



# Sistema construtivo de painéis

Sistema construtivo industrializado  
em painéis de concreto



# Descrição da tecnologia

- Sistema construtivo de placas estruturais, produzidas em linha de produção:
  - Paredes estruturais de concreto estrutural armado (maciças, sanduíche ou com concreto leve estrutural)
  - Pisos em lajes maciças ou alveolares protendidas (vão de fachada a fachada)
  - Paredes internas em divisórias não estruturais (p. ex. Drywall)
  - Peças de alta precisão dimensional
  - Ligação estrutural entre as peças para funcionar como estrutura monolítica (“caixa de sapato”)
  - Paredes com instalações embutidas
  - Eventualmente, concreto aparente, pigmentado ou graphic concrete, dispensando pintura externa



# Pontos fortes

- Alto nível de industrialização
- Alto ritmo de produção (escalável, ampliável e replicável ilimitadamente, hoje maior fábrica 80 UH/dia útil)
- Produção independente das condições climáticas
- Alta velocidade de construção
- Alta produtividade da mão de obra (6 hh/m<sup>2</sup>)
- Baixo desperdício e impacto ambiental
- Previsibilidade de custo e prazo
  - Para escalas maiores, possibilidade de instalar planta de produção junto à obra



# Pontos fortes

- Custo total equivalente a construção convencional (custos equipamentos x mão de obra)
- Alto desempenho técnico, atendendo a crescente rigor do mercado
- Facilidade de atendimento à norma de desempenho
- Construção sólida, culturalmente aceita no Brasil
- Na Europa setentrional, é a solução mais usual para edificações (Ex. Finlândia >70%)



# Pontos fracos

- Necessidade de investimento inicial em fábrica
- Necessidade de quantidade e ritmo previsíveis
- Necessidade de acesso e condições de operação de veículos e equipamentos pesados
- Para escalas pequenas, limitação de raio de transporte

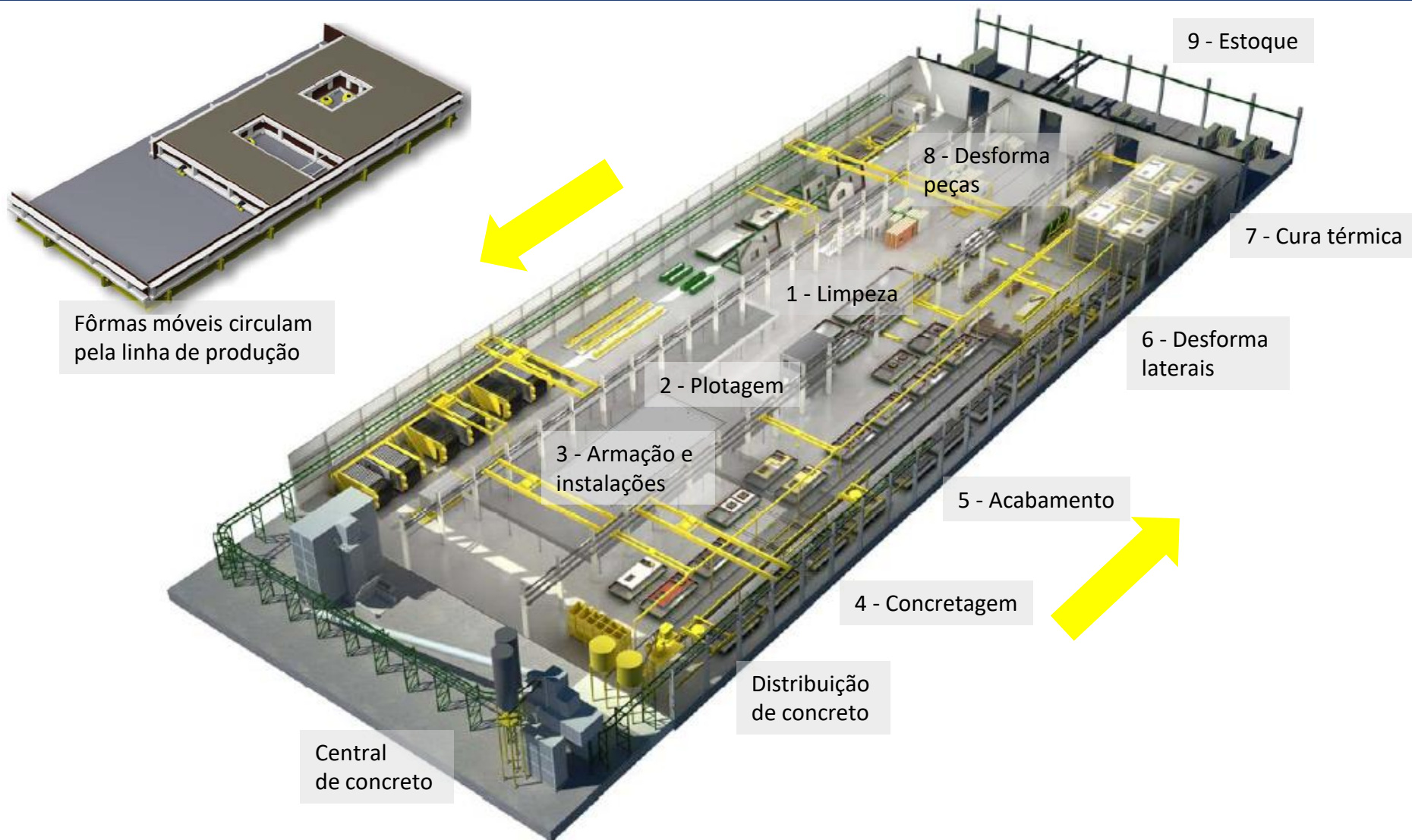


# Linha de produção

- Planejamento “lean thinking” (Toyota Production System)
  - Linha de produção
  - Produção puxada
  - Logística “Just-in-time” na fábrica e na obra
  - “Takt time” pode ser otimizado para 12 minutos por estação
  - Pré-montagem na fábrica de todos os componentes da obra
  - No canteiro da obra, apenas atividades de montagem final
  - Organização 5S do espaço de trabalho
  - Supermercado de materiais com estoque mínimo e critério “Kanban” de reposição
  - Rotinas de melhoria contínua “Kaizen”
  - Capacidade dos equipamentos balanceada
  - Programação das atividades minuto a minuto
  - Operários multifuncionais



# Fábrica





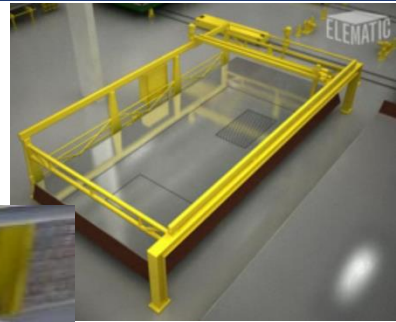
# Fábrica



Limpeza das formas



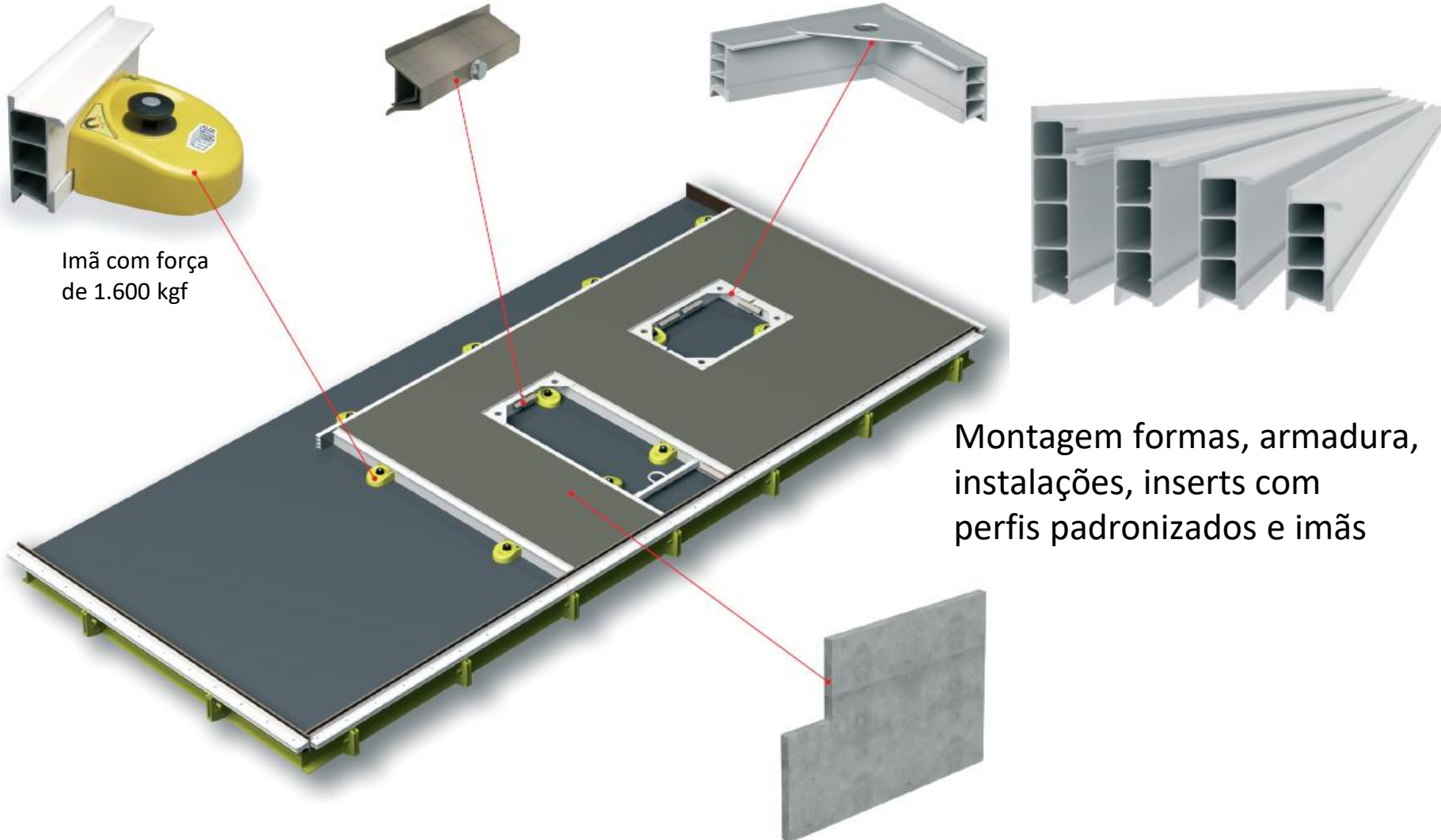
Plotagem



Central de armação



# Fábrica



Imã com força  
de 1.600 kgf

Montagem formas, armadura,  
instalações, inserts com  
perfis padronizados e imãs



# Fábrica



Produção  
automatizada  
do concreto

Transporte automatizado do  
concreto



Concretagem automatizada





# Fábrica



Pré-acabamento



Acabament



# Fábrica



Movimentação por transelevador  
e cura térmica em câmara de cura



# Fábrica



Basculamento para desforma

Desforma



Estoque



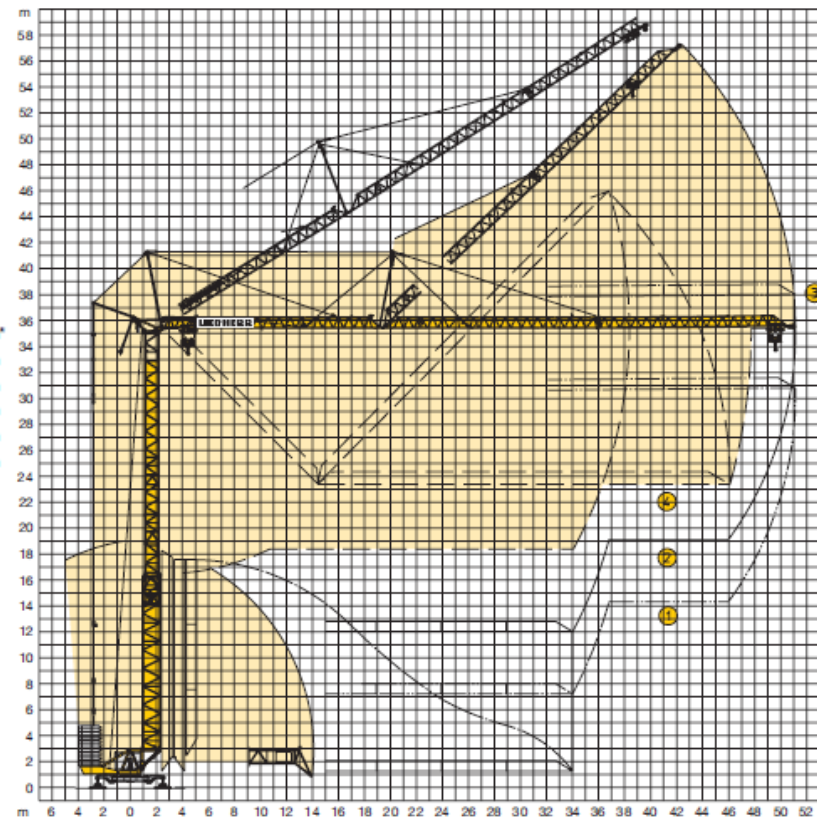
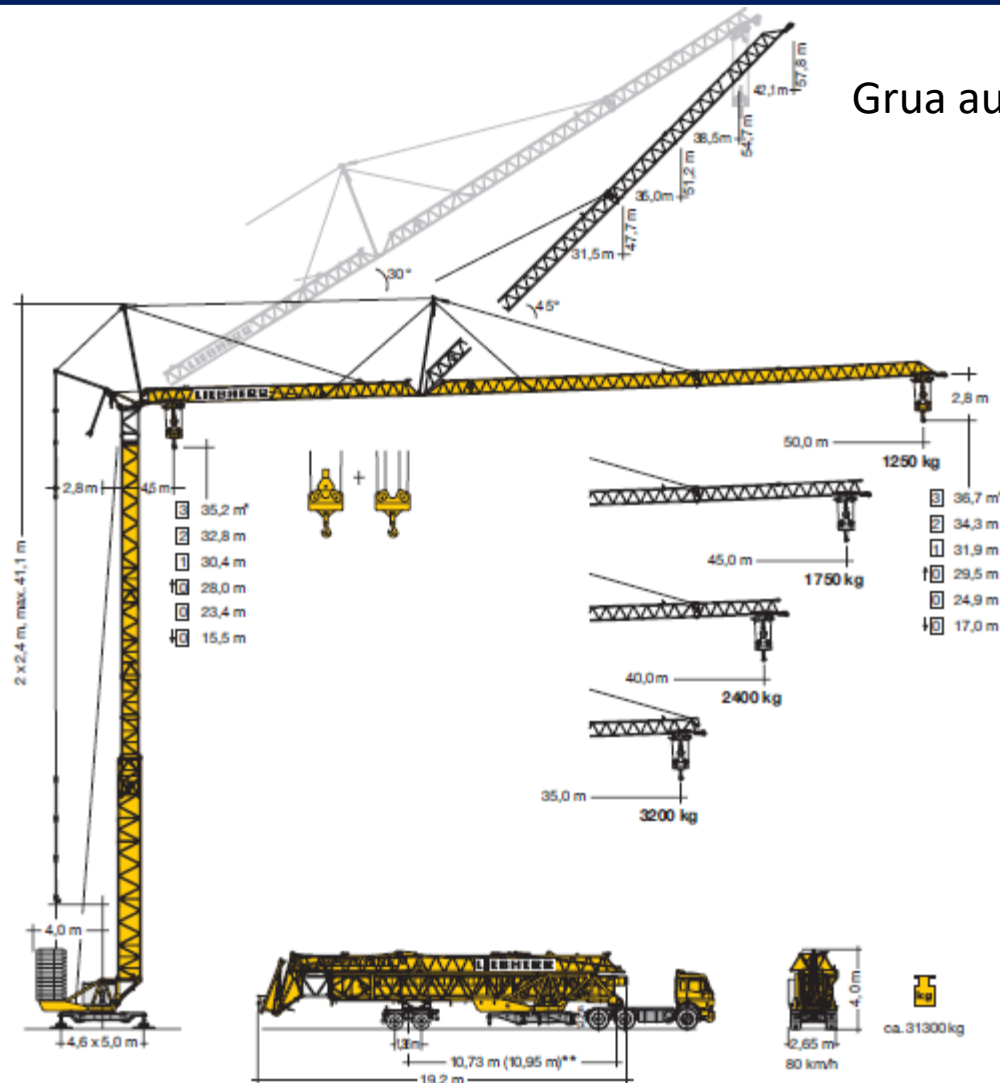
# Transporte





# Montagem

Grua automontável para prédios de altura média

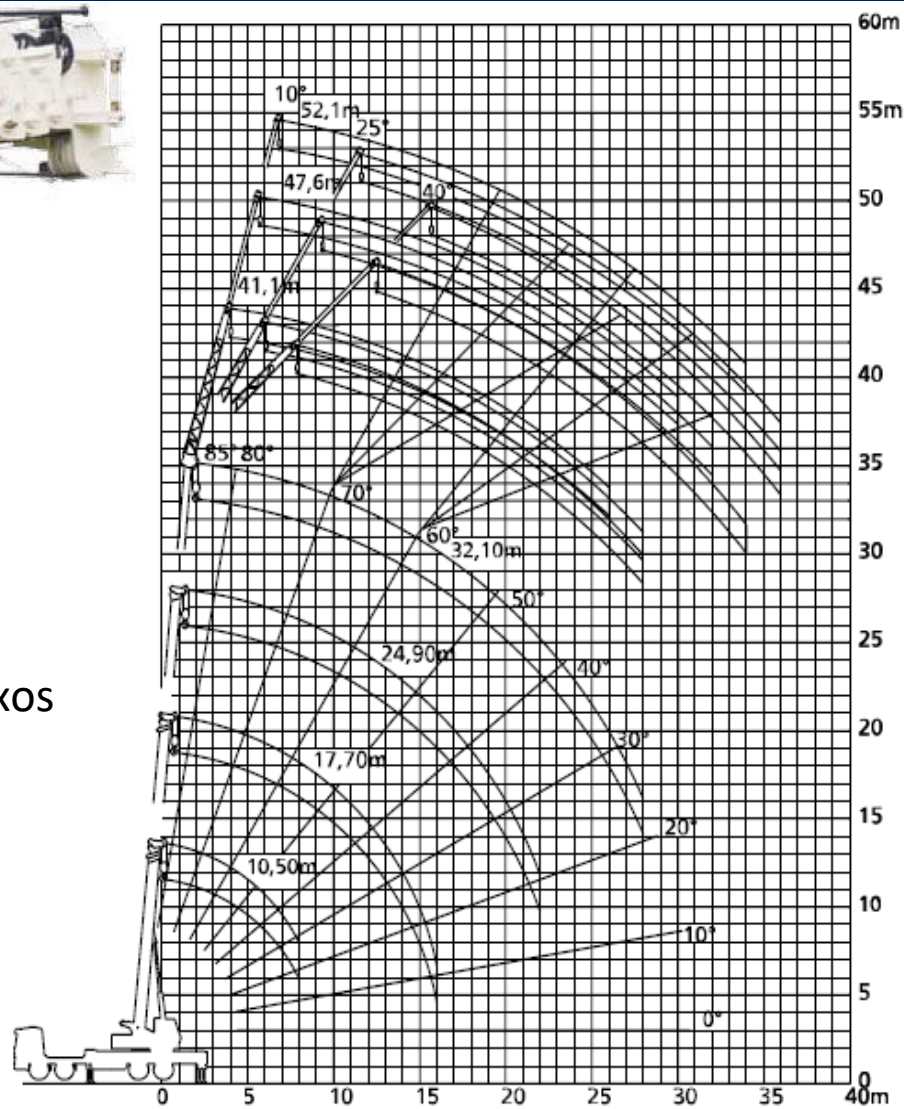




# Montagem



Guindaste telescópico para casas e prédios baixos





# Montagem

Placas com inserts embutidos para içamento e ligações



Aberturas precisas para simplificar fixação dos caixilhos na obra

Estroncas temporárias

Amarração e consolidação estrutural entre placas pós montagem



Montagem com guindaste ou grua



# Montagem





# Montagem





# Montagem





# Produto acabado



Exemplo na Finlândia



# Produto acabado





# Produto acabado



Exemplo na Índia



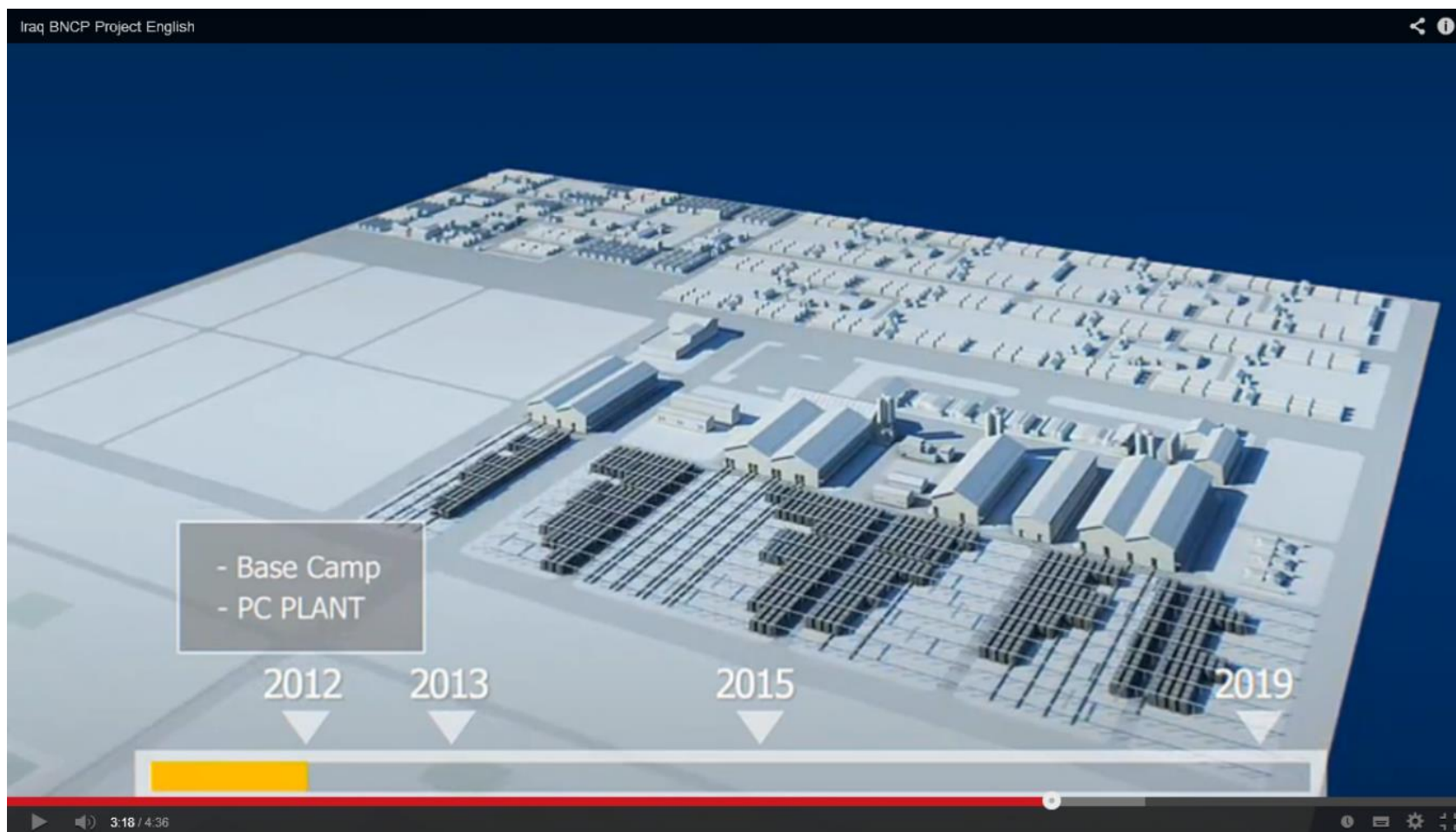
Exemplo na Finlândia



Exemplo na Estônia



# Maior fábrica do mundo - 2013



80 unidades habitacionais de 100 m<sup>2</sup> por dia

# Fábrica piloto Brasil - 2014



Uma unidade habitacional de 100 m<sup>2</sup> a cada 2 dias



# Maior obra habitacional do mundo – 2014 a 2019



Cidade planejada para 600.000 habitantes com 100.000 unidades habitacionais



# Protótipo brasileiro - 2014



Condomínio com 23 unidades habitacionais





# Protótipo brasileiro - 2014



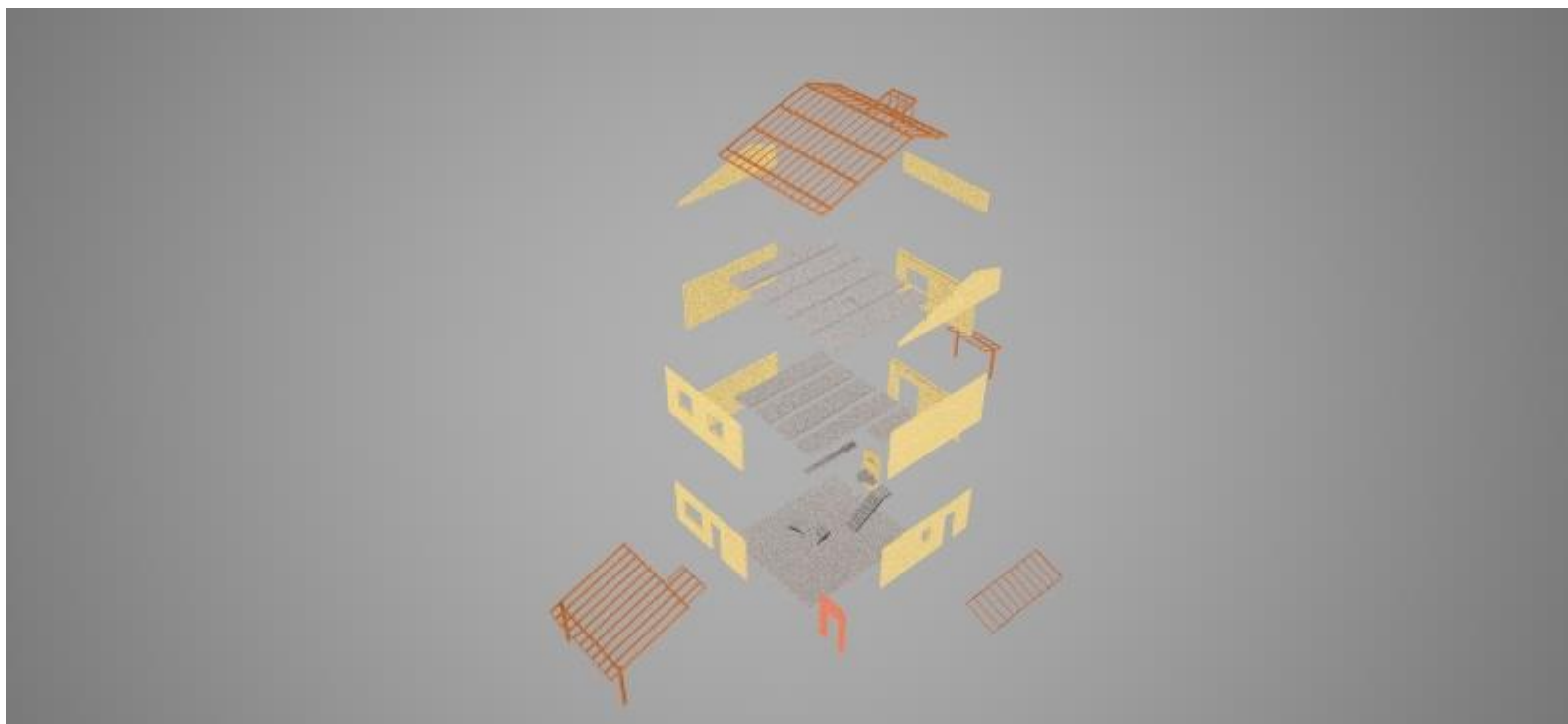


# Protótipo brasileiro - 2014





# Protótipo brasileiro - 2014



13 paredes + 5 peças escada + 10 lajes alveolares



# Links

- Fornecedor de equipamentos: [www.elematic.com](http://www.elematic.com)
- Projeto no Iraque:  
<https://www.youtube.com/watch?v=ndlTYFfatXY>
- Conceito de fábrica de lajes alveolares:  
<https://www.youtube.com/watch?v=y0burbxhM4k>
- Conceito de fábrica de paredes sanduíche:  
<https://www.youtube.com/watch?v=hDcLNDXW3gQ>
- Fábrica de paredes sanduíche no Iraque:  
<https://www.youtube.com/watch?v=Xzs3WkteqlA>
- Empresa brasileira: [www.kronan.com.br](http://www.kronan.com.br)
- Projeto piloto BR: [www.condominioaraucaria.com.br](http://www.condominioaraucaria.com.br)