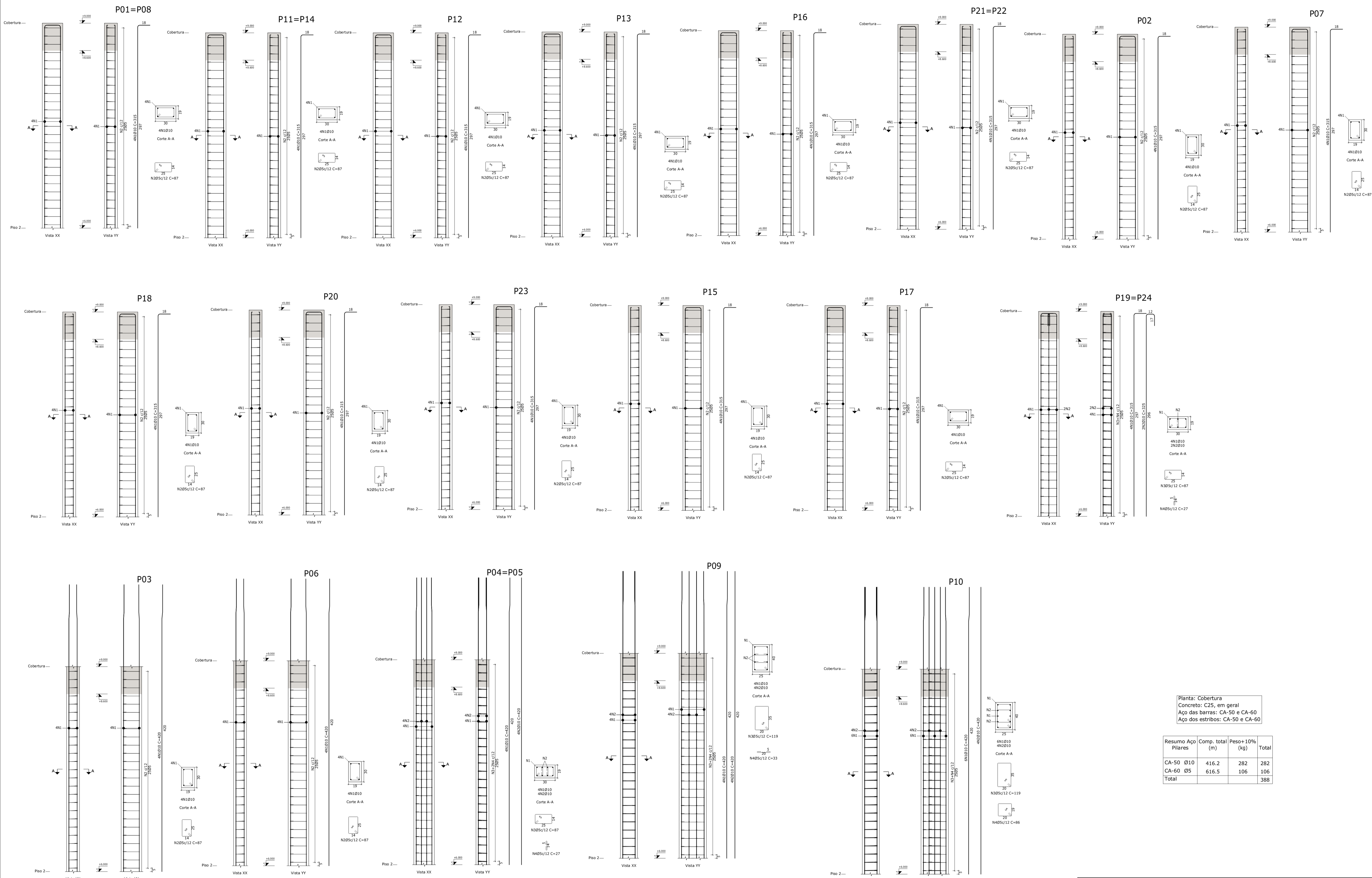
Formato A1 - 841x594mm



Planta: Piso 2
 Concreto: C25, em geral
 Aço das barras: CA-50 e CA-60
 Aço dos estribos: CA-50 e CA-60

Resumo Aço Pilares	Comp. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
CA-50 Ø10	417.0	283	283
CA-60 Ø5	610.0	105	105
Total		388	

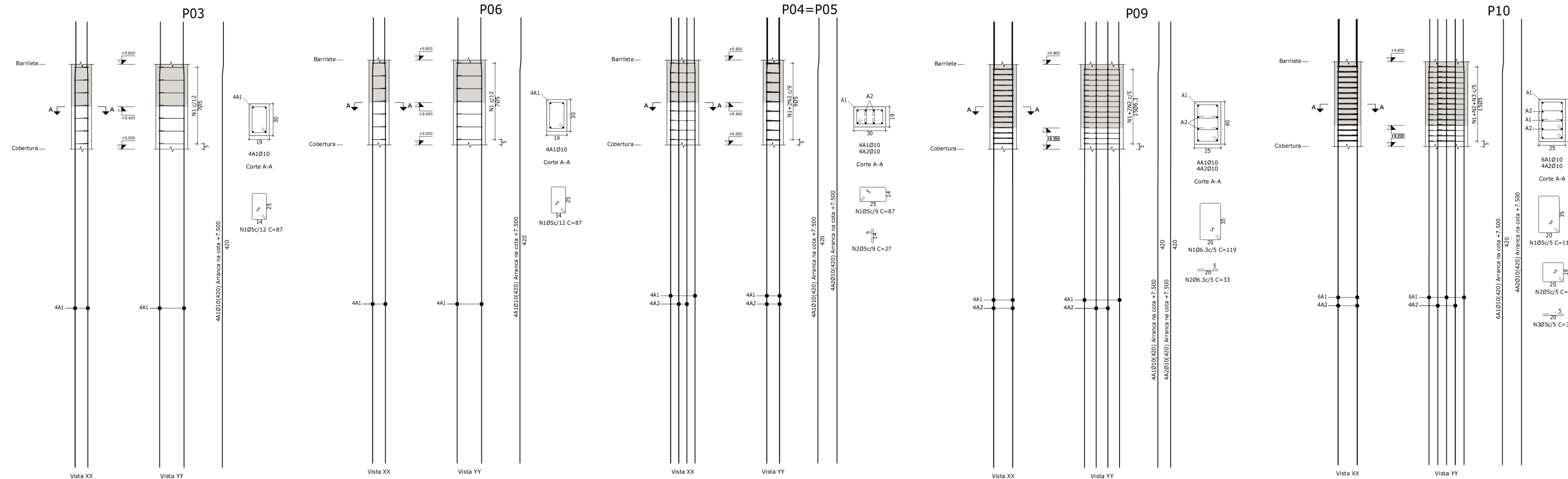
PRANCHAS		PROJETO ESTRUTURAL CONCRETO ARMADO	
10/14		PILARES - PAVIMENTO 2	
OBRA:	BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS	ESCALA:	01:25
ALUNO:	DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO	DATA:	FEV, 2022
ASSINATURA:		DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:	
DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO		É proibida, na forma da Lei nº 9.610, de 1998, a reprodução total ou parcial desta obra sem autorização expressa do autor. É proibida a utilização desta obra em qualquer forma de comunicação ou divulgação sem a prévia autorização do engenheiro.	



Planta: Cobertura
 Concreto: C25, em geral
 Aço das barras: CA-50 e CA-60
 Aço dos estribos: CA-50 e CA-60

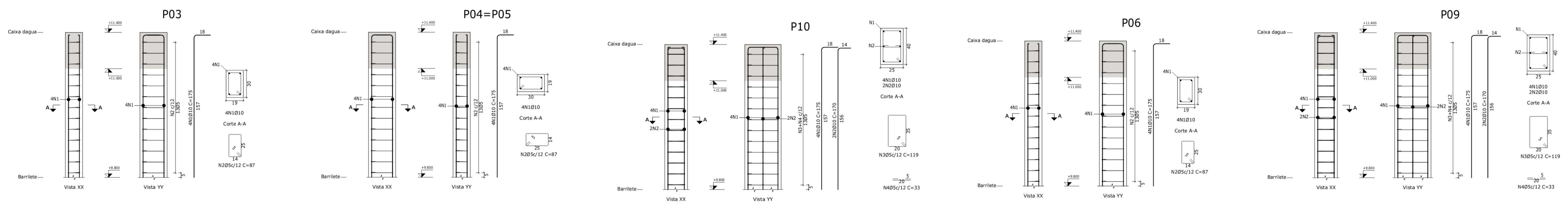
Resumo Aço	Comp. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
CA-50 Ø10	416.2	282	282
CA-60 Ø5	616.5	106	106
Total		388	

PRANCHAS		PROJETO ESTRUTURAL CONCRETO ARMADO	
11/13		PILARES - COBERTA	
OBRA:	BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS	ESCALA:	01:25
ALUNO:	DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO	DATA:	FEV, 2022
ASSINATURA:		DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:	
DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO		É proibida, na forma da Lei nº 9.610, de 1998, a reprodução total ou parcial desta obra sem a autorização expressa do autor. É proibida a utilização desta obra em qualquer forma de comunicação pública sem a prévia autorização do engenheiro.	



Planta: Barrilete
 Concreto: C25, em geral
 Aço dos estribos: CA-50 e CA-60

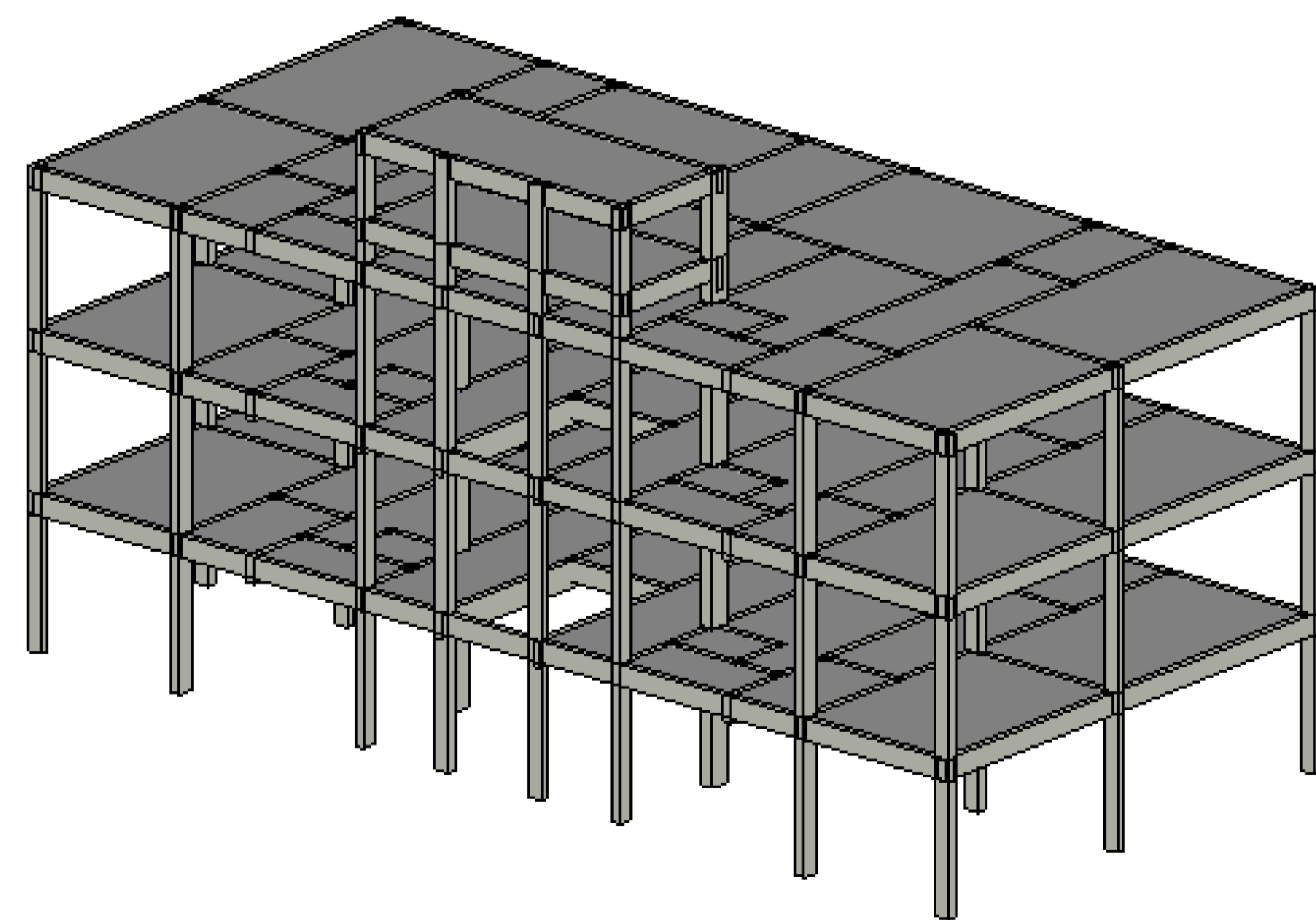
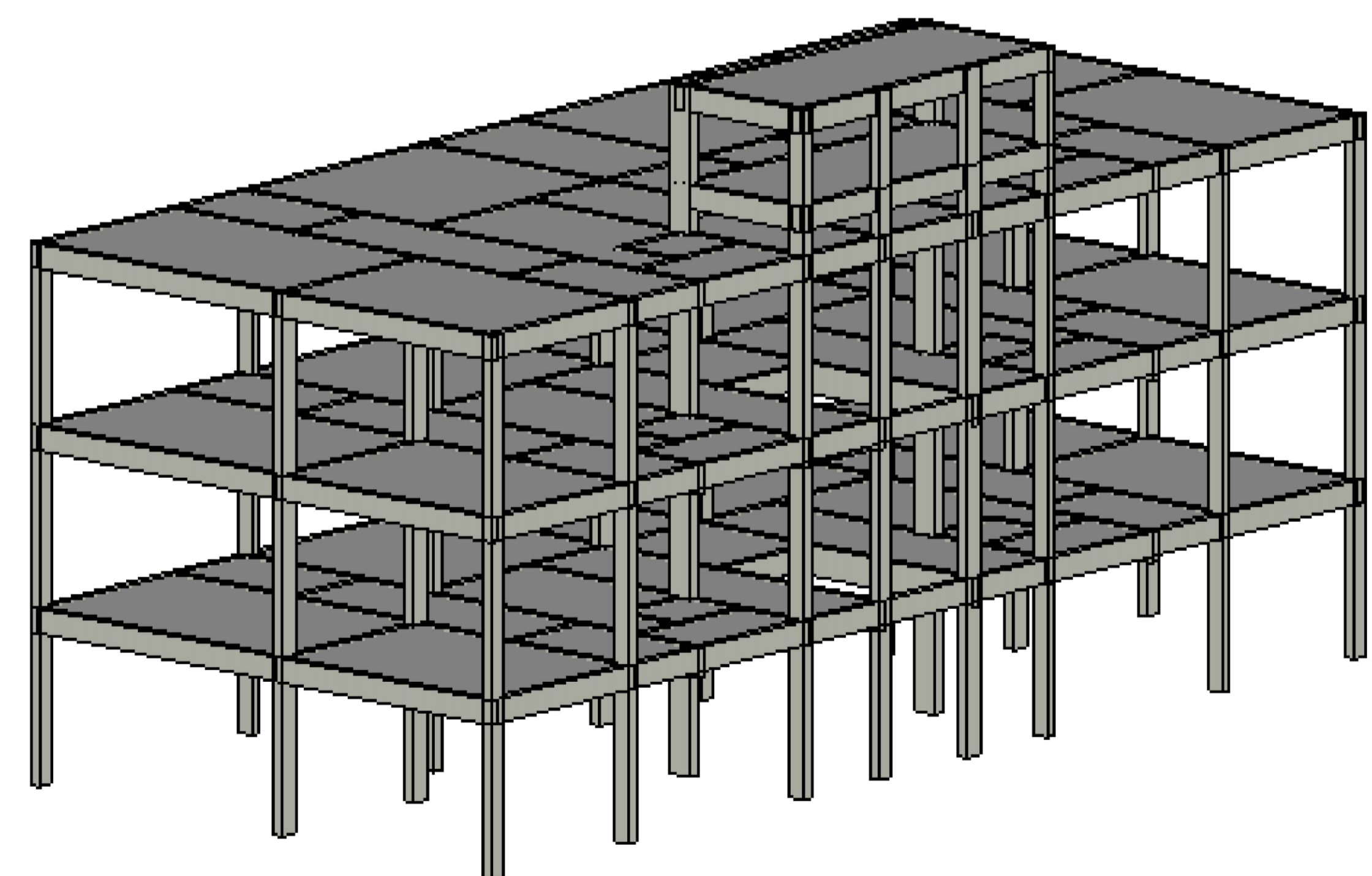
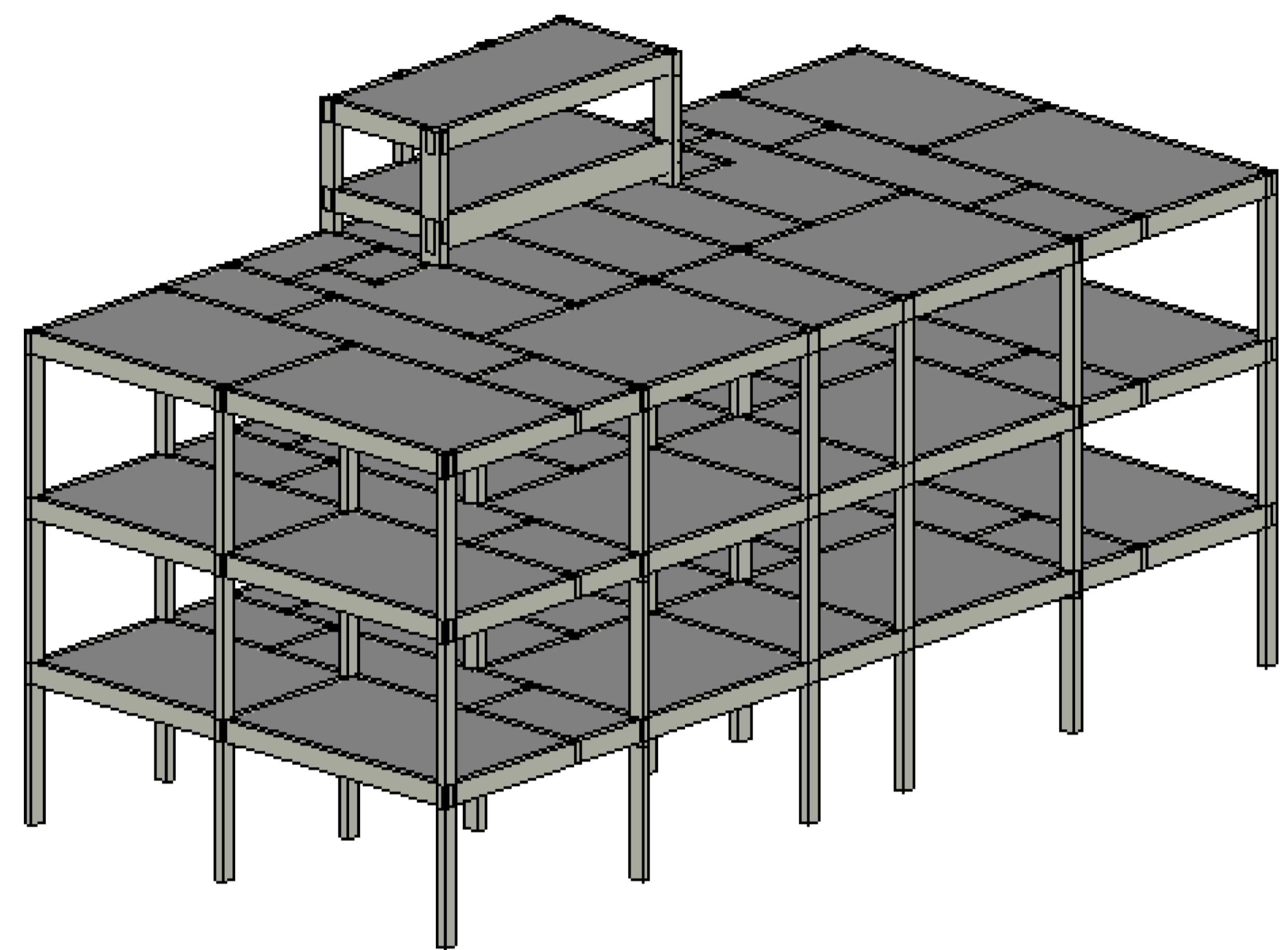
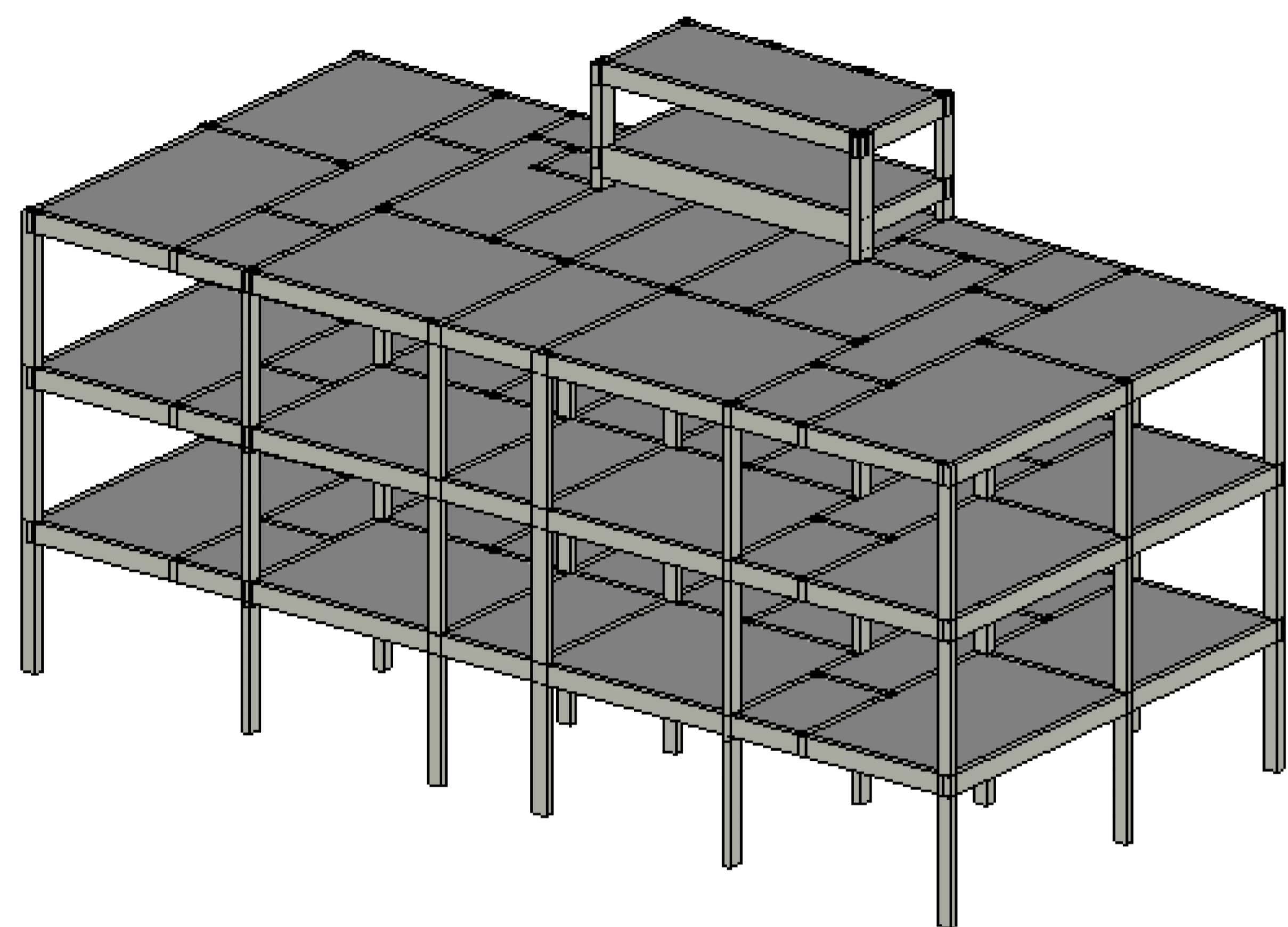
Resumo Aço	Comp. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
CA-50 Ø6.3	27.8	7	7
CA-60 Ø5	73.3	13	13
Total			20




Planta: Caixa d'água
 Concreto: C25, em geral
 Aço das barras: CA-50 e CA-60
 Aço dos estribos: CA-50 e CA-60

Resumo Aço	Comp. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
CA-50 Ø10	48.8	33	33
CA-60 Ø5	84.8	15	15
Total			48

PRANCHAS		PROJETO ESTRUTURAL CONCRETO ARMADO	
12/13		PILARES - BARRILETE E CX D'ÁGUA	
OBRA:	BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS	ESCALA:	01:25
ALUNO:	DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO	DATA:	FEV, 2022
ASSINATURA:		DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:	
DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO		É proibida, na forma da Lei nº 5.250, de 18 de março de 1964, e suas alterações, a reprodução total ou parcial desta obra sem a autorização do engenheiro.	

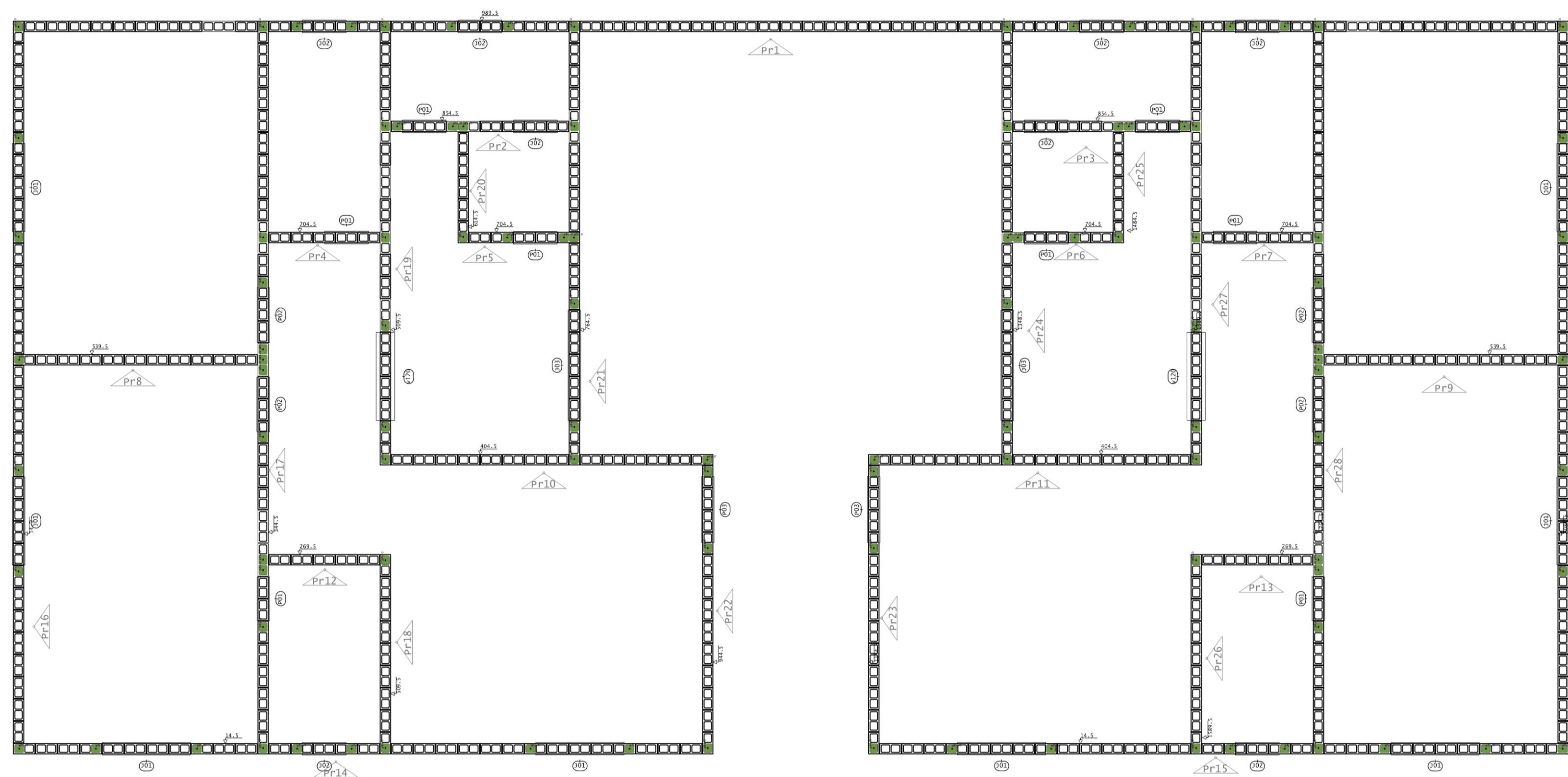


PRANCHAS	PROJETO ESTRUTURAL CONCRETO ARMADO	
13/13	3D - SUPERESTRUTURA	
OBRA:	BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS	ESCALA
ALUNO:	DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO	S/ ESC
ASSINATURA		DATA
		FEV, 2022
DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:		
<small>É proibida, na forma da Lei nº 9.610, de 19 de junho de 1998, art. 174, a cópia, parcial ou total, deste projeto ou parte dele sem autorização por escrito do autor. A reprodução, a alteração sem a prévia autorização do autor.</small>		

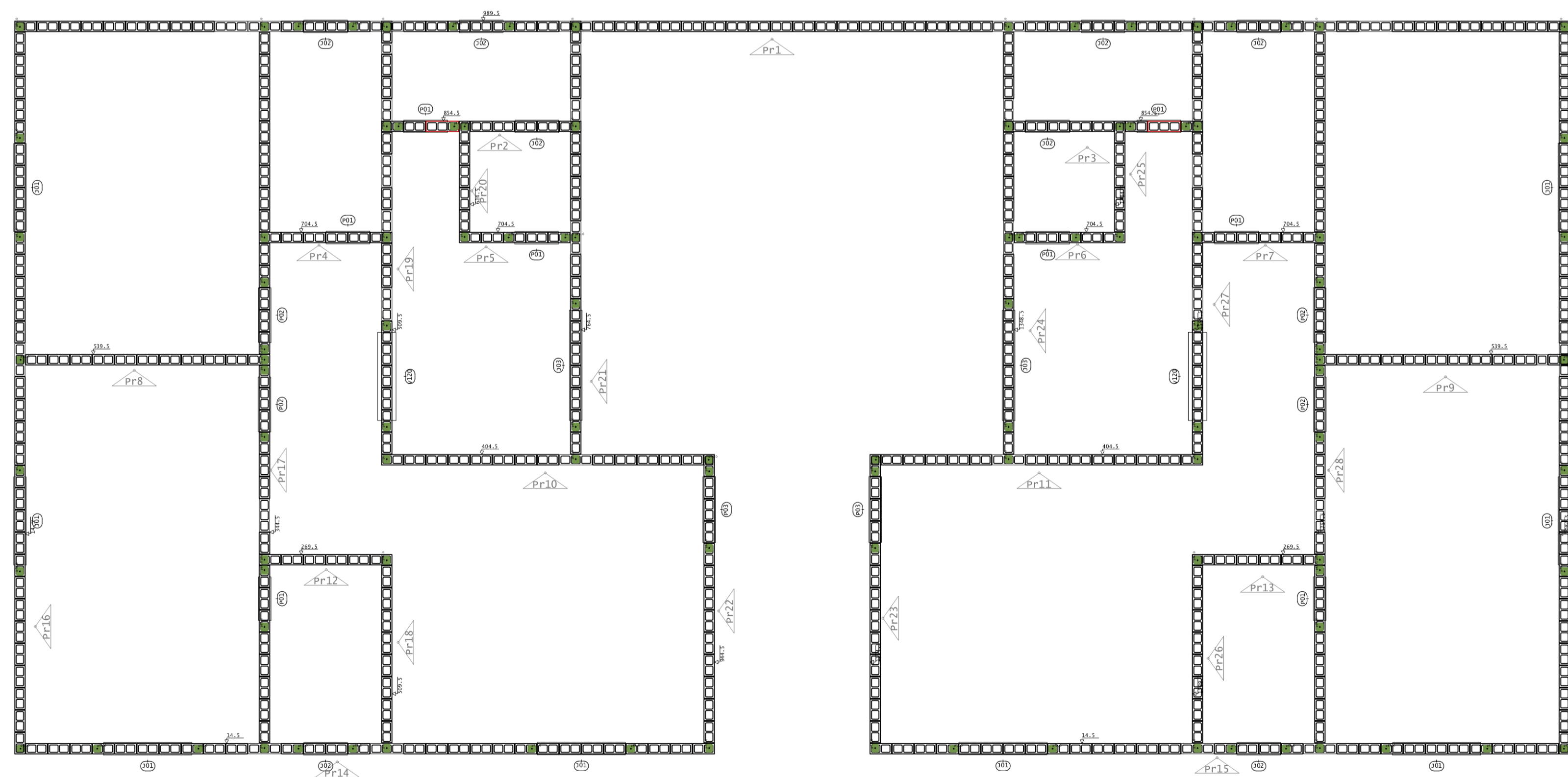
**ANEXO II - SUPERESTRUTURA DA EDIFICAÇÃO EM ALVENARIA
ESTRUTURAL**


PAVIMENTOS-TIPO

Desenho de fiada impar de alvenarias

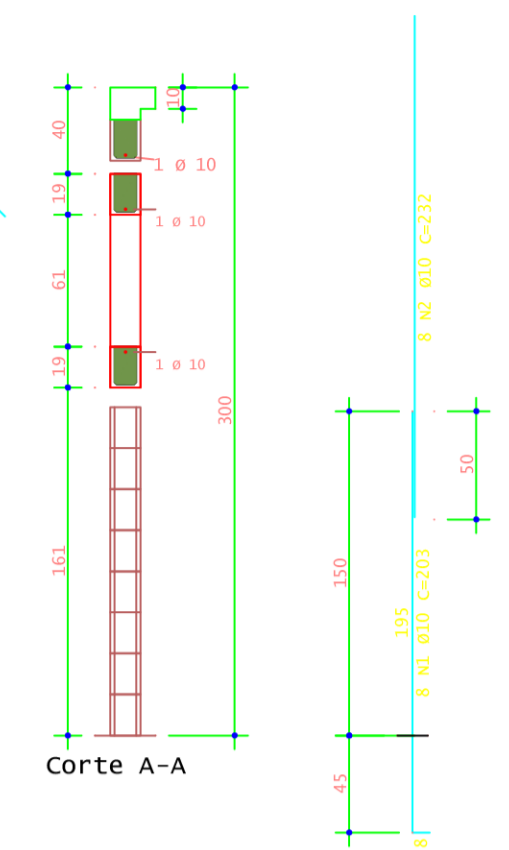
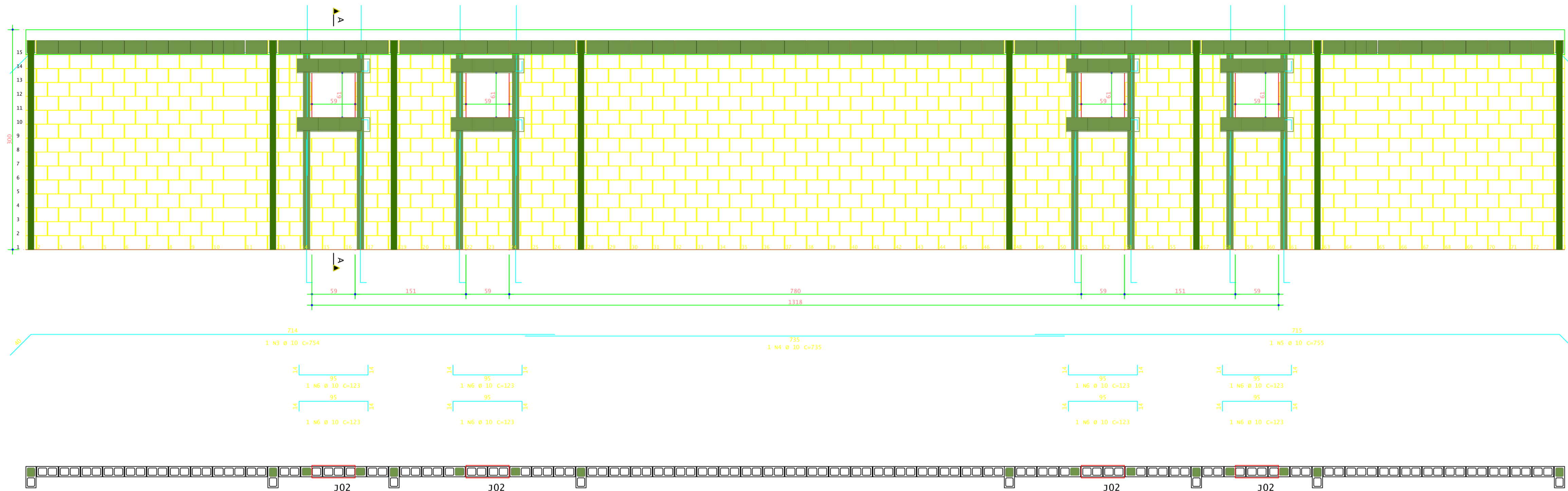


Desenho de fiada par de alvenarias

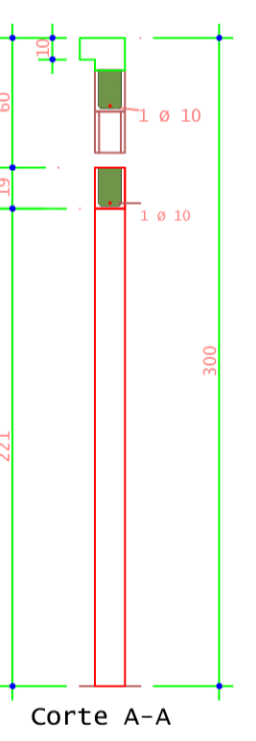
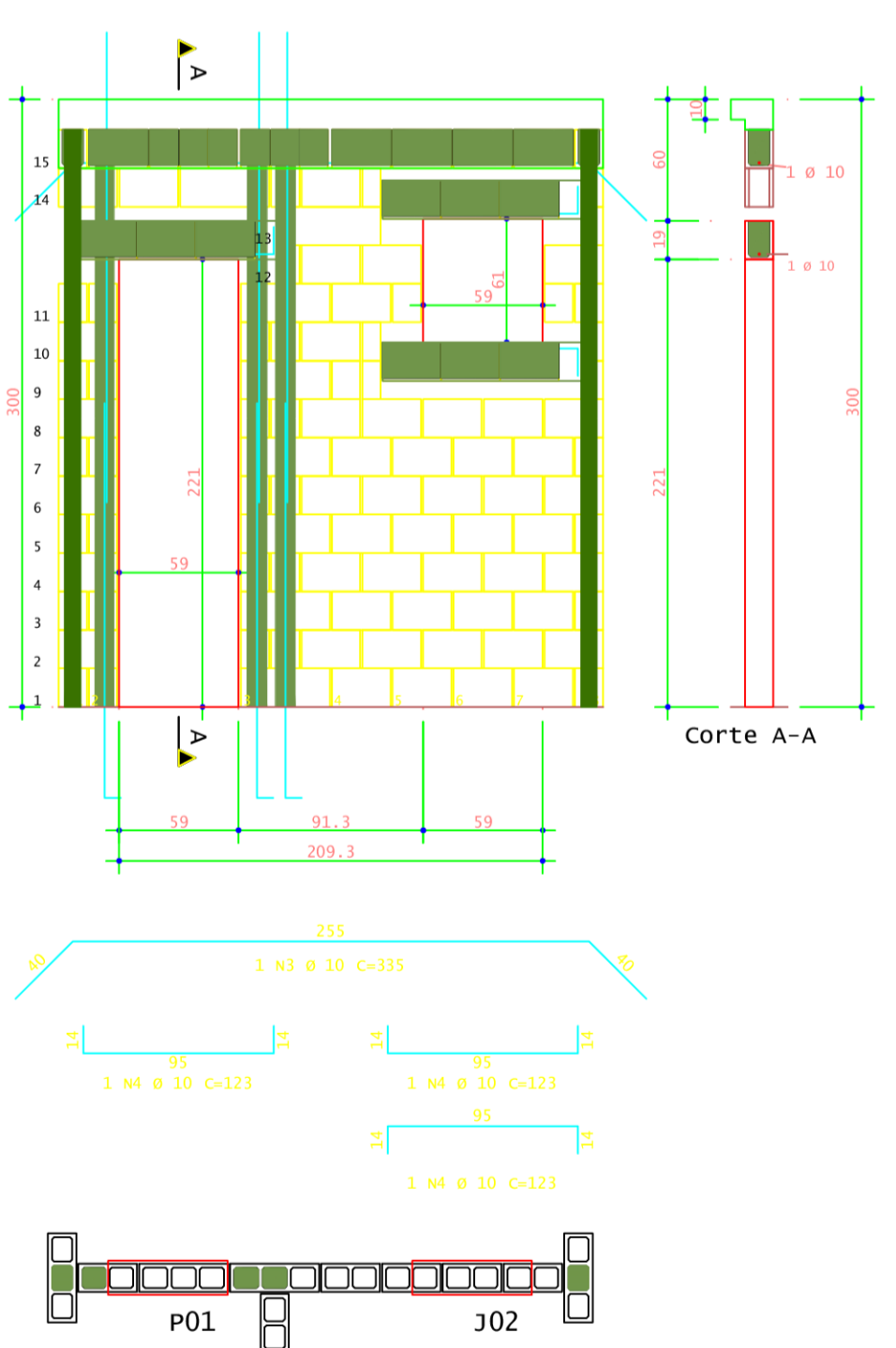


PRANCHAS		SISTEMA DE ALVENARIA ESTRUTURAL DESENHOS DE FIADAS	
01/09		ESCALA	DATA
OBRA: BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS		01:50	2022
ALUNO: DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO		DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:	
ASSINATURA: 		É proibida, na forma da Lei nº 5.250, art. 184, as cópias parciais e reprodução total ou parcial desta obra sem autorização por escrito do autor. É proibida a utilização desta obra em qualquer forma de comunicação ou transmissão sem a prévia autorização do engenheiro.	
DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO			

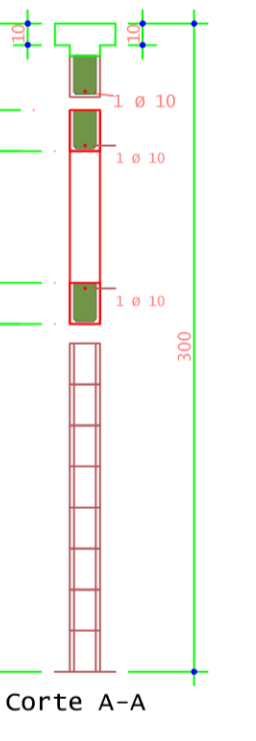
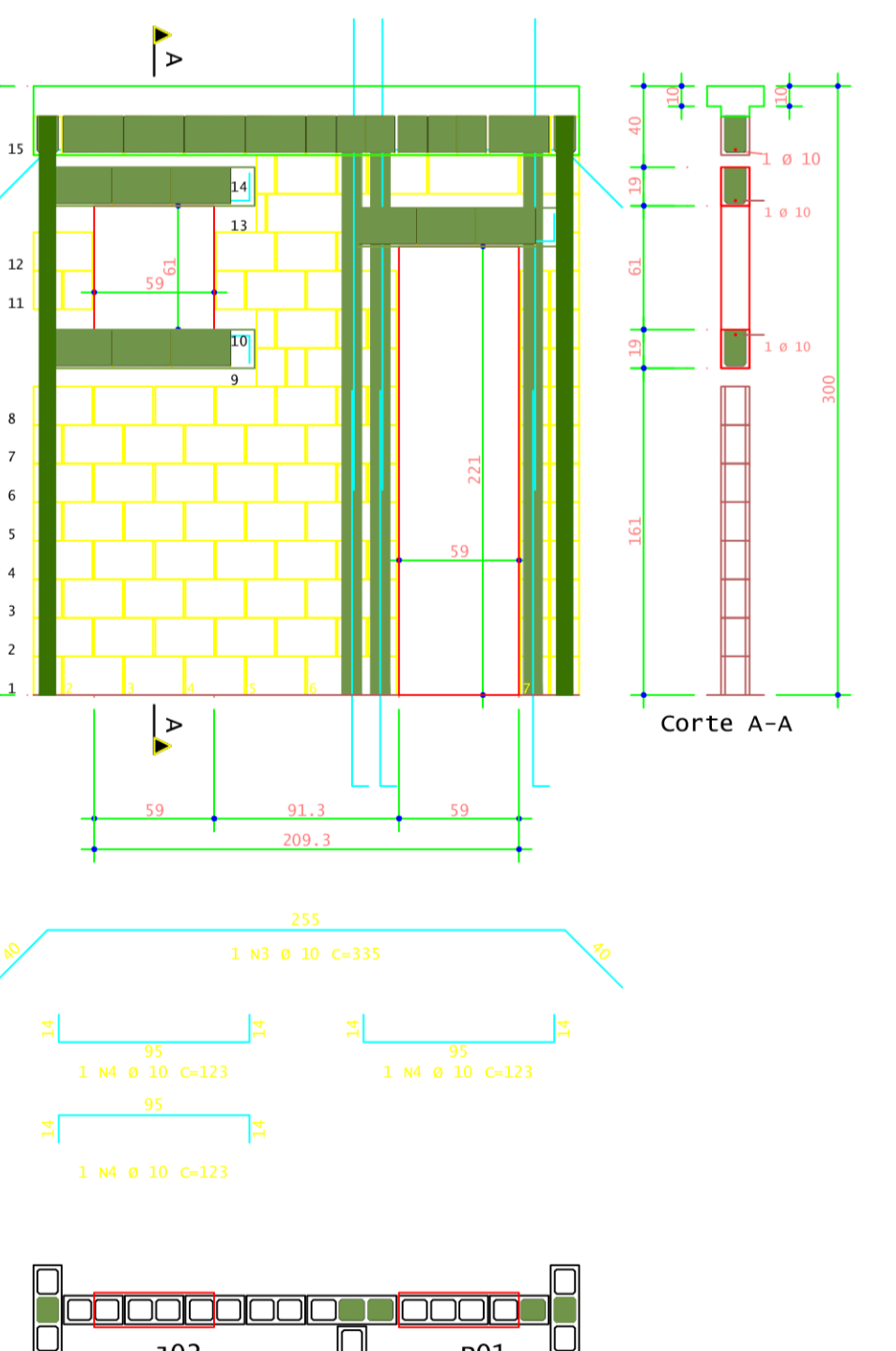
Pr1



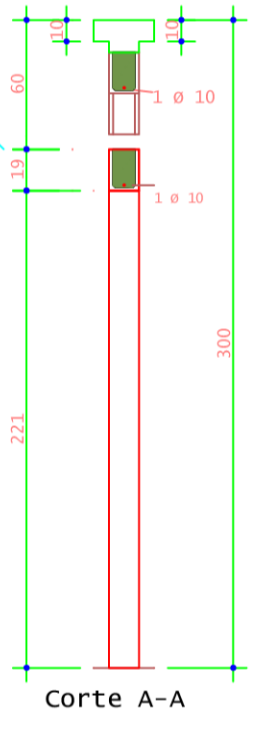
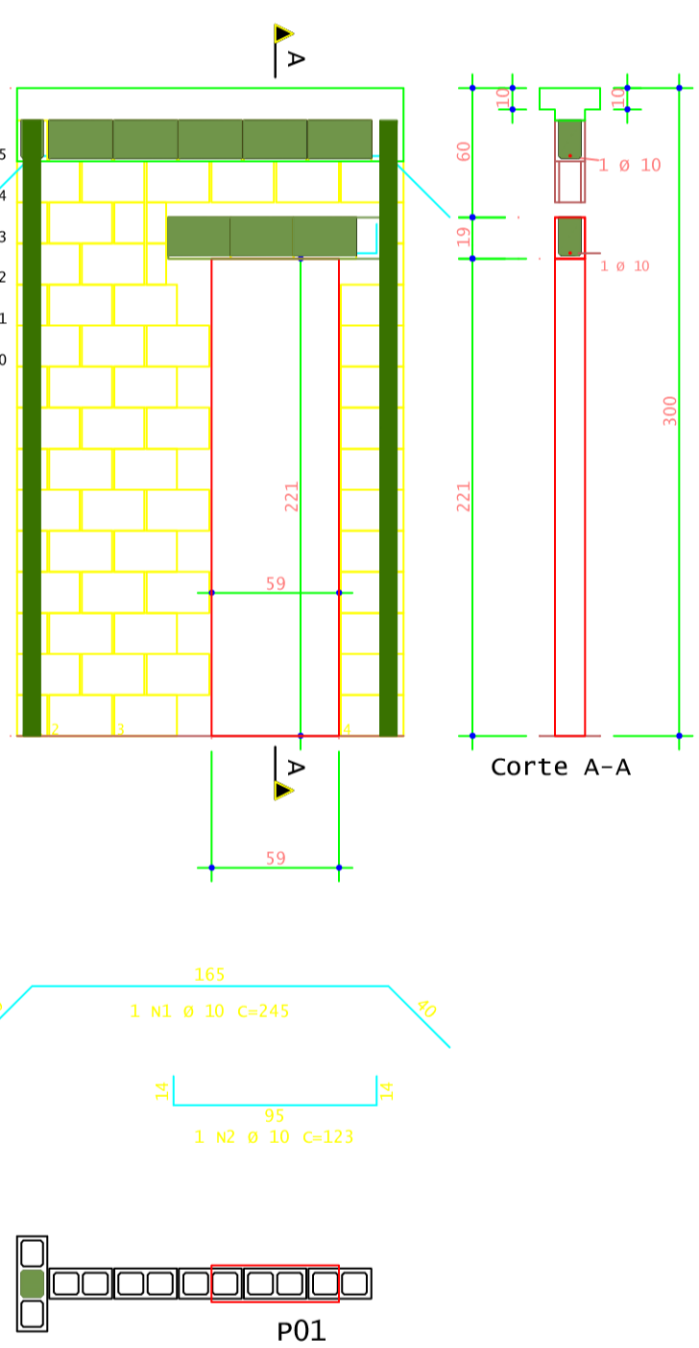
Pr2



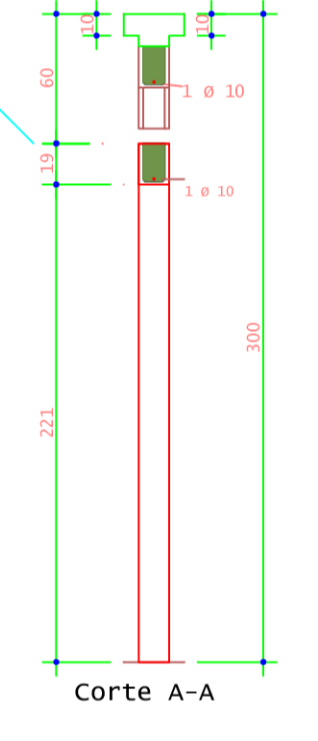
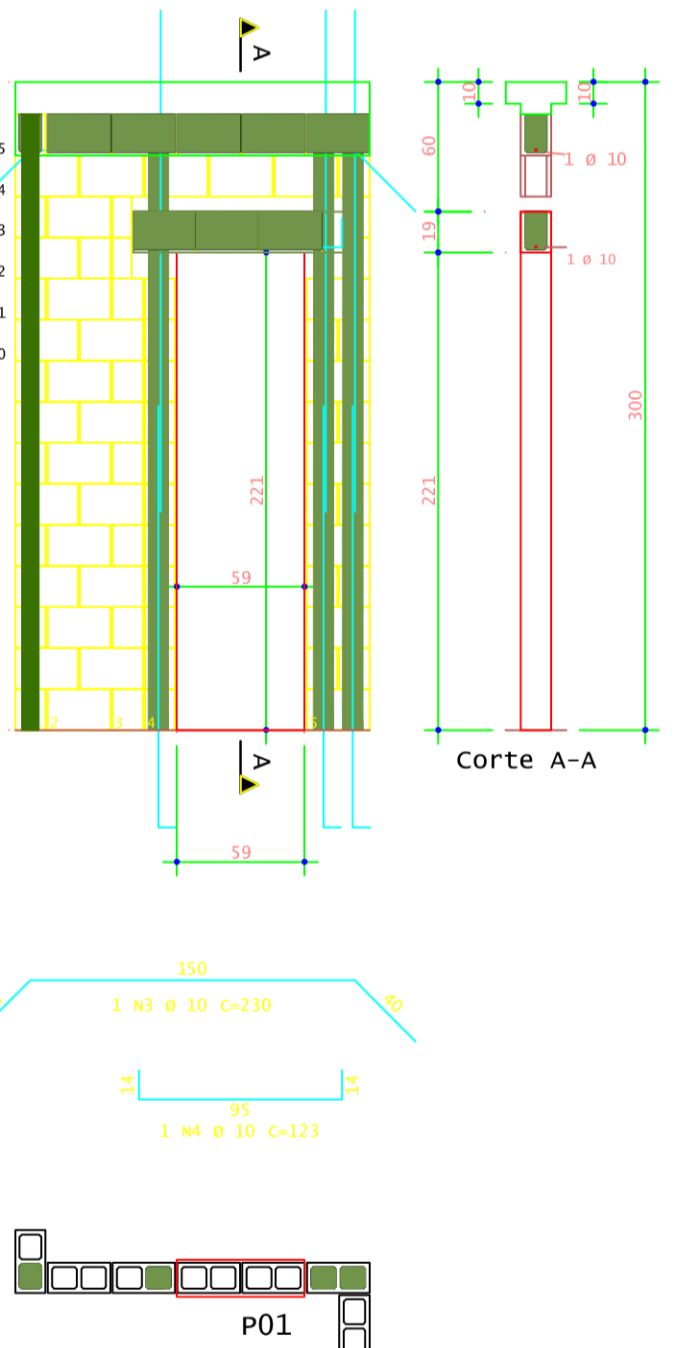
Pr3



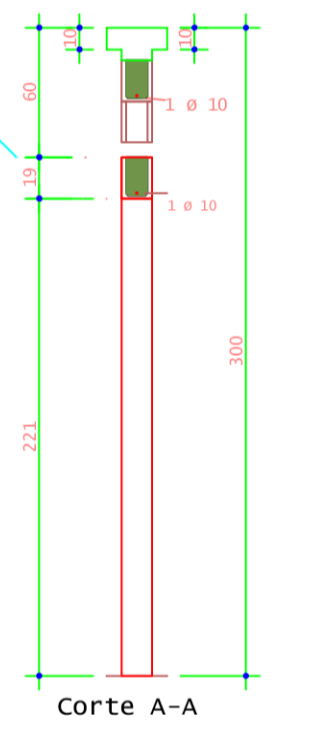
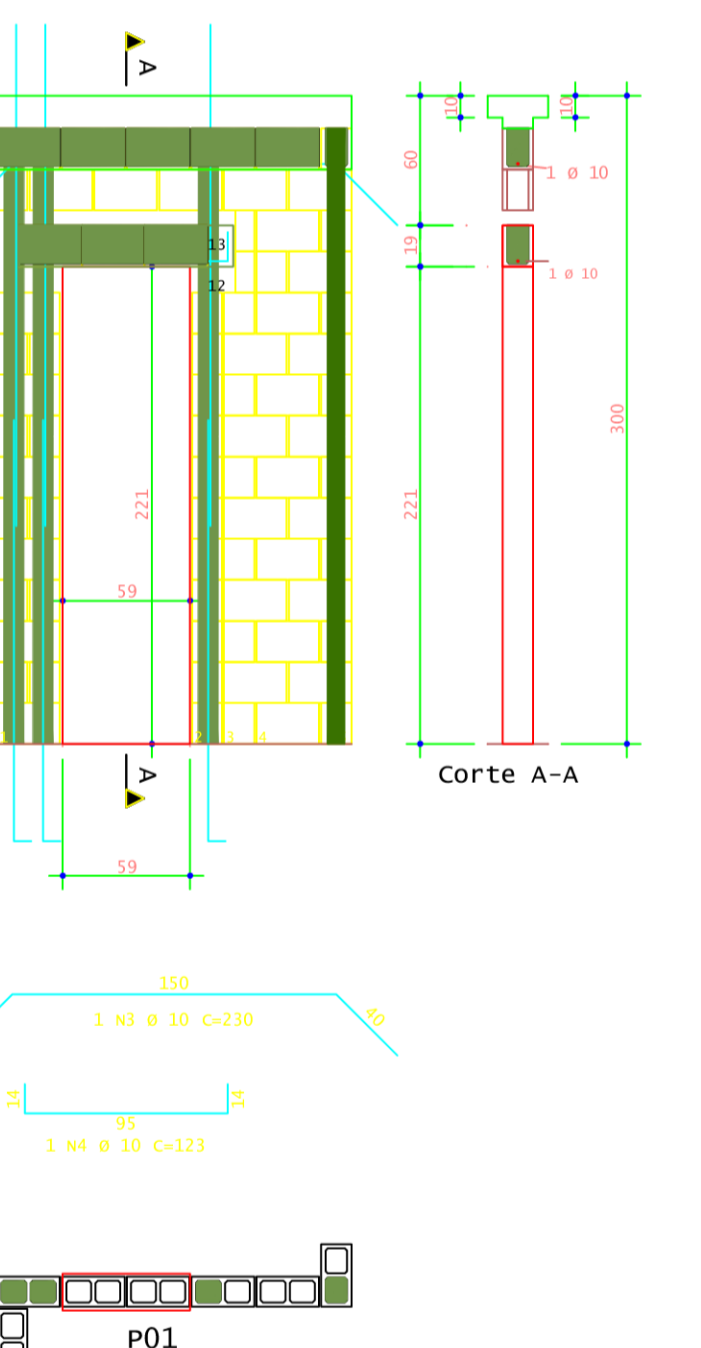
Pr4



Pr5



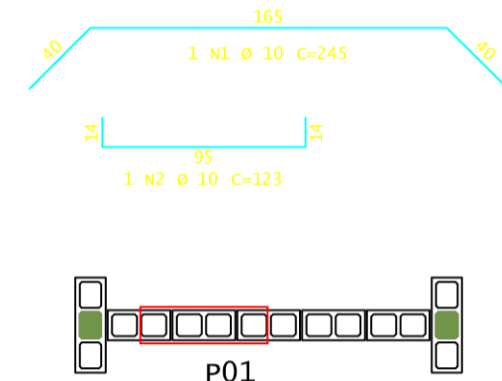
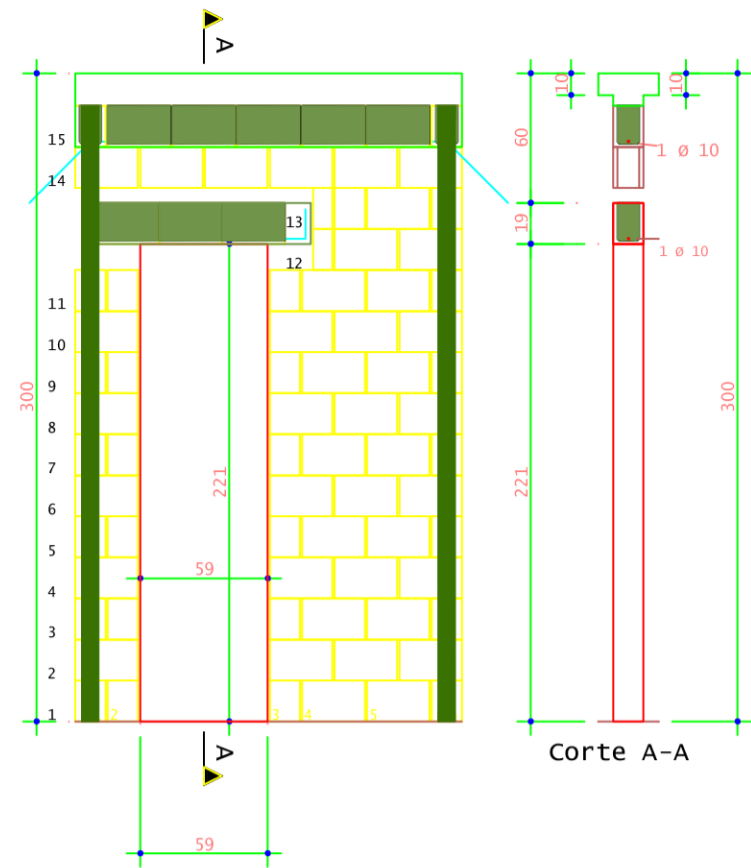
Pr6



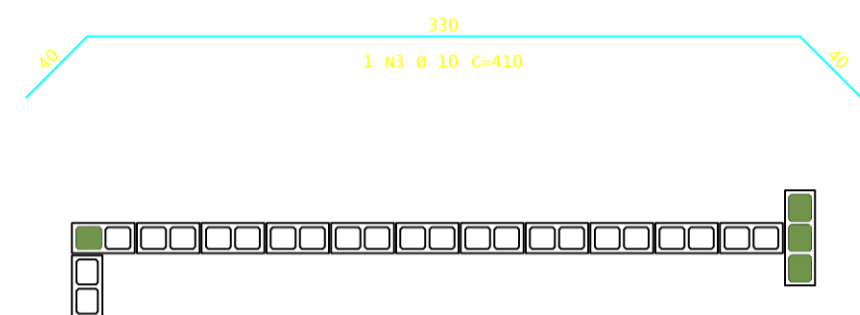
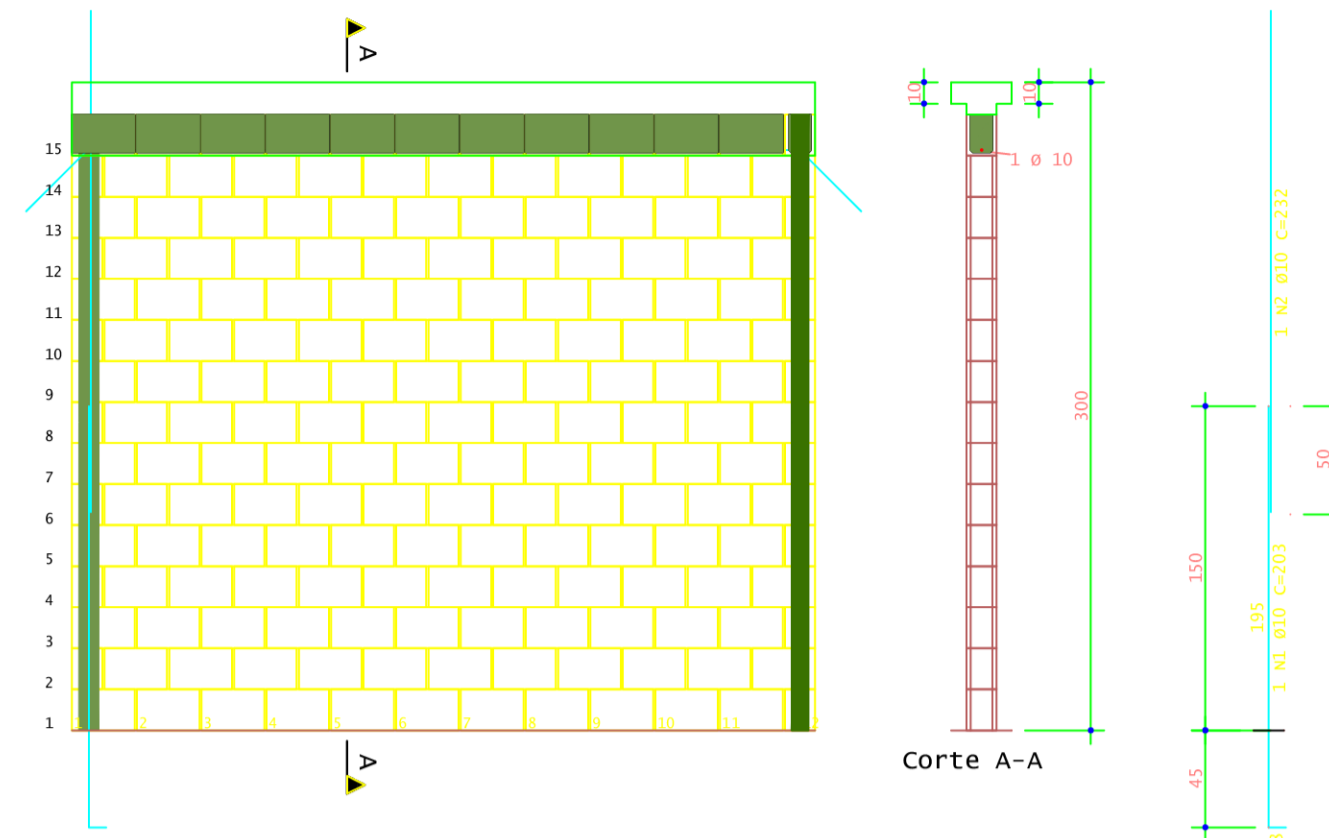
PAREDES DO PAVIMENTO-TIPO					
Parede	Quantidade	Posição	Bitola	Comprimento (cm)	Comp. Total (cm)
Par1	8	N1	Ø10	203	1624
	8	N2	Ø10	232	1856
	1	N3	Ø10	754	754
	1	N4	Ø10	735	735
	1	N5	Ø10	755	755
	8	N6	Ø10	123	984
Par2	3	N1	Ø10	203	609
	3	N2	Ø10	232	696
	1	N3	Ø10	335	335
	3	N4	Ø10	123	369
Par3	3	N1	Ø10	203	609
	3	N2	Ø10	232	696
	1	N3	Ø10	335	335
Par4	1	N1	Ø10	245	245
	1	N2	Ø10	123	123
	3	N1	Ø10	203	609
Par5	3	N2	Ø10	232	696
	1	N3	Ø10	230	230
	1	N4	Ø10	123	123
Par6	3	N1	Ø10	203	609
	3	N2	Ø10	232	696
	1	N3	Ø10	230	230
	1	N4	Ø10	123	123

PRANCHAS		SISTEMA DE ALVENARIA ESTRUTURAL PAVIMENTO-TIPO	
02/09		ESCALA	DATA
OBRA:	BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS	01:35	2022
ALUNO:	DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO		
ASSINATURA	DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:		
DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO		É proibida, na forma da Lei nº 9.610, de 1996, a reprodução total ou parcial desta obra sem a autorização do autor. É proibida a utilização desta obra para fins de lucro sem a autorização do autor.	

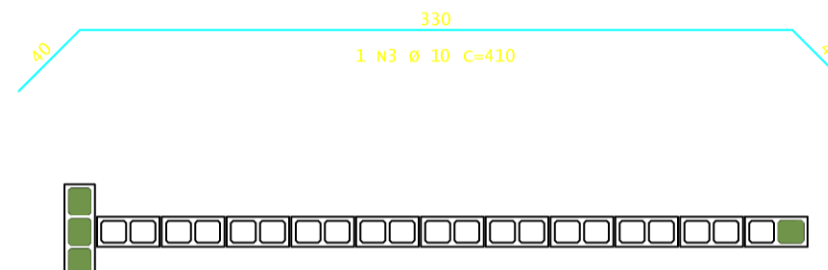
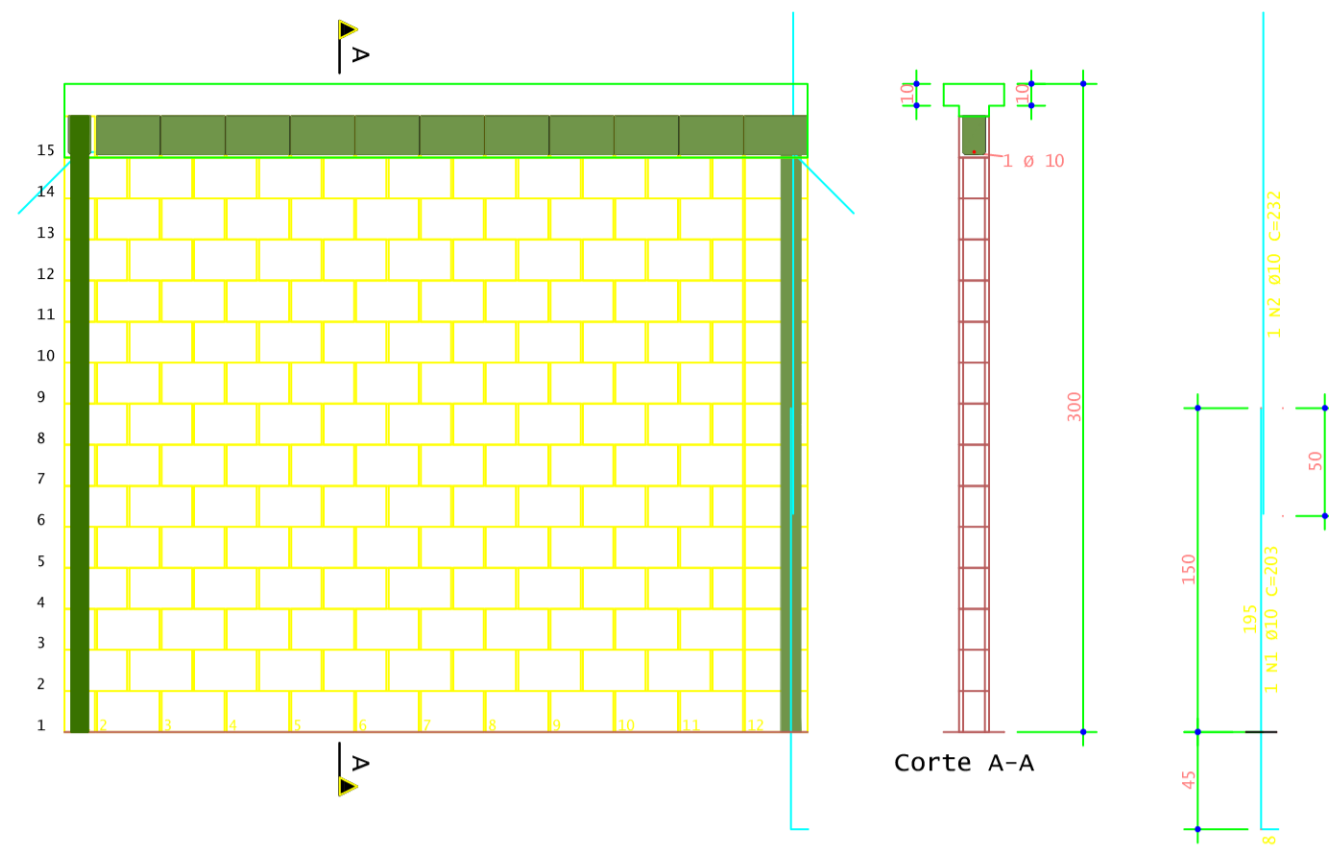
Pr7



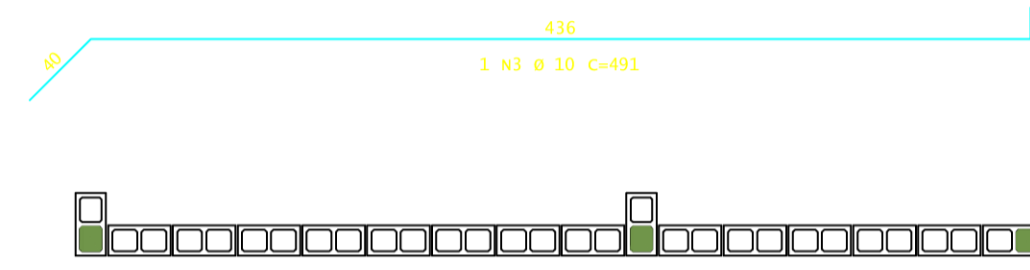
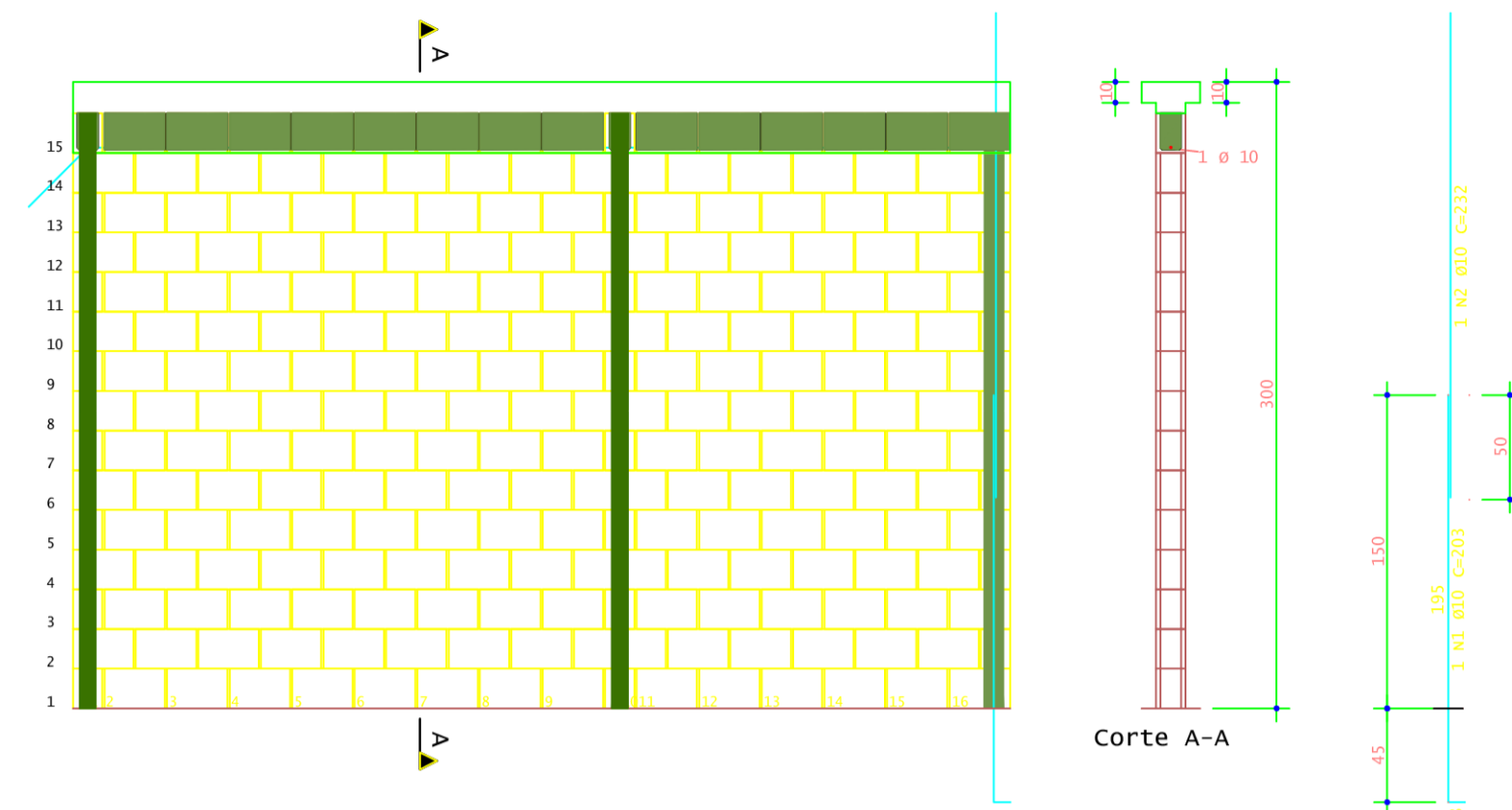
Pr8



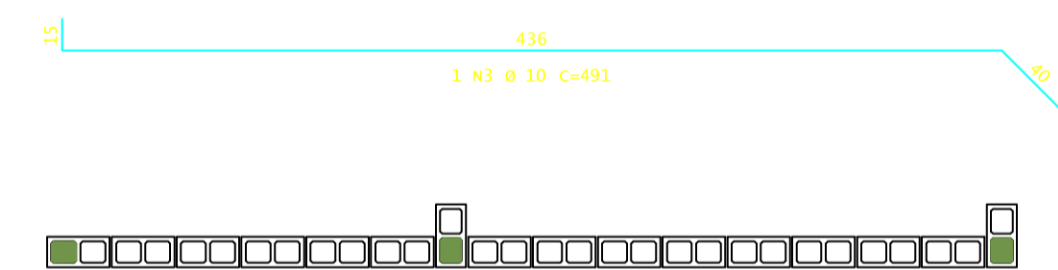
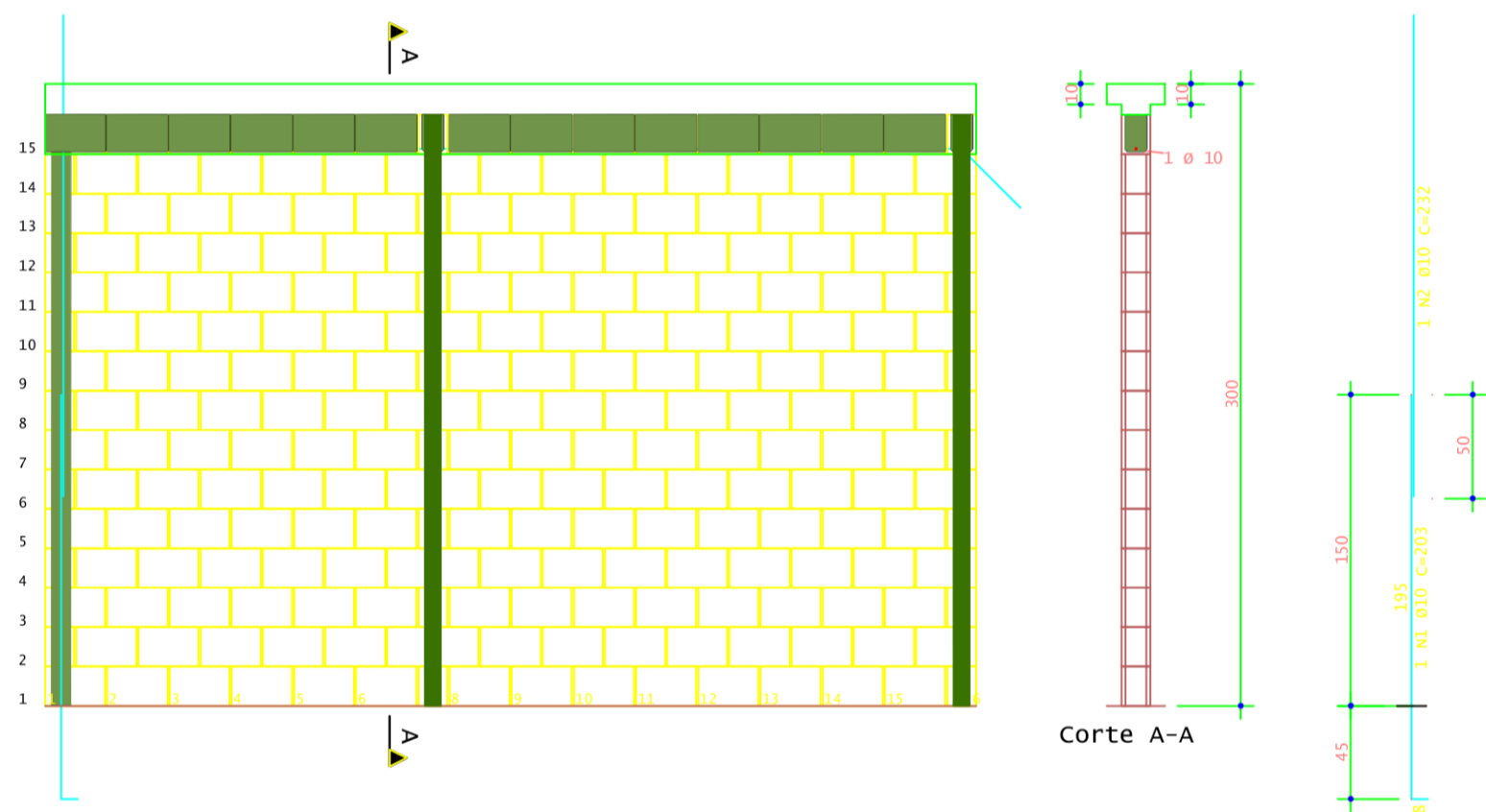
Pr9



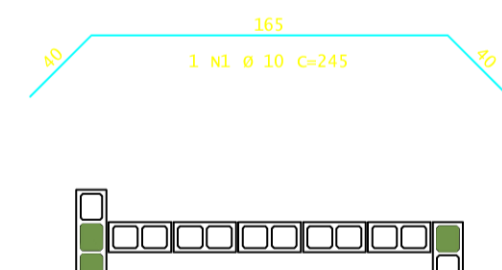
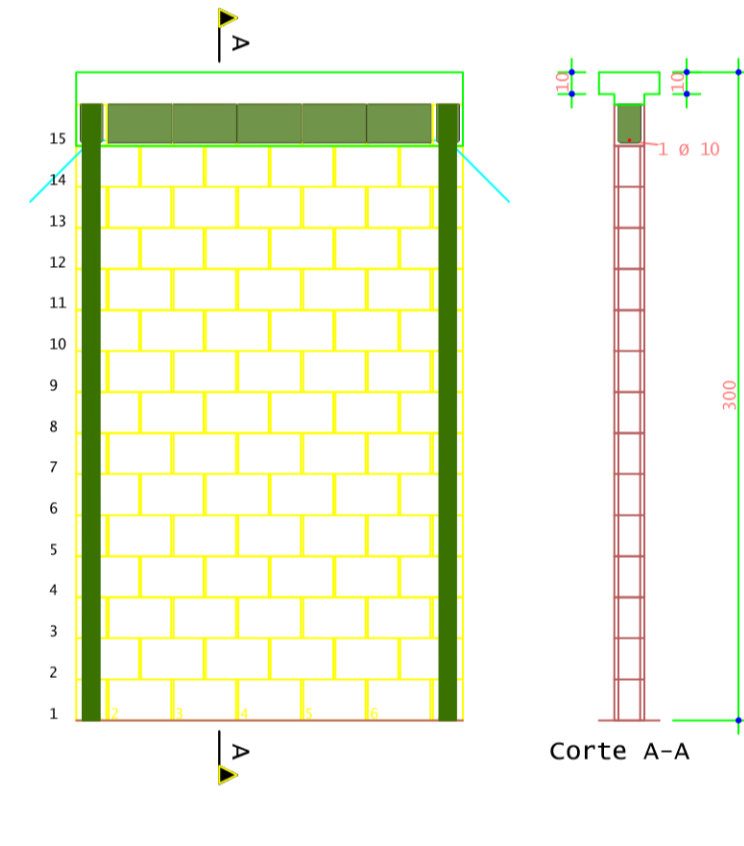
Pr10



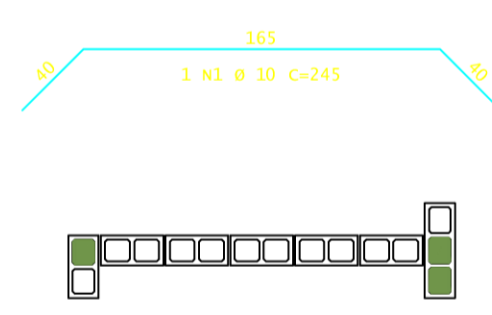
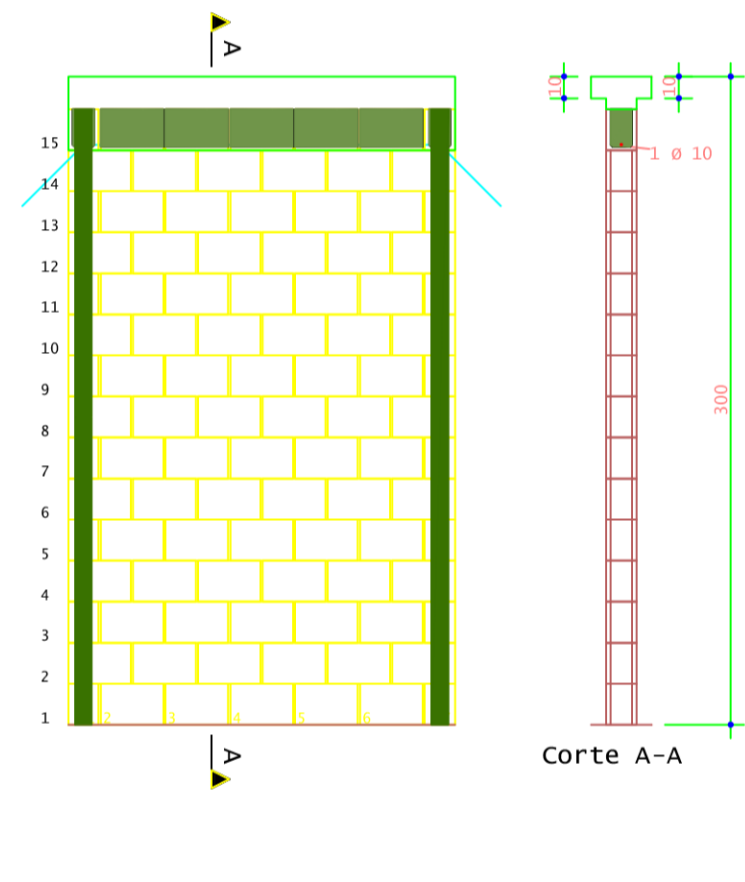
Pr11



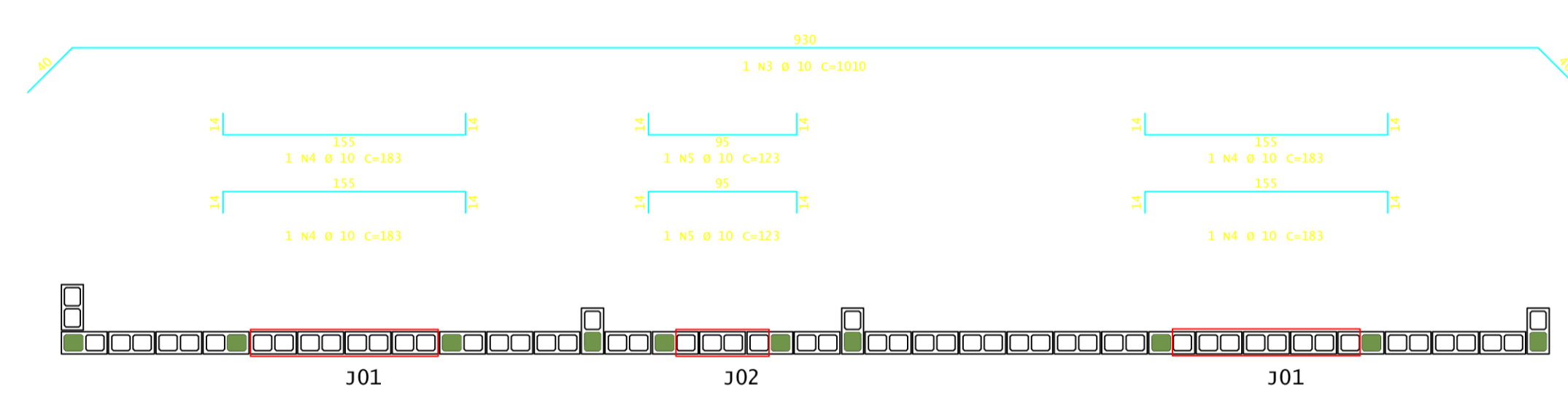
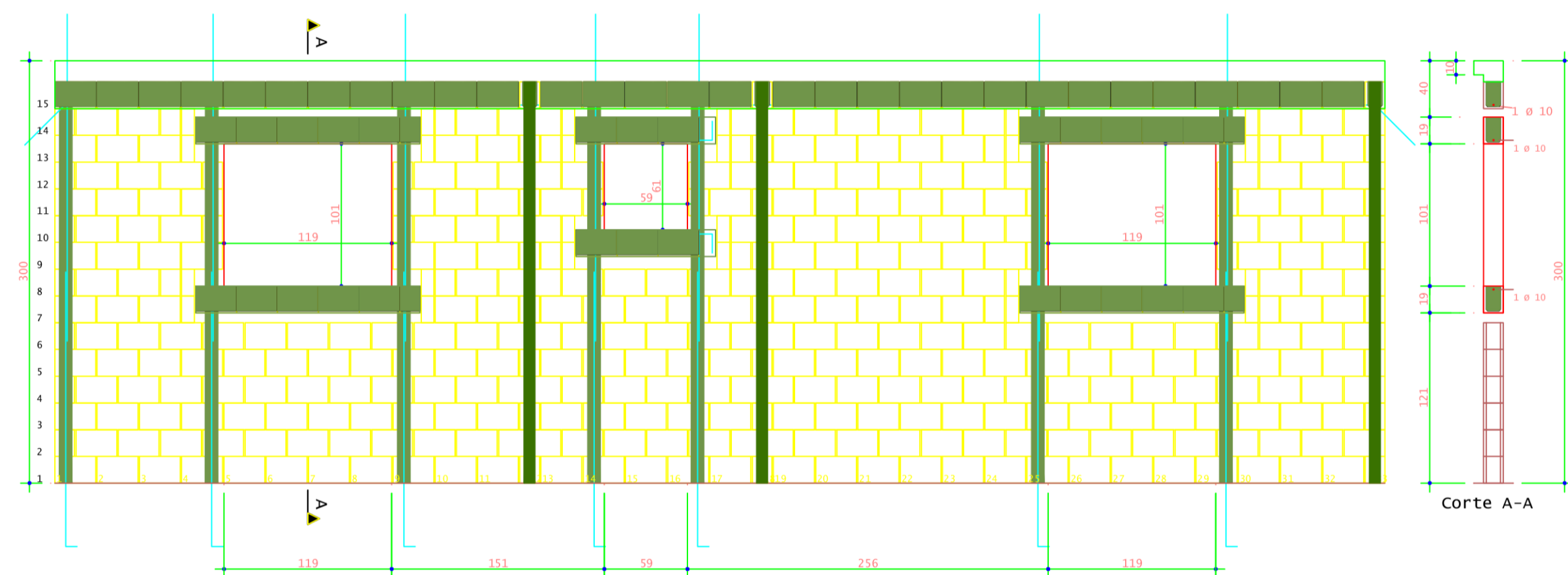
Pr12



Pr13



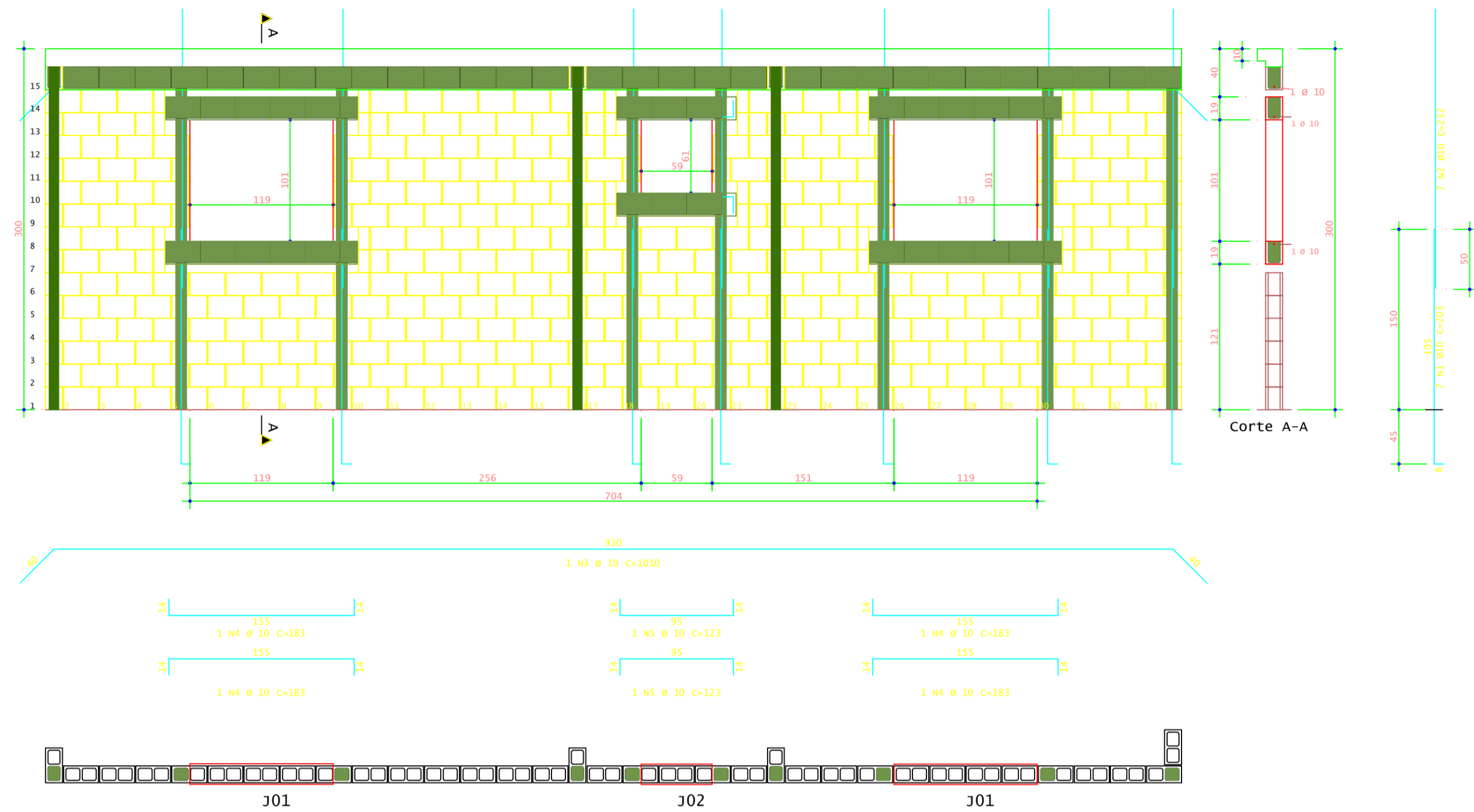
Pr14



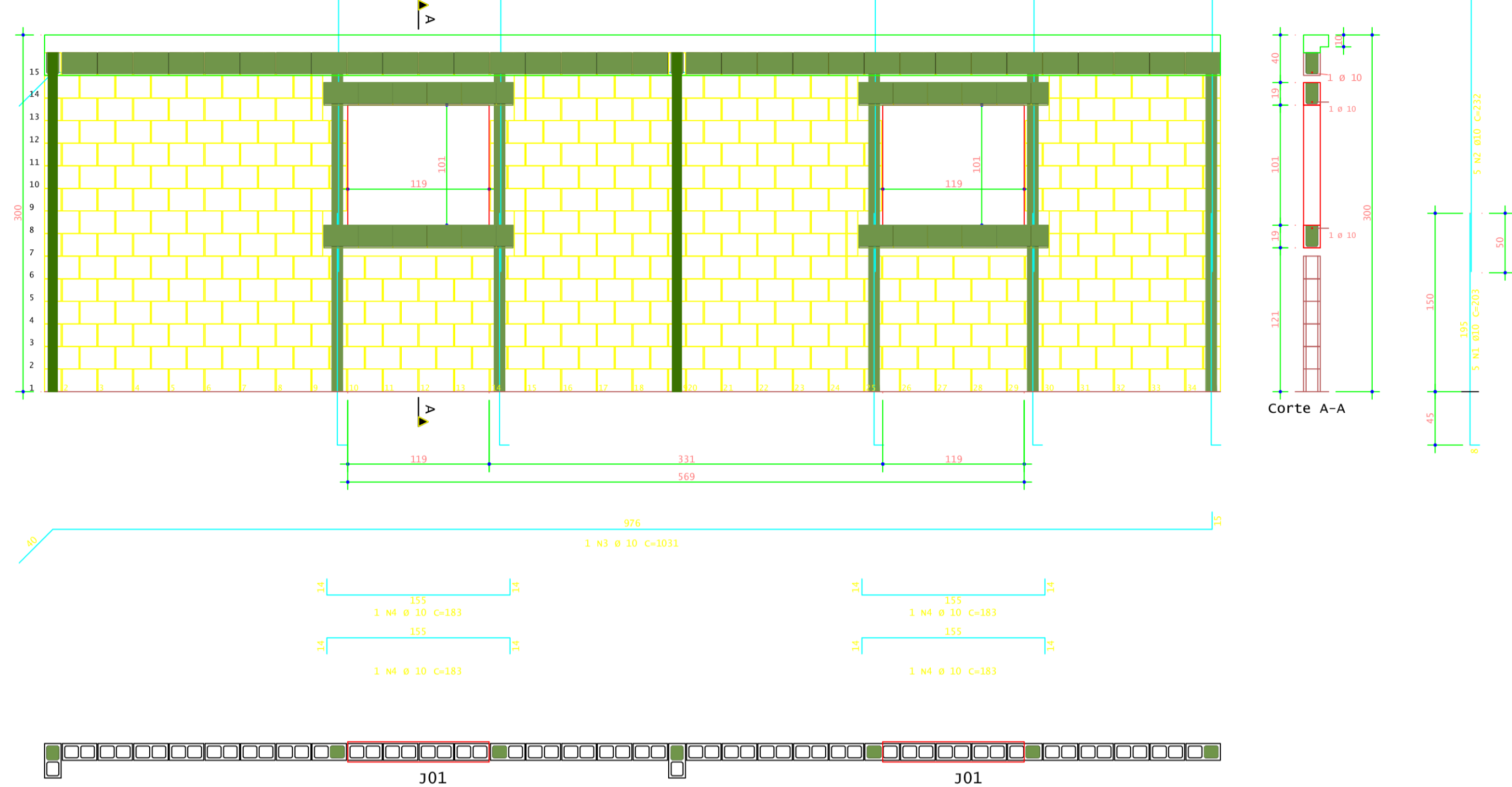
Par7	1	N1	Ø10	245	245
	1	N2	Ø10	123	123
Par8	1	N1	Ø10	203	203
	1	N2	Ø10	232	232
Par9	1	N3	Ø10	410	410
	1	N1	Ø10	203	203
	1	N2	Ø10	232	232
Par10	1	N3	Ø10	491	491
	1	N1	Ø10	203	203
	1	N2	Ø10	232	232
Par11	1	N2	Ø10	232	232
	1	N3	Ø10	491	491
Par12	1	N1	Ø10	246	246
Par13	1	N1	Ø10	246	246
	7	N1	Ø10	203	1421
	7	N2	Ø10	232	1624
Par14	1	N3	Ø10	1010	1010
	4	N4	Ø10	183	732
	2	N5	Ø10	123	246
	2	N5	Ø10	123	246

PRANCHAS		SISTEMA DE ALVENARIA ESTRUTURAL PAVIMENTO-TIPO	
03/09		ESCALA	DATA
OBRA: BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS		01:35	2022
ALUNDO: DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO		DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:	
ASSINATURA:		É proibido, na forma da Lei nº 9.610, art. 174, as cópias parciais e reprodução total ou parcial desta obra sem autorização expressa do autor. É proibida a utilização desta obra em qualquer forma de comunicação pública sem a prévia autorização do engenheiro.	
DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO		Formato A1 - 841x594mm	

Pr15



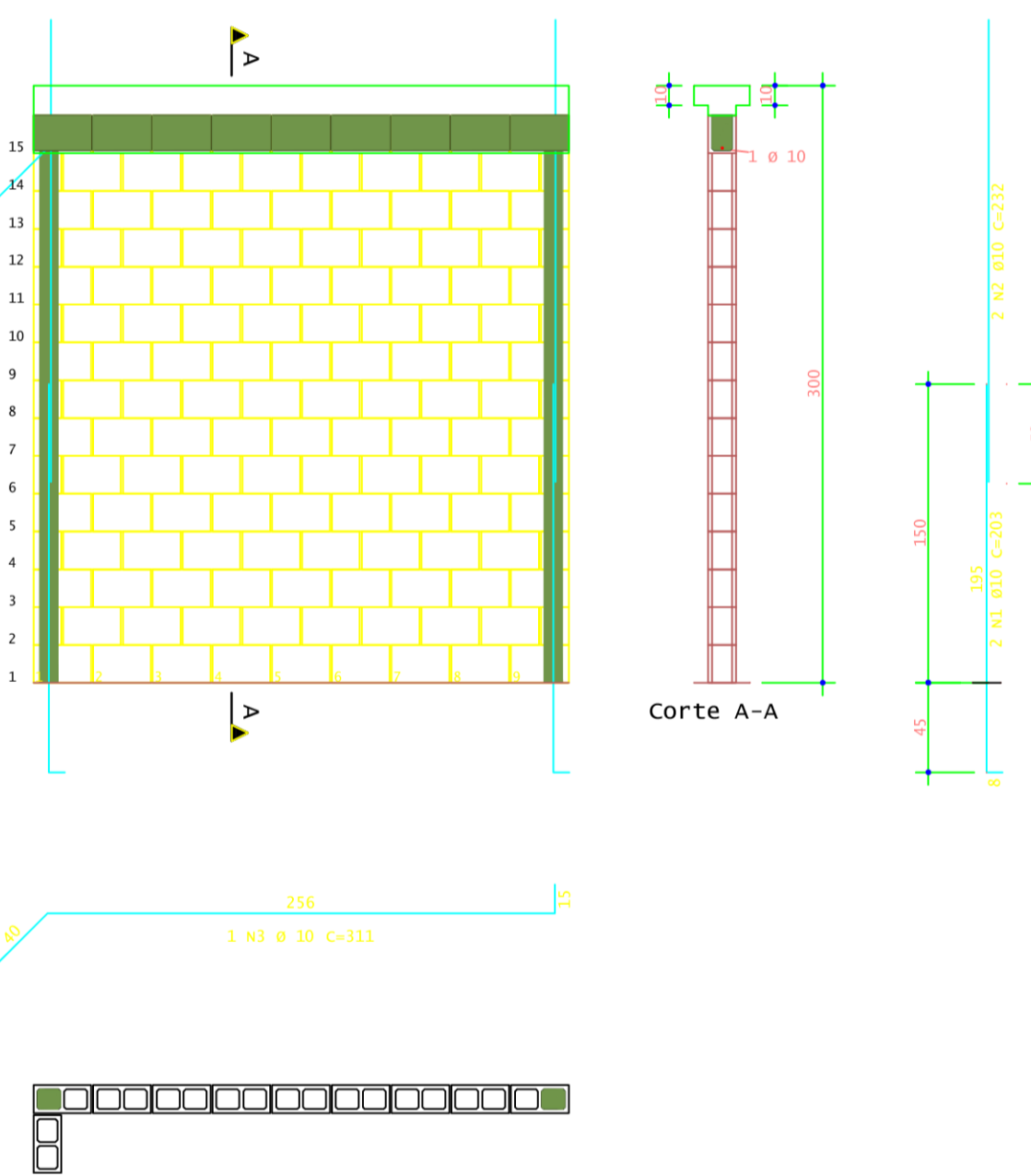
Pr16



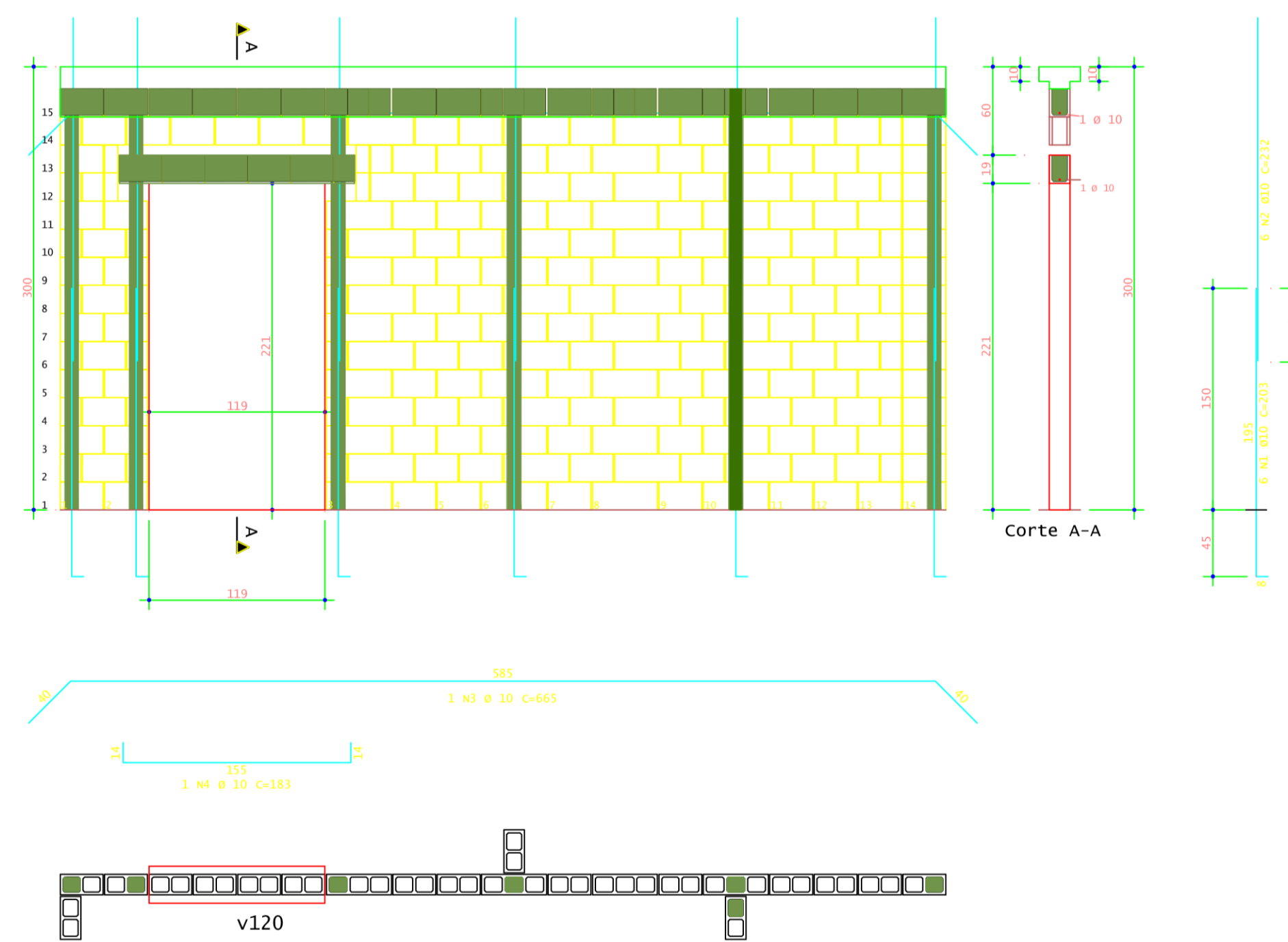
Pr17



Pr18



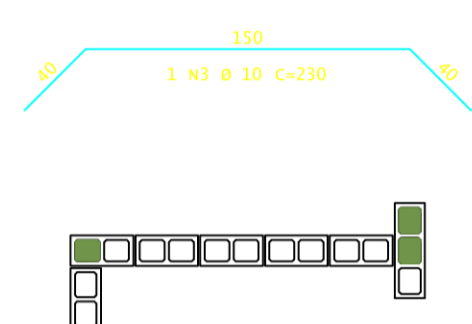
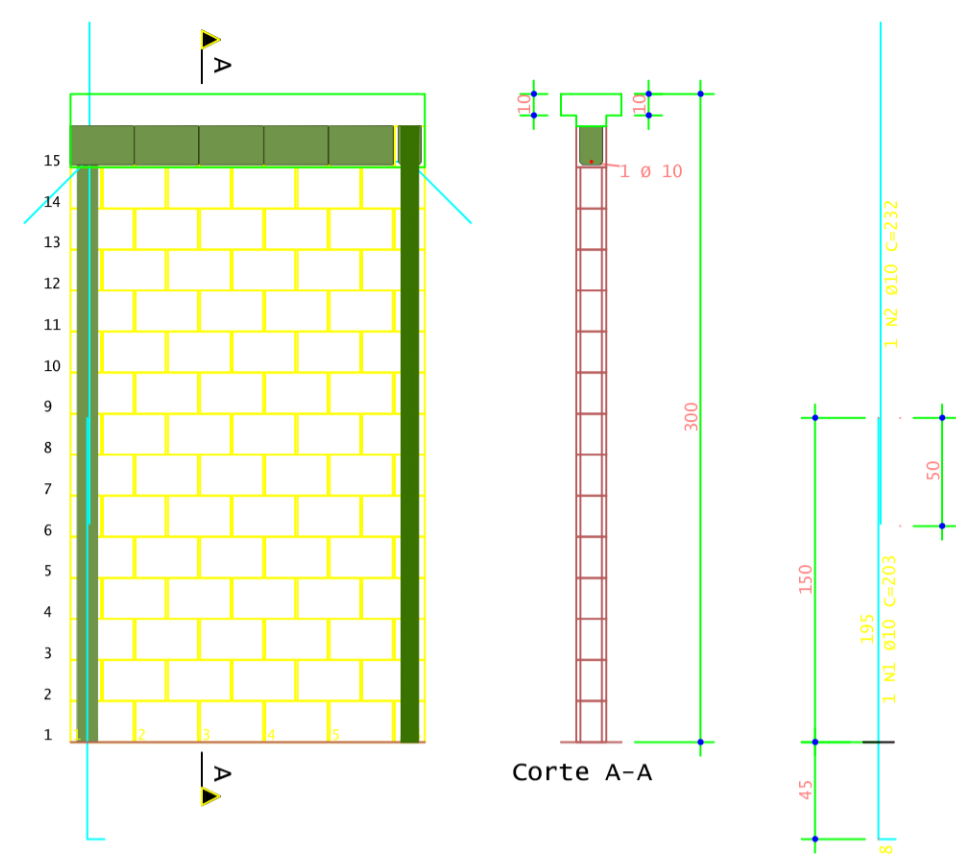
Pr19



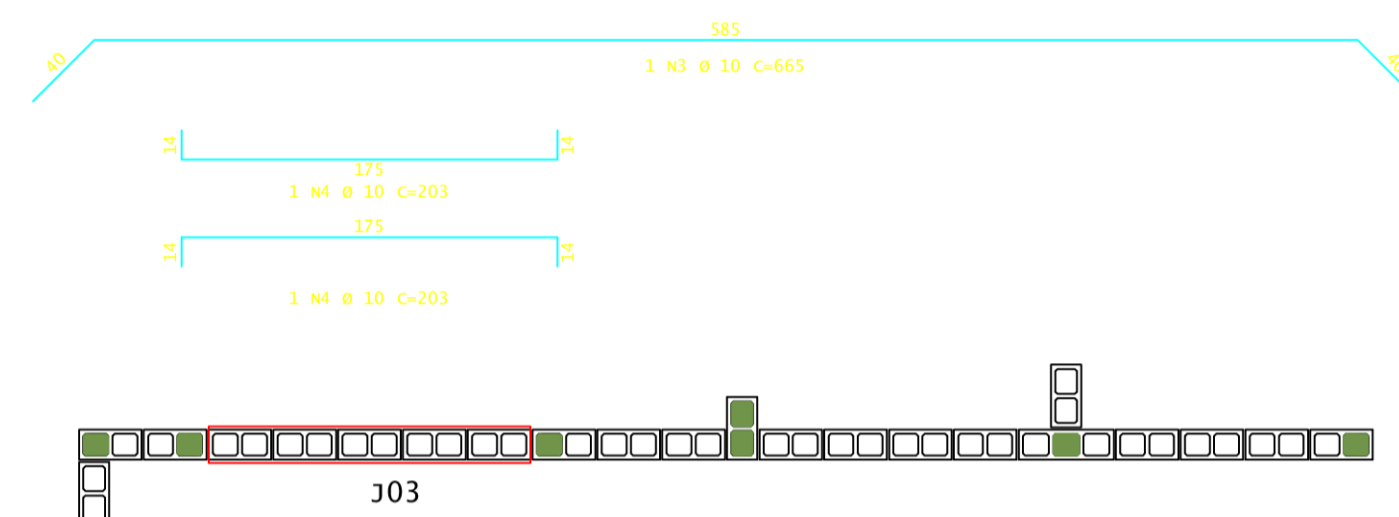
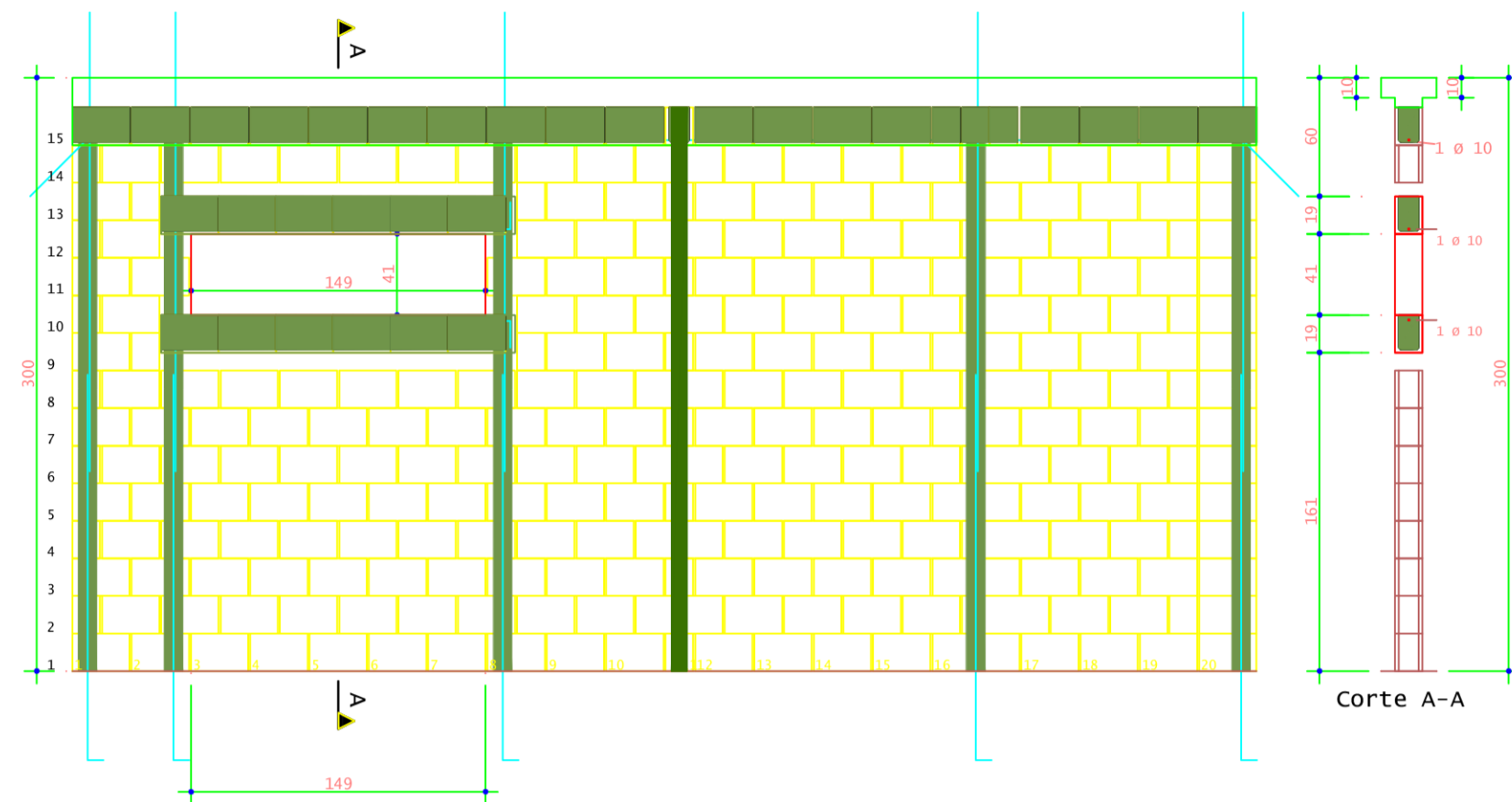
Par15	7	N1	Ø10	203	1421
	7	N2	Ø10	232	1624
	1	N3	Ø10	1010	1010
	4	N4	Ø10	183	732
	2	N5	Ø10	123	246
Par16	5	N1	Ø10	203	1015
	5	N2	Ø10	232	1160
	1	N3	Ø10	1010	1010
	4	N4	Ø10	183	732
	1	N3	Ø10	1010	1010
Par17	2	N5	Ø10	138	276
	2	N1	Ø10	203	406
	2	N2	Ø10	232	464
	1	N3	Ø10	311	311
	6	N1	Ø10	203	1218
Par18	6	N2	Ø10	232	1392
	1	N3	Ø10	665	665
	1	N4	Ø10	183	183
	1	N4	Ø10	183	183

PRANCHAS		SISTEMA DE ALVENARIA ESTRUTURAL PAVIMENTO-TIPO	
04/09		ESCALA	DATA
OBRA:	BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS	01:35	2022
ALUNO:	DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO		
ASSINATURA:		DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:	
DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO		É proibido, na forma da Lei nº 9.610, art. 174, as cópias parciais e reprodução total ou parcial desta obra sem autorização expressa do autor. É proibida a utilização desta obra em qualquer forma de comunicação ou transmissão sem a prévia autorização do engenheiro.	

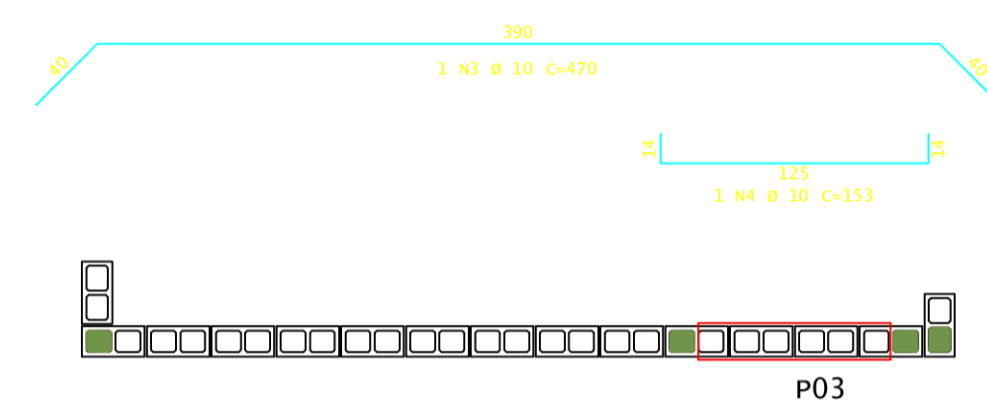
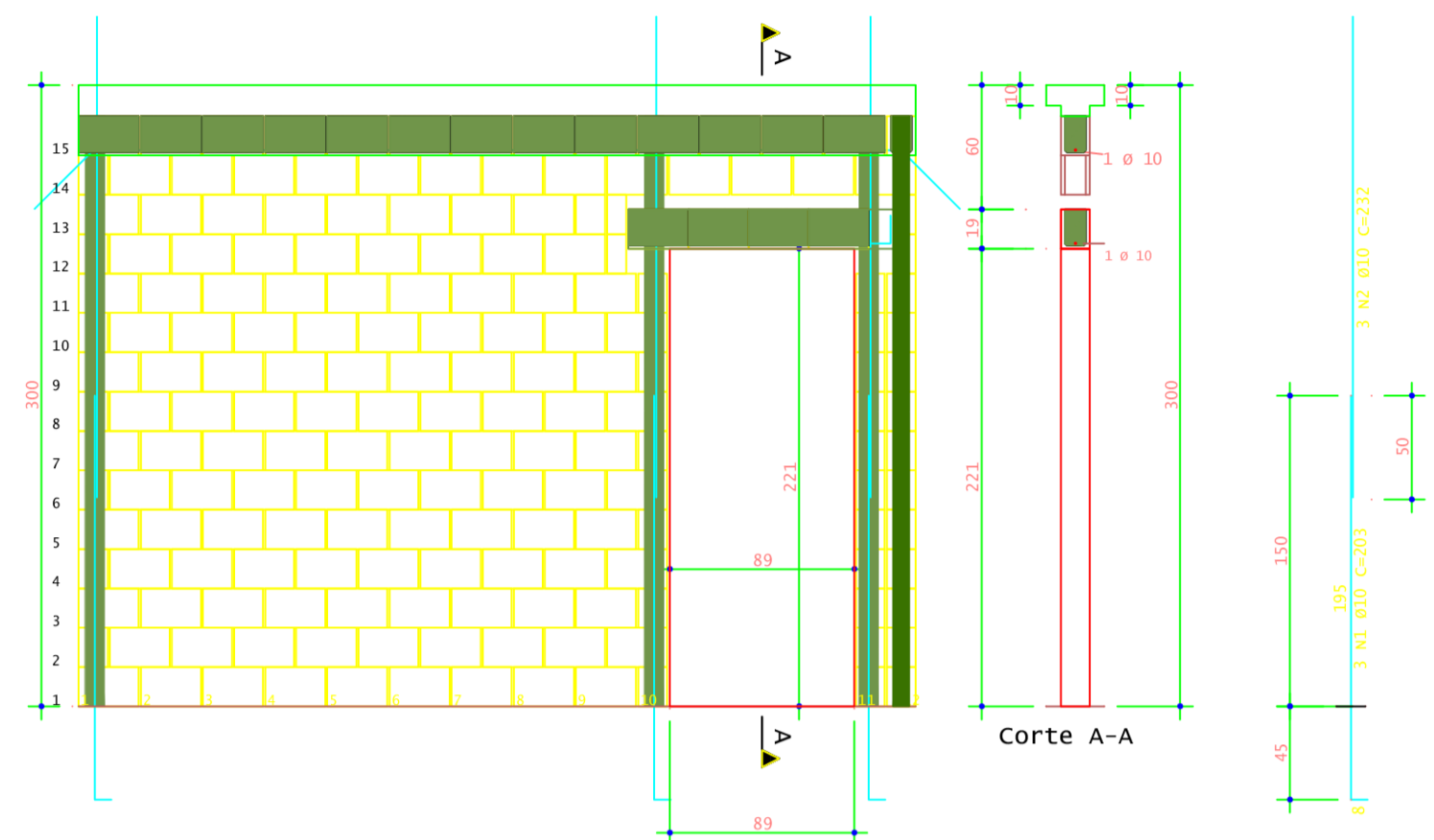
Pr20



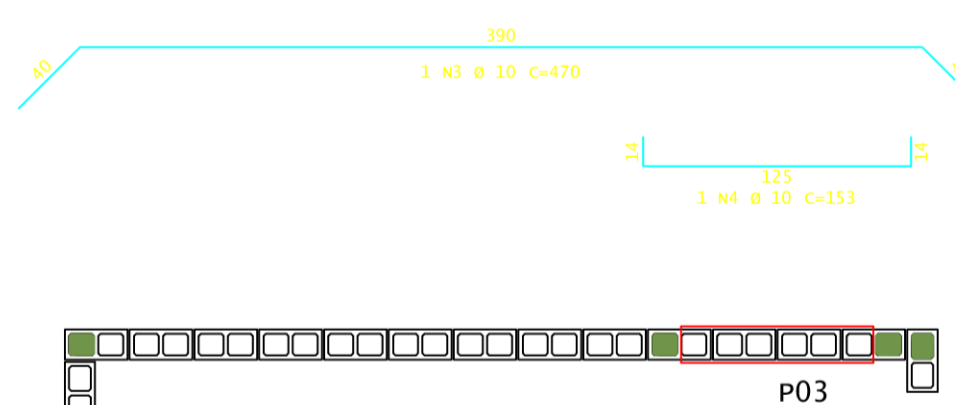
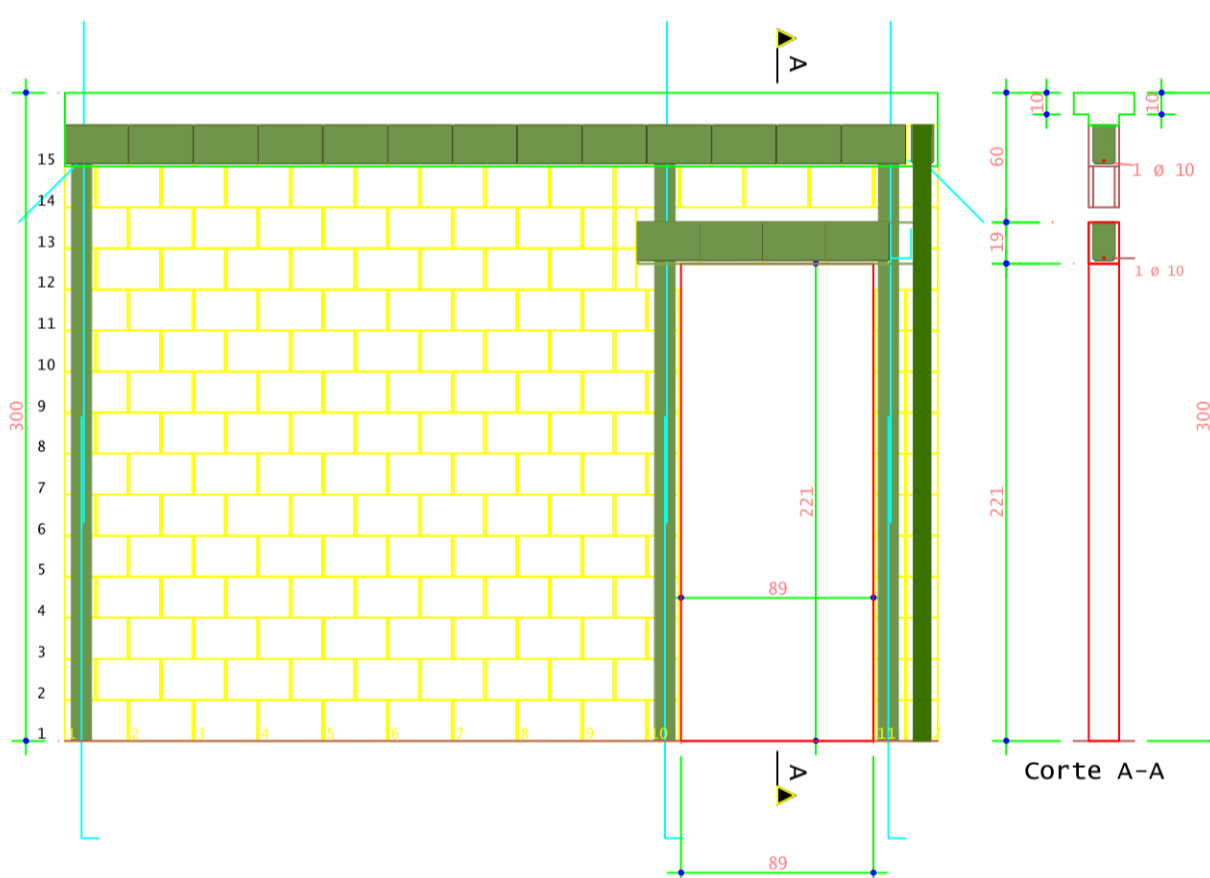
Pr21



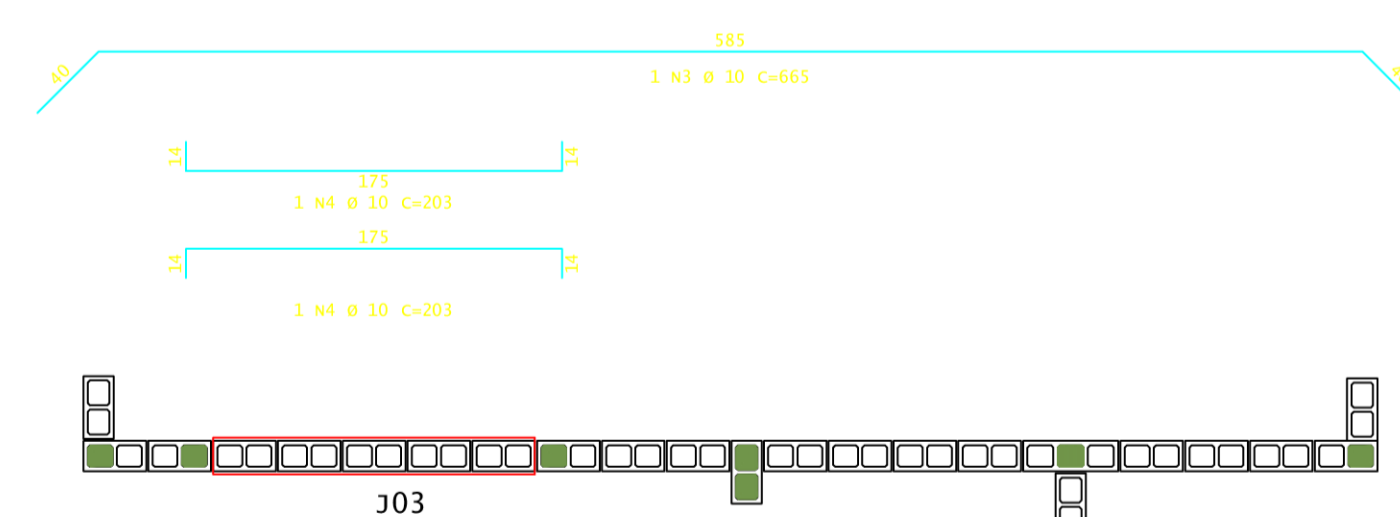
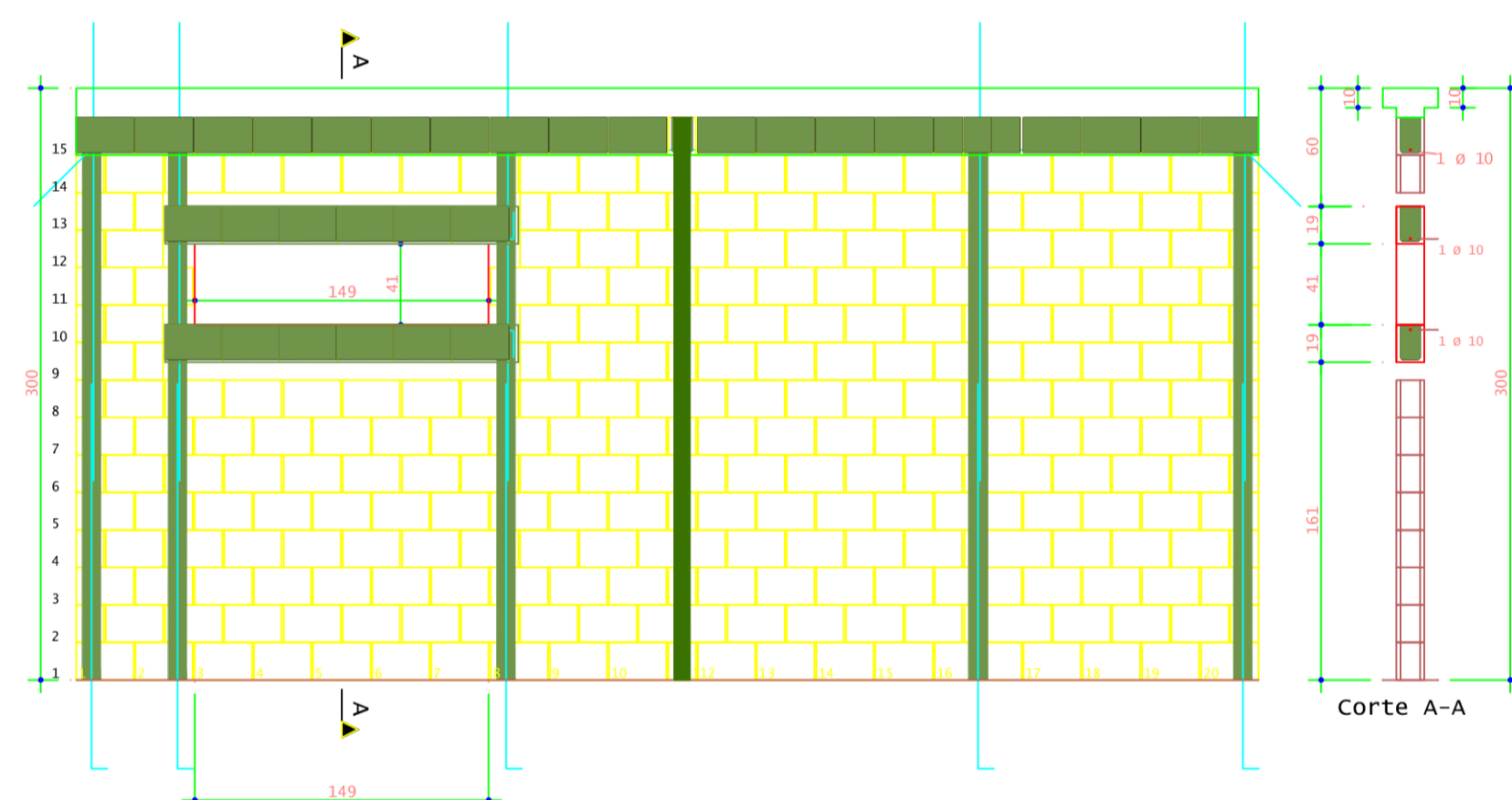
Pr22



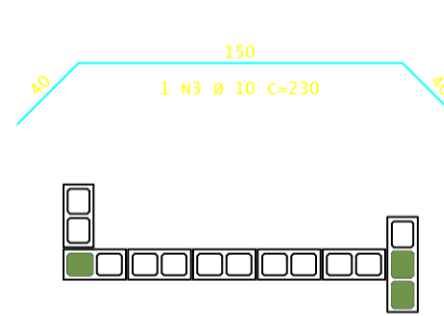
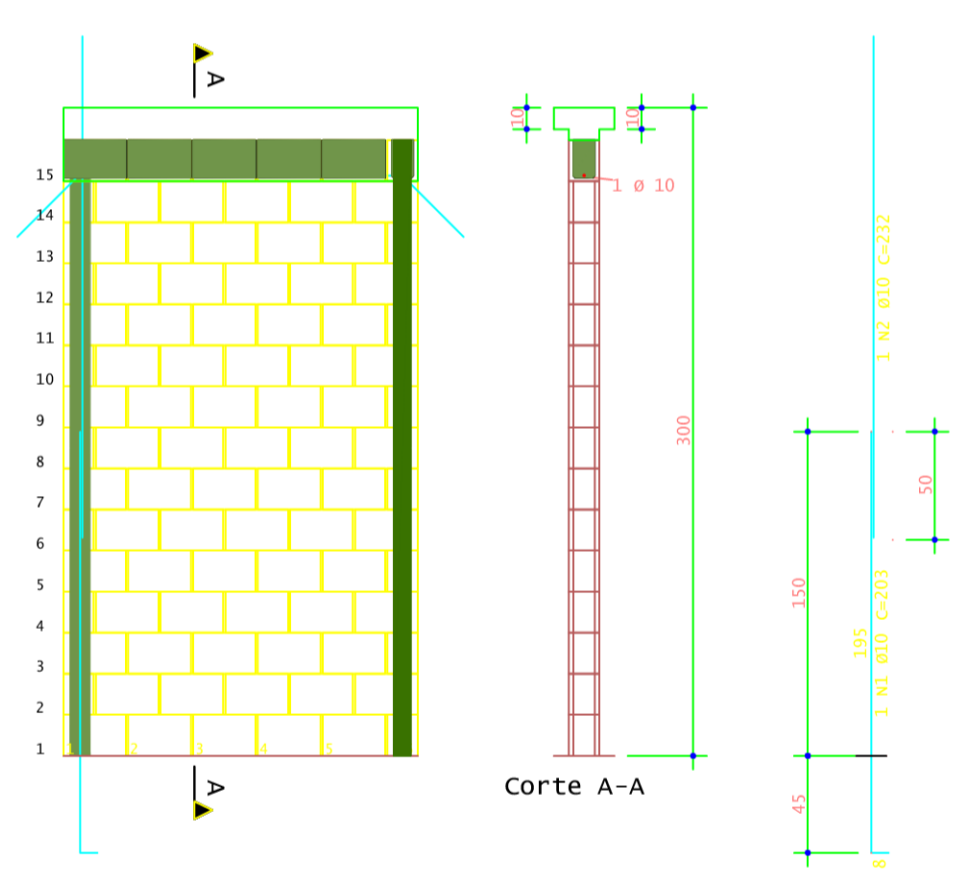
Pr23



Pr24



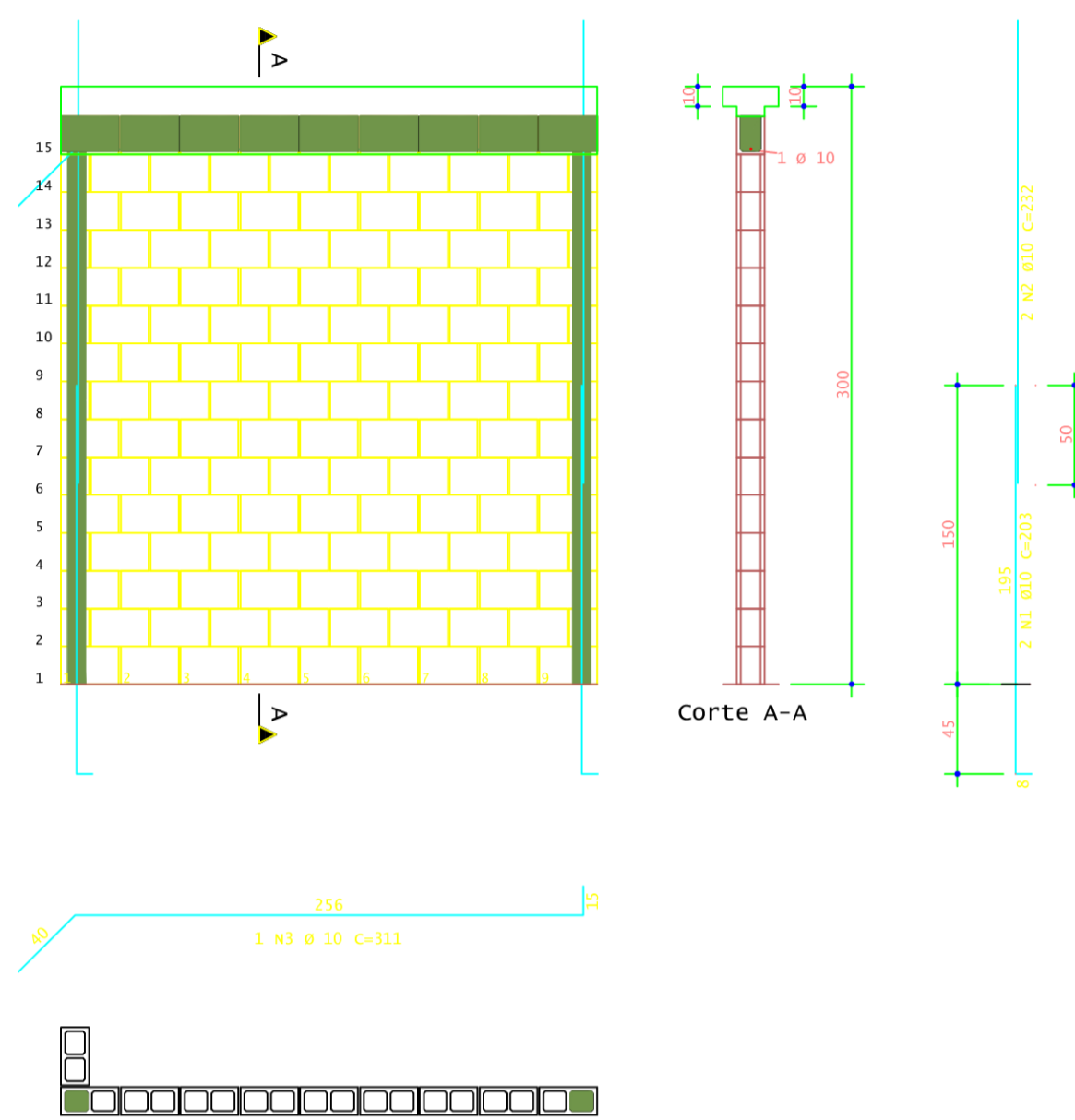
Pr25



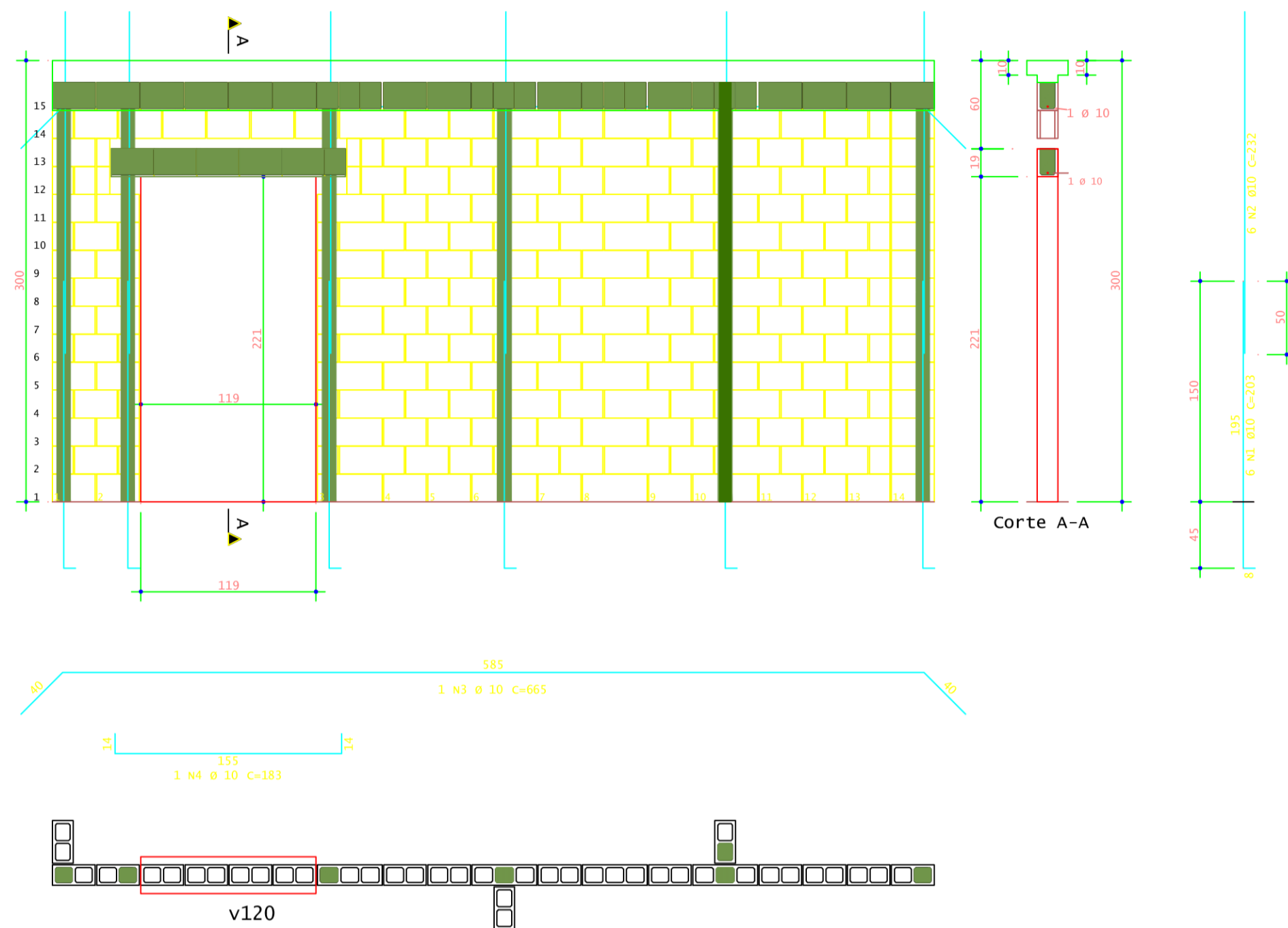
Par20	1	N1	Ø10	203	203
	1	N2	Ø10	232	232
	1	N3	Ø10	230	230
Par21	5	N1	Ø10	203	1015
	5	N2	Ø10	232	1160
	1	N3	Ø10	665	665
Par22	2	N4	Ø10	203	406
	3	N1	Ø10	203	609
	3	N2	Ø10	232	696
Par23	1	N3	Ø10	470	470
	1	N4	Ø10	153	153
	3	N1	Ø10	203	609
Par24	3	N2	Ø10	232	696
	1	N3	Ø10	470	470
	5	N1	Ø10	203	1015
Par25	5	N2	Ø10	232	1160
	1	N3	Ø10	665	665
	2	N4	Ø10	203	406
	1	N1	Ø10	203	203
	1	N2	Ø10	232	232
	1	N3	Ø10	230	230

PRANCHAS		SISTEMA DE ALVENARIA ESTRUTURAL PAVIMENTO-TIPO	
05/09		ESCALA	
OPERA	BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS	ESCALA	DATA
ALUNO	DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO	01:35	2022
ASSINATURA		DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:	
DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO		É proibida, na forma da Lei nº 5.250, art. 184, as cópias parciais e reprodução total ou parcial desta obra sem autorização expressa do autor. É proibida a utilização desta obra em qualquer forma de comunicação pública sem a prévia autorização do engenheiro.	

Pr26

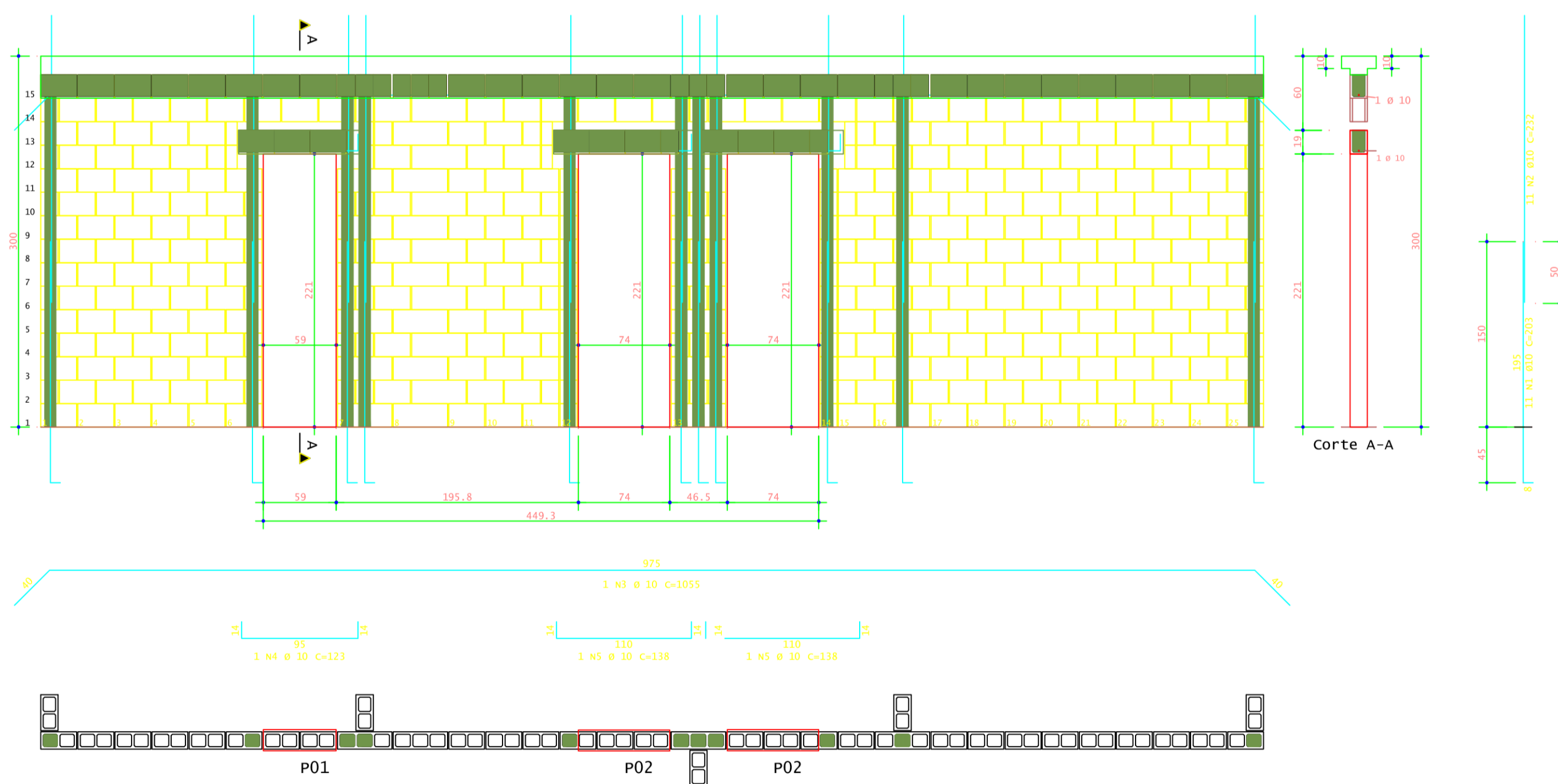


Pr27

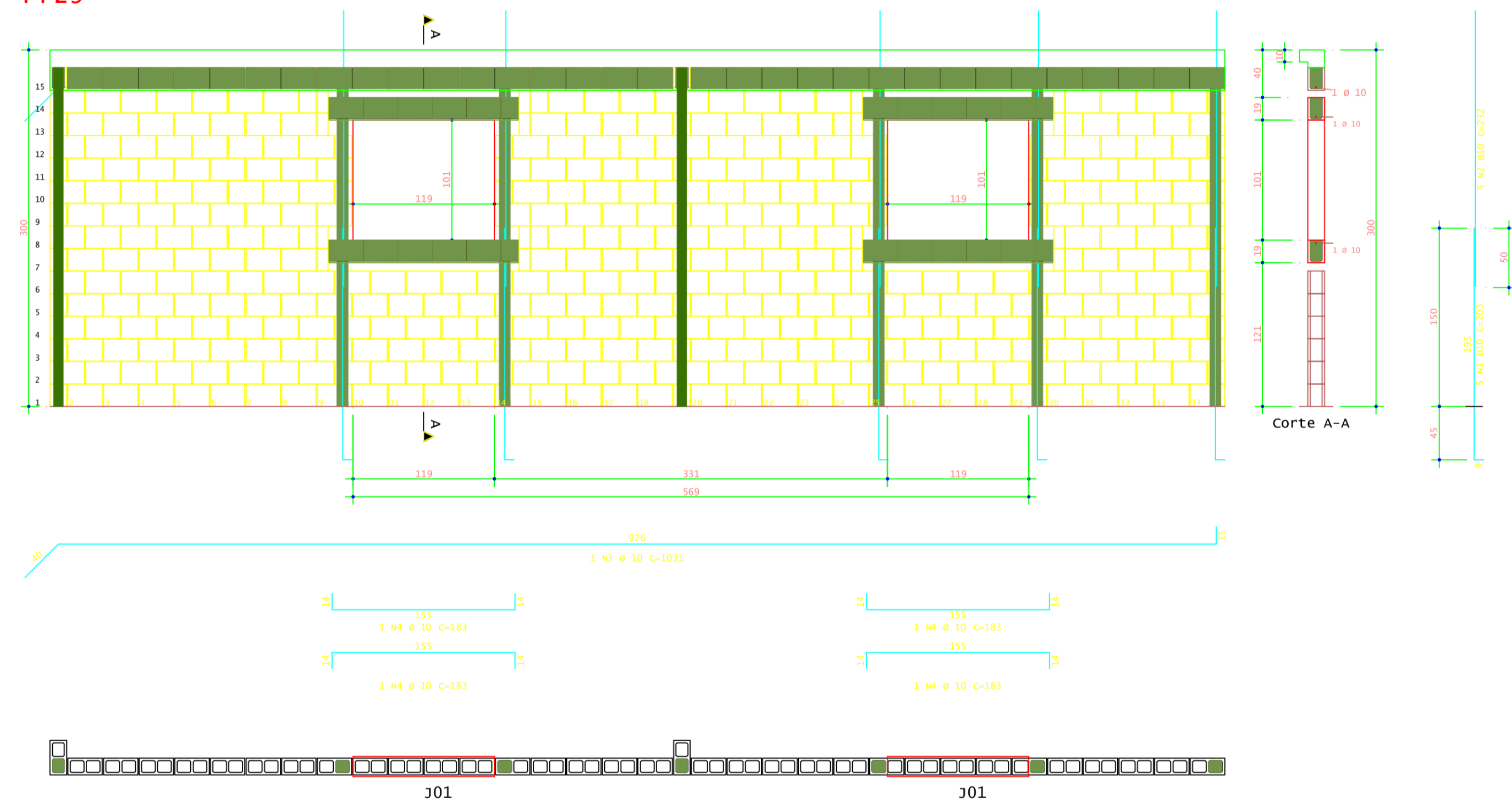


Par26	2	N1	Ø10	203	406
	2	N2	Ø10	232	464
	1	N3	Ø10	311	311
Par27	6	N1	Ø10	203	1218
	6	N2	Ø10	232	1392
	1	N3	Ø10	665	665
	1	N4	Ø10	183	183
Par28	1	N1	Ø10	203	203
	1	N2	Ø10	232	232
	1	N3	Ø10	1055	1055
	1	N4	Ø10	123	123
	2	N5	Ø10	138	276
Par29	5	N1	Ø10	203	1015
	5	N2	Ø10	232	1160
	1	N3	Ø10	1031	1031
	4	N4	Ø10	183	732

Pr28



Pr29

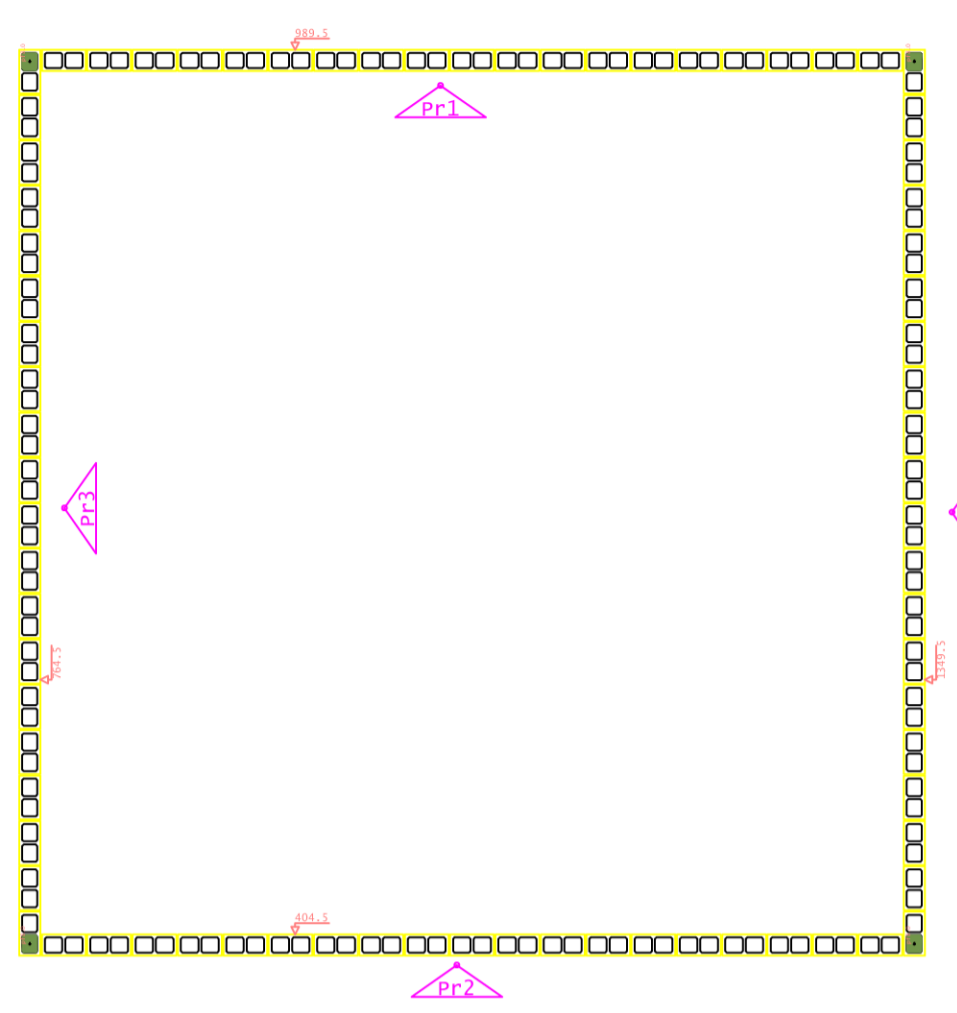


PRANCHAS	06/09		SISTEMA DE ALVENARIA ESTRUTURAL PAVIMENTO-TIPO		
OBRA:	BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS	ESCALA:	01:35	DATA:	2022
ALUNO:	DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO	ASSINATURA:			
DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:		<small>É proibida, na forma da Lei nº 5.250, de 18 de março de 2004, e suas alterações, a reprodução total ou parcial desta obra sem autorização expressa do autor. É proibida a utilização desta obra para fins de lucro sem a prévia autorização do engenheiro.</small>			

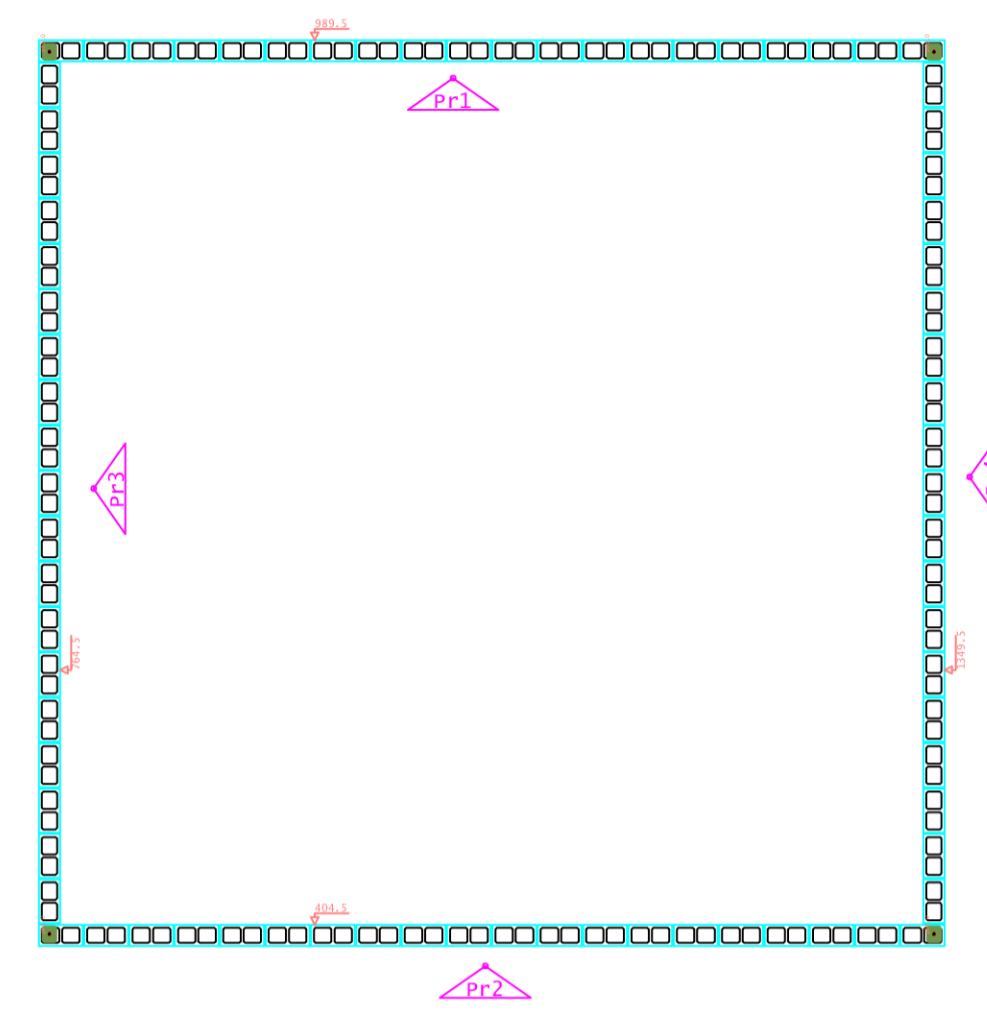
BARRILETE

CAIXA D'ÁGUA

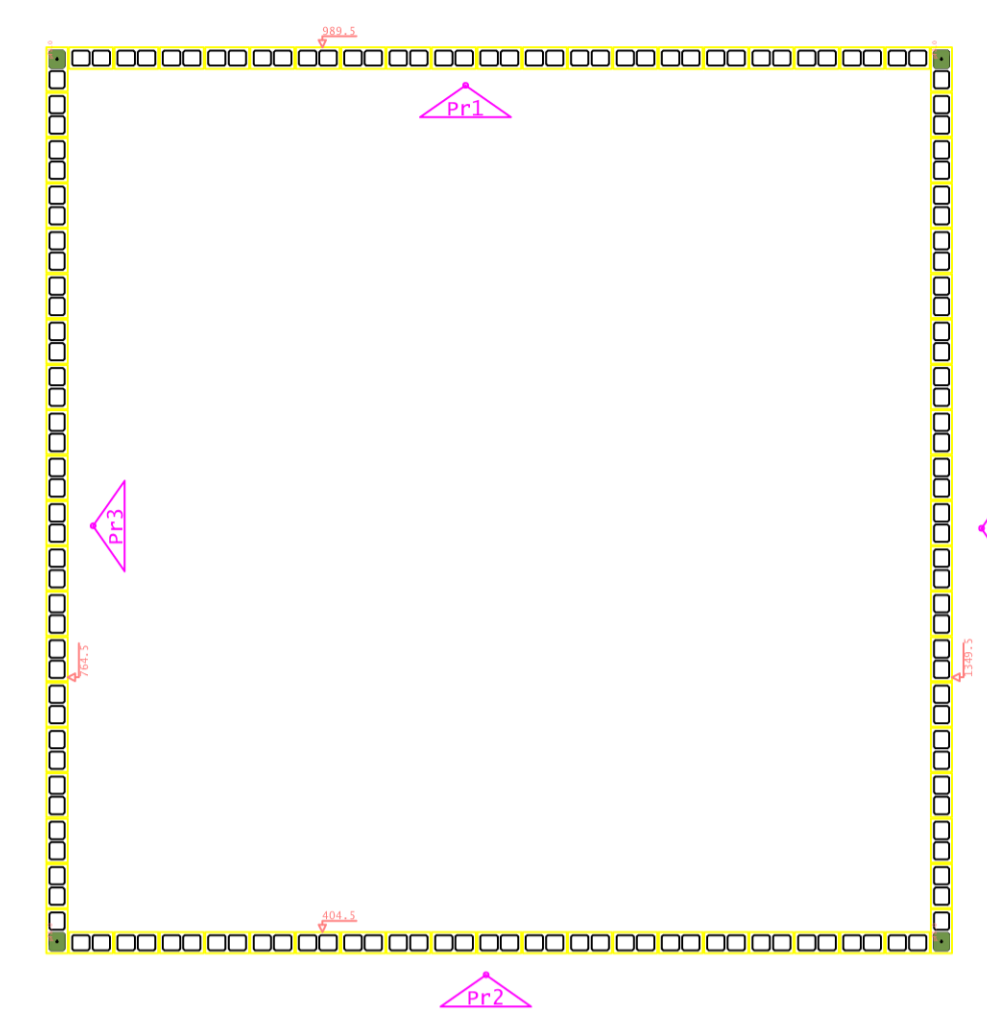
Desenho de fiada ímpar de alvenarias



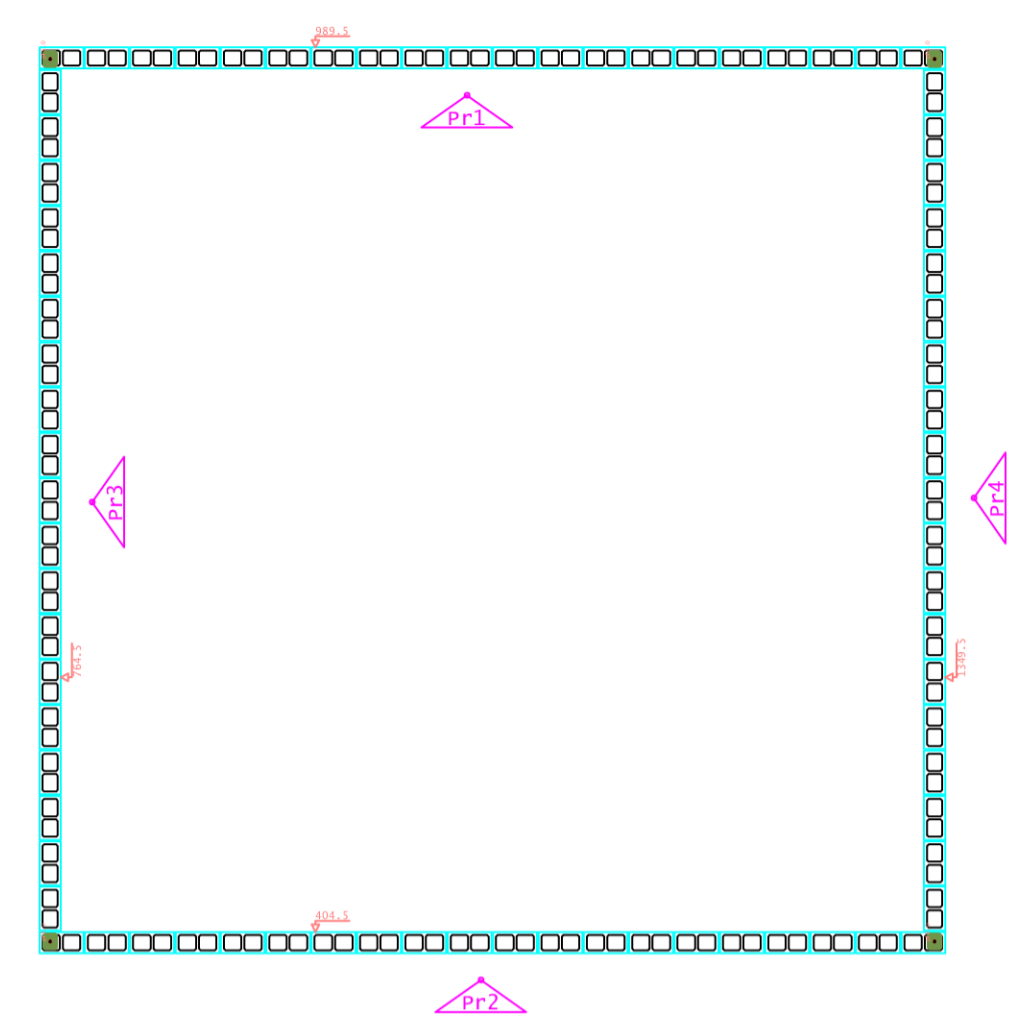
Desenho de fiada par de alvenarias



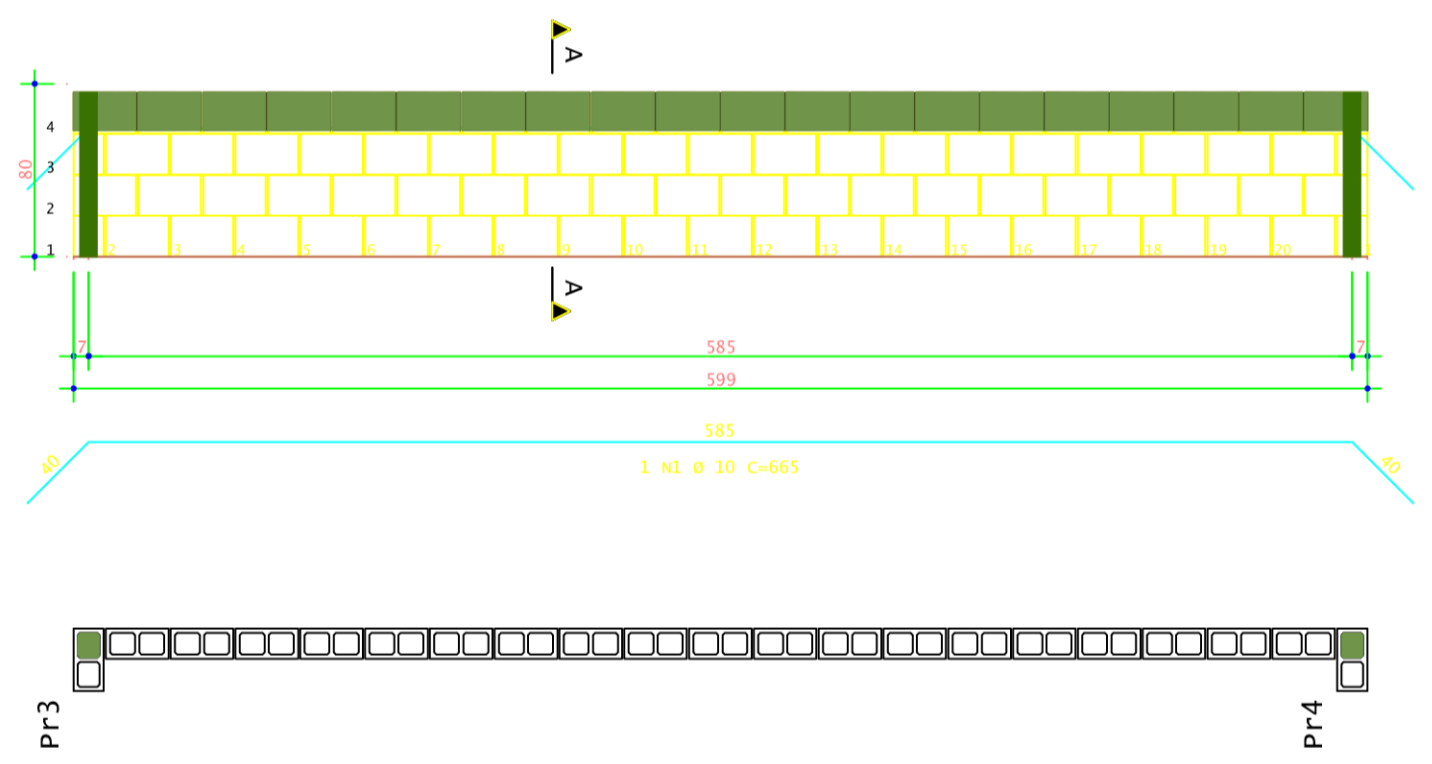
Desenho de fiada ímpar de alvenarias



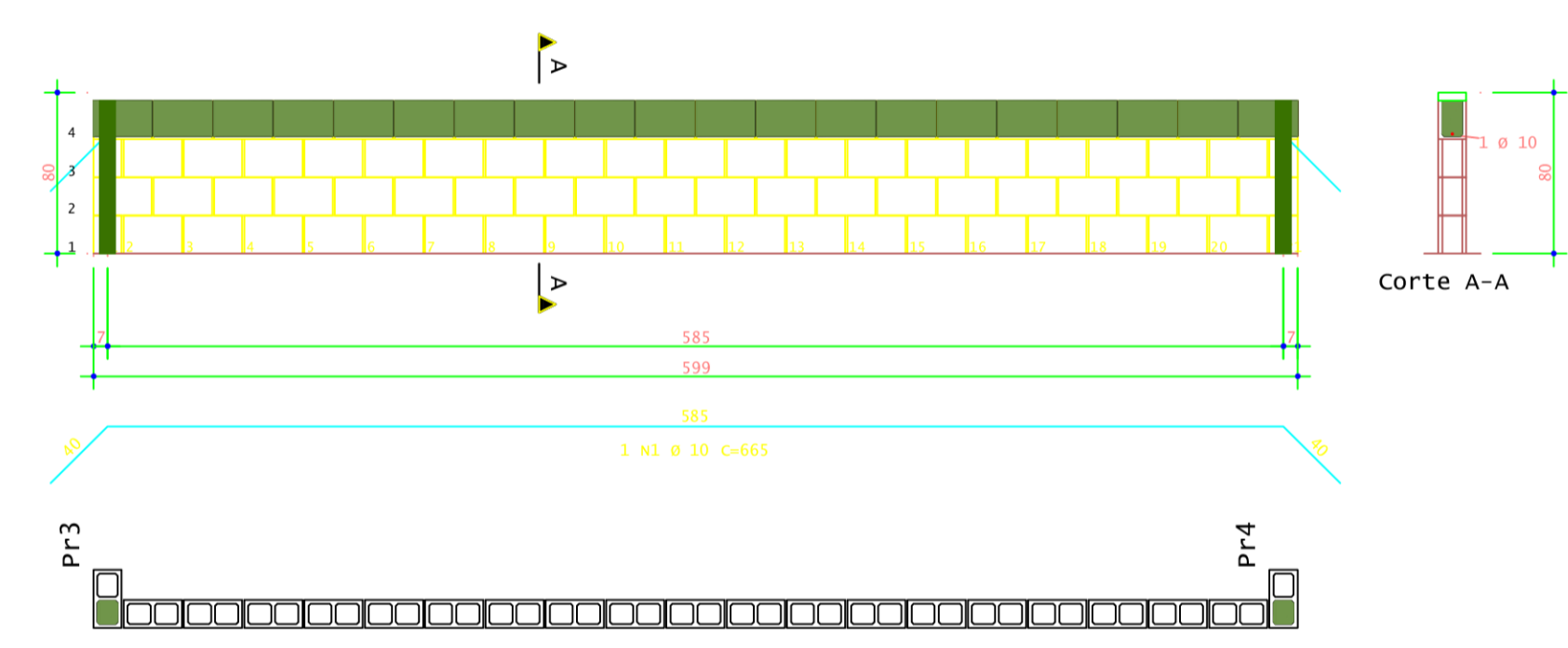
Desenho de fiada par de alvenarias



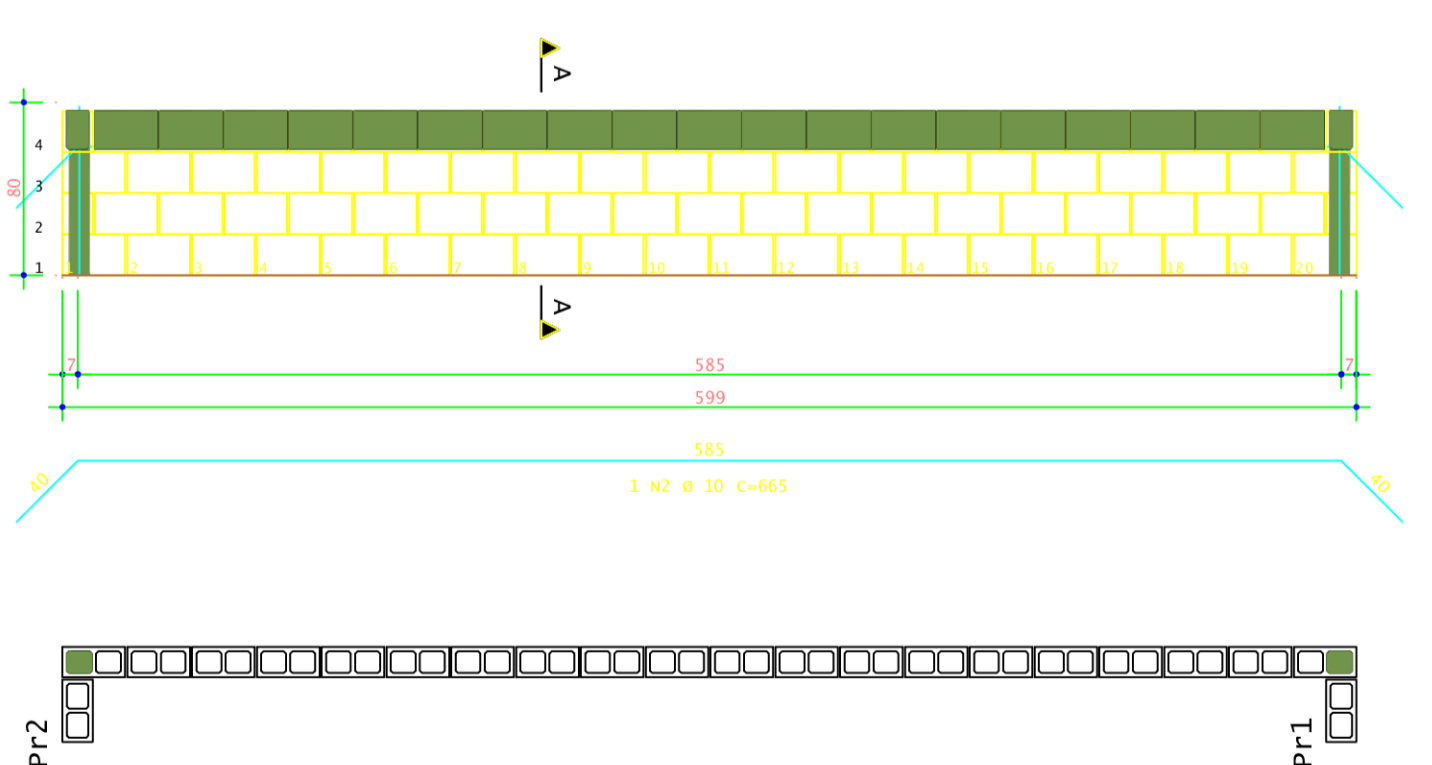
Pr1



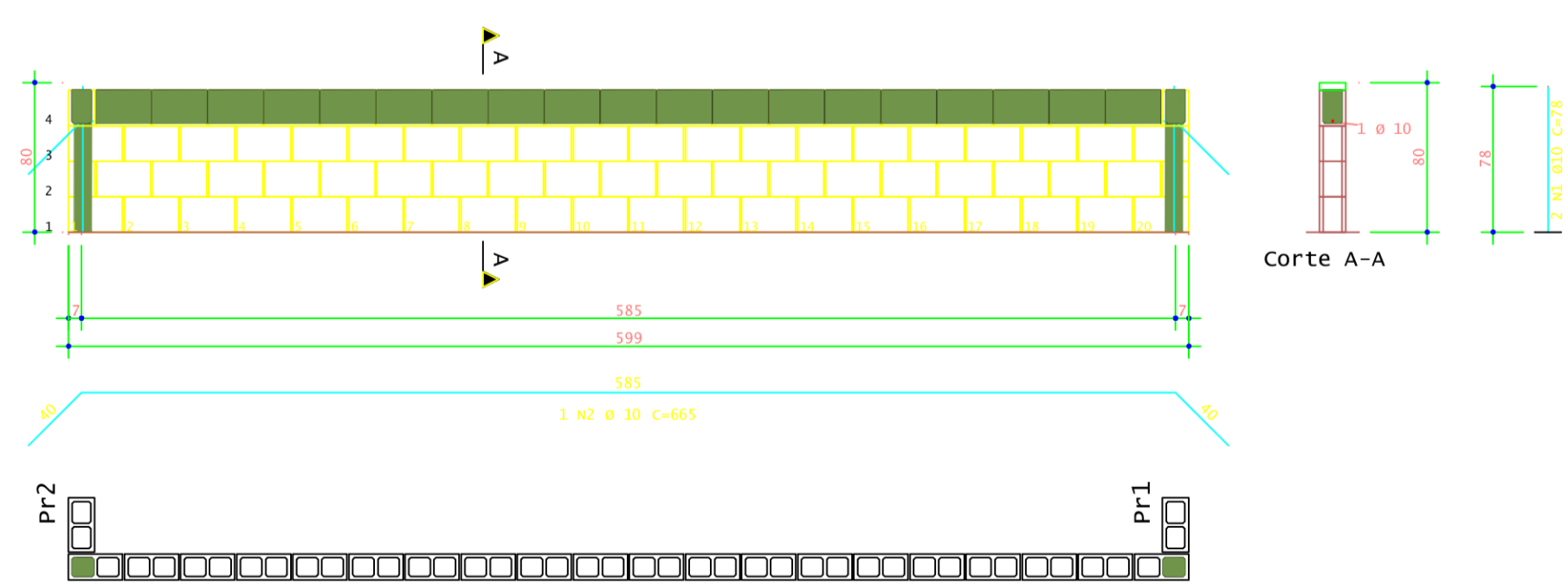
Pr2



Pr3

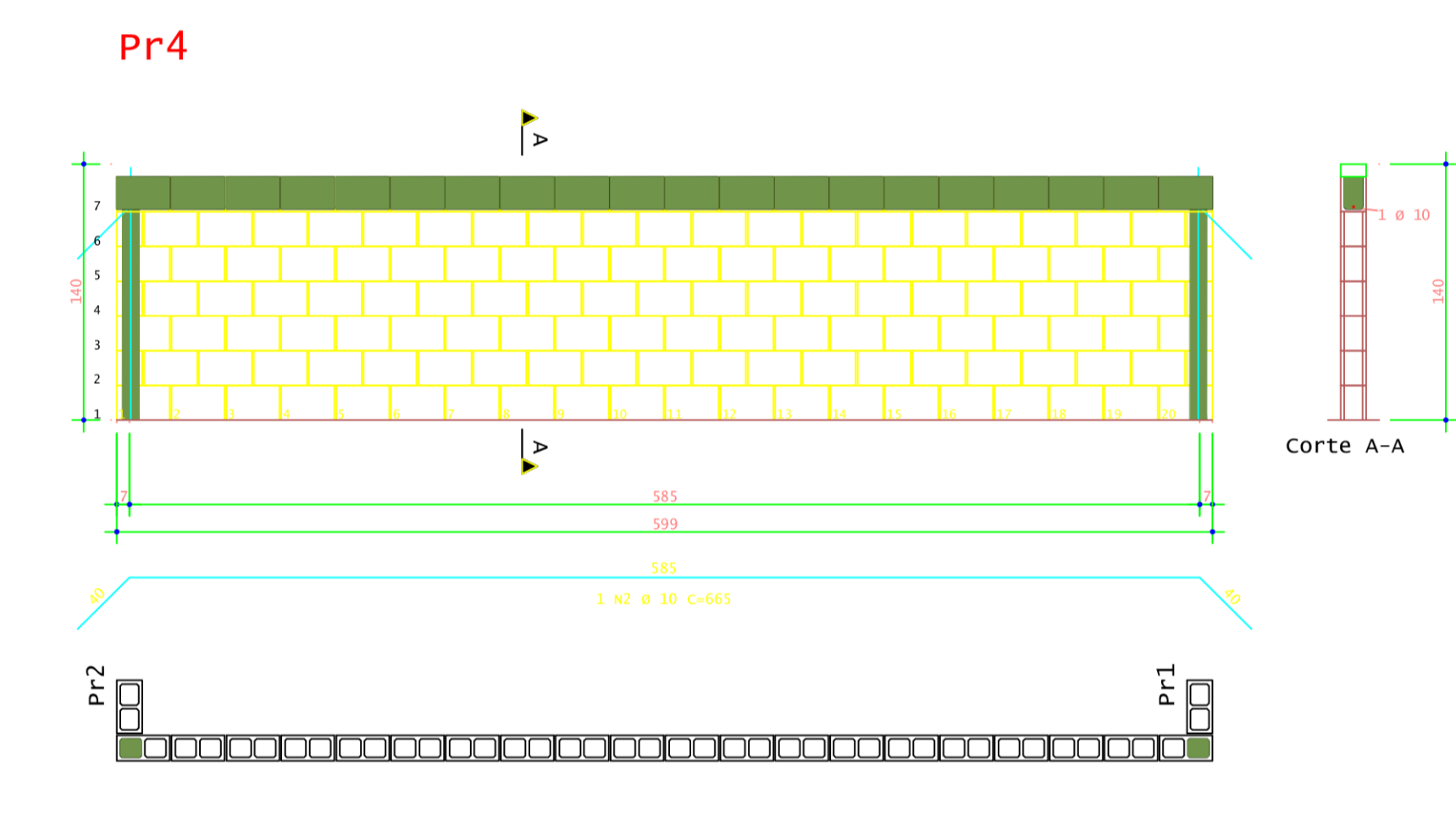
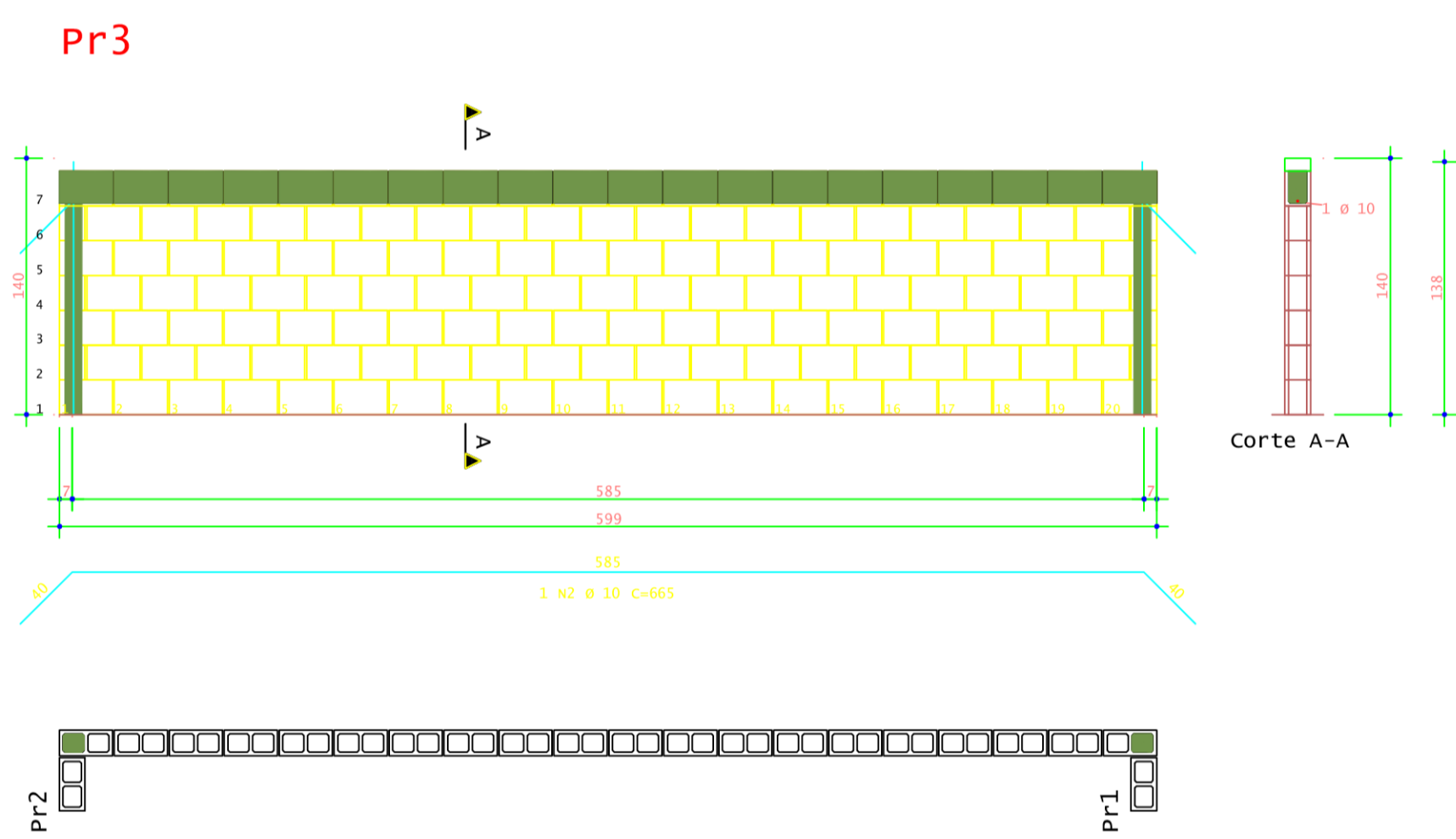
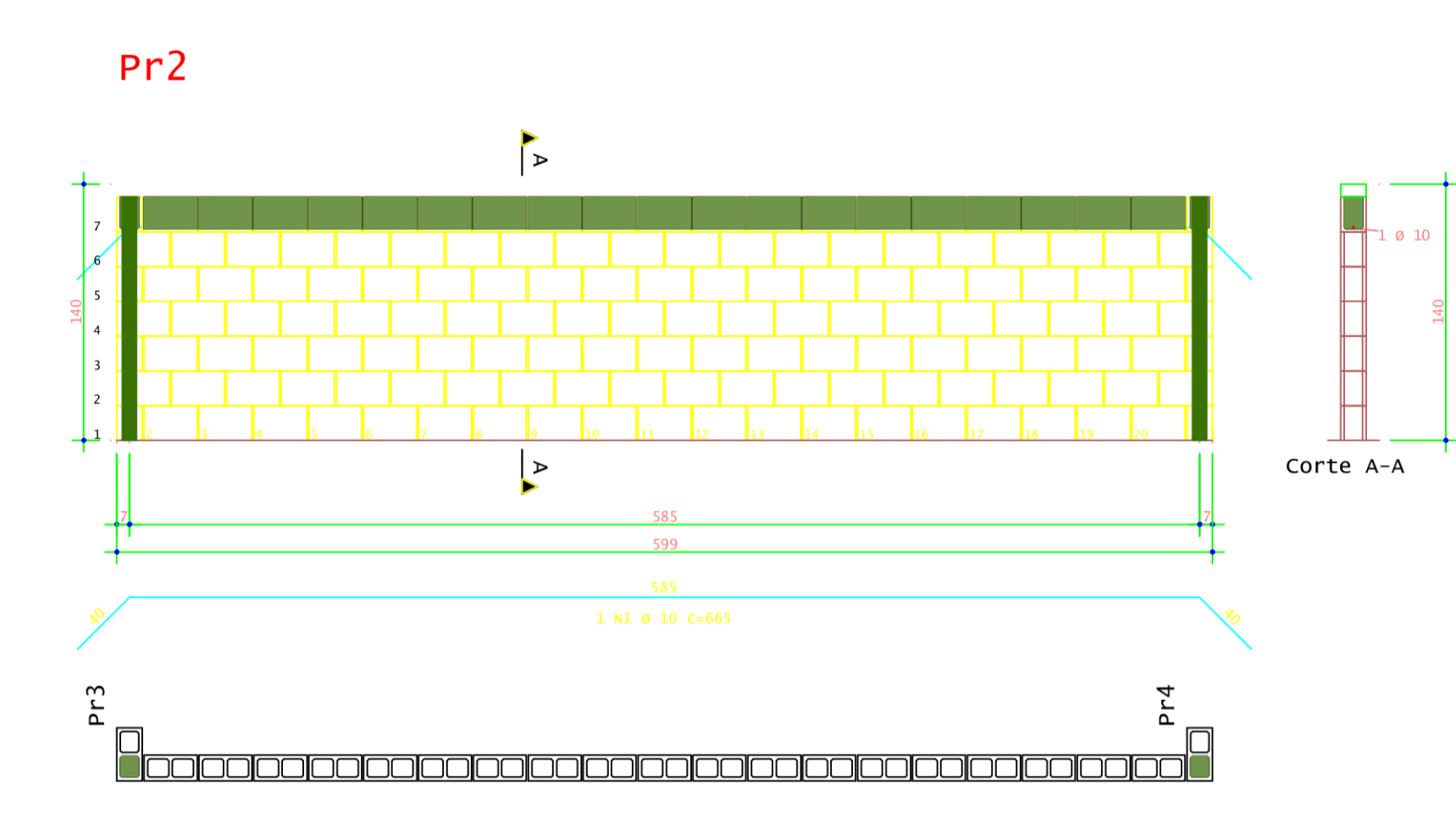
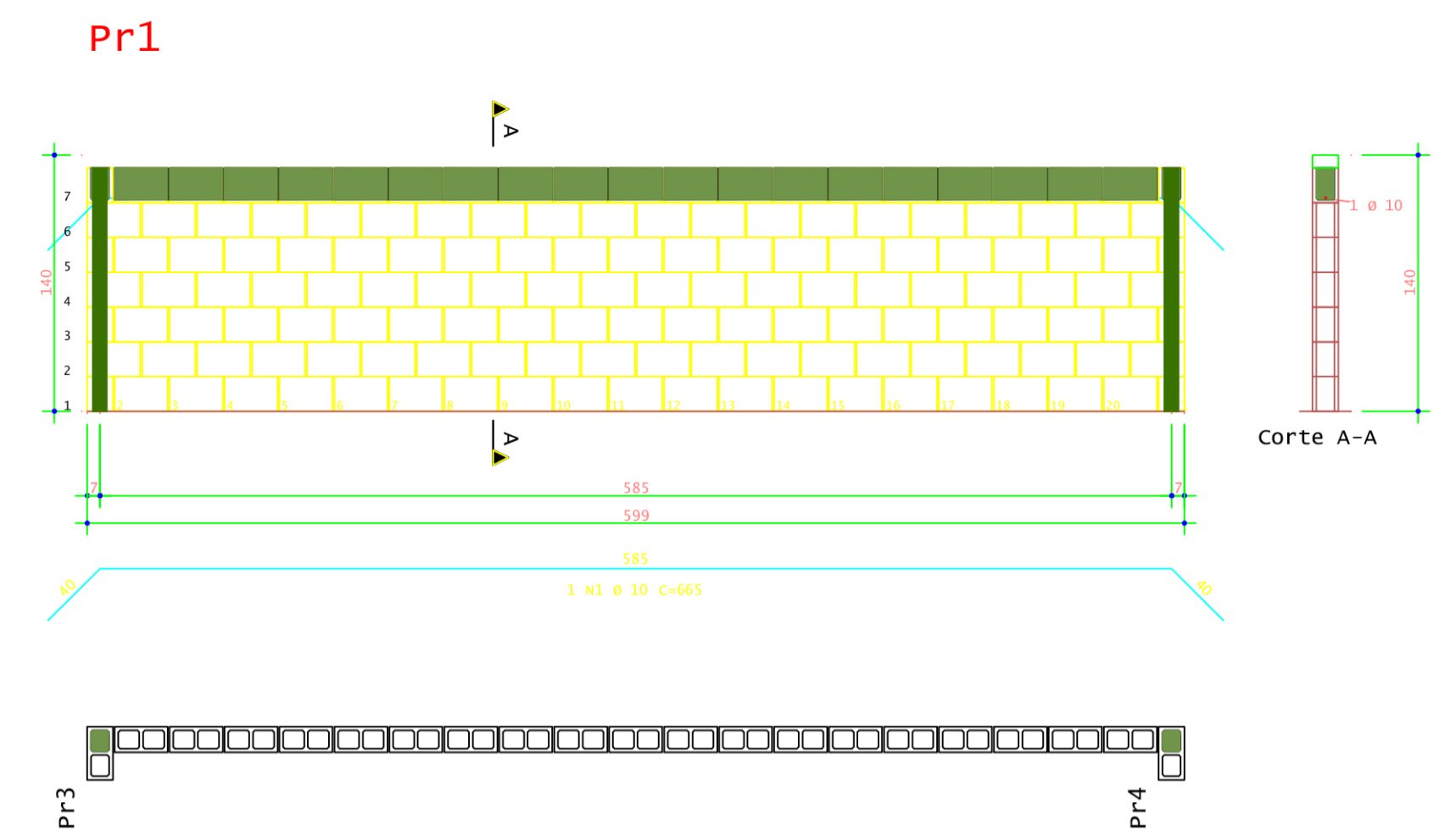


Pr4



PAREDES DO BARRILETE					
Parede	Quantidade	Posição	Bitola	Comprimento (cm)	Comp. Total (cm)
Par1	1	N1	Ø10	665	665
Par2	1	N1	Ø10	665	665
Par3	2	N1	Ø10	78	156
	1	N2	Ø10	665	665
Par4	2	N1	Ø10	78	156
	1	N2	Ø10	665	665

PRANCHAS	SISTEMA DE ALVENARIA ESTRUTURAL DESENHO DE FIADAS E PAREDES		
07/09	ESCALA	01:50	DATA
OBRA:	BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS		2022
ALUNO:	DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO		
ASSINATURA	DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:		
	<small>É proibida, na forma da Lei nº 5.250, art. 184, a cópia parcial, a reprodução total ou parcial desta obra, ou a sua utilização para fins de lucro ou de qualquer natureza, sem a prévia autorização do engenheiro.</small>		



RESUMO de MATERIAIS	
Blocos vazados de CONCRETO	
Total: 3 piso(s) Planta: Pavimentos Tipo	
Piso(s) / Descrição	Quantidade
3 a 3 (fbk= 400.0, fpk= 320.0, fa= 400.0, fgk= 1500.0 tf/m2)	
Bloco inteiro 29 x 14 x 19	14910
Meio bloco 14 x 14 x 19	1059
Bloco e 1/2	1074
Bloco cortado (15)	843
Canaleta (MEIO) 14 x 14 x 19	282
Canaleta 29 x 14 x 19	1965
Argamassa [m3]	13.176
Graute [m3]	21.216

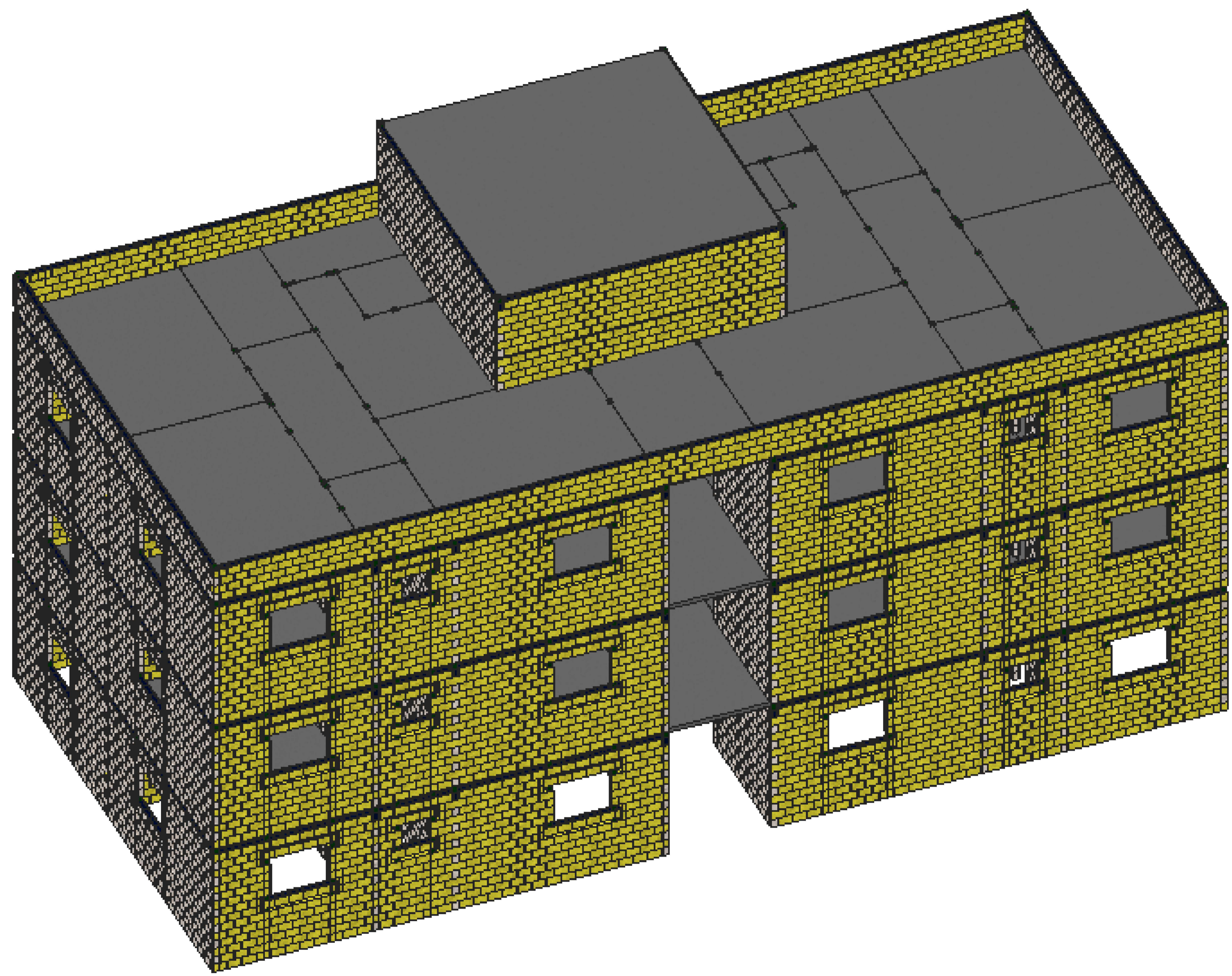
RESUMO de MATERIAIS	
Blocos vazados de CONCRETO	
Total: 1 piso(s) Planta: Barrilete	
Piso(s) / Descrição	Quantidade
4 a 4 (fbk= 400.0, fpk= 320.0, fa= 400.0, fgk= 1500.0 tf/m2)	
Bloco inteiro 29 x 14 x 19	234
Canaleta 29 x 14 x 19	78
Argamassa [m3]	0.214
Graute [m3]	0.456


RESUMO de MATERIAIS	
Blocos vazados de CONCRETO	
Total: 1 piso(s) Planta: Tampa cx daqua	
Piso(s) / Descrição	Quantidade
5 a 5 (fbk= 300.0, fpk= 240.0, fa= 400.0, fgk= 1500.0 tf/m2)	
Bloco inteiro 29 x 14 x 19	468
Canaleta 29 x 14 x 19	78
Argamassa [m3]	0.375
Graute [m3]	0.482

TOTAL DA OBRA		
Bitola	Comp. Total (m)	Peso (Kg)
Ø10	2036,35	1256,43

PAREDES DA CAIXA D'ÁGUA					
Parede	Quantidade	Posição	Bitola	Comprimento (cm)	Comp. Total (cm)
Par1	1	N1	Ø10	665	665
Par2	1	N1	Ø10	665	665
Par3	2	N1	Ø10	138	276
	1	N2	Ø10	665	665
Par4	2	N1	Ø10	138	276
	1	N2	Ø10	665	665

PRANCHAS	08/09	SISTEMA DE ALVENARIA ESTRUTURAL COBERTURA	
OBRA:	BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS	ESCALA	DATA
ALUNO:	DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO	01:35	2022
ASSINATURA		DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:	
DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO		É proibida, na forma da Lei nº 5.250, art. 184, as cópias parciais e reprodução total ou parcial desta obra sem autorização expressa do autor. É proibida a utilização desta obra em qualquer forma de comunicação ou transmissão sem a prévia autorização do engenheiro.	



PRANCHAS		SISTEMA DE ALVENARIA ESTRUTURAL 3D	
09/09		ESCALA	DATA
OBRA:	BLOCO MULTIFAMILIAR - 3 PAVIMENTOS	S/ESCALA	2022
ALUNO:	DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO		
ASSINATURA		DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS:	
 DERICK ABRANTES DE ANDRADE ARAUJO		<small>É proibido, na forma da Lei nº 5.250, art. 184, as cópias parciais, a reprodução total ou parcial deste projeto ou parte dele sem autorização por escrito do autor. O uso de qualquer parte deste projeto sem a prévia autorização do engenheiro.</small>	