Research Fund for Coal & Steel

Comportamento ao fogo de lajes mistas aço-betão

Caso de estudo e apresentação do Software MACS+

Sumário

- **Âmbito e objetivos**
- **Nova metodologia MACS+**
- **Software MACS+**
- **Caso de Estudo**
  - **Breve descrição da obra**
  - **Projeto base**
  - **Solução Blocotelha - Metodologia tradicional**
  - **Solução Alternativa - Nova metodologia**
  - **Comparação de resultados**
  - **Validação dos resultados obtidos pelo MACS+**
- **Conclusões**

Âmbito e Objetivos

Âmbito e objetivos

Nova Metodologia

Software

Caso de Estudo

- Descrição da obra
- Projeto base
- Solução Blocotelha
- Solução Alternativa
- Comparação
- Validação

Conclusões

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Orientadora: Prof. Dra. Elsa de Sá Caetano
Co-Orientador: Prof. Dr .Paulo Vila Real

Estudo comparativo

Metodologia Convencional

Nova Metodologia (efeito de membrana) MACS+

Aplicação num caso real (edifício em construção pela empresa)

Avaliar o interesse da aplicação da nova metodologia em projetos futuros!

Nova Metodologia MACS+

Âmbito e objetivos

Nova Metodologia

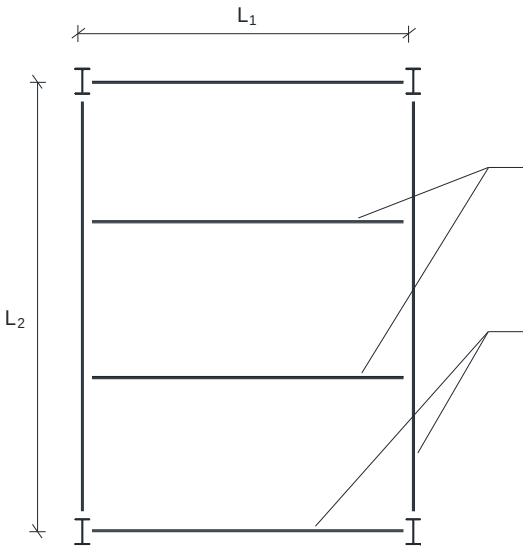
Software

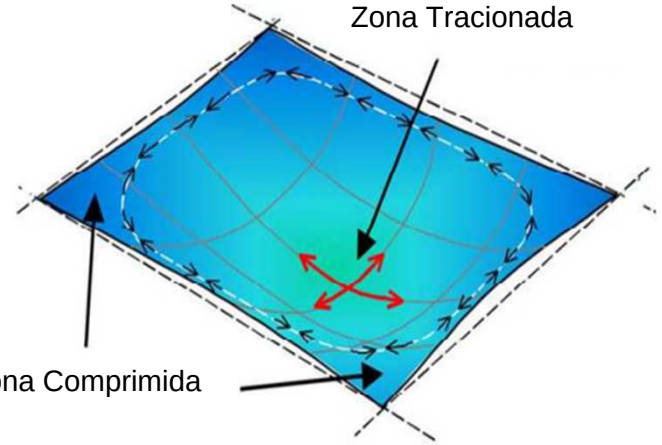
Caso de Estudo

- Descrição da obra
- Projeto base
- Solução Blocotelha
- Solução Alternativa
- Comparação
- Validação

Conclusões

Temperaturas elevadas ➡ Flechas acentuadas ➡ **Efeito de membrana** ➡ Aumento da resistência da laje





Metodologia comprovada através de ensaios à escala real e observação de incêndios reias.

Software MACS+

Âmbito e objetivos

Nova Metodologia

Software

Caso de Estudo

- Descrição da obra
- Projeto base
- Solução Blocotelha
- Solução Alternativa
- Comparação
- Validação

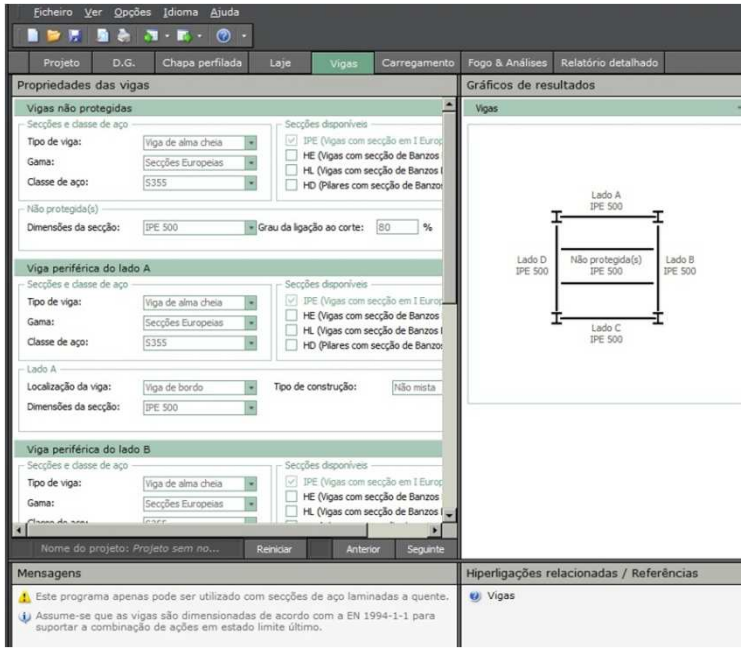
Conclusões

- **Programa de cálculo automático**

  – **Desenvolvido para a aplicação da nova metodologia de cálculo que contabiliza o efeito de membrana nas lajes.**

  – **Principais etapas de cálculo com recurso ao MACS+:**

  - Geometria da zona a calcular;
  - Definição da chapa perfilada;
  - Definição da laje mista;
  - Informação sobre as vigas;
  - Condições de carregamento;
  - Exposição ao fogo;
  - Análise de resultados.



Caso de Estudo
ARENGO'S PALACE CAR PARK

Âmbito e objetivos

Nova Metodologia

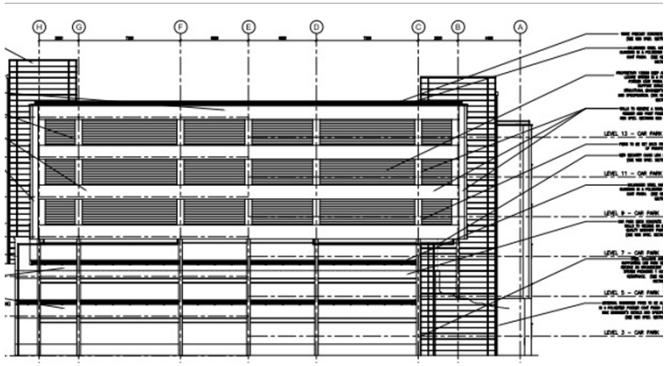
Software

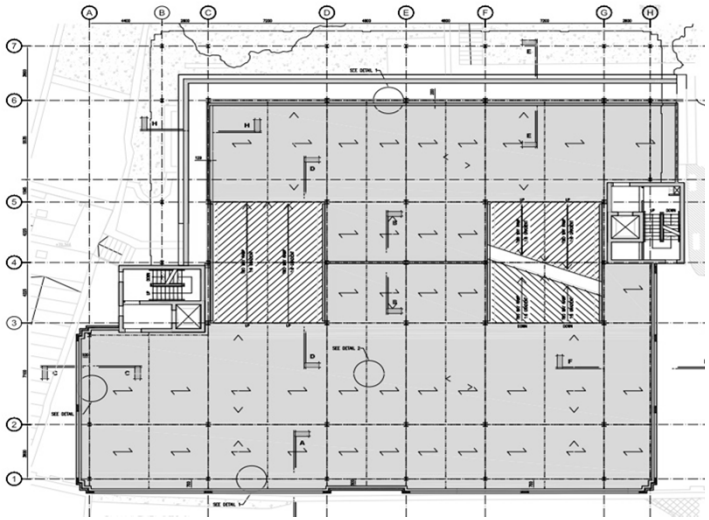
Caso de Estudo

- **Descrição da obra**
- Projeto base
- Solução Blocotelha
- Solução Alternativa
- Comparação
- Validação

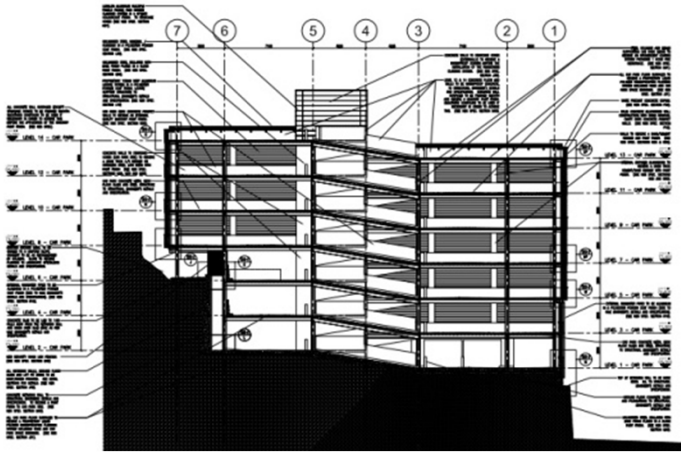
Conclusões

- **Breve descrição da obra**





– **Parque de estacionamento localizado em Gibraltar;**
– **Área em planta: 38x32 (m^2);**
– **Altura total: 18 m (6 Pisos);**
– **Resistência ao fogo requerida: 60 minutos;**
– **Construção metálica e mista porticada.**



Âmbito e objetivos

Nova Metodologia

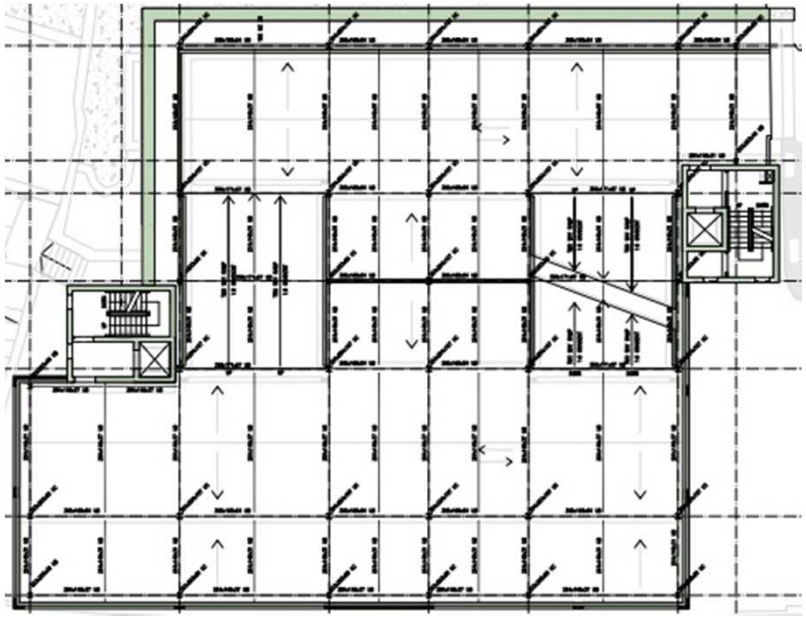
Software

Caso de Estudo

- Descrição da obra
- **Projeto base**
- Solução Blocotelha
- Solução Alternativa
- Comparação
- Validação

Conclusões

- **Projeto base**
  - **Perfis de aço britânicos;**
  - **Vigas secundárias com afastamentos de cerca de 3,6 m;**
  - **Malha eletrosoldada A393;**
  - **Espessura total da laje colaborante: 130 mm;**
  - **Contraventamento pelas caixas de escadas em B.A.**



Âmbito e objetivos

Nova Metodologia

Software

Caso de Estudo

- Descrição da obra
- Projeto base
- **Solução Blocotelha**
- Solução Alternativa
- Comparação
- Validação

Conclusões

- **Solução Blocotelha -** Metodologia convencional

20 ℃

- **Pilares metálicos HEA/HEB;**
- **Vigas mistas principais e secundárias com perfis IPE;**
- **Afastamento entre vigas secundárias: cerca de 2,4 m**
- **Chapa colaborante *Haircol 59s* (0,75mm);**
- **Malha eletrosoldada A393 (B500);**
- **Conetores tipo *Nelson* (19 mm);**
- **Espessura total da laje: 120 mm;**
- **Contraventamento garantido pelas caixas de escadas.**

Incêndio

- **Proteção passiva contra incêndio: aplicação de pintura intumescente em todos os elementos estruturais;**
- **Colocação de varão de reforço adicional em cada nervura da laje.**

Âmbito e objetivos

Nova Metodologia

Software

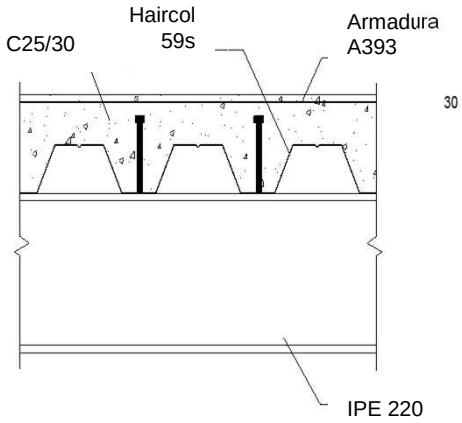
Caso de Estudo

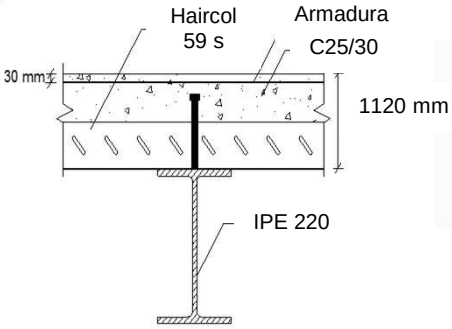
- Descrição da obra
- Projeto base
- **Solução Blocotelha**
- Solução Alternativa
- Comparação
- Validação

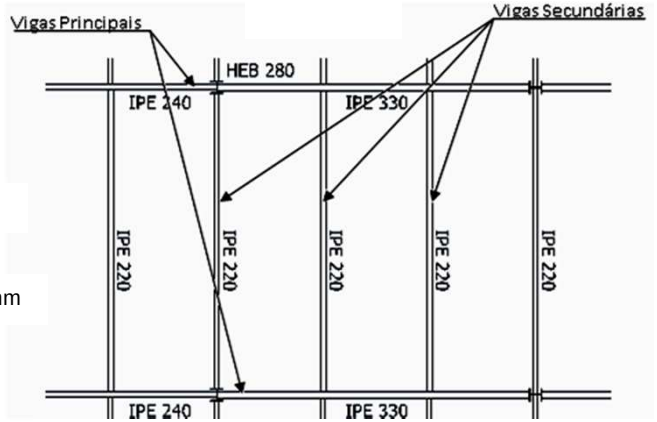
Conclusões

- **Solução Blocotelha -** Metodologia convencional

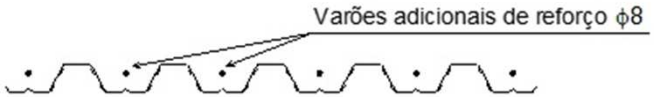
20 ℃

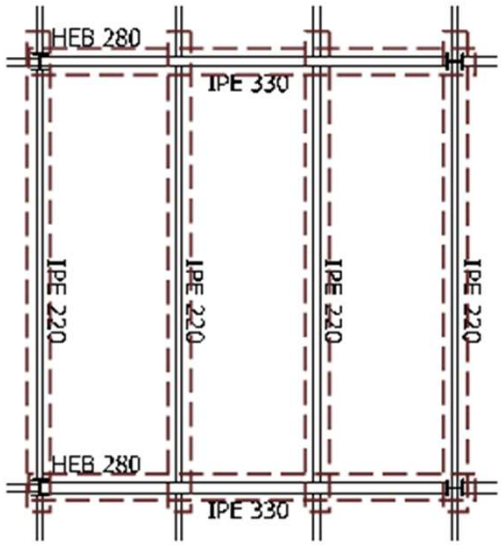






Incêndio





Âmbito e objetivos

Nova Metodologia

Software

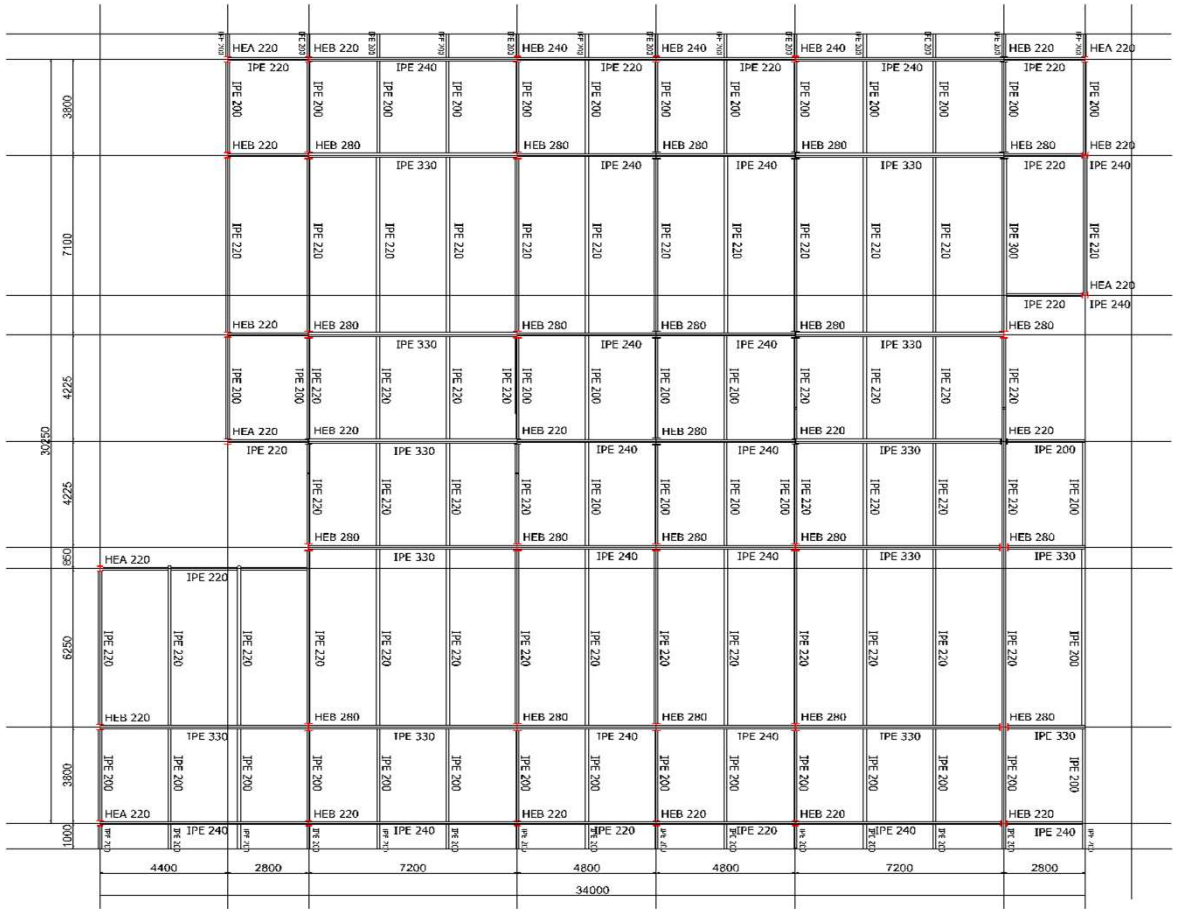
Caso de Estudo

- Descrição da obra
- Projeto base
- **Solução Blocotelha**
- Solução Alternativa
- Comparação
- Validação

Conclusões

- **Solução Blocotelha -** Metodologia convencional

20 ℃



Caso de Estudo
ARENGO'S PALACE CAR PARK

Research Fund for Coal & Steel

Âmbito e objetivos

Nova Metodologia

Software

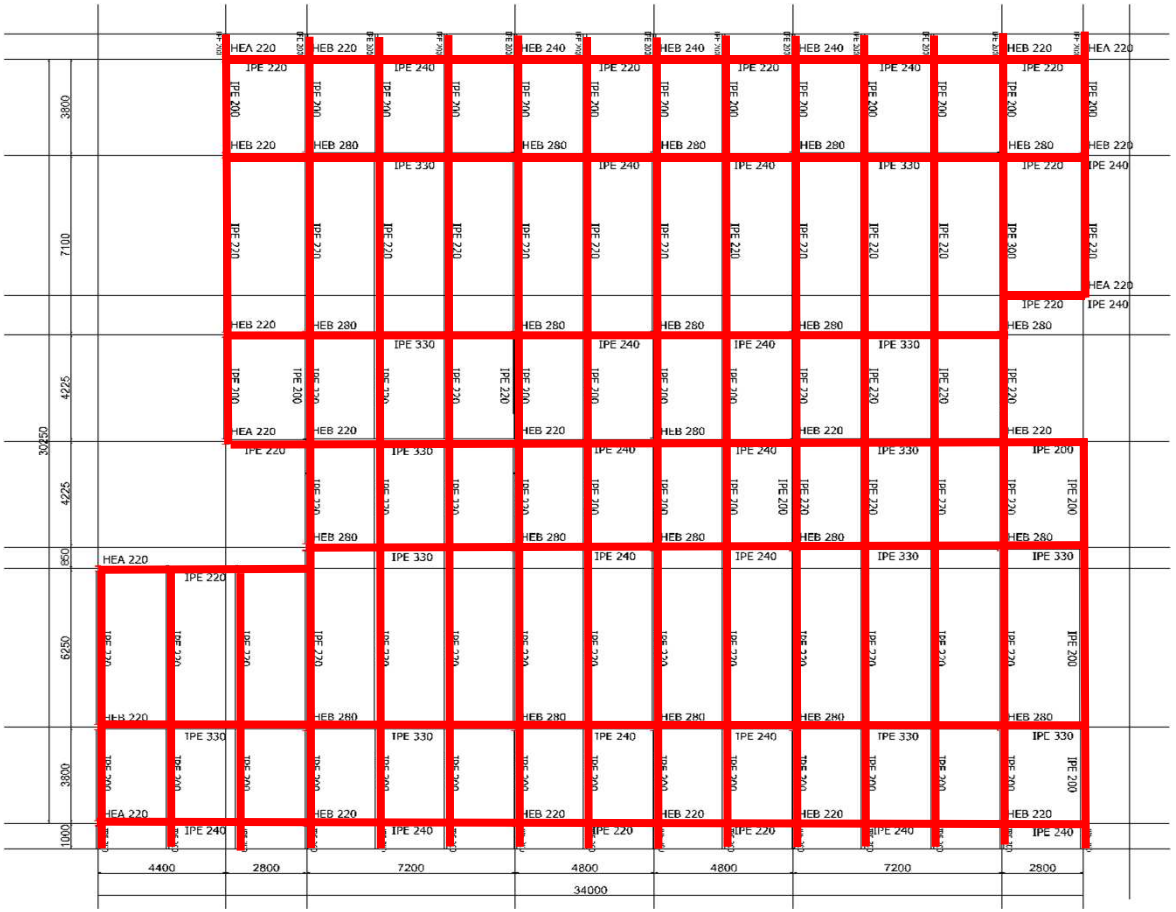
Caso de Estudo

- Descrição da obra
- Projeto base
- **Solução Blocotelha**
- Solução Alternativa
- Comparação
- Validação

Conclusões

- **Solução Blocotelha -** Metodologia convencional

Incêndio



Âmbito e objetivos

Nova Metodologia

Software

Caso de Estudo

- Descrição da obra
- Projeto base
- **Solução Blocotelha**
- Solução Alternativa
- Comparação
- Validação

Conclusões

- **Solução Blocotelha -** Metodologia convencional

Âmbito e objetivos

Nova Metodologia

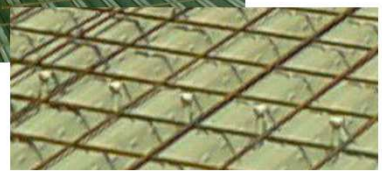
Software

Caso de Estudo

- Descrição da obra
- Projeto base
- **Solução Blocotelha**
- Solução Alternativa
- Comparação
- Validação

Conclusões

- **Solução Blocotelha -** Metodologia convencional



Âmbito e objetivos

Nova Metodologia

Software

Caso de Estudo
- Descrição da obra
- Projeto base
- Solução Blocotelha
- **Solução Alternativa**
- Comparação
- Validação

Conclusões

- **Solução Alternativa -** Nova metodologia

1) Aplicabilidade da metodologia MACS+:

- Estrutura porticada com lajes e vigas mistas;
- Estrutura contraventada;
- Laje mista dimensionada de acordo com a EN1994-1-1;
- Chapa colaborante de altura inferior a 80 mm;
- Uma única camada de malha eletrosoldada (dúctil);
- Camada de betão normal com altura inferior a 90 mm;
- Ligações sem transmissão de momentos fletores;

2) Exposição e Resistência ao fogo exigida:

- Curva padrão ISO834; Curva paramétrica; etc.;
- Resistência mecânica; Estanquidade; Isolamento.

Âmbito e objetivos

Nova Metodologia

Software

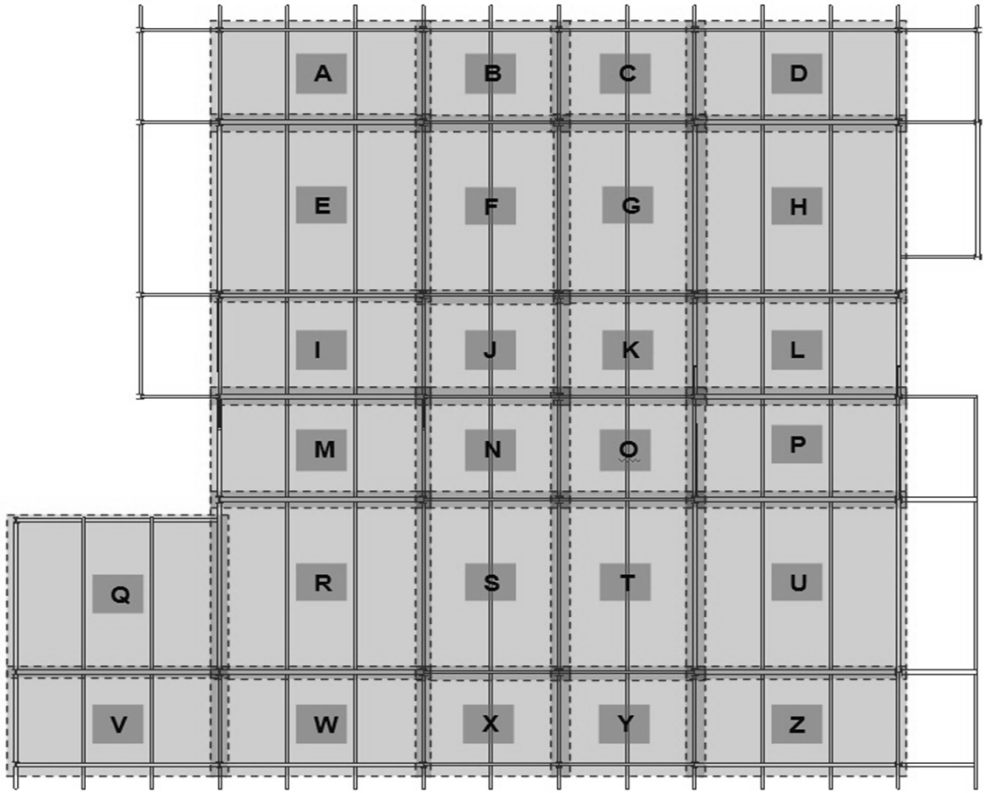
Caso de Estudo

- Descrição da obra
- Projeto base
- Solução Blocotelha
- **Solução Alternativa**
- Comparação
- Validação

Conclusões

- **Solução Alternativa -** Nova metodologia

3) Divisão das zonas de dimensionamento:



Âmbito e objetivos

Nova Metodologia

Software

Caso de Estudo

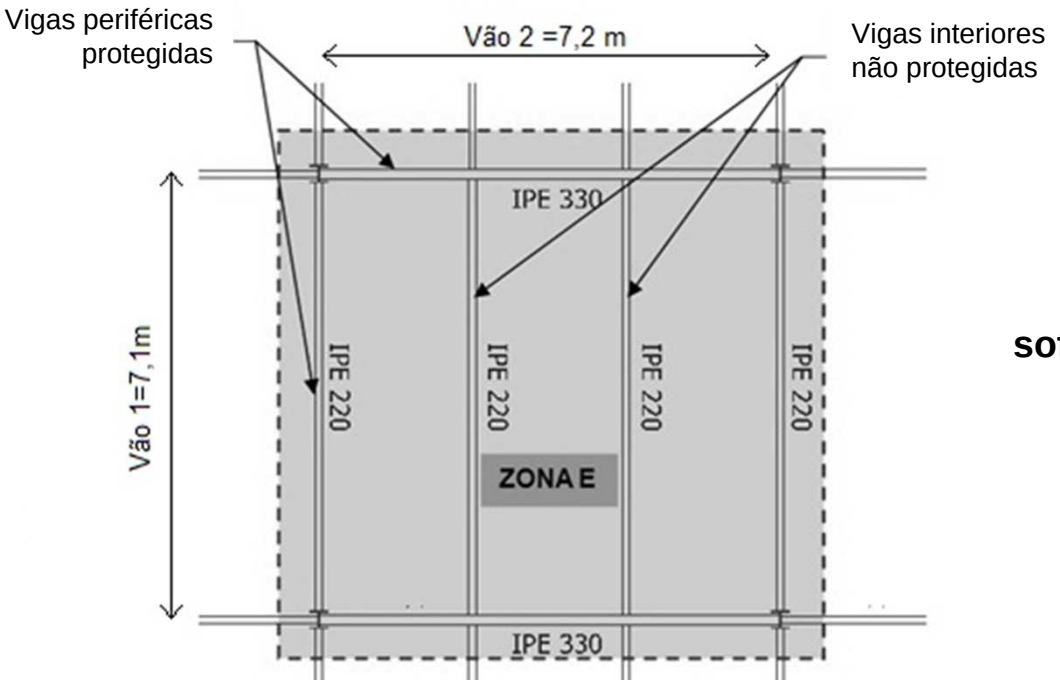
- Descrição da obra
- Projeto base
- Solução Blocotelha
- **Solução Alternativa**
- Comparação
- Validação

Conclusões

- **Solução Alternativa -** Nova metodologia

4) Cálculo de cada zona separadamente.

➡ Exemplificação para a Zona E:



Recurso ao software MACS+

Nota: Cálculo baseado no dimensionamento previamente efetuado a 20ºC!

Âmbito e objetivos

Nova Metodologia

Software

Caso de Estudo

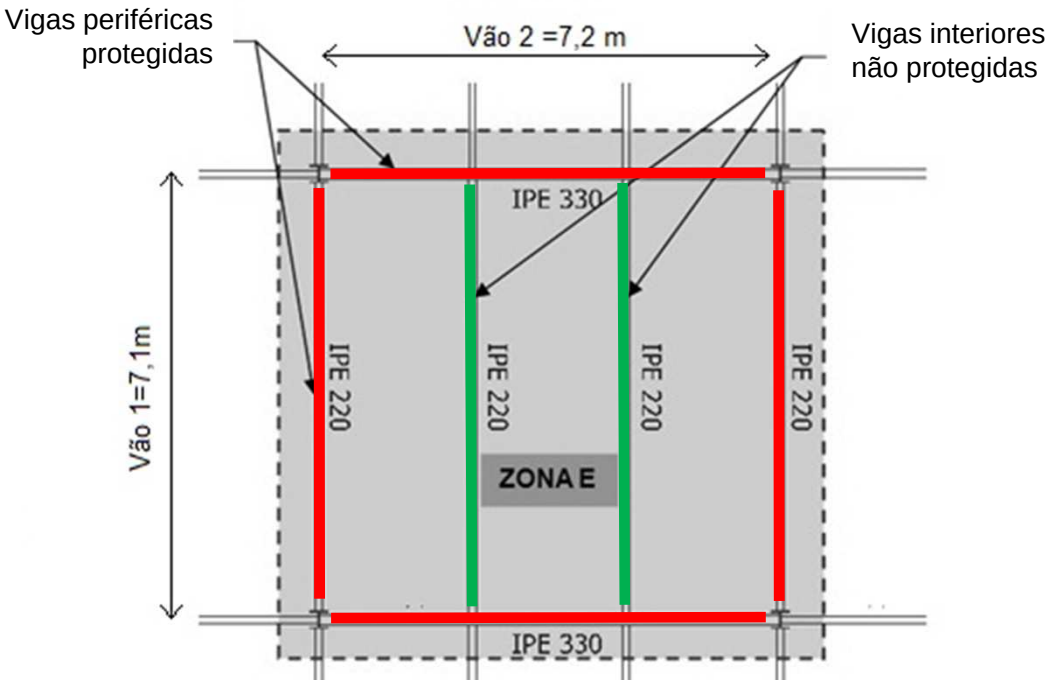
- Descrição da obra
- Projeto base
- Solução Blocotelha
- **Solução Alternativa**
- Comparação
- Validação

Conclusões

- **Solução Alternativa -** Nova metodologia

4) Cálculo de cada zona separadamente.

➡ Resultados obtidos para a Zona E:



Âmbito e objetivos

Nova Metodologia

Software

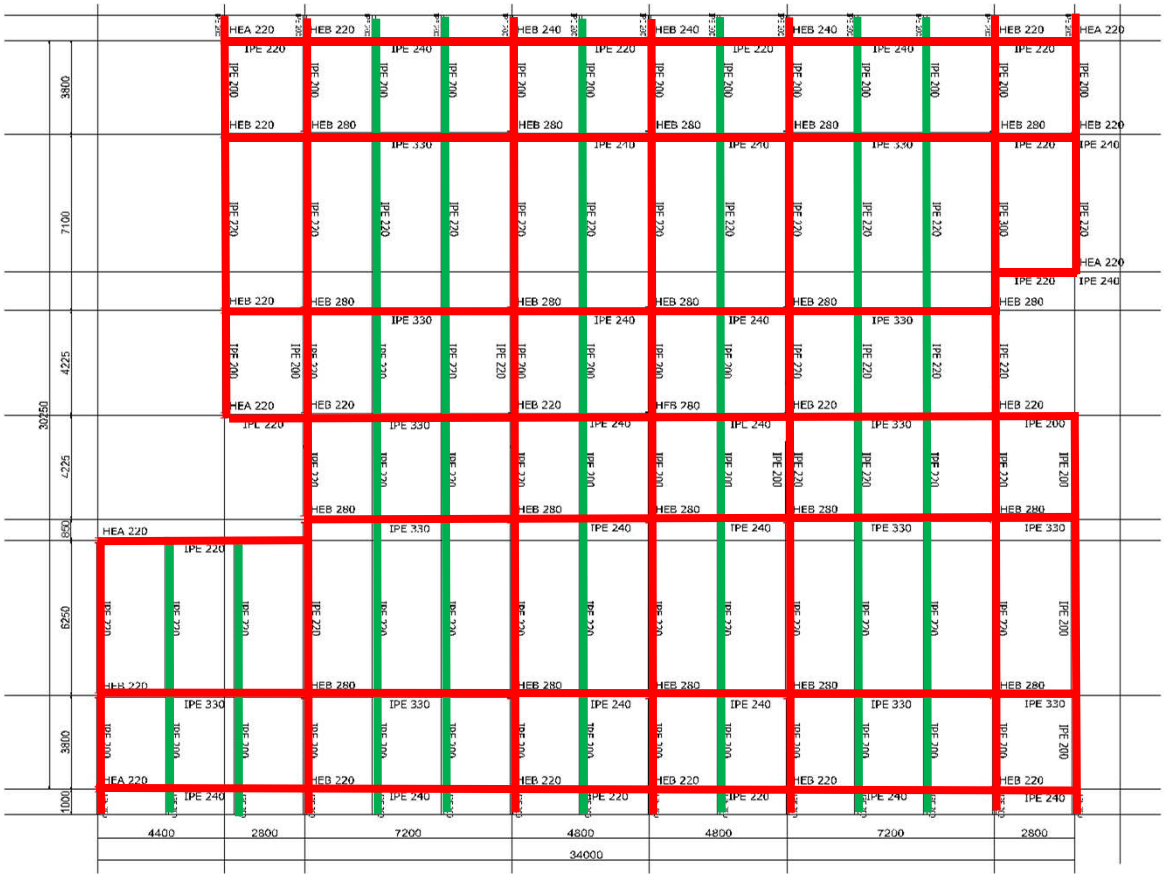
Caso de Estudo

- Descrição da obra
- Projeto base
- Solução Blocotelha
- **Solução Alternativa**
- Comparação
- Validação

Conclusões

- **Solução Alternativa -** Nova metodologia

5) Resultados obtidos para a globalidade da laje.



Âmbito e objetivos

Nova Metodologia

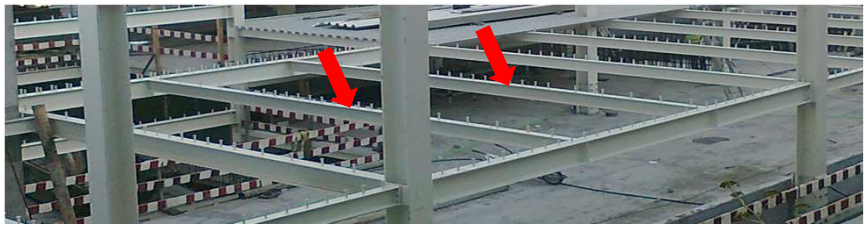
Software

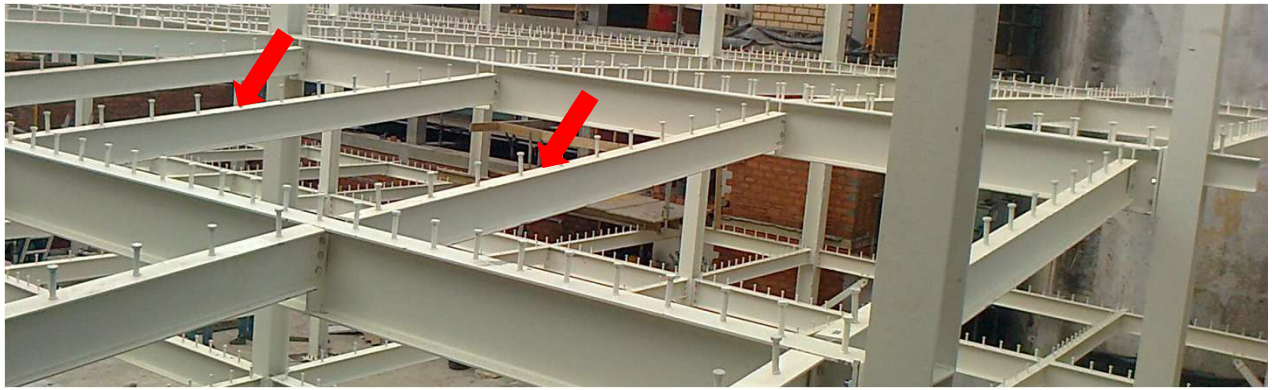
Caso de Estudo

- Descrição da obra
- Projeto base
- Solução Blocotelha
- **Solução Alternativa**
- Comparação
- Validação

Conclusões

- **Solução Alternativa -** Nova metodologia





Âmbito e objetivos

Nova Metodologia

Software

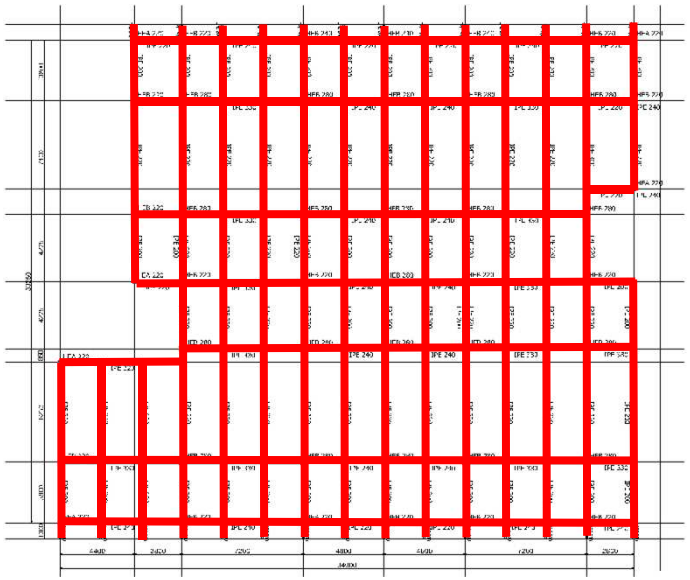
Caso de Estudo

- Descrição da obra
- Projeto base
- Solução Blocotelha
- Solução Alternativa
- **Comparação**
- Validação

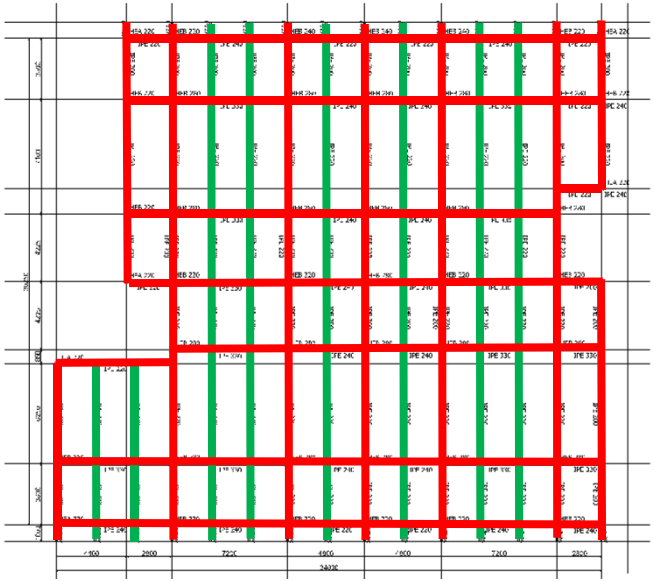
Conclusões

- **Comparação de resultados**

Metodologia Convencional



Nova Metodologia - MACS+



A nova metodologia conduz a uma redução das necessidades de proteção passiva contra incêndio.

Diminuição de 37% das áreas a proteger com pintura intumescente

Âmbito e objetivos

Nova Metodologia

Software

Caso de Estudo

- Descrição da obra
- Projeto base
- Solução Blocotelha
- Solução Alternativa
- Comparação
- **Validação**

Conclusões

- **Validação dos resultados obtidos pelo MACS+**

Etapas do cálculo manual:

A) Carga aplicada em situação de incêndio;
B) Isolamento térmico e evolução das temperaturas;
C) Momento resistente e capacidade de carga da laje;
D) Determinação das flechas;
E) Resistência da laje devida ao efeito de membrana;
F) Capacidade de carga da laje em situação de incêndio;
G) Contribuição das vigas mistas não protegidas;
H) Totalidade da capacidade de carga da laje;
I) Verificação da resistência da estrutura Vigas+Laje em situação de incêndio;
J) Esforço atuante nas vigas periféricas.

Conclusões

Âmbito e objetivos

Nova Metodologia

Software

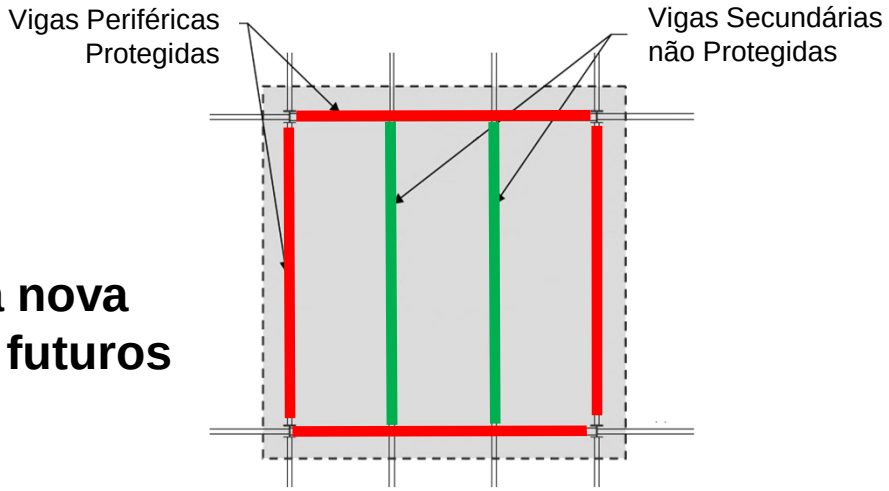
Caso de Estudo

- Descrição da obra
- Projeto base
- Solução Blocotelha
- Solução Alternativa
- Comparação
- Validação

Conclusões

Nova metodologia conduz a uma redução de cerca de 40% das áreas de pintura com intumescente

MAIOR ECONOMIA!



Interesse na aplicação da nova metodologia em projetos futuros

Disponibilidade de um programa de cálculo automático de fácil utilização e que proporciona uma rápida obtenção de resultados

Cálculo manual que valida os resultados obtidos programa

Implementar e divulgar a metodologia e software

Research Fund
for Coal & Steel

MATCS+

OBRIGADO!