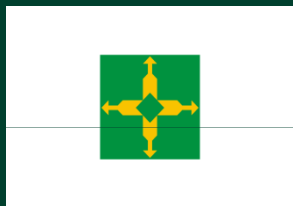


Abcic

# PRÉ – FABRICADOS DE CONCRETO

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**CURSO PRÉ-FABRICADOS ABCIC  
BRASÍLIA-08-09/10/2013**

## AGENDA :

- **1º Módulo :**  
Princípios, Histórico, Aplicações, Tipologias, Selo de Qualidade.
- **2º Módulo :**  
Projeto, Ligações, Interfaces, Coordenação Modular, Painel Arquitetônico, Tolerâncias, BIM.
- **3ª Módulo :**  
Tipos de Peças, “ TOUR VIRTUAL “ por uma fábrica.
- **4ª Módulo :**  
Produção, Matérias Primas, Segurança, Logística, Montagem, Conclusão.

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# VÍDEO INSTITUCIONAL ABCIC

# PRINCÍPIOS ELEMENTARES

- Construção Industrializada
- Processo
- Pré moldados
- Pré-fabricados
- Concreto Armado
- Concreto Protendido (aderente e não aderente)



# CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA

## Industrialização da Construção

*“É o emprego de forma racional e mecanizada, de materiais, meios de transporte e técnicas construtivas, para se conseguir uma maior produtividade.”*

***Instituto Eduardo Torroja  
de la Construcción y del  
Cemento***



# PROCESSO

Os processos são compostos por:

- **M**étodo (Padronizar)
- **M**ão de Obra (Capacitar)
- **M**edição (Avaliar)
- **M**áquinas (Adequar e Manter)
- **M**atérias Primas (Qualificar e Avaliar Desempenho).

# PRÉ - MOLDADOS

Pré – moldagem:

Processo de construção em que a obra, ou parte dela, é moldada fora de seu local de uso definitivo. A pré-moldagem é relacionada aos conceitos de industrialização e pré-fabricação.





# PRÉ - FABRICADOS

Pré-fabricação:

“...pré-fabricação é um método industrial de construção em que os elementos fabricados, em grandes séries, por métodos de produção em massa (**instalação industrial**), são montados na obra, mediante equipamentos e dispositivos de elevação”.



# CONTEXTO HISTÓRICO

**Pré-fabricado (pós-guerra e suas necessidades)**

**Mão de obra**

**Agilidade**

**Baixo custo**





# CONTEXTO HISTÓRICO

- Alguns casos isolados de pré-fabricados - início nos anos 1960/1970;
- “Milagre brasileiro” - Brasil país do futuro - investimento em novas tecnologias;
- Início dos anos 80:
  - Execução de um grande número de Galpões Industriais;
  - Pré-fabricação começa a ter visibilidade no mercado;
  - Consolidação do uso da Telha W;
  - Importação de equipamentos para a produção de lajes pré-fabricadas alveolares;



# CONTEXTO HISTÓRICO

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**Conceito pré-fabricados  
Associados a galpões  
industriais, padronização  
em detrimento da  
criatividade.**

**Paredes PI – conceito de  
fachadas.**

## CONTEXTO HISTÓRICO

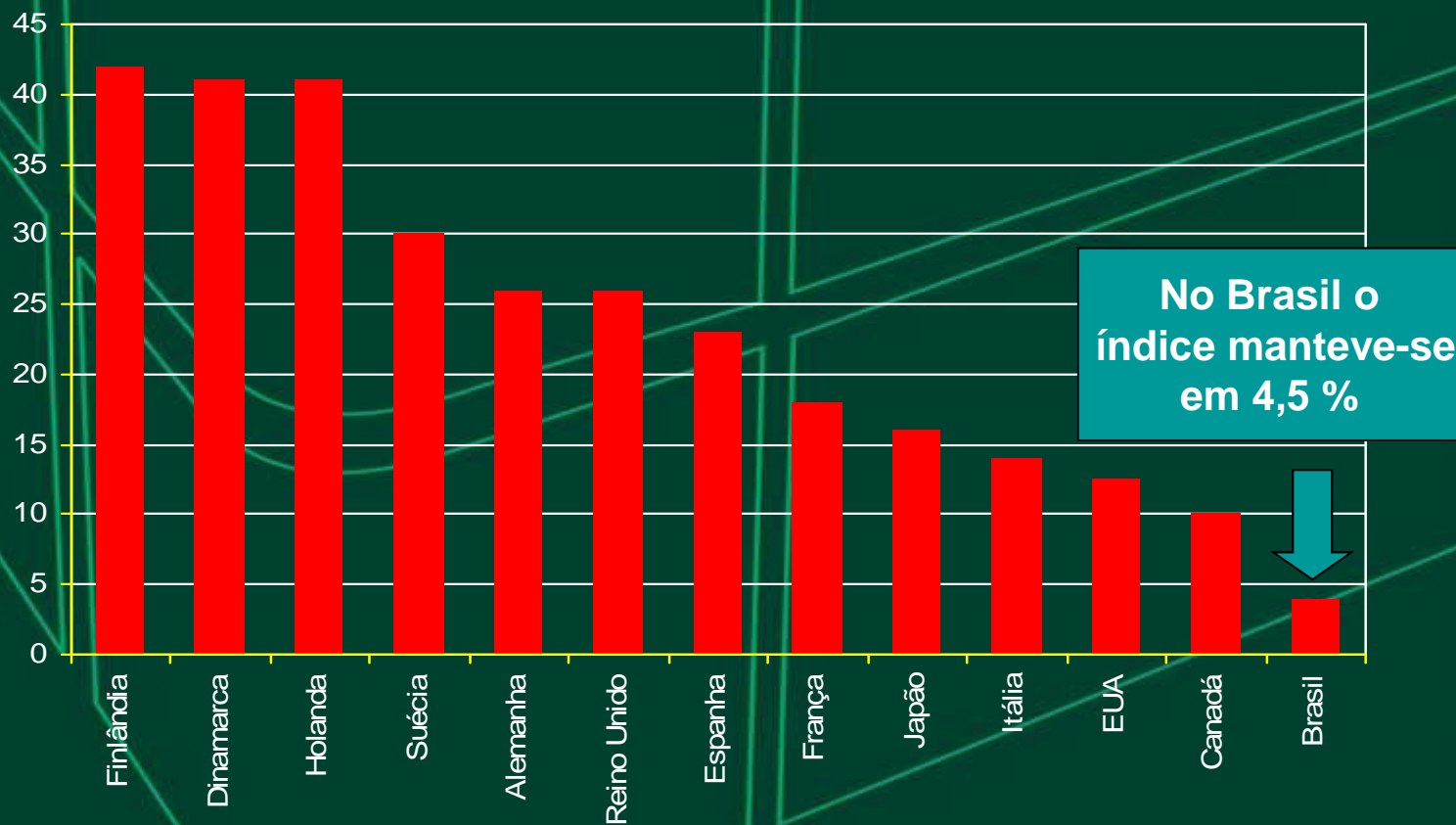
- Em consequência do bom desempenho do sistema no final da década de 80 foi iniciada a utilização das lajes pré-fabricadas na área habitacional.
- Início dos anos 90 – lajes alveolares em edifícios acima de 3 andares buscando vencer vãos maiores;
- Velocidade, organização, praticidade, economia e identidade arquitetônica padronizada – grande utilização no setor de supermercados e Shopping-Centers;



# CENÁRIO – MERCADO NACIONAL

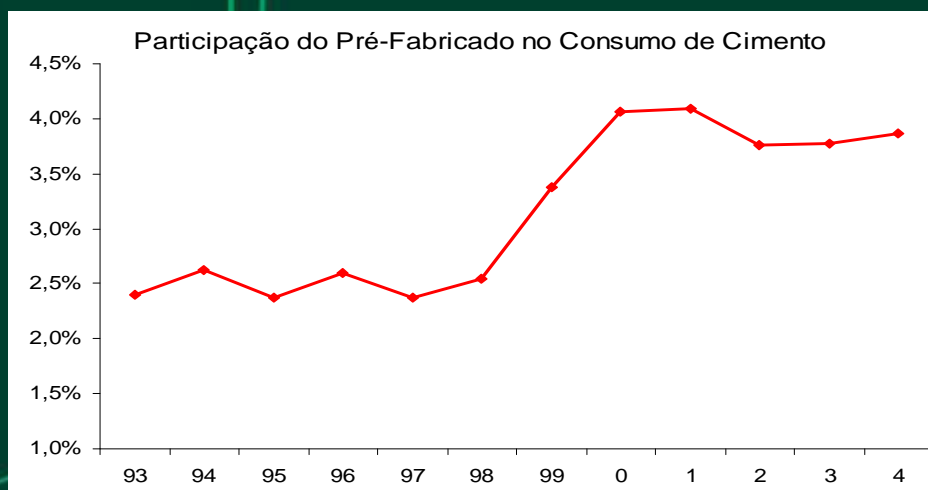
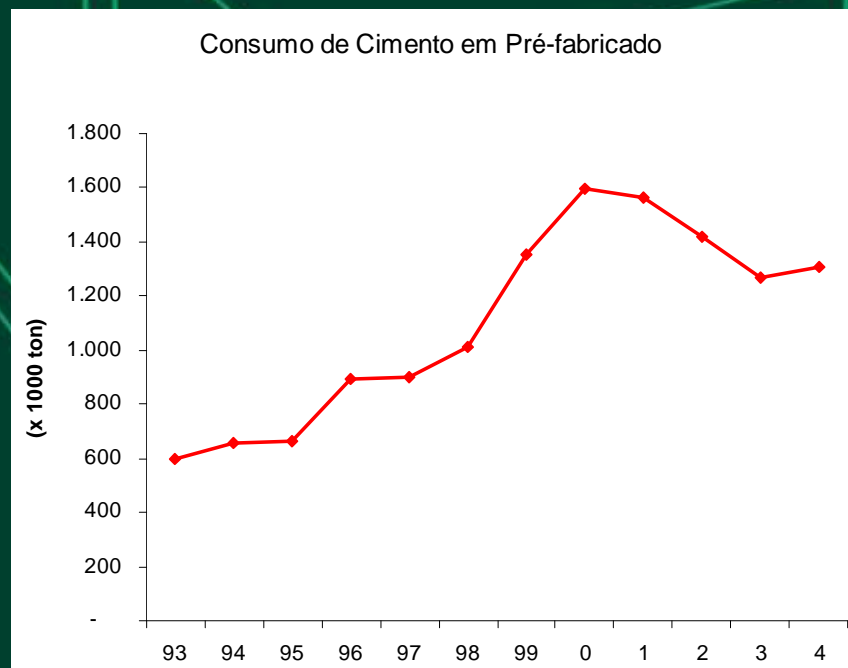
Percentual de cimento destinado a pré-fabricados e pré-moldados

Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto



# CENÁRIO – MERCADO NACIONAL

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



Fonte: ABCIC



# CONTEXTO HISTÓRICO (ATUAL)

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



Consonância com a liberdade arquitetônica.  
Versatilidade de painéis alveolares e  
arquitetônicos.  
Obras Verticais.  
Estruturas mistas\*.



Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# Edifícios Altos (Estruturas Mistas)



( Fortaleza- CE )



# CONTEXTO HISTÓRICO (ATUAL)

- Última década  
fachadas pré-fabricadas =  
sofisticação arquitetônica
- Hoje, o mercado nacional  
está capacitado a oferecer  
um sistema completo, que  
vai da fundação e estrutura  
à fachada.



# VANTAGENS

- Construções com menores prazos para entrega, unindo maior velocidade à redução dos custos fixos, proporcionando a garantia de retorno financeiro rápido;
- Busca de maior qualidade, produtividade e redução de desperdícios.
- Impulsiona para um modelo de desenvolvimento para a indústria da construção civil. (Sustentabilidade, qualificação de mão de obra, mudanças culturais).
- Resistência ao fogo inerente ao próprio Sistema, o que não temos na estrutura metálica.

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# VANTAGENS

**Rapidez na execução.**



**Flexibilidade – Resiliência ;  
Lajes alveolares de um  
depósito de hipermercado  
recuperadas após incêndio (  
com fibra de carbono).**



Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# VANTAGENS (COMPATIBILIZAÇÃO COM INSTALAÇÕES)



# SUSTENTABILIDADE

- **POUPAR AS JAZIDAS NATURAIS. USO DE RECURSOS LOCAIS.**
- **EMPREGO DE CONCRETOS COM < CONSUMO DE CIMENTO E PORTANTO < PEGADA DE CARBONO.**
- **ELIMINAR A PRODUÇÃO DE RESÍDUOS.**
- **< CUSTO DE MANUTENÇÃO; > DURABILIDADE.**
- **> EFICIÊNCIA TÉRMICA ( MASSA / ISOLAMENTO ).**
- **> ALBEDO ( REFFLETÂNCIA DE LUZ ) - > CIM. BRANCO**
- **RECICLAR EDIFÍCIOS; quer por ‘RETROFIT’; quer por REAPROVEITAMENTO DAS PEÇAS NOUTRO LOCAL.**
- **RECICLAR MATERIAIS ( PEÇAS ) .**
- **RACIONALIZAR A CONSTRUÇÃO.**
- **PRODUZIR EDIFÍCIOS SUSTENTÁVEIS.**
- **PRESERVAR PATRIMÔNIO.**



**Até 23 pontos c/  
Uso do pré fabricado !**

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# SISTEMAS CONTRUTIVOS SUSTENTÁVEIS

- MAXIMIZAM A EFICIÊNCIA E A EFICÁCIA
- EMPREGAM A MAIS ALTA TECNOLOGIA
- SÃO ECONOMICAMENTE VIÁVEIS



Reutilizar; Reduzir; Reciclar; Recomprar

**PRÉ - FABRICAÇÃO**

# ESTRUTURAS PRÉ – FABRICADAS (classificação)

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

- Quanto ao local:  
Fábrica ou Canteiro
- Quanto a categoria do peso dos elementos:  
Leve ou Pesado
- Quanto a aparência:  
estrutural ou  
Arquitetônico (\*que é também estrutural)





# LEVE



- Pórticos (estrutura de
- Cobertura integrada ao sistema).
- Soluções econômicas.
- Com ou sem tirantes.
- Vão de 8 a 25 m
- Pé direito de 3 a 20 m
- Modulação de 4 a 12 m
- Telhas :  
fibrocimento,cerâmica,  
metálica





# LEVE

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**Aplicação em Obra Industrial.**

# PESADO



**Maiores vãos.**

**Maior peso.**

**Maior capacidade portante.**

**Equipamentos específicos  
(mobilização de guindastes  
com maior capacidade de  
carga).**



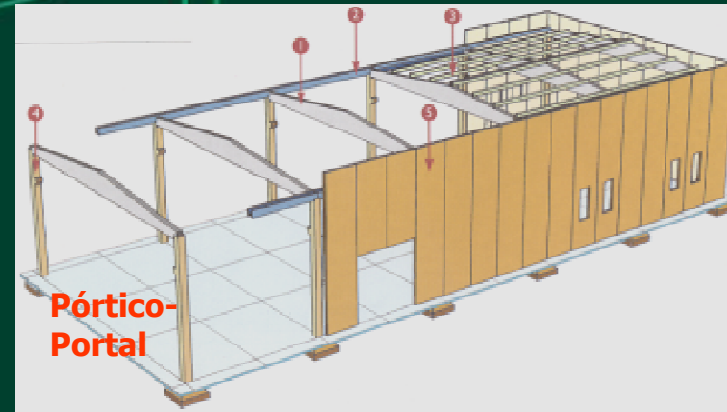
# TIPOLOGIAS – CONCEITO BÁSICO

- PRÉ-FABRICAÇÃO não é uma simples variação da técnica de Construir com “ MOLDADO IN LOCO “.
- Para se extrair todos os BENEFÍCIOS DA TÉCNICA, o ideal é que esteja presente desde a CONCEPÇÃO.

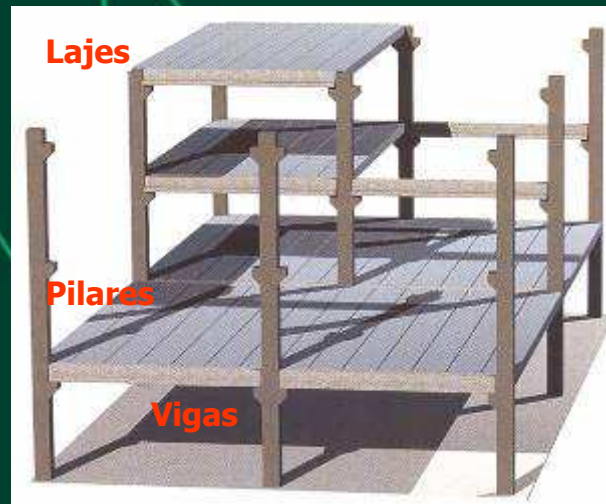


# TIPOLOGIAS

## Estrutura tipo PORTAL



Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



## Estrutura tipo RETICULADA Ou ESQUELETO

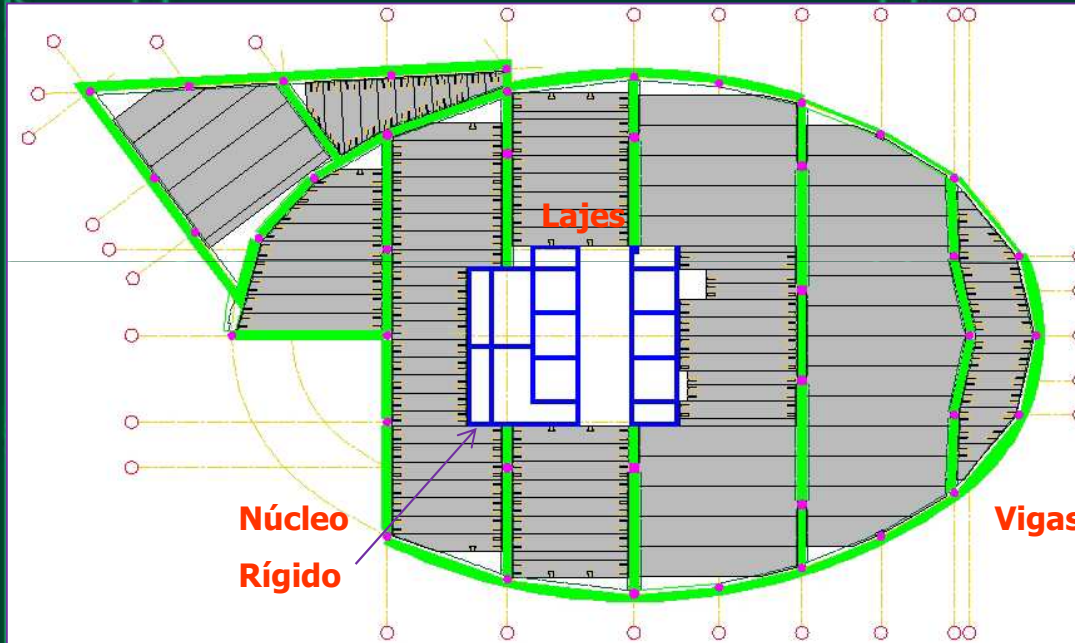


## Estrutura tipo PAINÉIS PORTANTES

# TIPOLOGIAS

## Solução Pré-Moldada para EDIFÍCIOS ALTOS

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



- Núcleo MOLDADO “ IN LOCO ”  
ou Painéis Portantes.

- Vigas podem ser solidarizadas

# TIPOLOGIAS

**Solução Pré-Moldada de ALTO VALOR AGREGADO E Pouco explorada no BRASIL. Nova Norma de Painéis**

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



- Solução de Painéis Arquitetônicos Portantes (Fechamento + Cargas gravitacionais integrados ).



# TIPOLOGIAS

Este tipo de Solução Pode Agregar Ainda um eficiente sistema de isolamento Termo Acústico – Painéis “ Sanduíche”

Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto

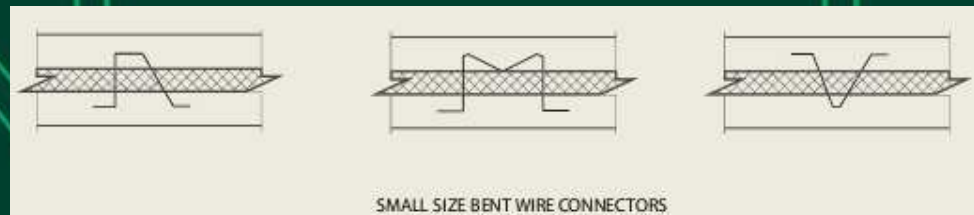
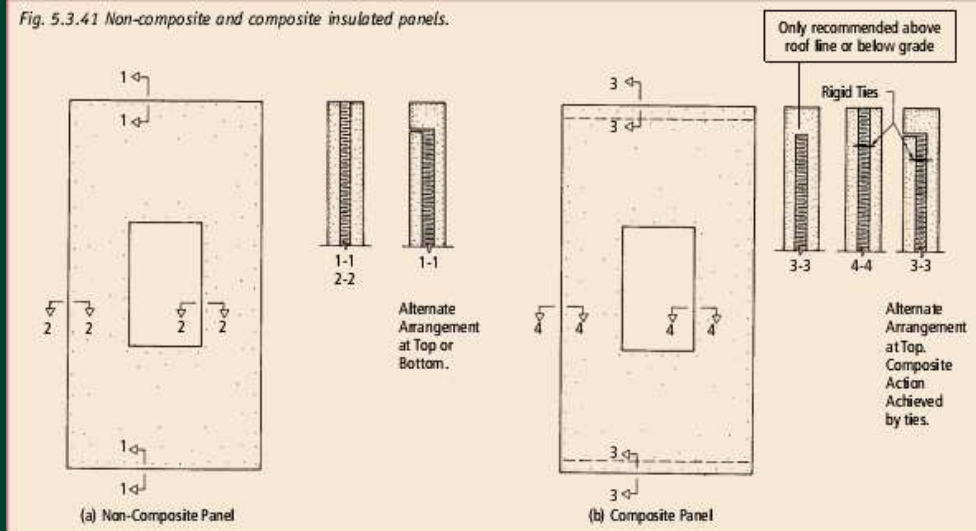
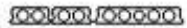


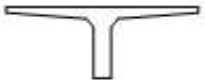







Fig. 5.3.41 Non-composite and composite insulated panels.



Oportunidade também pouco explorada no Brasil

Tipo de elemento	Tipo de Edifício	Vão máximo (m)	Altura (mm)	Larguras mais comuns (mm)	Peso por unidade de área (kN/m <sup>2</sup> )
 lajes alveolares não protendidas	Habitacional/ Comercial	≤ 9	100-300	300-2400	2,1-4,0
 lajes alveolares protendidas	Habitacional/ Comercial/ Industrial/ Estacionamento	≤ 20	100-500	1200	2,0-4,8
 Lajes/painéis TT ou π	Comercial/ Industrial/ Estacionamento	≤ 24 (30)	200-800	1200-2400	2,1-5,0
 elementos de seção T	Comercial/ Industrial/ Estacionamento	≤ 30	600-1200	1500-5000	3,0-3,6
 elementos de seção U	Comercial/ Industrial	≤ 9	150-300	600	1,45-3,5
 elementos de seção U invertido	Comercial/ Industrial/ Estacionamento	≤ 20	200-700	1200	1,75-6,9
 elementos de pré-laje	Habitacional/ Comercial	≤ 7,2	100-200	600-2400	2,4-4,8
 lajes / painéis π ou TT invertidos	Habitacional/ Comercial	≤ 9	150-350	600-2400	1,0-3,0
 laje com nervuras pré-moldadas	Habitacional	≤ 7,2	200-300	—	1,8-2,4

# TIPOLOGIAS LAJES

# OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA

## PASSARELAS, PONTES E VIADUTOS

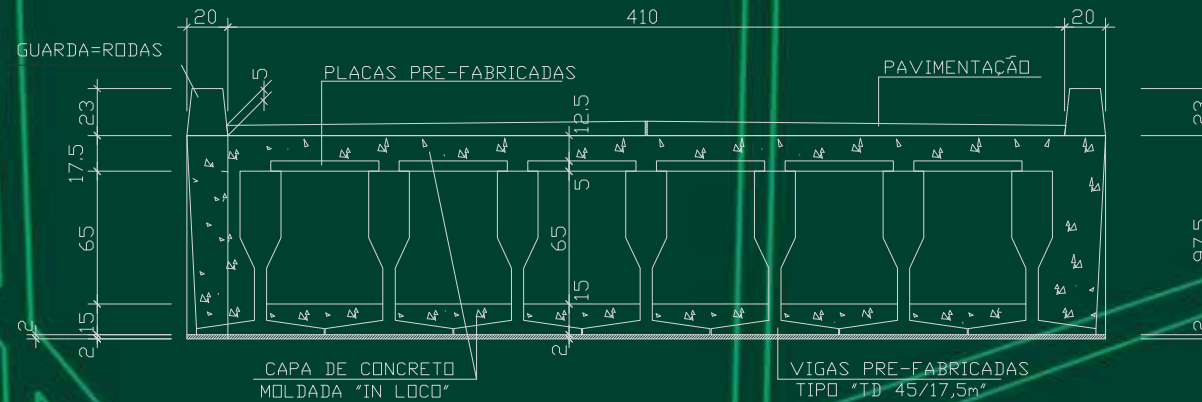
Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto





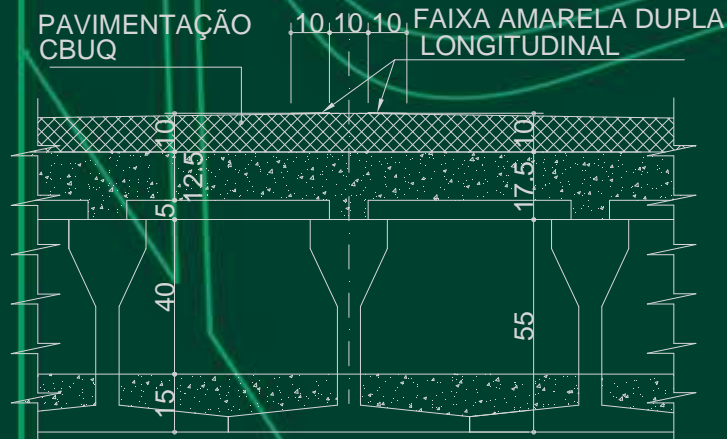
# OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA

SEÇÃO TRANSVERSAL - VIGA TD/45

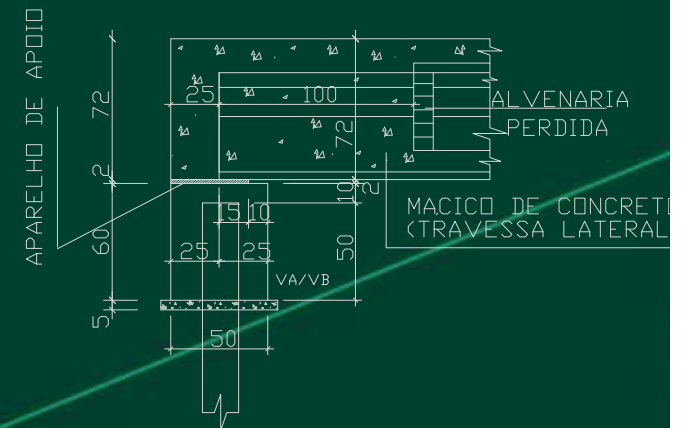


Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

DETALHE 01 - FUNDO DE VIGAS E LAJES



DETALHE 02 - APOIO E ARTICULAÇÃO DE CONCRETO



# OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**OBRAS ESPECIAIS;  
VIADUTOS EM CURVA.**





# OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA

## Galerias



Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

## Túneis e Revestimentos



## Barreiras Sonoras



## Dormentes, Infra ferroviária

( D. Ordóñez, PCI )



Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# ARQUITETÔNICO

Diferenciação arquitetônica.

Com ou sem função estrutural.

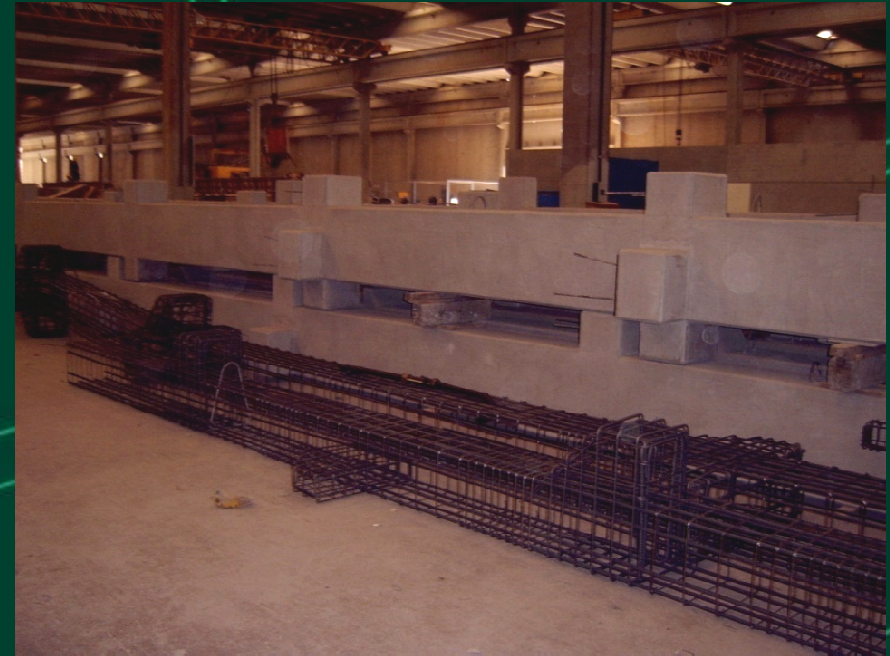
Painéis de fechamento x alvenaria.



# CONCRETO ARMADO

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

- Peso mais elevado;
- Execução mais simples;
- Vãos menores;
- Cuidados com deformações e fissuração.



Aço Armadura passiva = Armadura frouxa

# CONCRETO PROTENDIDO

O que é uma peça de concreto protendido?

É toda aquela que é submetida a um sistema de forças especial e permanentemente aplicadas (forças de protensão), tais que em condições de utilização ao agirem com as demais ações, impeçam ou limitem a fissuração do concreto; e também possa se controlar suas deformações.

**AÇO = ARMADURA ATIVA > RESISTÊNCIA  
QUE O AÇO CONVENCIONAL. ( 3,5x aprox.)**



## CONCRETO PROTENDIDO

- Melhor rendimento mecânico das seções;
- Maior esbeltez e menor peso próprio para as peças;
- Menor fissuração, Menor altura estrutural → Menor GABARITO TOTAL.
- Grandes vãos;
- Exige porém, Maiores cuidados na sua execução.

# PROTENDIDO (Pré-Tração)

Abcic

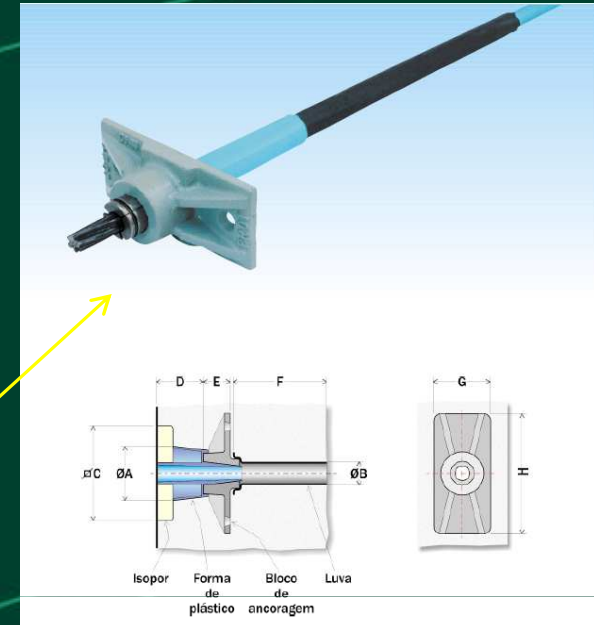
Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

- Exige pista de protensão (pré-fabricados)
- Cabos retos
- Sempre aderente



## PROTENDIDO (Pós – Tração)

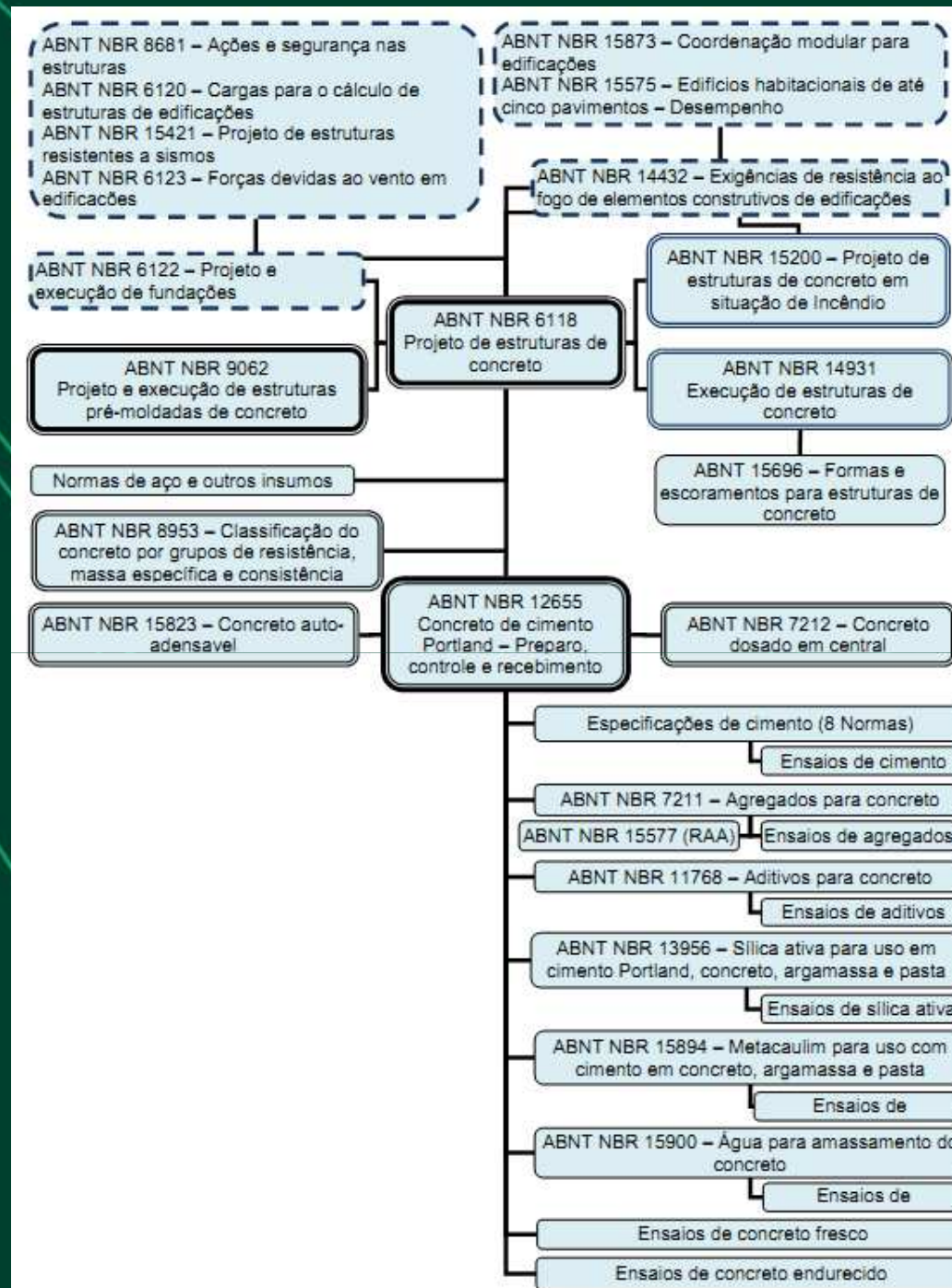
- Protensão após a concretagem e no local da obra
- Cabos curvos/parabólicos
- **Aderente e não aderente**



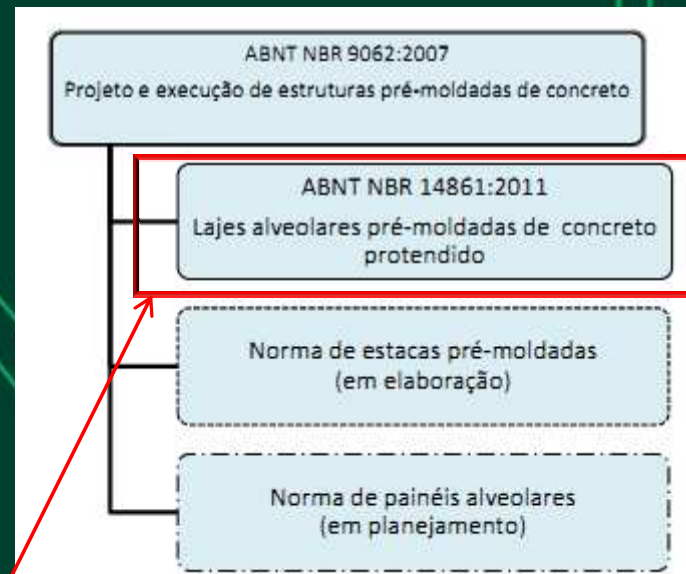


## NORMALIZAÇÃO (objetivos)

- Economia.
- Comunicação.
- Segurança.
- Proteção do Consumidor.
- Eliminação de Barreiras Técnicas e Comerciais.
- Potencialização da competitividade das organizações no mercado.



## ESTRUTURA DA NORMATIZAÇÃO ( EDIFÍCIOS )



**IMPORTANTE PASSO PARA A  
INDUSTRIALIZAÇÃO !**

# ESTRUTURA DA NORMATIZAÇÃO (PRÉ-FABRICADOS)



## SELO DE EXCELÊNCIA

- Fixar a imagem do setor com padrões de tecnologia, qualidade e desempenho adequados às necessidades de mercado.
- Programa evolutivo : Nível I (Controle de Qualidade), Nível II (Garantia da qualidade) , Nível III (Gestão pela Qualidade).
- Credenciamento por planta de produção com escopos diferenciados.
- Certificação por entidade independente (**FALCÃO BAUER**).
- Atestado.



## SELO EXCELÊNCIA

<b>Processos</b>	<b>Nível I</b>	<b>Nível II</b>	<b>Nível III</b>
Receb e preservação de materiais	1	2	3
Produção de elementos pré-fabricados	1	2	3
Montagem de elementos pré-fabricados	1	2	3
Gestão e Apoio	1	2	3
Elaboração e controle de projetos	1	2	3
Segurança e saúde	1	2	3
Atendimento ao cliente		1	3
Gestão ambiental			3

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# 1º Módulo de Perguntas.



## PROJETO OTIMIZADO

- Concepção arquitetônica como pré-fabricado
- Modulações
- Interfaces com outros sistemas construtivos (compatibilização).
- Minimizar o número de ligações.
- Soluções (ligações) viáveis – economicamente incluindo execução e montagem.
- Considerar logística (comprimento e peso dos elementos)
- Repetibilidade (minimizar tipos diferentes de elementos).

## PROJETO OTIMIZADO

- Prever ampliações.
- Considerar os catálogos dos fabricantes que usualmente indicam:
  - Limites de comprimentos
  - Seções padrão
  - Capacidade de carga (limites usuais).
  - Espessura e largura de lajes e painéis alveolares padronizadas (comprimento limitado em função da espessura).
- Disponibilidade de produtos x localização geográfica da planta de produção.
- Considerações sobre a pré-moldagem.

## PROJETOS (Modalidades de Contratação)

- Desenvolvido pelo fabricante (interno ou terceirizado). Forma usual.
- Fornecido pelo cliente. Comum em licitações.
- Em ambos os casos há necessidade de análise crítica e gerenciamento pelo fabricante.

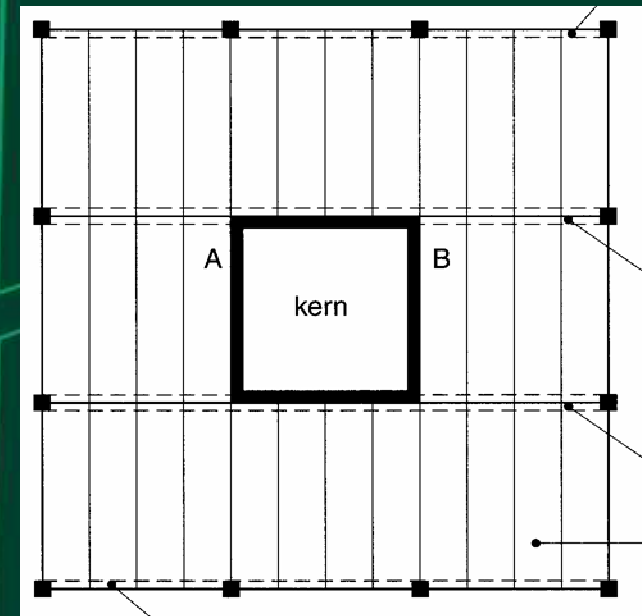


## PROJETO ( Modulações)

As obras pré-fabricadas  
devem ser preferencialmente  
moduladas.

•**COORDENAÇÃO MODULAR**  
**ABNT NBR 15873:2010**

•**INTRODUÇÃO À COORDENAÇÃO**  
**MODULAR NO BRASIL**  
**\*\*COLEÇÃO " HABITARE " \*\***



# PROJETO ( Modulações)

## O QUE É COORDENAÇÃO MODULAR ?

***“ Técnica que permite relacionar de maneira coordenada as medidas de todos os componentes.  
Permite se acoplamento através de simples montagem. “***

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# PROJETO ( Modulações)

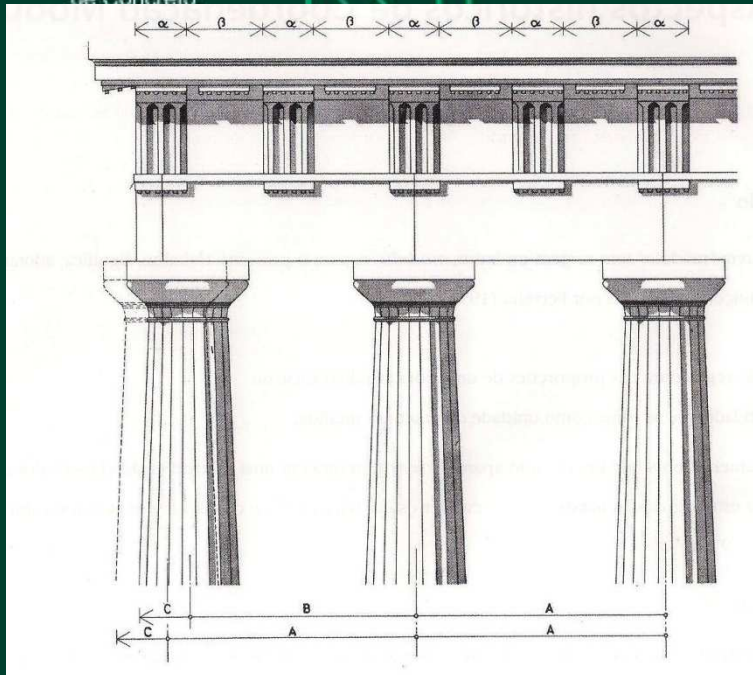
*“ É o princípio básico da industrialização. “*



# PROJETO (Modulações)

## COORDENAÇÃO MODULAR...

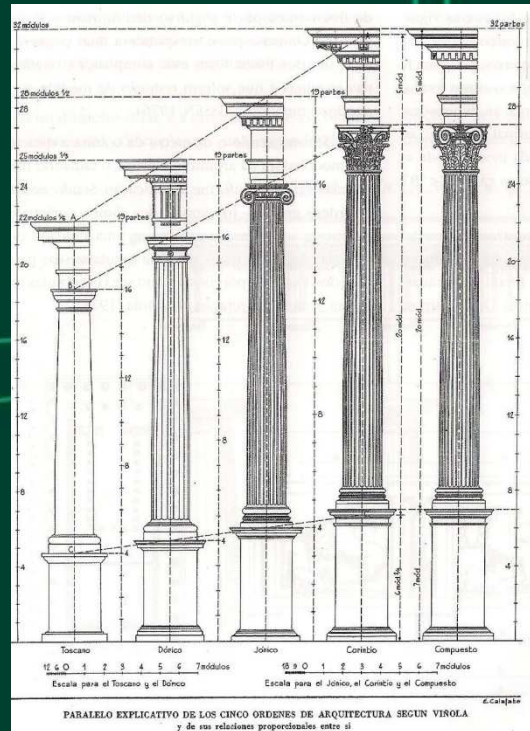
Já na Antiguidade...



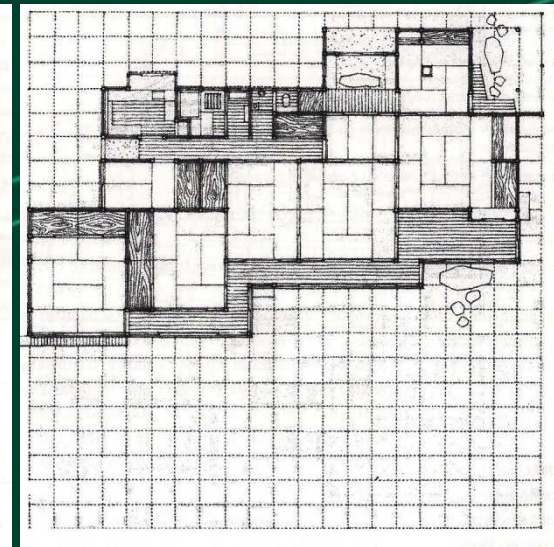
55

55

Vãos Normais e de esquina  
Arquitetura Grega



As Ordens Gregas



Arquitetura Japonesa,  
Modulada a partir do TATAME

# PROJETO ( Modulações)

## •POR QUE EMPREGAR COORDENAÇÃO MODULAR ?

- *Organizar dimensionalmente a indústria.*
- *Racionalizar Projeto e Execução.*
- *Permitir Flexibilidade e Aprimoramento(P&D).*
- *Incentivar a intercambiabilidade.*
- *Aumentar a Precisão Dimensional.*

## PROJETO ( Modulações)

- MÓDULO : M

- $M = 100 \text{ mm}$

- DIMENSÃO =  $n \times M$

DIMENSÃO =

MEDIDA NOMINAL +

AJUSTE DE COORDENAÇÃO.



# PROJETO ( Modulações)

MEDIDA(S) NOMINAL(IS) QUALQUER  
(QUAISQUER)

AJUSTE DE COORDENAÇÃO  
QUALQUER.

A SOMA PORÉM DEVERÁ  
RESULTAR MODULAR  
OU MULTI MODULAR !!

Abcic

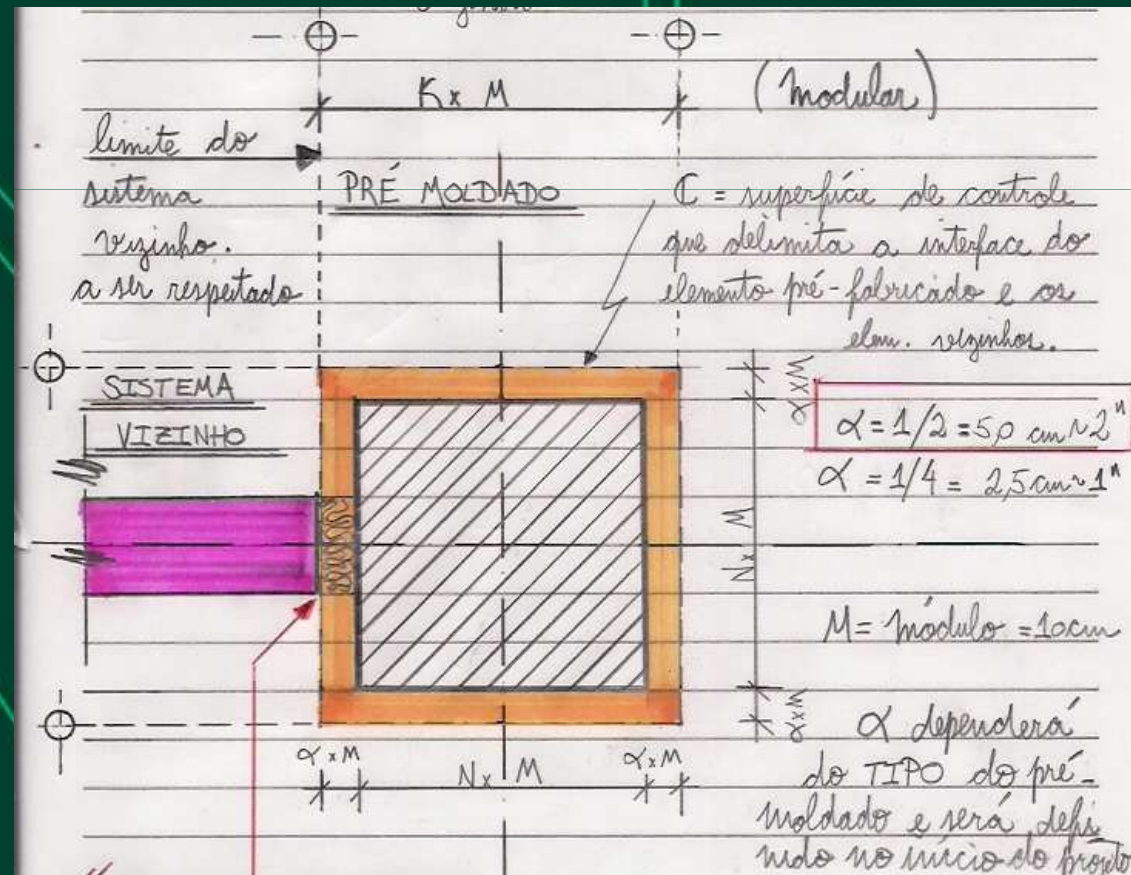
Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# PROJETO ( Modulações)



## PROJETO ( Modulações )

COMO FICA O PRÉFABRICADO NA  
COORDENAÇÃO MODULAR ?





# MODULAÇÃO

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



Aplicável principalmente em galpões contínuos  
(CD s e Industriais).  
Influência significativa no custo dos elementos.

# MODULAÇÃO

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



Pode ser utilizada em trechos da obra.  
Não necessariamente em toda estrutura.

# LIGAÇÕES

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

- O tipo de ligação está diretamente correlacionado com o custo da estrutura pré-fabricada. > complexidade; > custo.
- Em cada situação a ligação pode ter uma ou mais funções : Transferência de esforços, efeitos de Diafragma, Pórtico, Redistribuição de esforços.
- Ligações interferem no modelo da estrutura.
- Arquitetura (estética).



## LIGAÇÕES

As ligações entre os elementos pré-fabricados são de extrema importância. A correta especificação das ligações (projeto), a correta execução (conforme projeto e materiais especificados) influem diretamente no comportamento da estrutura montada. Devem assegurar a rigidez e estabilidade global da estrutura.

## LIGAÇÕES

- Muito importante em qualquer ligação é garantir a **DUCTILIDADE**, ou seja, a capacidade de “ avisar “ se estiver sendo sobrecarregada, em oposição a romper-se bruscamente ( **RUPTURA FRÁGIL** ).
- Obtem-se a **DUCTILIDADE** através da interação de concreto ( comprimido ) e o aço ( tracionado ) .

# LIGAÇÕES

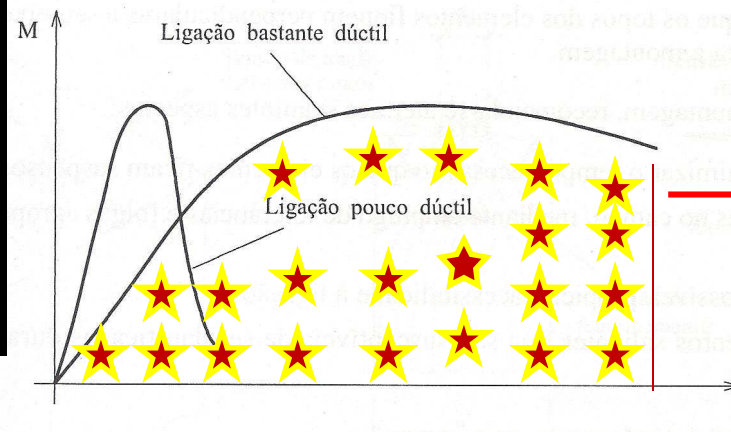
Solda com sobre-capacidade

Barra de ligação

Cantoneira metálica

Ancoragem com sobre-  
capacidade

Barra ancorada ao  
concreto. Componente  
dúctil ( Fusível )



Área sob o gráfico  
= **ENERGIA DE  
DEFORMAÇÃO**  
da ligação.



# LIGAÇÕES

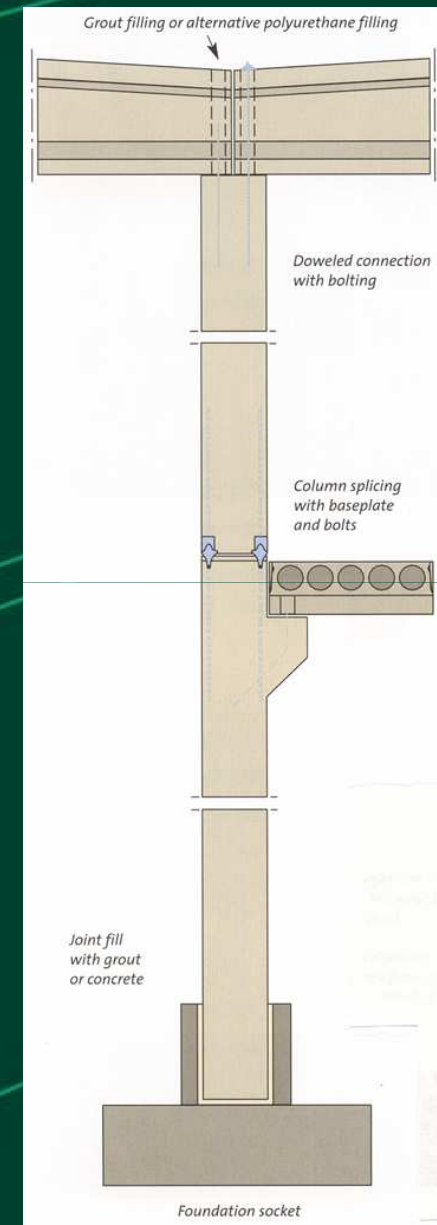
Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# LIGAÇÕES (Tipos)

- Isostáticas
  - Rotuladas
  - Semi-rígidas
- Rígidas ou engastadas



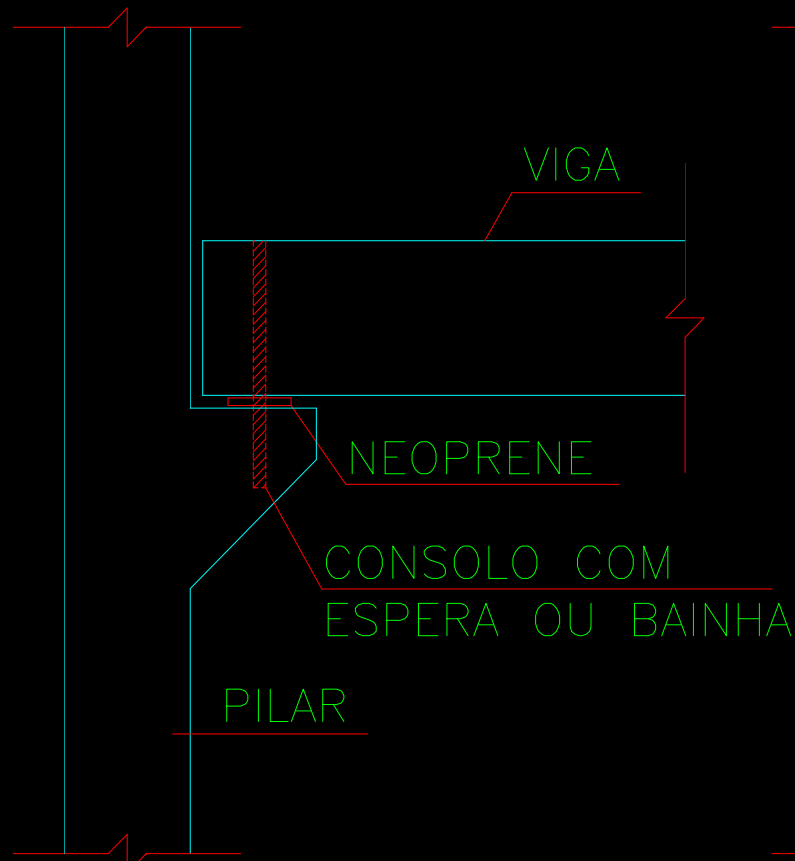
# EXEMPLOS DE LIGAÇÕES

Abcic

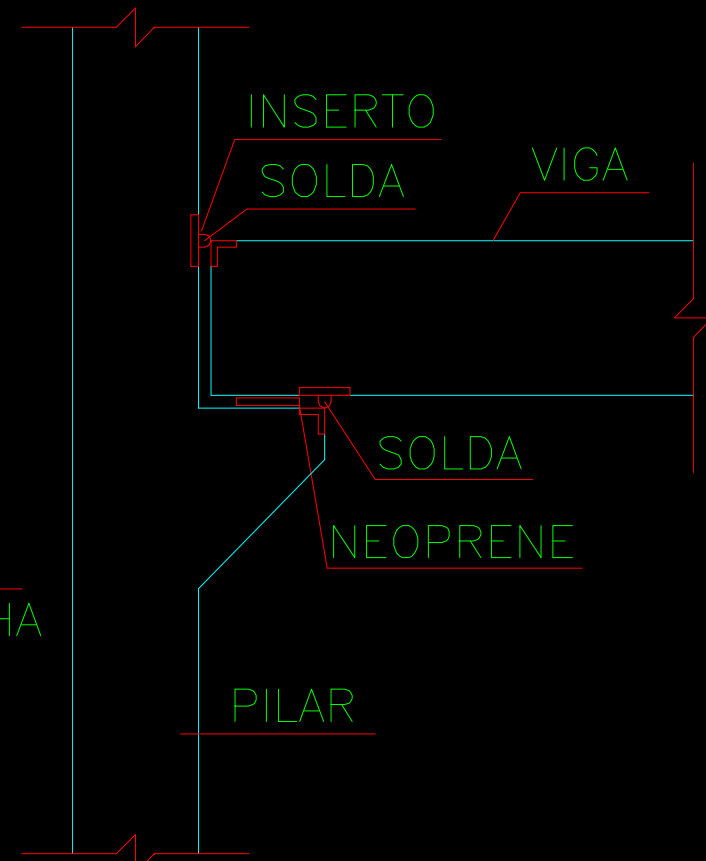
Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

## ISOSTÁTICA

### ROTULADA



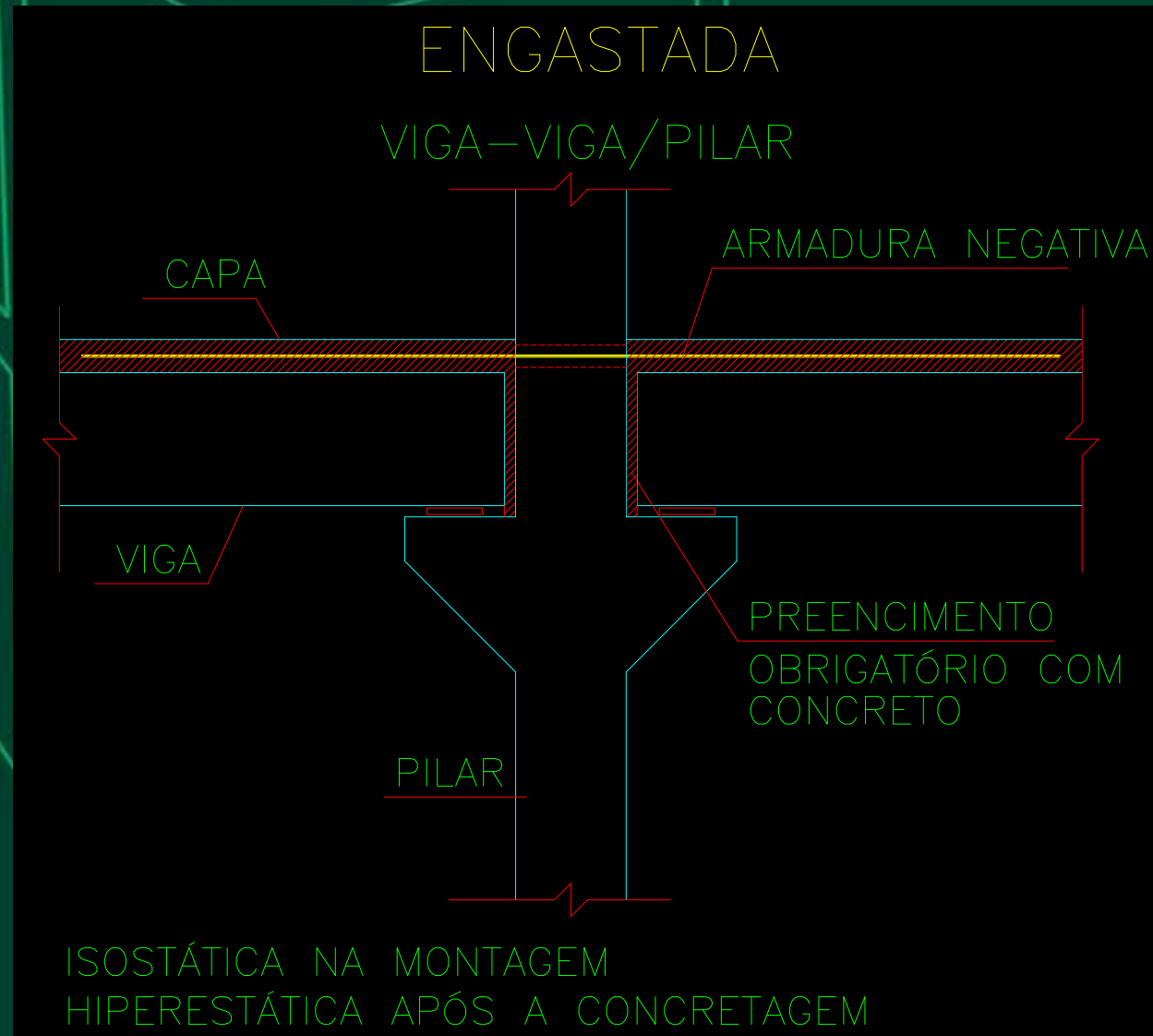
### SEMI-RÍGIDA



# EXEMPLOS DE LIGAÇÕES

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

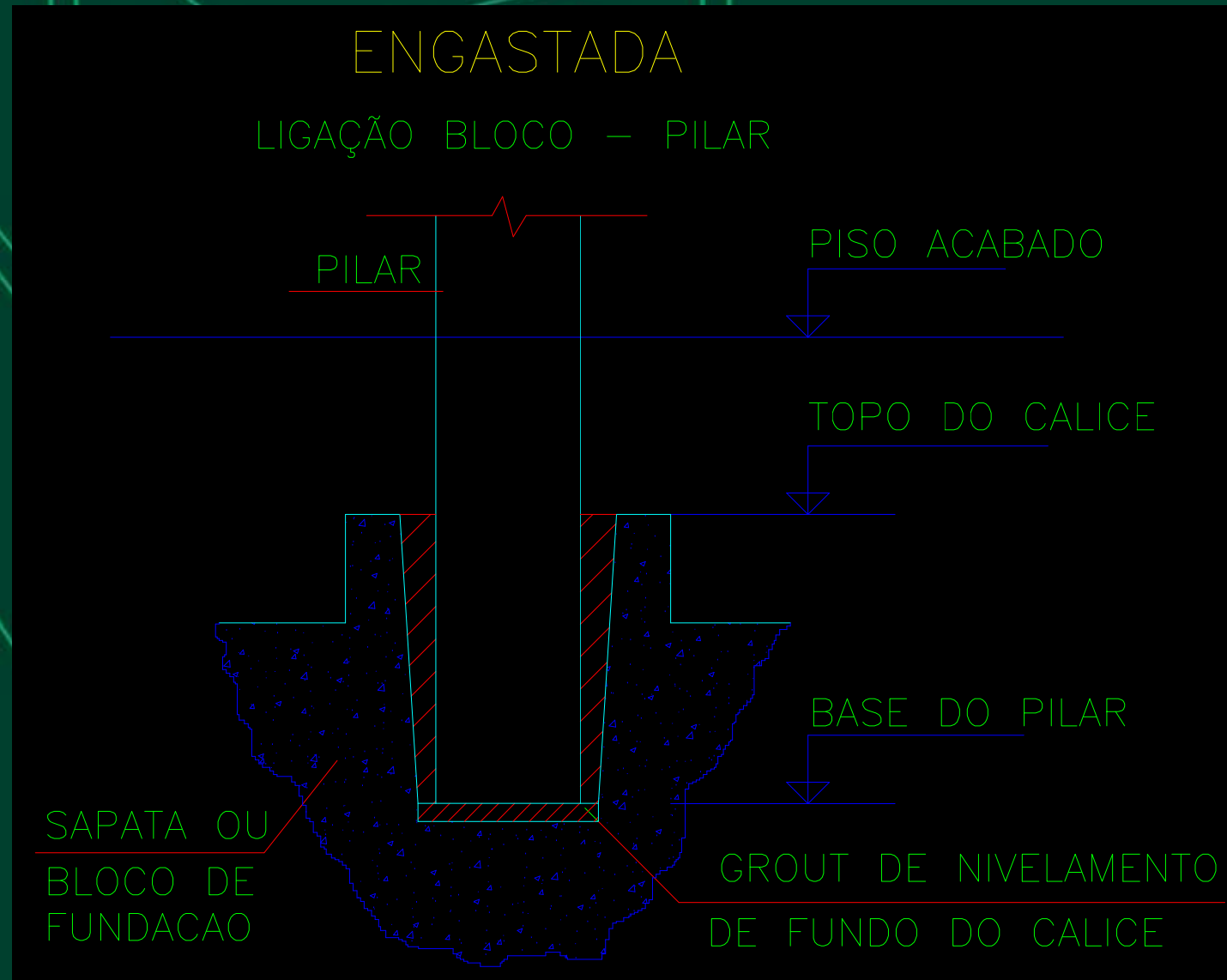




# EXEMPLOS DE LIGAÇÕES

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# EXEMPLOS DE LIGAÇÕES

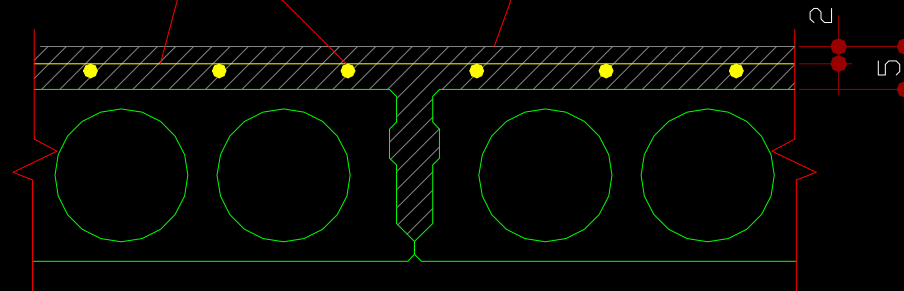
Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

## SECÇÃO TÍPICA E POSICIONAMENTO DA ARMADURA

TELA CA60 Q-92

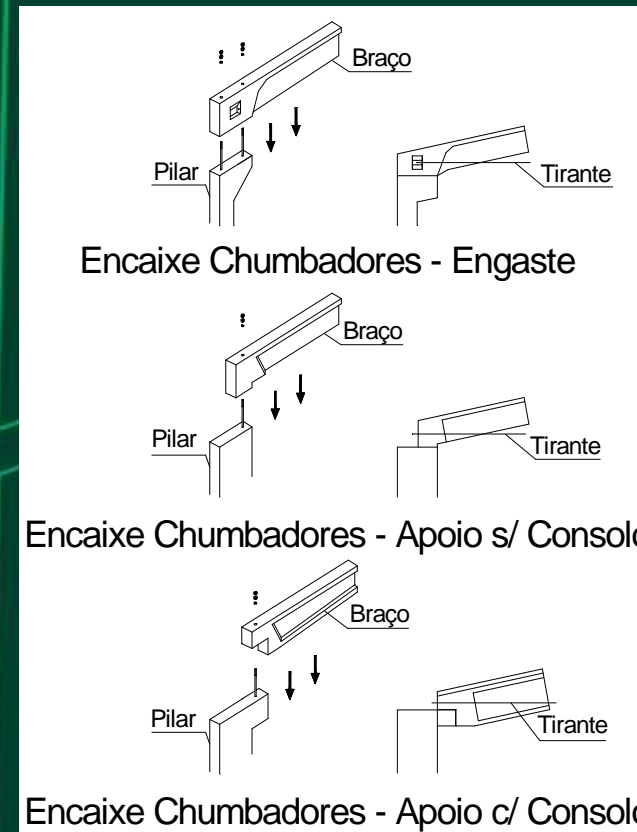
CAPEAMENTO – A.C.C.  
( $f_{cK} \geq 25\text{MPa}$ )



## EXEMPLOS DE LIGAÇÕES (Estruturas Leves)



Ligação Painel  
Arquitetônico.



Chumbador  
Galpão Leve.

# ESTABILIDADE GLOBAL

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

- Ênfase em estruturas de edifícios
- Ações Laterais.  
(vento e desaprumo)
- Eficácia em transmitir efeitos para as fundações.
- Limitar movimentos em todas as fases desde a montagem.





# ESTABILIDADE GLOBAL

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

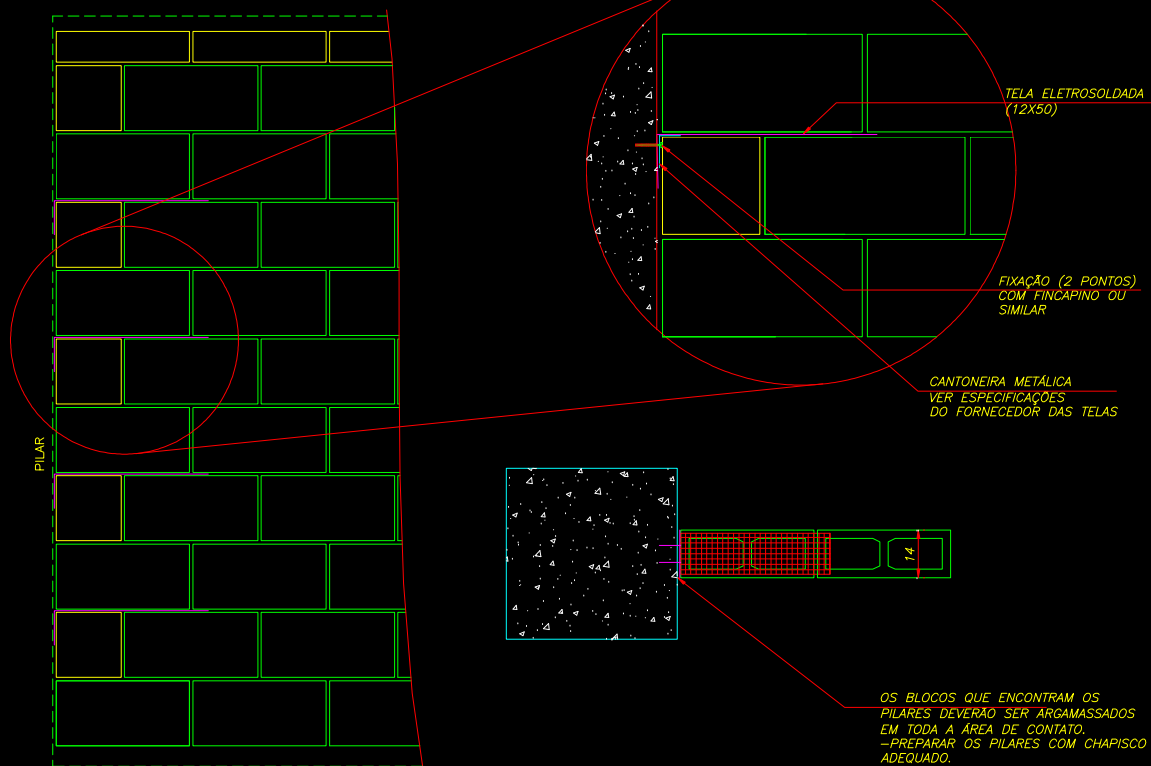
- **No PRÉ-FABRICADO a existência de um NÚCLEO RÍGIDO e a forma de se fazer as ligações em pórticos pré-definidos é que definem o comportamento deste em relação à ESTABILIDADE GLOBAL.**

## INTERFACE COM ALVENARIA (Blocos de Concreto)

### DET."14"

ESC. 1:12,5

BLOCO 14cm  
VALIDO SOMENTE P/ BLOCOS COM  
PAREDE GROSSA (2,5cm)



# INTERFACE COM OUTROS SISTEMAS

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**Piso Protendido (Cordoalha engraxada)**

**Alvenaria de Blocos**

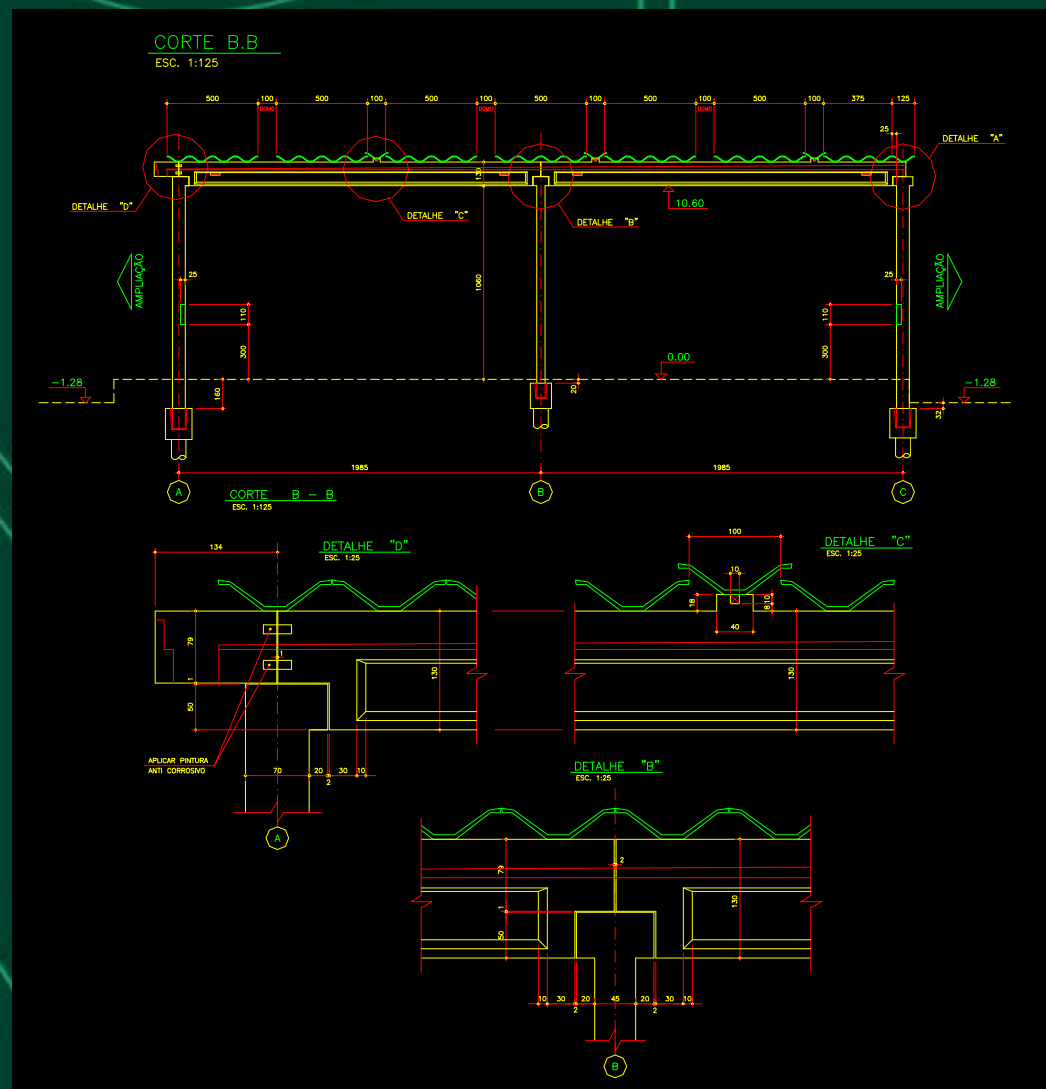




# PROJETO ESTRUTURAL

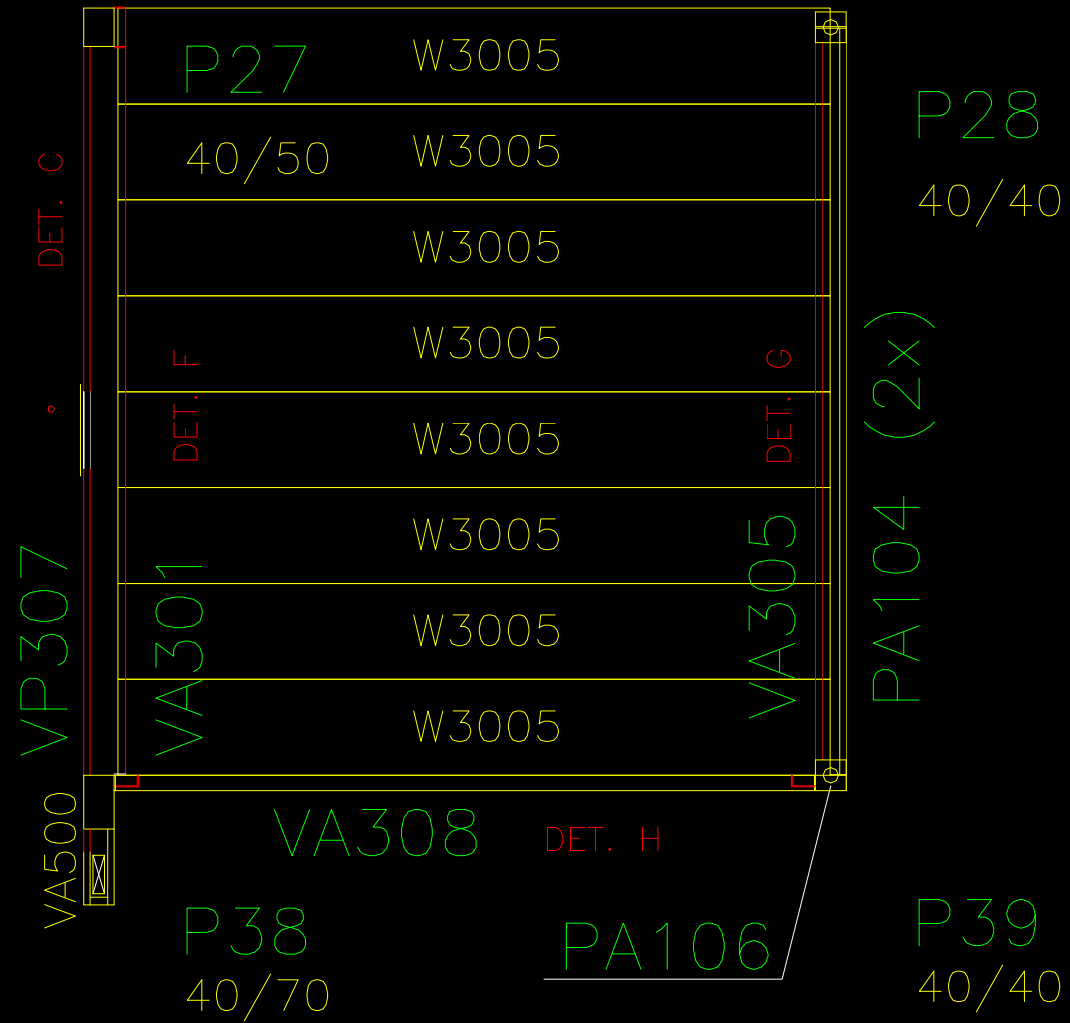
Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto





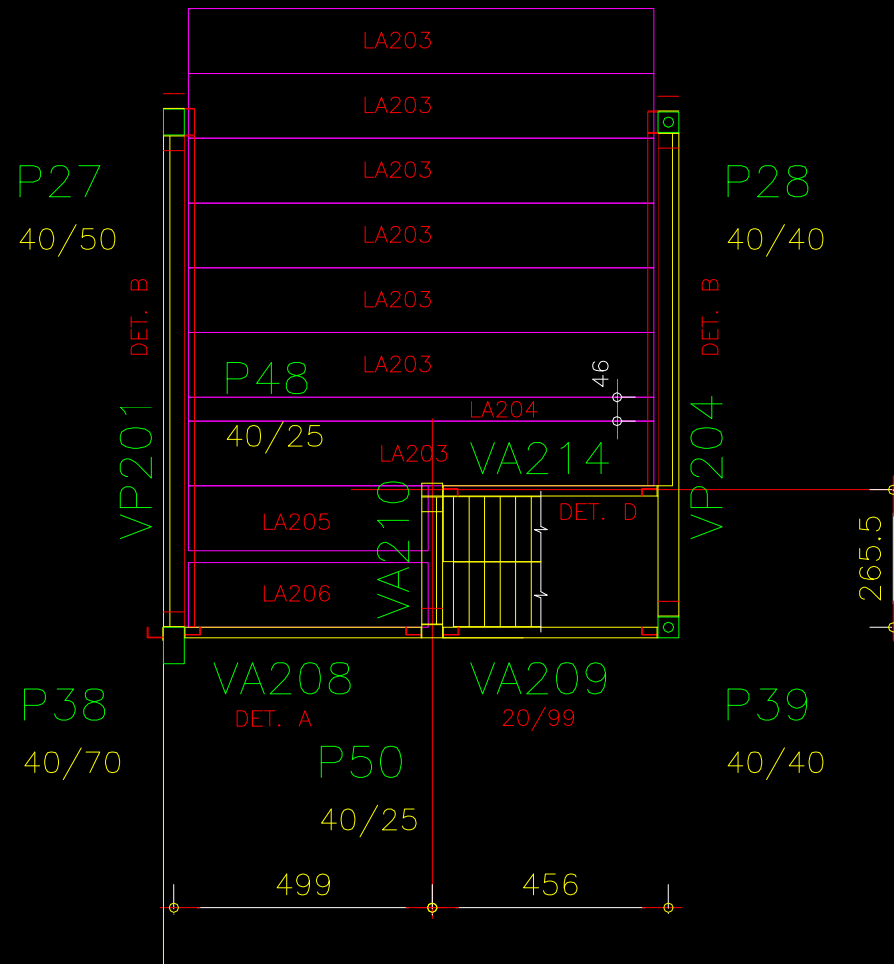
## DETALHE I







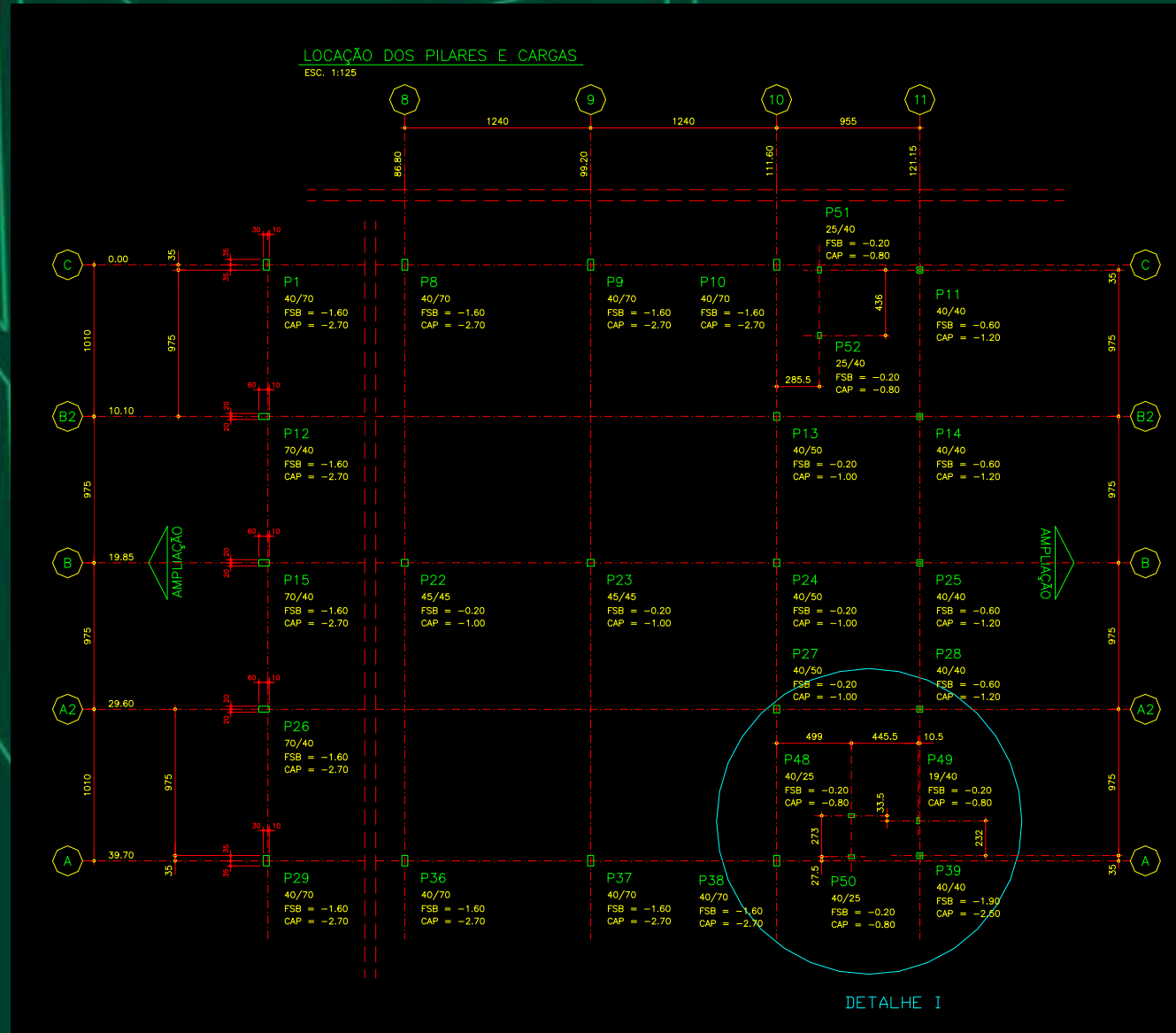
## DETALHE I



# PROJETO ESTRUTURAL

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

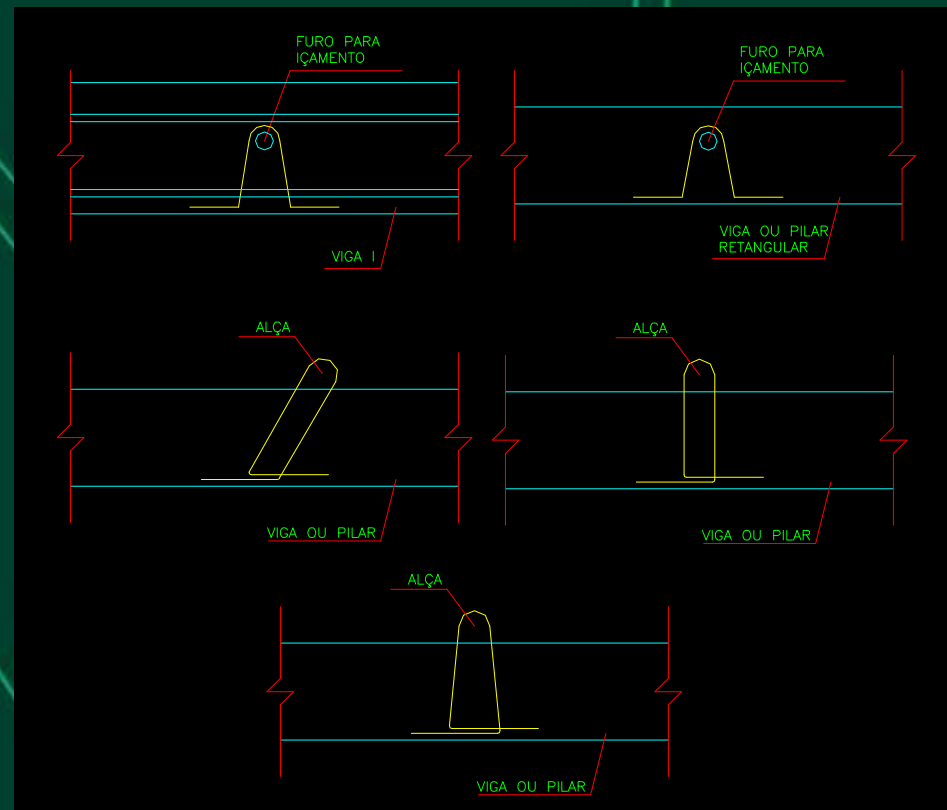


# PROJETO ESTRUTURAL

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

- Locação de furos de içamento, de montagem e fixação de suas respectivas dimensões;
- Locação de alças de movimentação (se for o caso);



# SISTEMAS DE IÇAMENTO

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**Especificações em projeto.**

**Catálogos Fornecedores. (tabelas)**



# SISTEMAS DE IÇAMENTO

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

Alça produzida com  
cordoalha CP-190+  
tubo.



Alça produzida com  
Cabo de aço ( alma  
flexível) + armaduras.



## PROJETO ESTRUTURAL

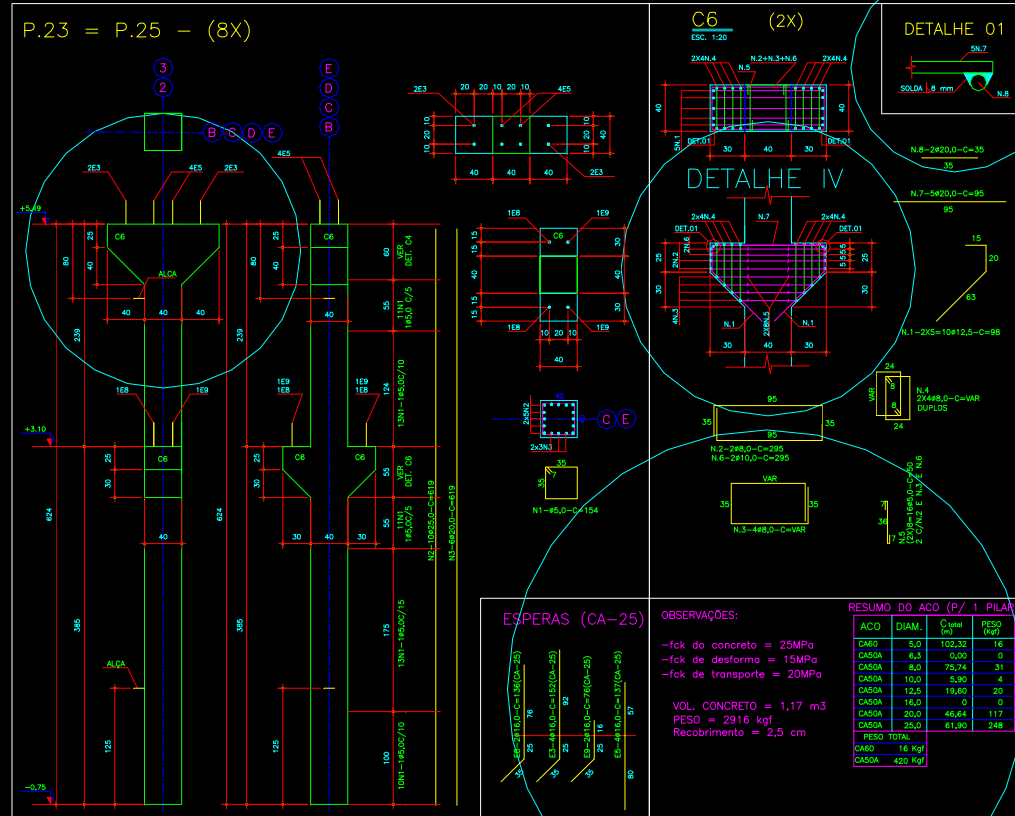
- Armadura especificando as dobras, com resumo de aço individual por peça;
- $f_{ck}$  do concreto,  $f_{ct}$  mínimo para desforma e desprotensão e montagem;
- Detalhamento de ligações - inserto para a solda, chumbadores bem como sua locação dentro da peça, ancoragem, etc;
- Identificação da peça e da quantidade de repetição;
- Para a armadura protendida deverá ser indicada a força a aplicada em cada cabo bem como o alongamento, isoladores;
- Durabilidade (cobrimento; fator  $a/c$ ).

# PROJETO PRODUÇÃO

Abcic

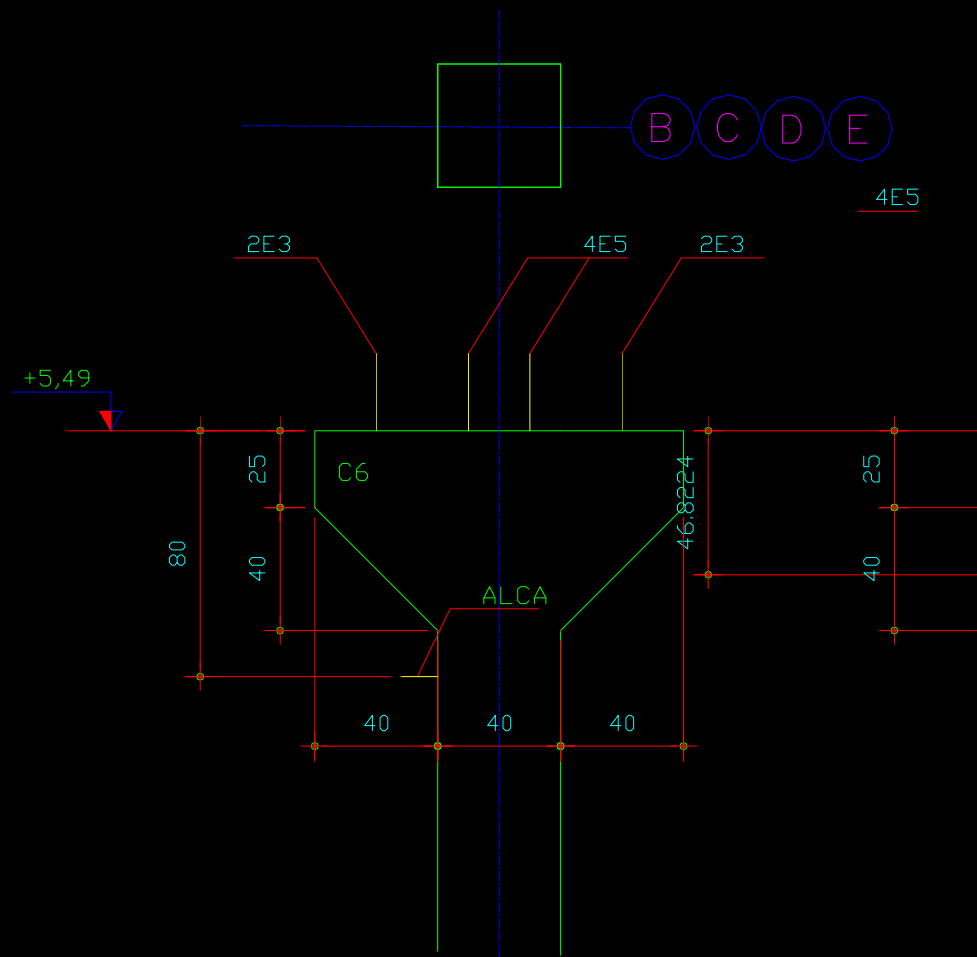
Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

DETALHE I



DETALHE II

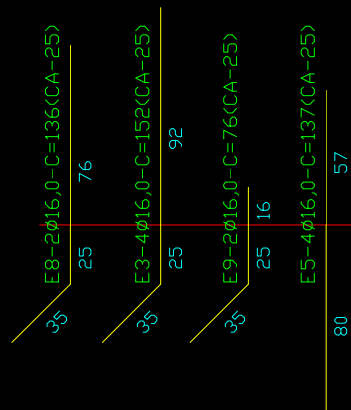
## DETALHE I





## DETALHE II

### ESPERAS (CA-25)



### OBSERVAÇÕES:

- fck do concreto = 25MPa
- fck de desforma = 15MPa
- fck de transporte = 20MPa

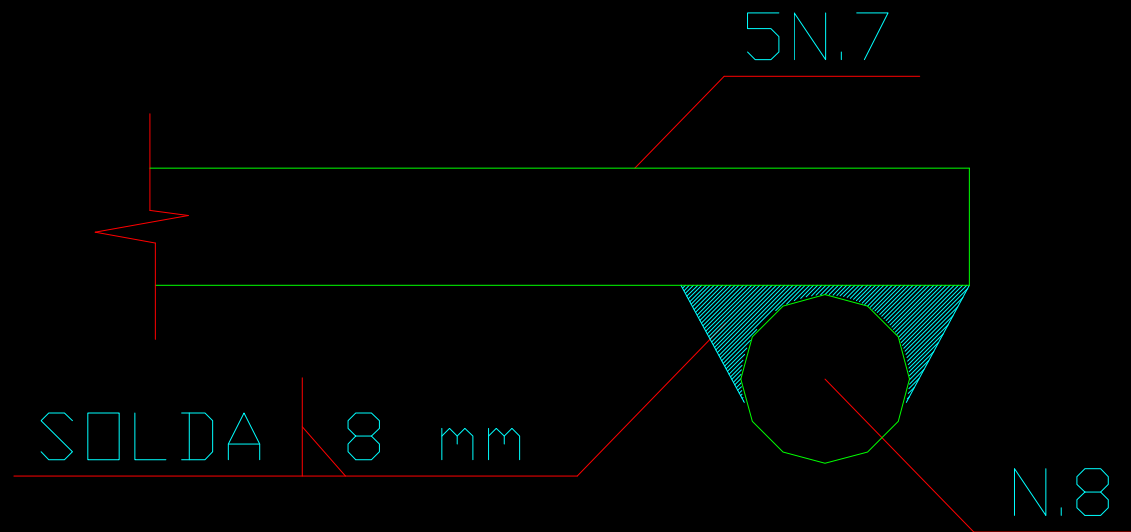
VOL. CONCRETO = 1,17 m<sup>3</sup>  
PESO = 2916 kgf  
Recobrimento = 2,5 cm

### RESUMO DO ACO (P/ 1 PILAR)

ACO	DIAM.	C <sub>total</sub> (m)	PESO (Kgf)
CA60	5,0	102,32	16
CA50A	6,3	0,00	0
CA50A	8,0	75,74	31
CA50A	10,0	5,90	4
CA50A	12,5	19,60	20
CA50A	16,0	0	0
CA50A	20,0	46,64	117
CA50A	25,0	61,90	248
PESO TOTAL			
CA60	16 Kgf		
CA50A	420 Kgf		

## DETALHE III

### DETALHE 01



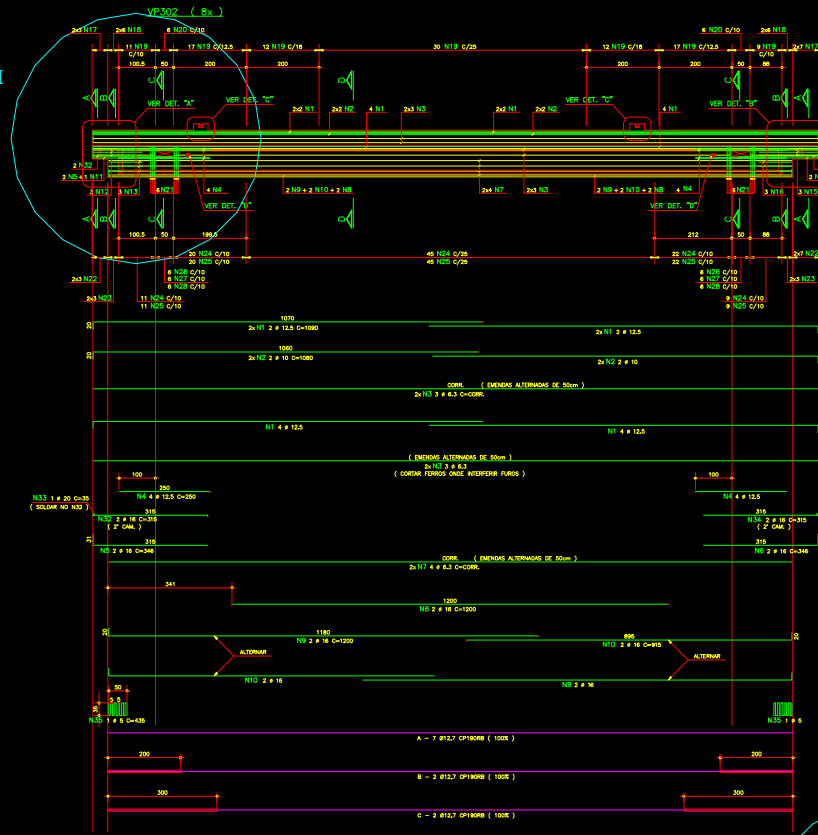


# PROJETO PRODUÇÃO

# Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

DETALHE I



DETALHE III

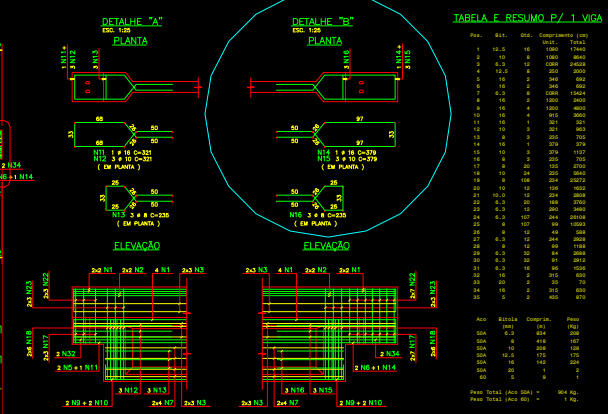
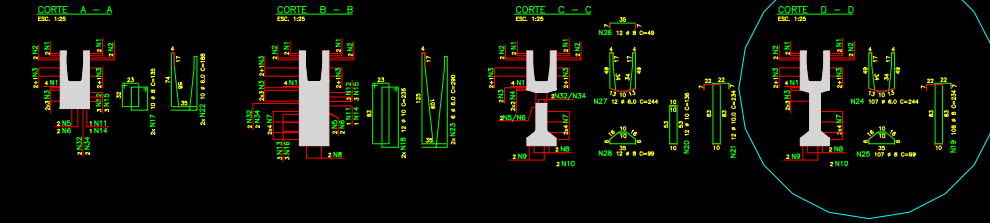
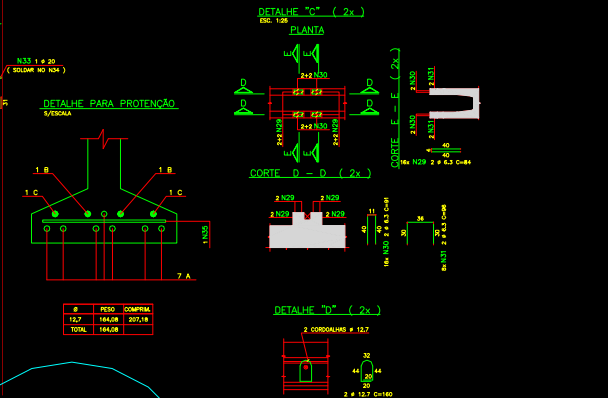


TABELA F. RESUMO P./ 1 VIGA

Pos.	Qt.	Comprimento (cm)	Vol. (m³)
1	12,5	16	1000
2	10	10	1000
3	4,5	10	450
4	12,5	6	750
5	10	2	200
6	12,5	2	250
7	4,5	8	360
8	10	2	200
9	10	4	400
10	12,5	4	500
11	10	3	300
12	10	3	300
13	10	3	300
14	10	1	100
15	10	1	100
16	10	3	300
17	10	3	300
18	10	24	2400
19	10	188	1880
20	10	10	1000
21	10	10	1000
22	10	10	1000
23	10	10	1000
24	10	10	1000
25	10	10	1000
26	10	10	1000
27	10	10	1000
28	10	10	1000
29	10	10	1000
30	10	10	1000
31	10	10	1000
32	10	10	1000
33	10	10	1000
34	10	10	1000
35	10	10	1000
36	10	10	1000
37	10	10	1000
38	10	10	1000
39	10	10	1000
40	10	10	1000
41	10	10	1000
42	10	10	1000
43	10	10	1000
44	10	10	1000
45	10	10	1000
46	10	10	1000
47	10	10	1000
48	10	10	1000
49	10	10	1000
50	10	10	1000
51	10	10	1000
52	10	10	1000
53	10	10	1000
54	10	10	1000
55	10	10	1000
56	10	10	1000
57	10	10	1000
58	10	10	1000
59	10	10	1000
60	10	10	1000
61	10	10	1000
62	10	10	1000
63	10	10	1000
64	10	10	1000
65	10	10	1000
66	10	10	1000
67	10	10	1000
68	10	10	1000
69	10	10	1000
70	10	10	1000
71	10	10	1000
72	10	10	1000
73	10	10	1000
74	10	10	1000
75	10	10	1000
76	10	10	1000
77	10	10	1000
78	10	10	1000
79	10	10	1000
80	10	10	1000
81	10	10	1000
82	10	10	1000
83	10	10	1000
84	10	10	1000
85	10	10	1000
86	10	10	1000
87	10	10	1000
88	10	10	1000
89	10	10	1000
90	10	10	1000
91	10	10	1000
92	10	10	1000
93	10	10	1000
94	10	10	1000
95	10	10	1000
96	10	10	1000
97	10	10	1000
98	10	10	1000
99	10	10	1000
100	10	10	1000

DETALHE "C" ( 2x )

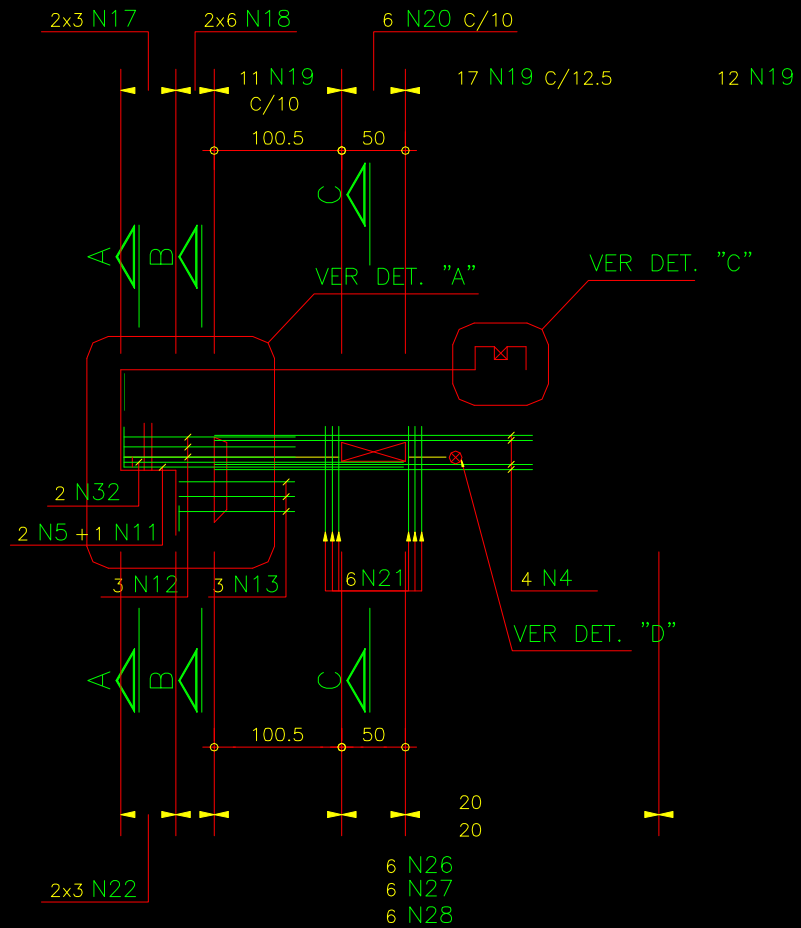


DETALHE II



## DETALHE I

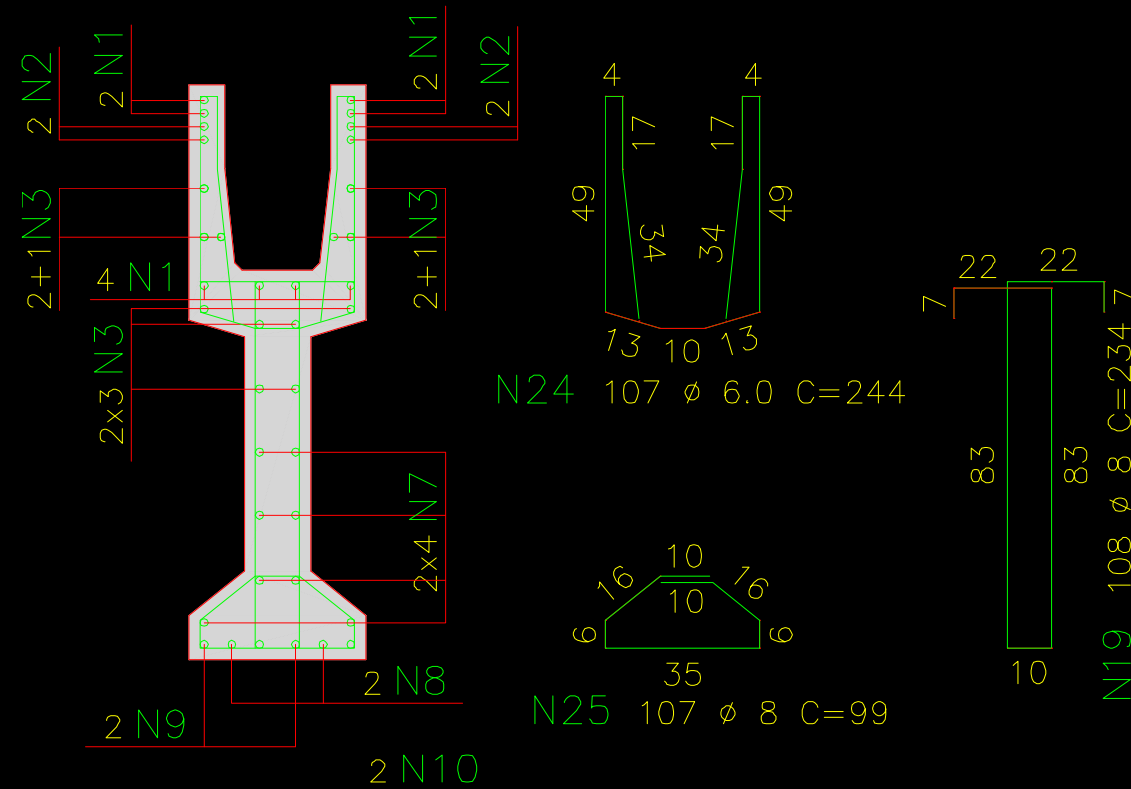
VP302 ( 8x )



## DETALHE II

CORTE D - D

ESC. 1:25

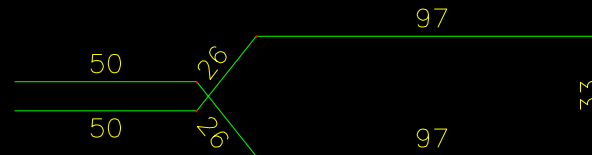
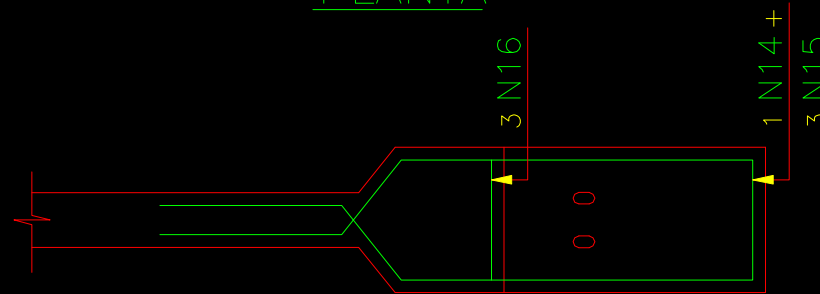


## DETALHE III

### DETALHE "B"

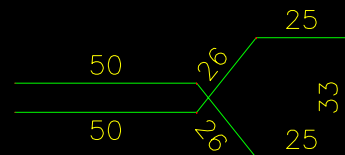
ESC. 1:25

### PLANTA



N14 1  $\phi$  16 C=379  
N15 3  $\phi$  10 C=379

( EM PLANTA )



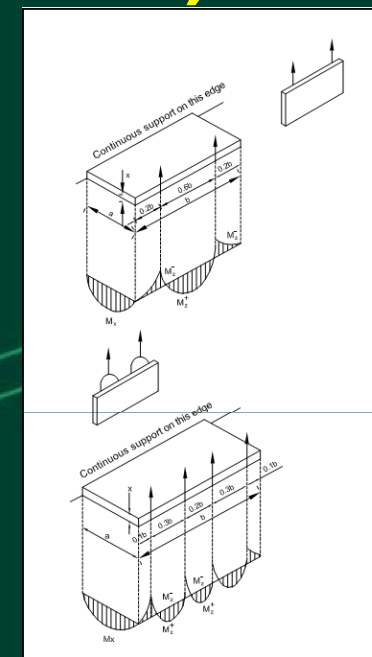
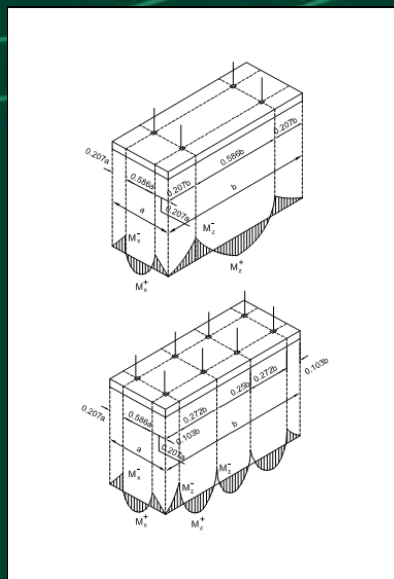
N16 3  $\phi$  8 C=235

( EM PLANTA )

# PROJETO ESTRUTURAL (Considerações Específicas)

## Solicitações Transitórias:

- Desforma; \*\* Sucção da fôrma !
- \*\*
- Movimentação; (impacto)
- Armazenamento;
- Transporte;
- Montagem.





# PROJETO MONTAGEM

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

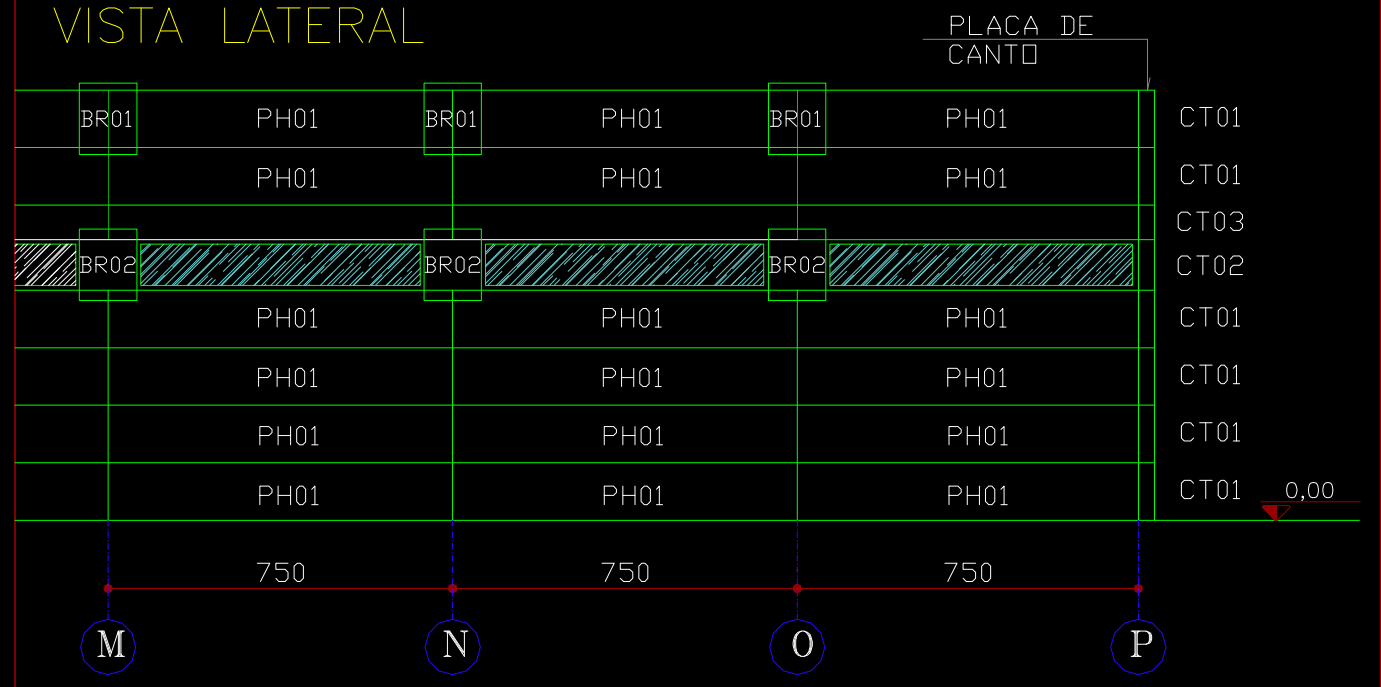
- Projeto de fundações.
- Plantas dos Pavimentos.
- Cortes.
- Elevações.
- Detalhes (solidarização c/ armaduras, capeamento, etc...)

# PROJETO MONTAGEM

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

## VISTA LATERAL

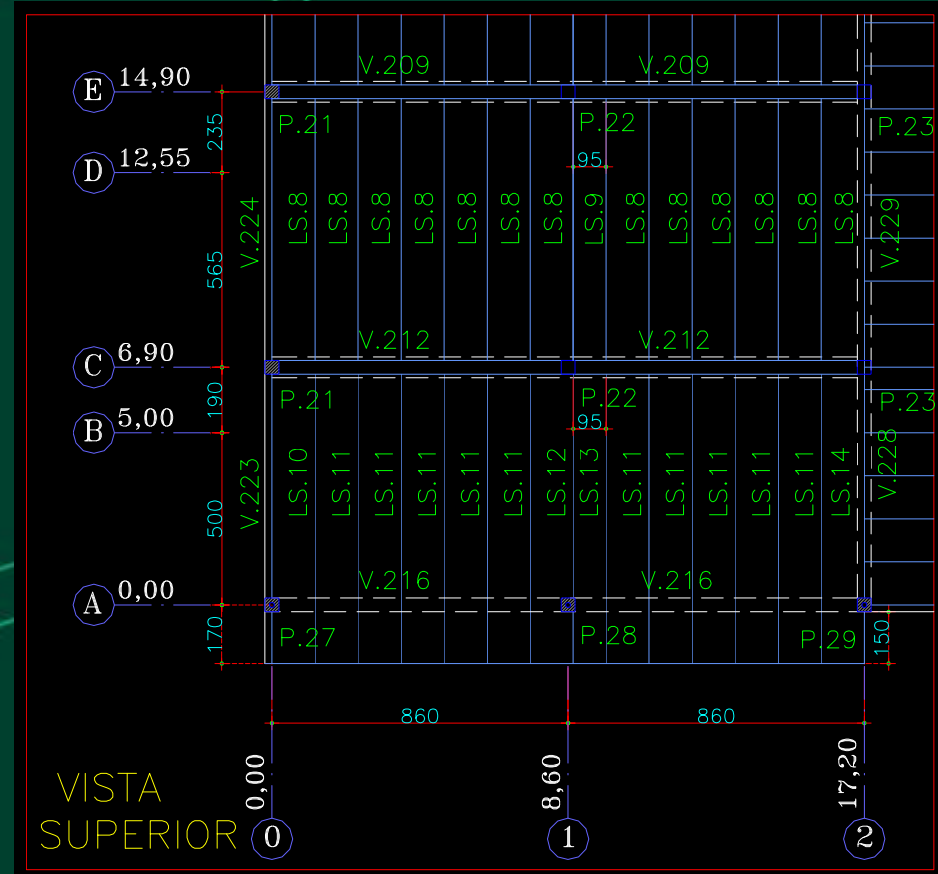
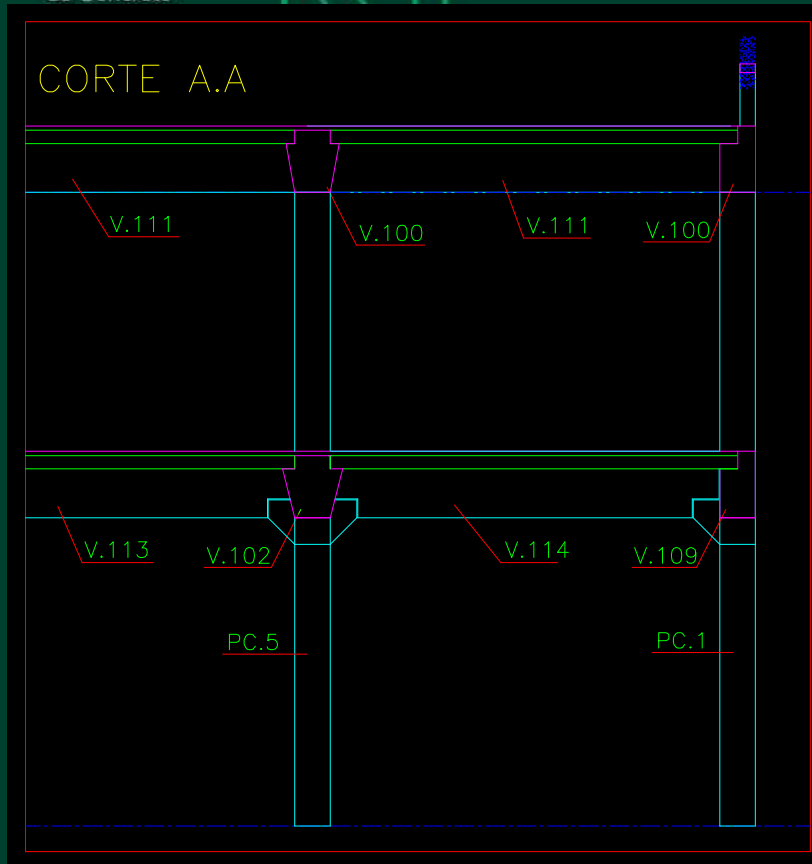


# PROJETO MONTAGEM

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

CORTE A.A



## DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

- O Pannel arquitetônico pode ser visto de forma análoga a uma pele de vidro.
- Tipicamente, considerar um afastamento de 15 cm entre a face do pannel e a face da estrutura. (9-10 cm para o pannel 5 cm de folga construtiva). Entre painéis, considerar 1,5 cm.
- Em geral, as juntas entre painéis são tratadas por siliconagem e entre a estrutura e o pannel com lã de rocha ou uma 2ª concretagem.



# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

- A paginação dos painéis deverá ser integrada com a arquitetura.
- Deverá ser também compatível com as condições logísticas de produção, transporte e montagem.
- Notar a indicação dos raios de capacidade da grua para avaliar a viabilidade da montagem de cada peça.
- Interações com o projeto da estrutura (Prémoldada ou moldada “ IN LOCO “.)

# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

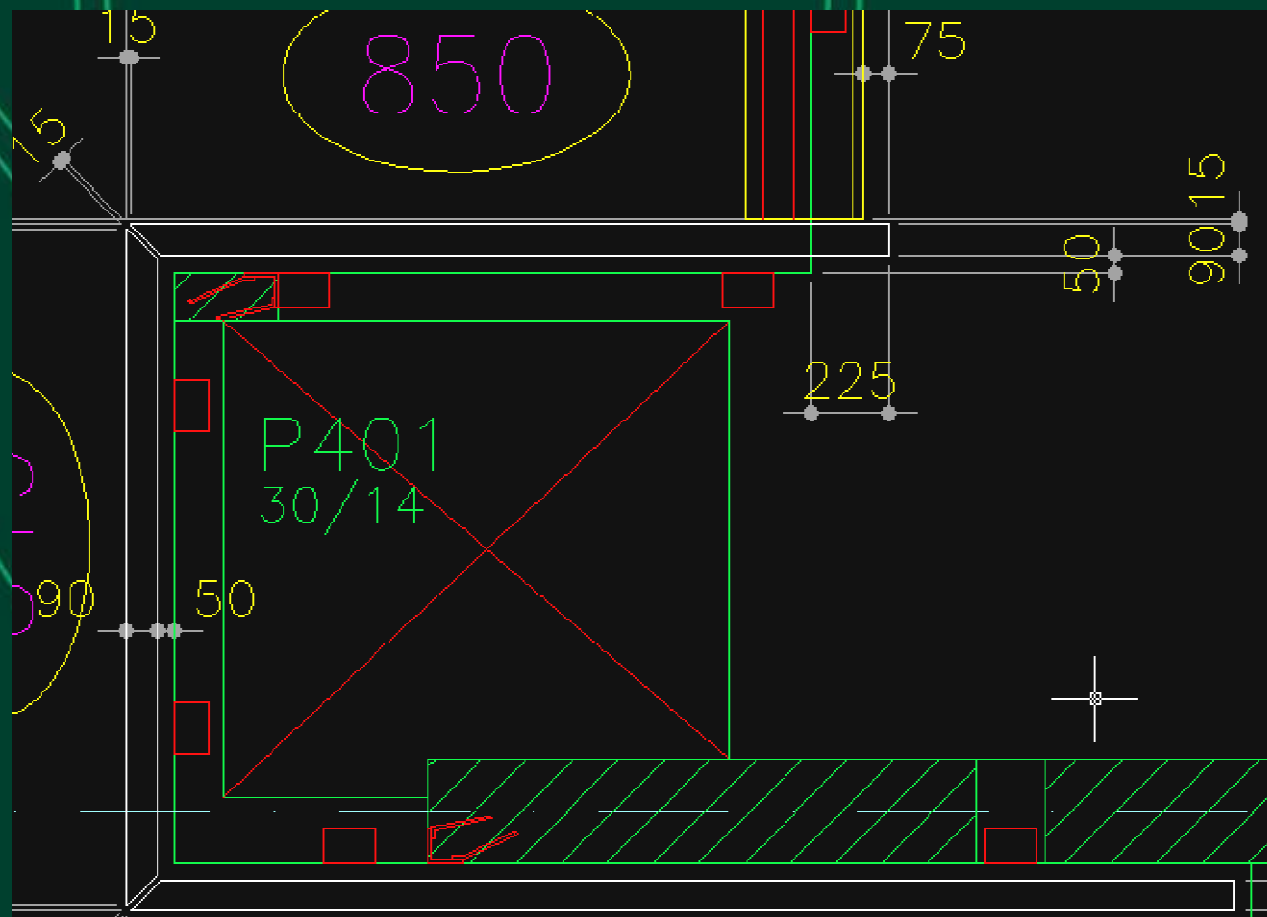
## “CASE” EXEMPLO :

- Edifício COMERCIAL em SÃO PAULO.
- Peças típicas - Capas de Coluna (Column Covers) e balcões.
- Concreto com cimento branco e pigmento amarelo.
- Acabamento “ Jato Médio “.



# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

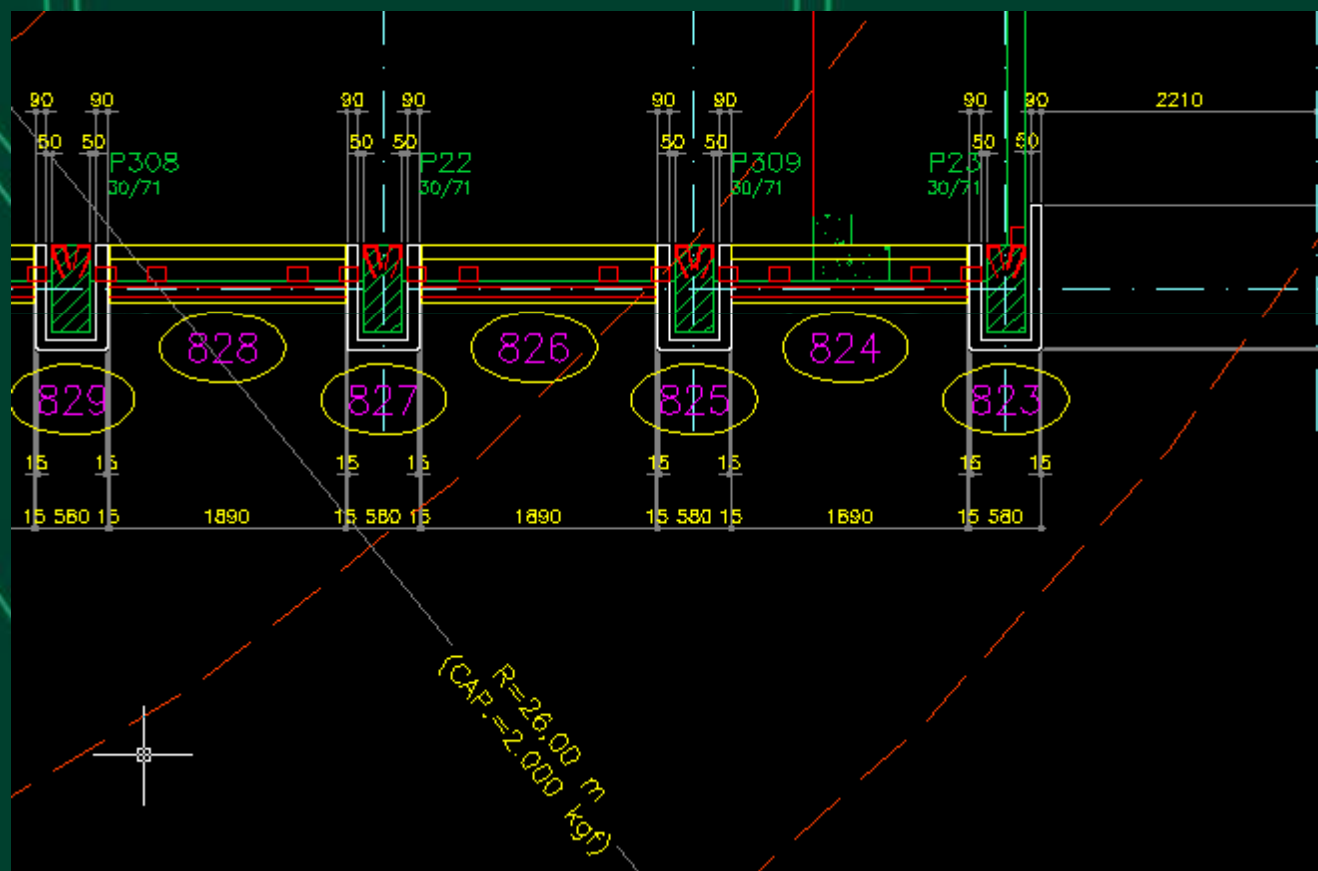
Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

Abcic

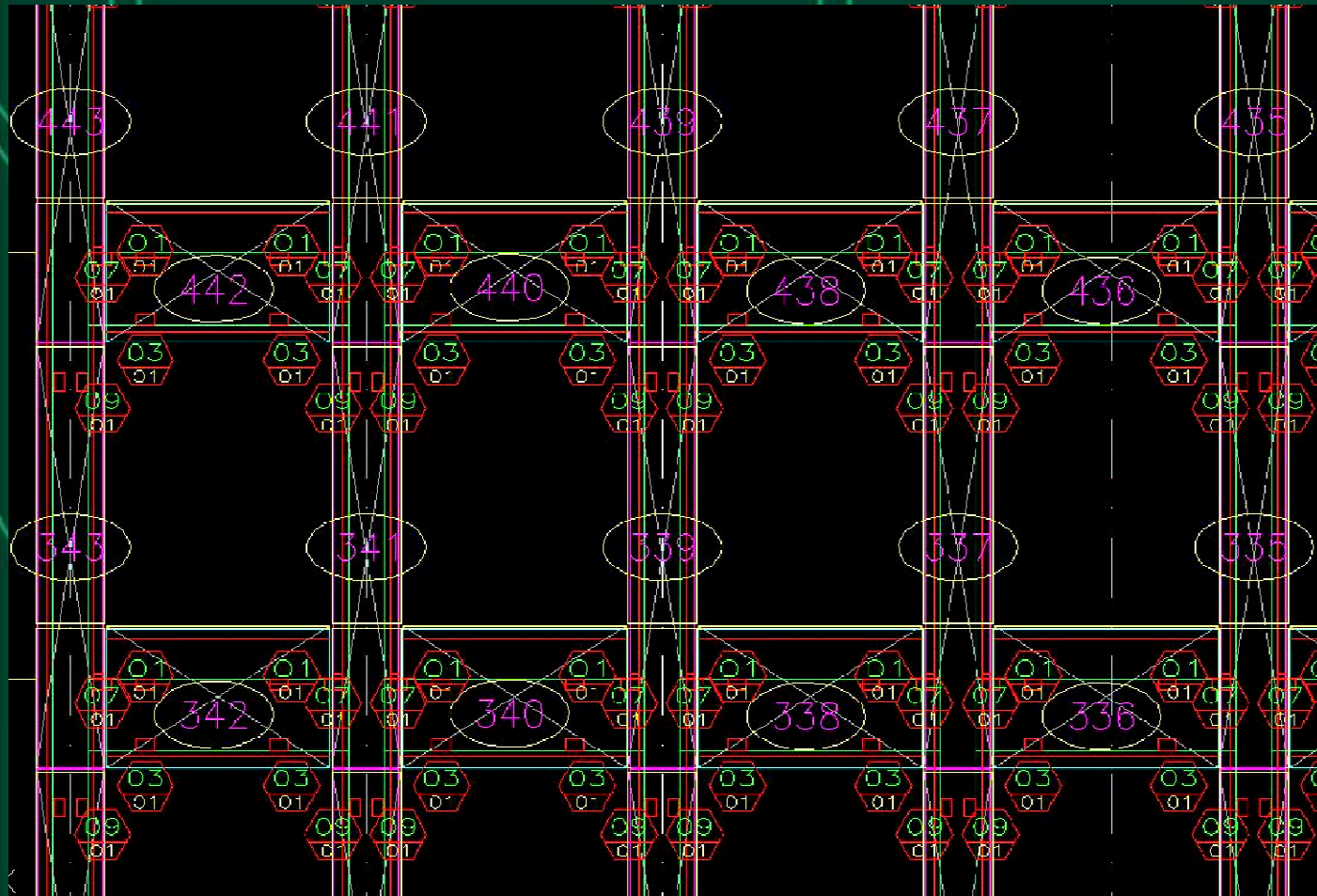
Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto





# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto





# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

- Mais do que nas obras convencionais, as obras pré-fabricadas e particularmente as de painéis são muito dependentes de um projeto bem planejado e bem elaborado.
- Todos os detalhes devem ser considerados.

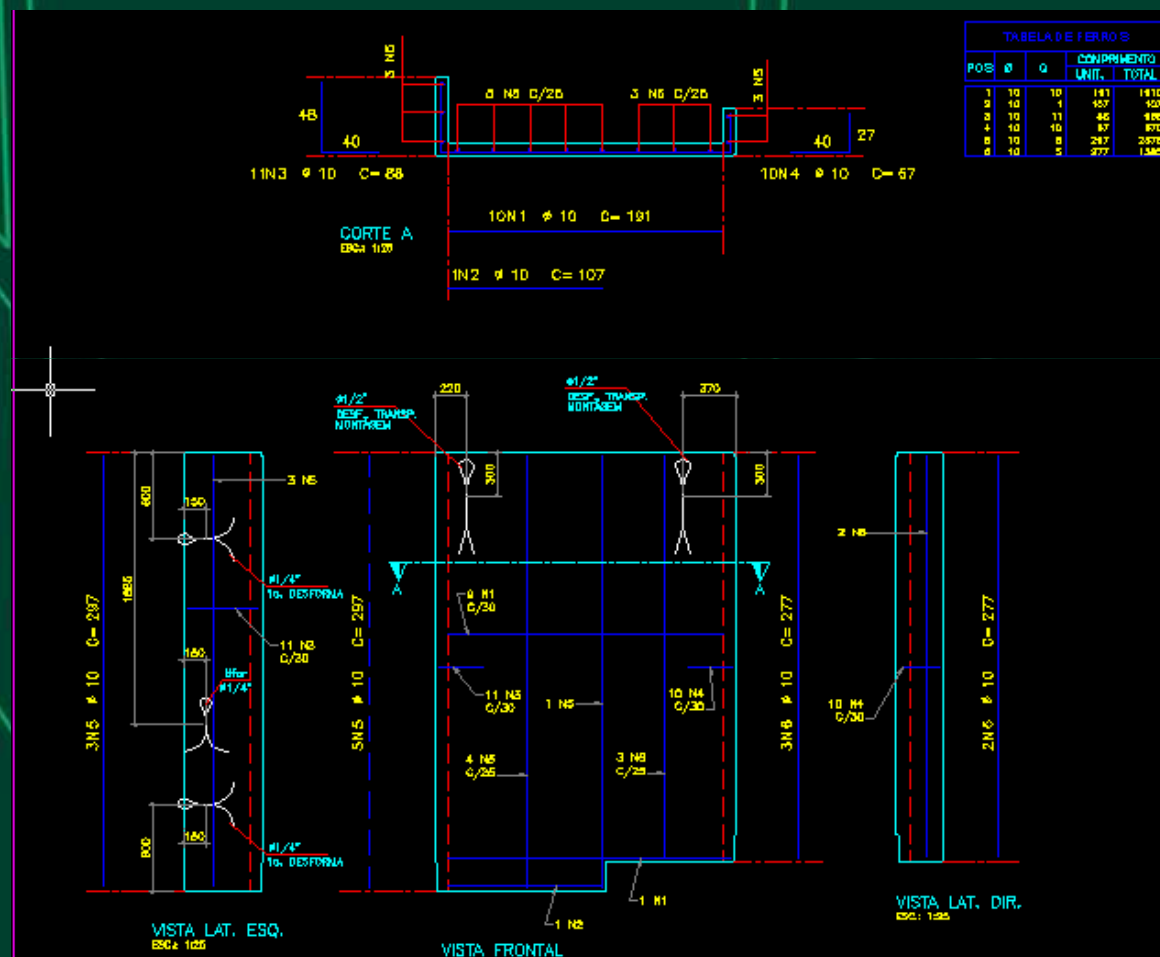






# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# TOLERÂNCIA

- Entre as dimensões de projeto e a executada (real) podem haver discrepâncias. Porém dentro de um limite estabelecido (NBR 9062 e Selo de Excelência ABCIC). As tolerâncias são os valores máximos aceitos para este desvio.
- [A1.N2 - SELO ABCIC Anexo 1 N2 - rev 3 \(jan07\)Tolerâncias: Produção e Montagem \(incluindo locação\).](#)

# TOLERÂNCIA x FOLGA

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**“ FOLGA É A PONDERAÇÃO DE TODAS  
AS TOLERÂNCIAS ASSOCIADAS AO  
PROCESSO “**



# BIM ( BUILDING INFORMATION MODELING )

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

*“ To BIM or not to BIM ? “*

*UMA TENDÊNCIA, MAS UM LONGO  
CAMINHO A PERCORRER..*

# BIM ( BUILDING INFORMATION MODELING )

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

## O QUE É BIM ?

De acordo com o “NATIONAL BIM STANDARD (EUA)” :

*“ Uma representação computacional das características físicas e de funcionamento de uma construção e as informações ligadas ao projeto e a todo o seu ciclo de vida, usando padrões **ABERTOS** da indústria, de sorte a dar subsídios às tomadas de decisão **MAIS PRECISAS**, gerando assim **MAIOR VALOR AGREGADO**. “*

# BIM ( BUILDING INFORMATION MODELING )

*De uma forma mais simples,*

*trata-se de uma nova ferramenta para desenvolvimento do projeto e da obra em que se procura uma MUDANÇA DE PATAMAR na forma de encará-los em relação ao CAD tradicional. O BIM acompanhará a construção desde que ela é concebida até que ela seja demolida.*

*Em lugar de tratar ENTIDADES ( Ponto, Linha, círculo, texto etc...)*

*... Passa a tratar OBJETOS TRIDIMENSIONAIS aos quais podem ser ATRIBUIÇÕES e OUTRAS GRANDEZAS, o que torna todo o processo mais rico, ágil, dinâmico e preciso.*

# BIM ( BUILDING INFORMATION MODELING )

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

*BIM envolve sobretudo uma mudança na FORMA DE PENSAR de toda a cadeia, mais que a simples introdução de um novo programa de computador. A idéia é que se tenha*

***UMA BASE DE DADOS COMPLETA DA OBRA QUE ACOMPANHE POR TODO O CICLO DE VIDA, E QUE POSSA SER COMPARTILHADA POR TODOS OS INTERVINIENTES DO PROCESSO.***



# BIM ( BUILDING INFORMATION MODELING )

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

QUAIS OS GANHOS COM USO DO BIM ?

*Ganho de **TEMPO** no processo de desenvolvimento do projeto como um todo.*

*Desenvolvimento do projeto sob o conceito de **ENGENHARIA SIMULTÂNEA**, em oposição a forma **LINEAR** e pro grupos separados de especialistas.*

*Redução das **INCERTEZAS** associadas ao processo de projeto.*

# BIM ( BUILDING INFORMATION MODELING )

## E O PRÉ FABRICADO COM O BIM ?

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

*“ CASES “ de pré fabricantes que o utilizaram ( PCI )  
revelam redução de Custos Globais do pré-fabricado da  
ordem de 2,3 a 4,2 % resultantes de ....*

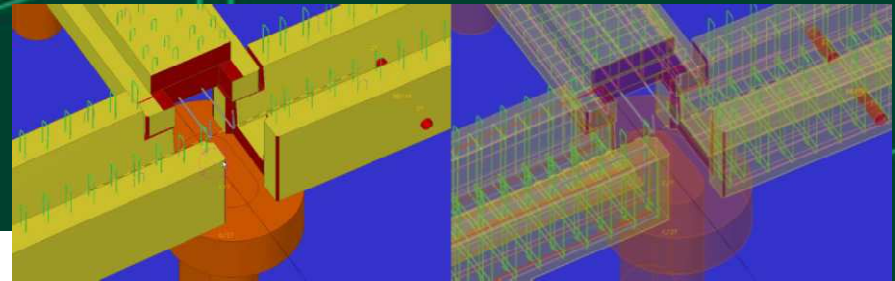
- *Redução de Custos associados à Engenharia.*
- *Redução de Custos decorrentes de Retrabalho*
- *Integração global do processo ( PCP, Expedição, logística de montagem, aproximando mais a construção de outros processos industriais.)*
- *Melhor produtividade por conta de análise de interferências (Armadura x INSERTS, p/ exemplo).*
- *Melhor precisão nas estimativas da obra.*
- *Menor “ LAG “ entre o início do Projeto e Início efetivo da Produção. Apoio à produção Automatizada.*
- *Melhor Serviço de Suporte ao Cliente.*

# BIM ( BUILDING INFORMATION MODELING )

SISTEMAS LIGADOS AOS NOSSOS PROCESSOS QUE OPERAM EM BIM.

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

- REVIT ( Autodesk ) [usa.autodesk.com/revit/](http://usa.autodesk.com/revit/)
- TEKLA STRUCTURES [www.tekla.com](http://www.tekla.com)
- NEMETSCHEK [www.nemetschek.com/en/home.html](http://www.nemetschek.com/en/home.html)
- LEGOCAD <http://www.csgengineering.eu/>
- TQS [www.tqs.com.br](http://www.tqs.com.br)
- ...



# 2º Módulo de Perguntas.

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# PEÇAS (Pilares)

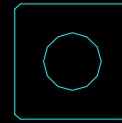
- Maior complexidade (projeto e execução).
- Menor padronização (maiores diferenças de geometria, consoles);
- Interface com o sistema de águas pluviais;
- Insertos;
- Quarta Face (sem contato com a forma, acabamento manual e local para posicionamento de alças de içamento).
- $h_{\text{máx}} = 30\text{m}$  ( considerar transporte)

# PILARES (Seções Típicas)

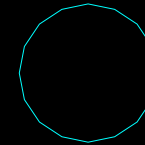
Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



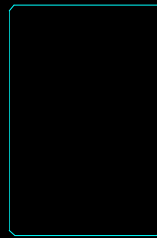
QUADRADA



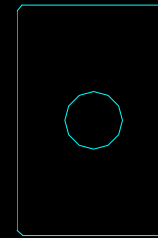
QUADRADA  
VAZADA



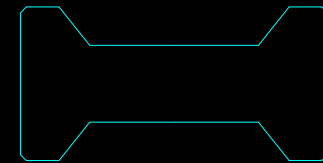
CIRCULAR



RETANGULAR



RETANGULAR  
VAZADA



PILAR I



Ranhurinhas para melhor aderência com o cálice

# CONSOLES (aplicações)

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

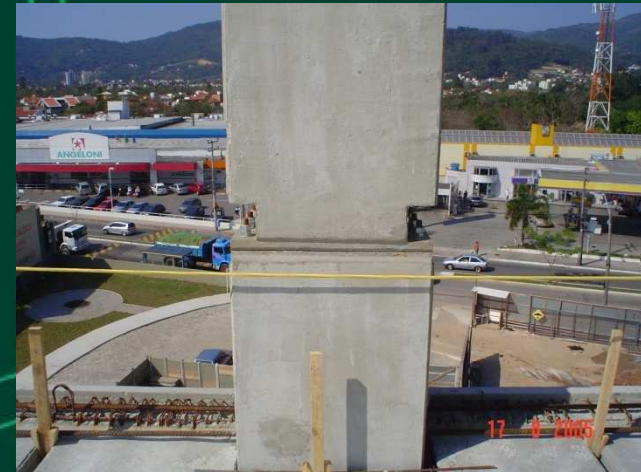




# EMENDA DE PILARES

- Execução através de chapa de contato.

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



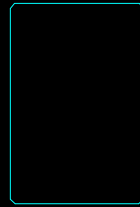


# PEÇAS (Vigas)

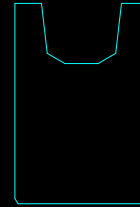
- Podem ser armadas ou protendidas.
- Protendidas produzidas em pistas.
- Vigas armadas (estudar as dimensões para possibilitar melhor aproveitamento de formas).
- Detalhes fora de padrão direcionados para os pilares.
- Vigas calha (sistema de captação de água pluvial).
- Seção retangular vãos até 15m , seção I vãos até 30m.

# VIGAS (seções típicas)

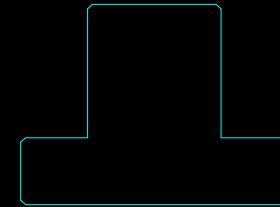
Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



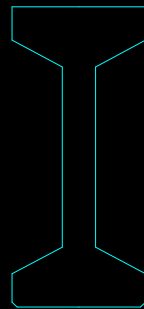
VIGA  
RETANGULAR



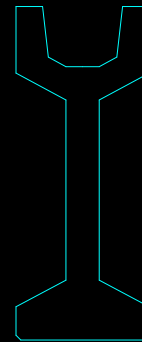
VIGA  
CALHA



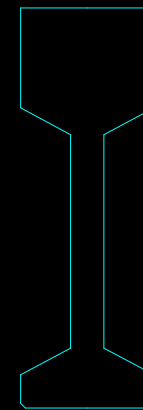
VIGA  
T INVERTIDO



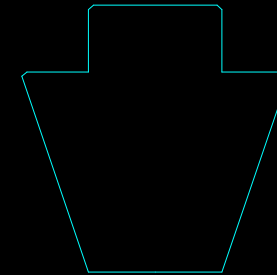
VIGA I



VIGA I  
CALHA



VIGA I



VIGA  
T INVERTIDO



# VIGAS

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# LAJES

- Lajes nervuradas: compostas de vigas ou vigotas pré-fabricadas de concreto armado, intercaladas com blocos de concreto ou de cerâmica. As vigotas possuem formato de um "T" invertido. Depois da montagem, é lançada uma camada de concreto, a capa de solidarização, que faz com que a laje transforme-se num conjunto único.
- Vãos até 5m.



# LAJES

- Lajes nervuradas protendidas: as lajes nervuradas podem ser executadas com vigas ou vigotas protendidas de fábrica, nos casos em que se torna necessário resistir a vãos maiores ou diminuir o número de pontos de escoramento;
- Vãos até 10m.

# LAJES

- Lajes nervuradas treliçadas: compostas por peças pré-moldadas têm como vantagem a redução da quantidade de fôrmas. Atualmente, utiliza-se o sistema treliçado com nervuras pré-moldadas, executadas com armaduras treliçadas.
- Vãos até 10m.

# LAJES

- Painéis maciços pré-moldados em série: compostas por uma placa de dimensões e geometrias idênticas ao cômodo da edificação, moldada in-loco no chão, umas sobre as outras, e içada posteriormente para o local definitivo.
- O sistema é atualmente utilizado em construções habitacionais.

# LAJES

- Lajes compostas por painéis “ $\pi$ ” ou “U”: os painéis tipo “ $\pi$ ” podem ser empregados com ou sem capa de concreto moldada no local. Esse tipo de painel é também empregado como fechamento vertical. Sua principal característica é vencer vãos que podem chegar até 40m e dispensar escoramento.
- A largura dos painéis, normalmente, é de 1,0 m e 1,20m, mas podem chegar até 2,50m. A altura varia de 150 mm a 300 mm, embora possam atingir 500 mm.

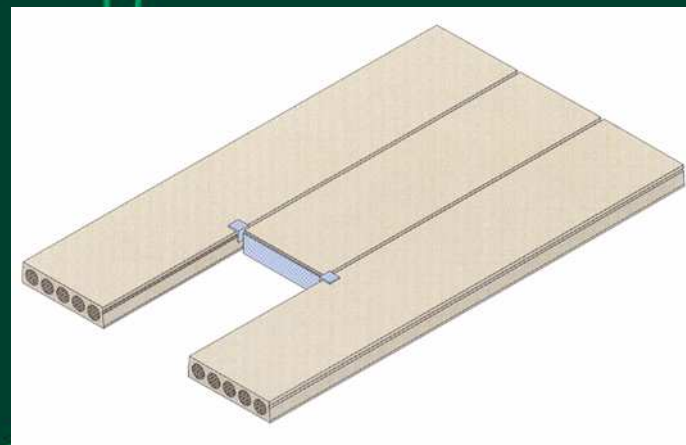


# LAJES

- Lajes compostas por painéis alveolares de concreto: trata-se de um sistema composto por painéis que possuem normalmente largura de 1200 mm, com comprimentos de até 20 m. São pré-fabricados e normalmente são protendidos. Podem contar com capa moldada no local ou não. No Brasil a opção com capa é a mais utilizada.

# LAJES ALVEOLARES

- Atinge grandes vãos.
- Processo industrializado.
- Modulação determinante para o sistema.
- Possibilidade de recortes
- Utilização de capa com 5cm. Pode ser utilizada sem capa em determinados casos.



# LAJES ALVEOLARES

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



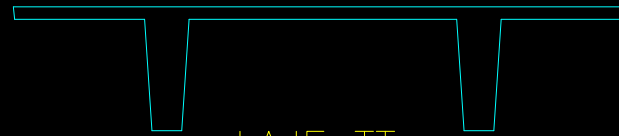


# Seções de Lajes

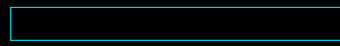
Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



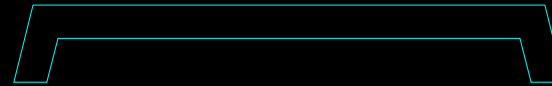
LAJE ALVEOLAR



LAJE TT



LAJE MACIÇA



LAJE U INVERTIDO

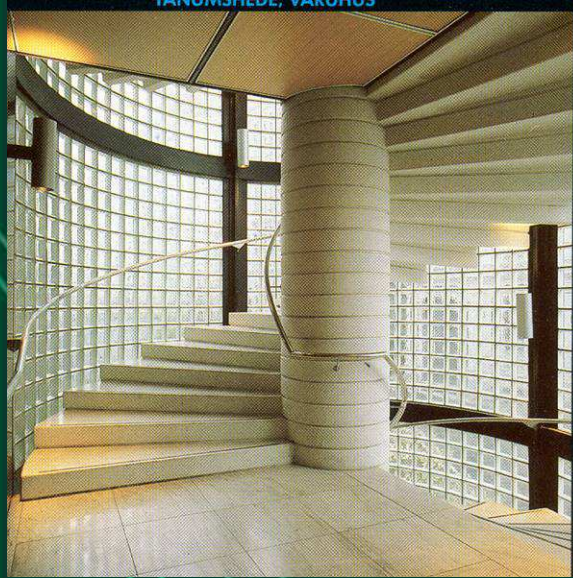


Laje " TT ", a do filme



# ESCADAS

## Helicoidais



Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



Retas



5 faces  
acabadas

Produção



# ARQUIBANCADAS E ESTÁDIOS

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



Viga "JACARÉ"



# TELHAS

- Sistema de cobertura (captação e condução da água pluvial).
- Produção em pistas.
- Cobrimentos reduzidos em função da espessura da peça.
- Cuidados adicionais concreto em si e concretagem.
- Cálculo deve garantir desempenho durante período de estoque.(crítico)



**Pergunta : Por que apoio nas extremidades neste caso ??**



# CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

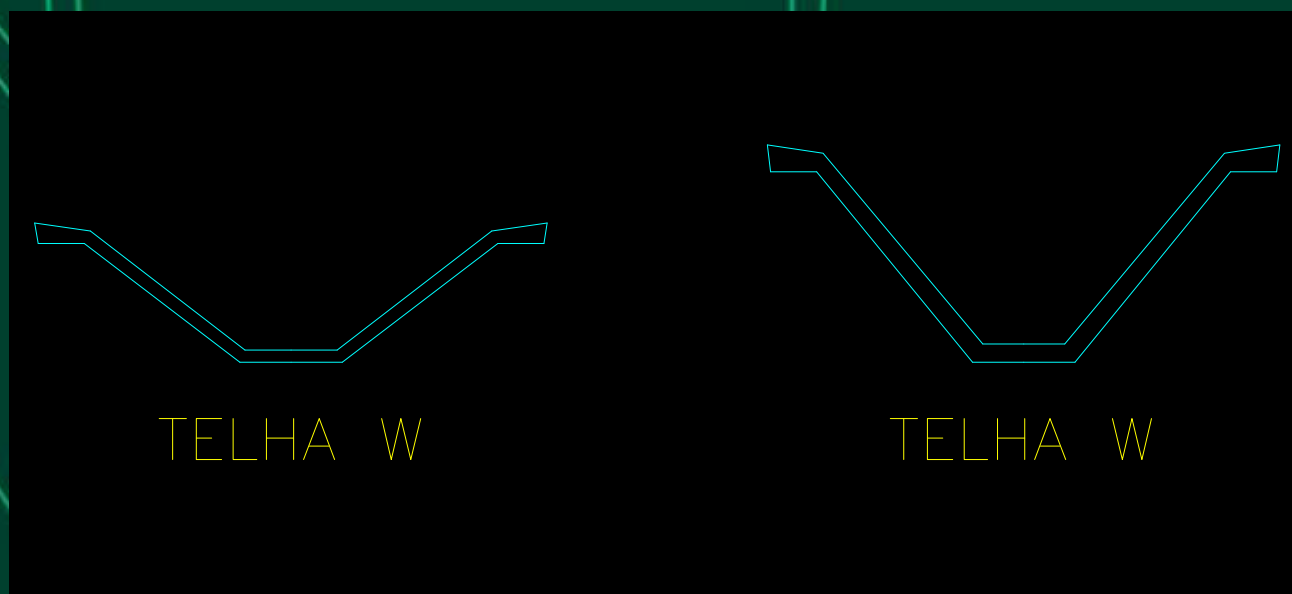


Captação da Águas Pluviais



# TELHAS (seções típicas)

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**W 40**

**W 50**

# TELHAS

- Sistema de Iluminação e ventilação zenital.
- Isolamento térmico opcional (ISOPOR)



# SISTEMA DE COBERTURA

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



Utilização de domo como iluminação e  
ventilação naturais

# PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

- Utilização em fachadas.
- Revestimento externo (vedação ou fechamento).
- Considerar vedações nas juntas e sistema de fixação.
- Efeitos arquitetônicos.
- Aplicação em obras verticais.



# PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

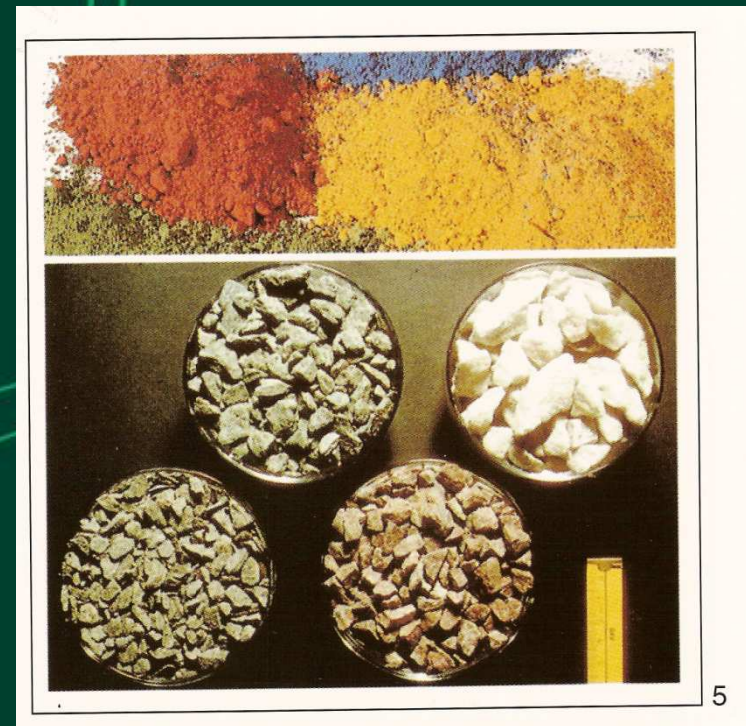


**DETALHES DA EXECUÇÃO**

# PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

Cor	Pigmento
<b>Azuis</b>	<b>Óxido de Cobalto**</b>
<b>Marrons</b>	<b>Óxido de ferro marrom</b>
<b>Beges/ Cremes</b>	<b>Óxido de ferro amarelo</b>
<b>Verde</b>	<b>Óxido de Cromo**</b>
<b>Vermelhos/ laranjas</b>	<b>Óxido de ferro vermelho</b>
<b>Cinzas</b>	<b>Óxido de ferro preto</b>



5

# PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



Montagem



Sh. Bourbon-WALLIG  
Porto Alegre



Transporte

( MD Precast )



# PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**TRANSPORTE E MONTAGEM**



# PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



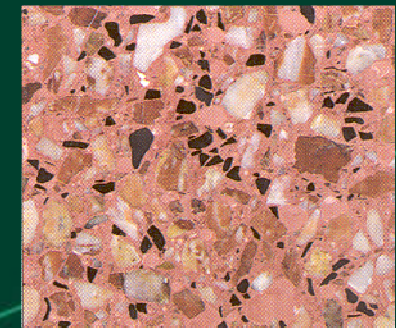
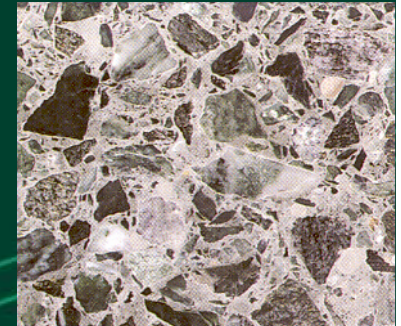
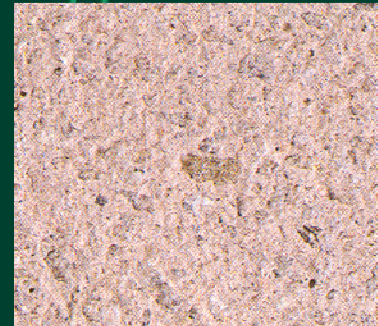
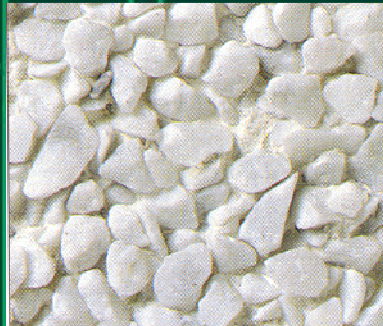
**DETALHES SISTEMAS DE  
IÇAMENTO.**





# ACABAMENTOS E TEXTURA

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

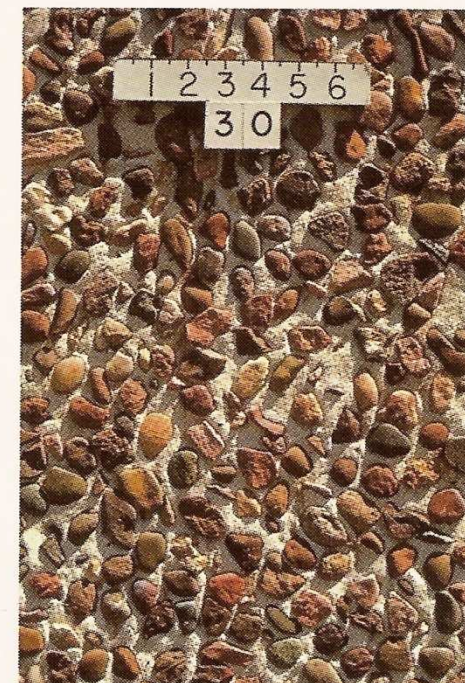
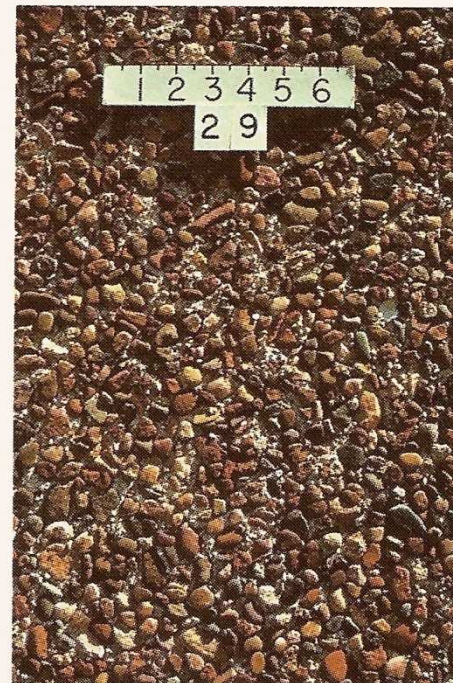
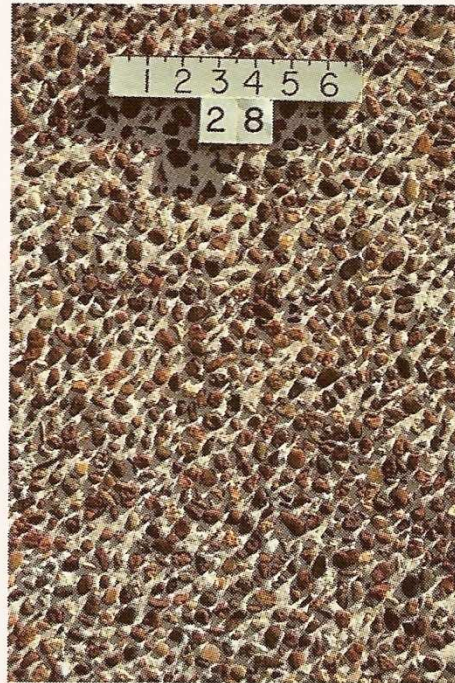


Agregado exposto, efeito com jateamento, polimento, etc...



# ACABAMENTOS E TEXTURA

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

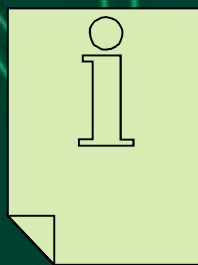


Agregado exposto, sobre colchão de areia ( + simples )



# ACABAMENTOS E TEXTURA

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**MOLDES BORRACHA  
(FORM LINERS)**



# PAINÉIS ALVEOLARES

- Fechamento de edifícios (industriais e comerciais).
- Modulados.
- Autoportantes (trava a edificação influenciando diretamente no custo da estrutura).
- Ganhos estruturais x Estética
- Recebem revestimento posteriormente ou permanecem com acabamento de fábrica.

# PAINÉIS ALVEOLARES

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



Com ou sem  
revestimento.

Revestimento executados  
na obra (pintura,  
cerâmica, granilha).

Alta produtividade menor  
custo.





# ESTACAS

- Fundações profundas.
- Cravadas com bate-estaca.
- Executadas em concreto armado ou protendido.
- Normal, extrusadas e centrifugadas.
- Ligações soldadas ou luvas.





# ESTACAS CENTRIFUGADAS

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# MONOBLOCOS

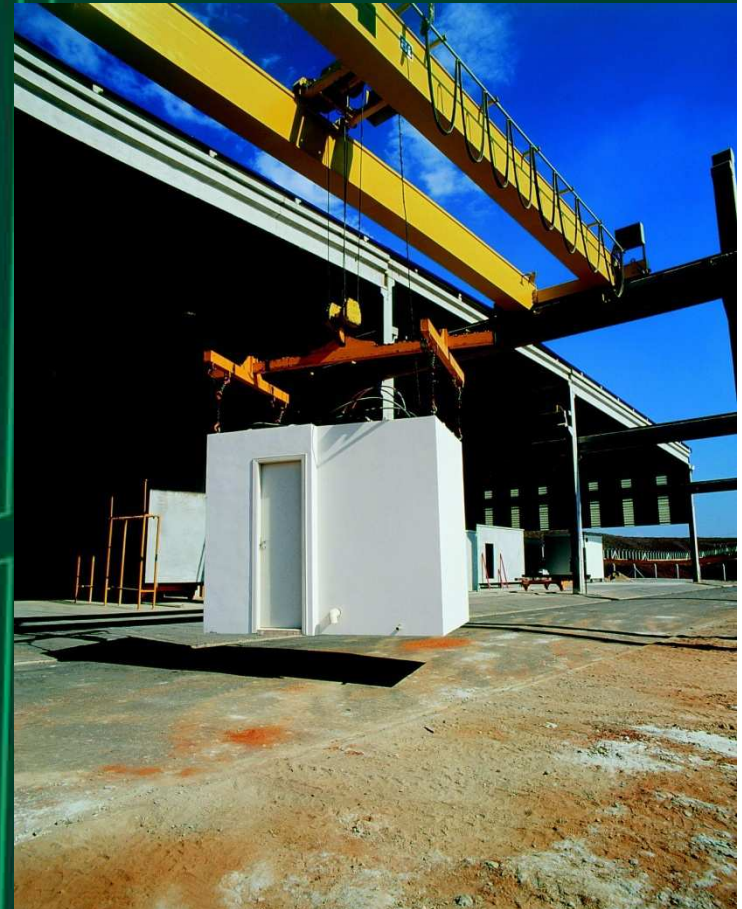
Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**Concretagem em etapa única.**

**Utilização de concretos especiais (GFRC).**

**Sai com todos os acabamentos da fábrica. ( Azulejo, metais, box espelho etc. )**





# MONOBLOCOS

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# “ TOUR VIRTUAL ” NUMA FÁBRICA DE PRÉ-MOLDADOS.

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# 3º Módulo de Perguntas.

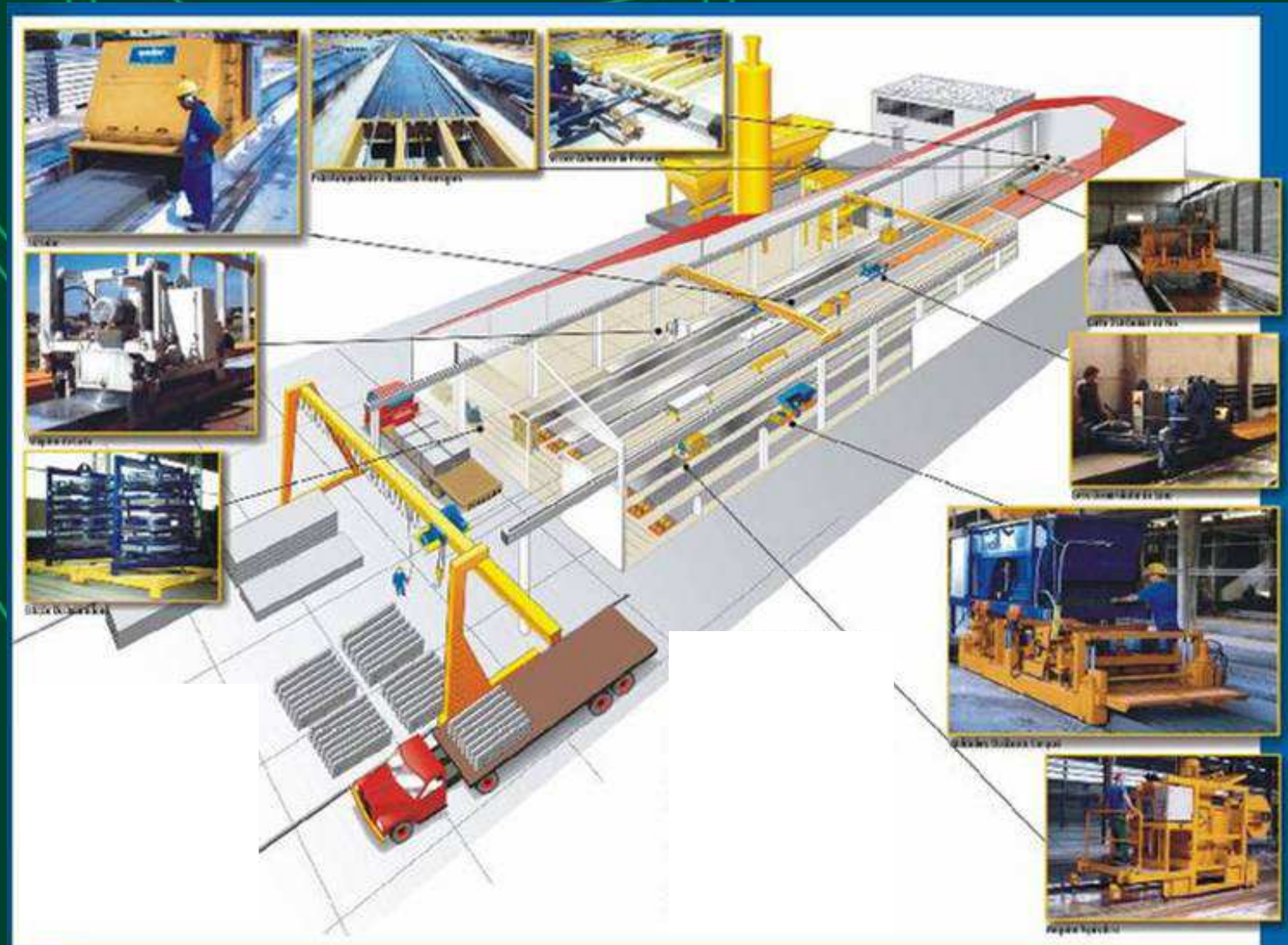
Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# PRODUÇÃO

- Fôrmas;
- Armaduras;
- Protensão;
- Concreto (produção);
- Concretagem;
- Desforma/Desprotensão;
- Armazenamento.

# LAY – OUT (fábrica)

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# PRODUÇÃO ( Fôrmas )

- Planicidade;
- Estanqueidade;
- Oxidação;
- Desalinhamento;
- Travamento;
- Inspeção Fôrmas.



Características fundamentais visando assegurar aspectos dimensionais e visuais (acabamentos das peças). Inspeccionar nesta etapa de produção é fundamental.



# PRODUÇÃO ( Fôrmas )

Pista de protensão para vigas protendidas com painéis de fôrmas laterais.

Versatilidade (seções Diversificadas).

Aço.



Peças com armadura frouxa.

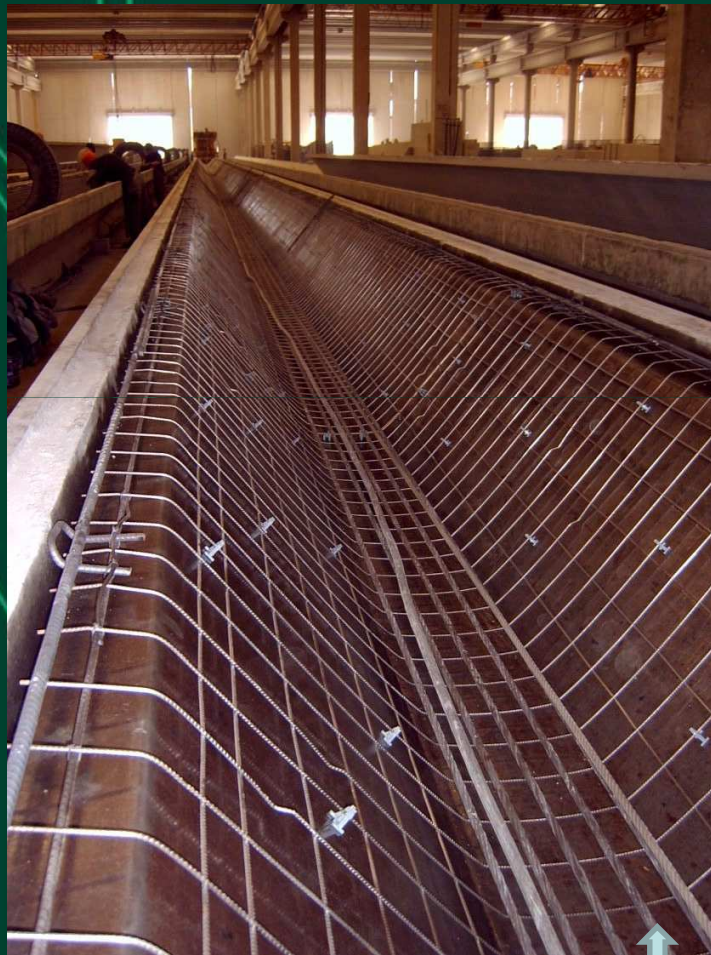
Formas de madeira ou aço.  
(Custo x Benefício)

Reutilização função da  
qualidade  
do material empregado.



# PRODUÇÃO ( Fôrmas )

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



Pista de Telhas.

↑  
Cabo

Pista de Lajes Alveolares.



Extrusão (máquinas).

Protensão.

Telhas, Lajes, Estacas,  
Painéis  
Alveolares, vigas  
protendidas.



# PRODUÇÃO ( Armaduras )

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



Central de armação.  
Equipamentos para corte e  
dobra.



Armadura Frouxa.  
Armadura Protendida.

# PROTENSÃO

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



Colocação dos cabos nas pistas.

Cuidados nas regiões das  
ancoragens. Isoladores.

Limpeza das cunhas.

Variações (valores mínimo e máximo)  
admitido para o alongamento do cabo.

Segurança.

**Cunha**



**Isolador**





# PROTENSÃO

A

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**Macaco de Protensão**

A

# PRODUÇÃO (Concreto)

- Materiais componentes do concreto (qualificação, análise de recebimento recebimento, armazenamento);
- Tabela de traços (dosagens experimentais);
- Aditivos / Adições.
- Fator a/c;
- Correção de umidade;
- Resistência e durabilidade;
- Tempo de mistura;
- Misturadores (limpeza das hastes/facas)



A

# PRODUÇÃO (Concreto)

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



Centrais dosadoras /Misturadoras.

# CONCRETO AUTO ADENSÁVEL

- Criado no JAPÃO na década de '80.
- Fluides, coesão e resistência à segregação.
- > Quantidade de finos, adição de superplastificantes.

## VANTAGENS :

- Excelente acabamento.
- Bombeamento a grandes distâncias com maior velocidade.
- < Quantidade de MDO.
- < Quantidade de ruído.
- > Produtividade.
- > Segurança.
- > Adaptação para peças densamente armadas.
- > Adaptação a peças de geometria mais elaborada.
- > Durabilidade pela eliminação de falhas de concretagem.



Abc

# CONCRETO AUTO ADENSÁVEL

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**CAIXA “L” PARA  
AVALIAR A  
VISCOSIDADE PELA  
VAZÃO.**

**VERIFICAÇÃO DO  
DIÂMETRO DE  
ESPALHAMENTO EM  
LUGAR DO ABATIMENTO  
(SLUMP).**



# PRODUÇÃO (Concreto)

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



- Estocagem de agregados.
- Baias separadas.
- Sistema de drenagem .  
( evitar empoçamento e contaminação dos agregados).
- Preferencialmente cobertos (quanto menos oscilar umidade melhor para o concreto).
- Evitar descarregar diretamente no local da utilização (baia de descanso).



# PRODUÇÃO (Concretagem)

- Planejamento (volume, tipo, intervalo de tempo);
- Lay-out da fábrica (distâncias de transporte);
- Aceitação do concreto
- Altura de lançamento;
- Adensamento adequado;



**Medição do abatimento**

## PRODUÇÃO ( Cura)

A cura é o conjunto de procedimentos que visam impedir que as peças sofram tensões durante o período em que ainda não atingiram resistência suficiente para receber qualquer esforço, seja por movimentação, carga de qualquer espécie, perda de água por evaporação ou mudanças de temperatura. Normal ou Acelerada.

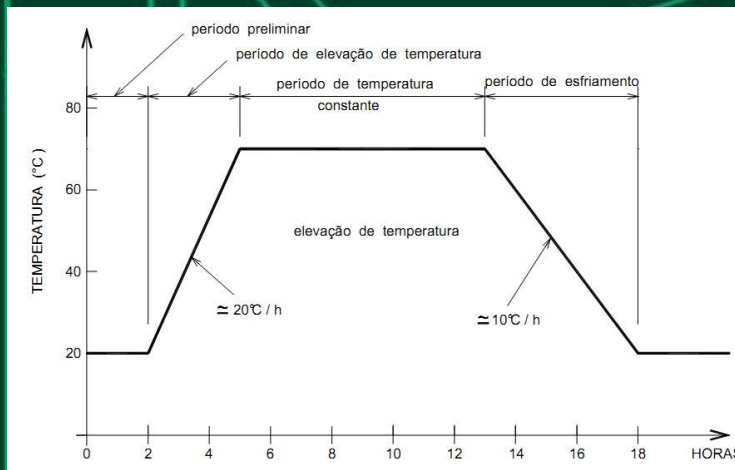


# PRODUÇÃO (Tipos de Cura)

## *Cura acelerada:*

Método aonde o ambiente de cura é aquecido pela presença de vapor, sendo este o processo mais adequado.

Neste processo o ganho de resistência após o processo de cura é rápido e elevado, o que permite a movimentação e transporte dos elementos pré-moldados em tempo sensivelmente menor. Proporciona assim uma maior rotatividade no estoque gerando ganhos de produtividade e espaço.



# PRODUÇÃO (Cura)

## *Cura natural:*

As peças são mantidas em local protegidas do sol e da evaporação excessiva com temperaturas na ordem de 23 °C e umidade relativa acima de 90 %.

*Em algumas situações as peças podem ser cobertas para acelerar o processo.*

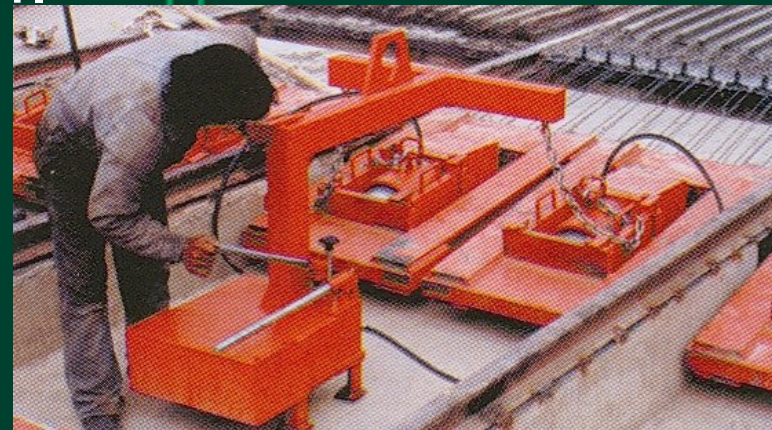


## PRODUÇÃO (Desforma)

- Avaliação da resistência definida em projeto ou procedimento interno da empresa aprovado pelo calculista.
- Desforma precoce gera deformações não previstas, mesmo no longo prazo; fissuras e conseqüente perda de resistência e quebras.
- Eficiência do desmoldante (aderência gera efeitos não desejáveis a estrutura e estéticos).
- Dispositivos de içamento.

## PRODUÇÃO (Desprotensão)

- Resistência do concreto superior a 21,0 MPa.
- Transferência da carga do cabo à peça.
- Aguardar período de resfriamento quando utilizado cura à vapor.
- Corte dos cabos.
- Contra-flechas.





Abc

# PRODUÇÃO ( Acabamento)

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



Abc

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

## QUALIDADE (CLIENTE)

- Resistência estrutural adequada
- Vida útil elevada
- Ser funcional
- Baixo custo de operação e manutenção
- Preço acessível
- Assegurar prazo de entrega.

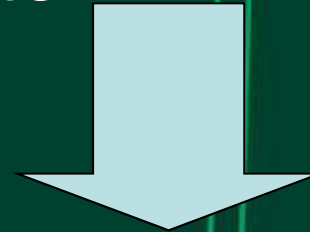


Abc

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

## QUALIDADE (Vida útil)

- Cobrimento
- Consumo mínimo de cimento.
- Máximo fator a/c
- Cura
- Limitação de fissuras
- Tipo de cimento



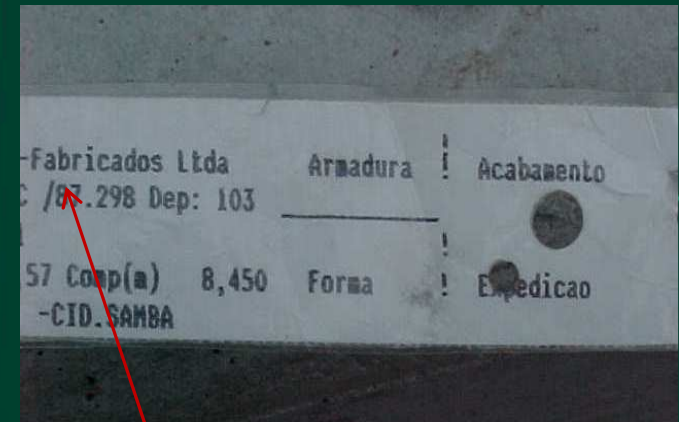
**QUALIDADE DO PROJETO E DO PROCESSO CONSTRUTIVO**

Abc

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# QUALIDADE

- Identificação e rastreabilidade do produto;
- Controle dimensional (inspeção de processo);
- Controle tecnológico (matérias-primas e concreto);
- Gestão dos processos com ênfase nas interfaces: projeto-produção e montagem;



Fabricados Ltda	Armadura	Acabamento
C / 07.298 Dep: 103		
57 Comp(m) 8,450	Forma	Expedicao
-CID. SAMBA		

**Rastreabilidade**



Abc

# QUALIDADE

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**Ensaio de  
Cisalhamento  
numa Laje  
Alveolar.**

## Influências na Resistência à Compressão

	Causas da Variação	Efeito máximo no resultado
<b>A - Materiais</b>	Variabilidade na resistência do cimento	± 12%
	Variabilidade da quantidade total de água	± 15%
	Variabilidade dos agregados (principalmente miúdos)	± 8%
<b>B - Mão-de-obra</b>	Variabilidade do tempo e procedimento de mistura	-30%
<b>C - Equipamento</b>	Ausência de aferição de balanças	-15%
	Mistura inicial, sobre e subcarregamento, correia etc.	-10%
<b>D - Procedimento de Ensaio</b>	Coleta imprecisa	-10%
	Adensamento inadequado	-50%
	Cura (efeito considerado a 28 dias ou mais)	± 10%
	Remate inadequado dos topos	- 30% para concavidade - 50% para convexidade
	Ruptura (velocidade de carregamento)	± 5%

# Reflexão

- **Prazos insuficientes para o desenvolvimento de projeto.**
- **Ausência de análise crítica de projetos.**
- **Especificações e detalhamentos insuficientes.**
- **Utilização de novas tecnologias e materiais sem o desenvolvimento e aplicação prévia.**
- **Critérios de contratação baseado exclusivamente em preço em lugar da análise custo x benefício.**
- **Aplicação inadequada das ferramentas de controle.**
- **Qualificação de mão de obra.**

# QUALIDADE

- Calibração de equipamentos utilizados para medição, inspeção e ensaios (balanças da central dosadora de concreto, prensa, manômetros dos macacos hidráulicos, balanças laboratório).



# QUALIDADE

- Controle Dimensional em relação à Tabela de Tolerâncias (referencial atual) - tabela de tolerâncias vinculada ao selo de Excelência ABCIC. Consiste na verificação dos parâmetros estabelecidos e cobrimentos.
- Matérias-primas: Concreto Armado - Aço, Agregados (Graúdo e Miúdo), Cimento e Aditivos. Desde a qualificação de fornecedores até a inspeção de recebimento e análise de desempenho.



# QUALIDADE

- Controle de materiais incorporados ao processo: insertos, neoprene, etc.
- Controle Tecnológico: É fundamental a rastreabilidade da resistência de desforma e desprotensão (liberação) das peças. Controle de resistência aos 14 ou 28 dias. Sendo aos 14 dias para concretos produzidos com cimentos de alta resistência inicial. O objetivo é assegurar um desvio padrão de 3,5 MPa. Rastreabilidade da água do traço.
- Módulo de Elasticidade (esforços em idades recentes). → Controle de flechas.

# QUALIDADE TRATAMENTO DE IMPERFEIÇÕES

## OBJETIVO:

- Avaliação das imperfeições dos elementos pré-fabricados que estejam não-conformes em relação ao projeto.
- Dar regras e possíveis sistemas de avaliação para :
- Prevenção de falhas.
- Efeitos decorrentes das imperfeições.
- Ações para correção.

# QUALIDADE TRATAMENTO DE IMPERFEIÇÕES

## Contents

1	Scope	1
2	Introduction	2
3	Type of defects	3
3.1	Geometrical deviations	3
3.1.1	Prior considerations	3
3.1.2	Recommended references	3
3.1.3	Practical application of tolerance systems	4
3.2	Surface texture. Aesthetics	5
3.2.1	Evenness of surfaces	5
3.2.2	Colour and darkness variation	9
3.2.3	Cracking of surfaces	12
3.3	Deflection and camber	13
3.4	Cracks	14
3.4.1	Introduction	14
3.4.2	Thermal cracks	14
3.4.3	Plastic settlement and autogenous shrinkage cracks	15
3.4.4	Drying shrinkage cracks	15
3.4.5	Mechanical cracks	16
3.5	Spalling, splitting and bursting	16
3.5.1	Introduction	16
3.5.2	Splitting cracks	17
3.5.3	Bursting cracks	17
3.5.4	Spalling cracks	18
3.6	Accidental damage	18



# QUALIDADE TRATAMENTO DE IMPERFEIÇÕES

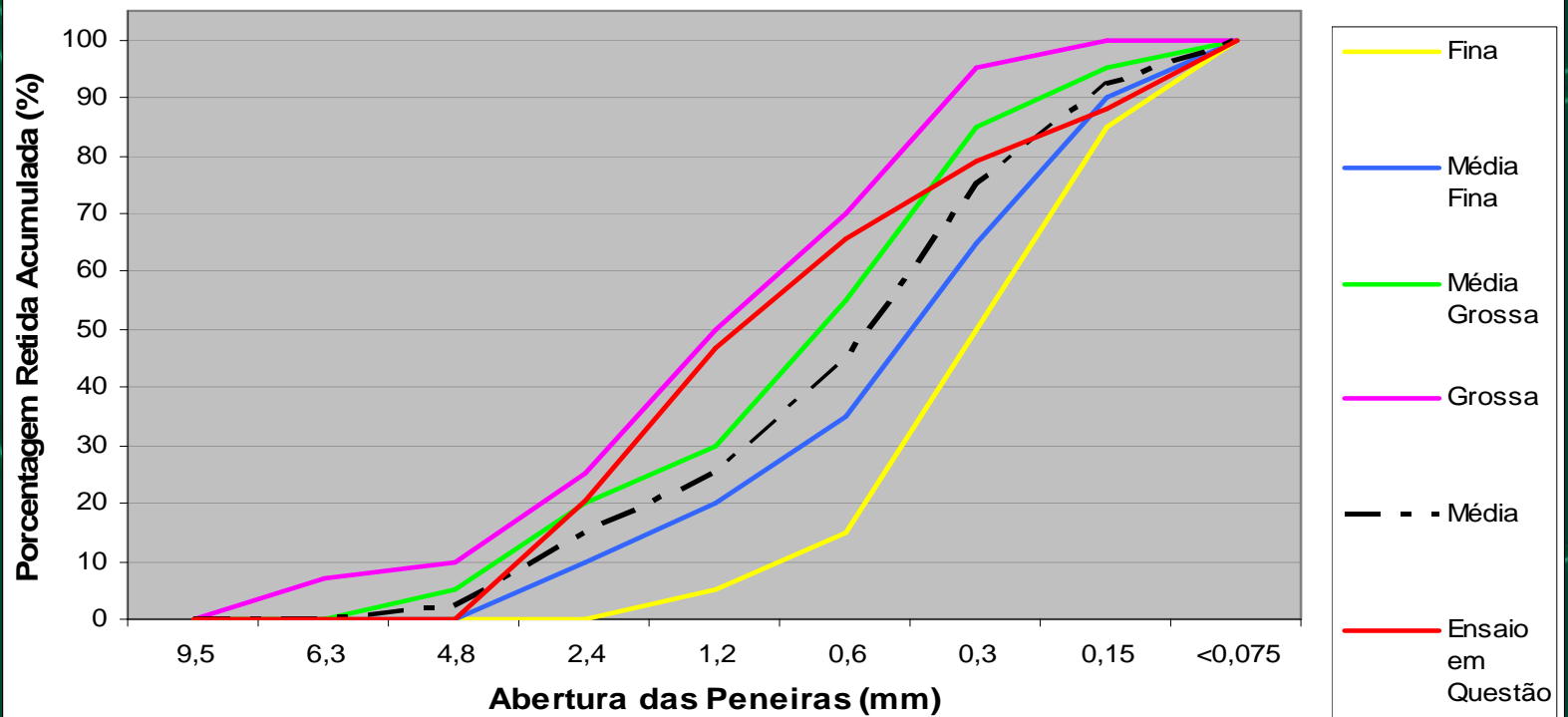
4	General aspects classification	19
4.1	Level of safety required	19
4.2	Durability	20
4.3	Aesthetic issues	20
5	Specific cases	23
5.1	Columns and beams	23
5.2	Panels	39
	5.2.1 Load bearing panels	40
	5.2.2 Non load bearing panels	42
5.3	Hollow core slabs	46
5.4	Double tee units	55
5.5	Solid planks	61
5.6	Beams and blocks	65
	Bibliography	72
	Annex A.	
	A.1 Calculating strength capacity reduction due to a defect	
	A.2 Maximum allowable strength loss	
	A.3 Examples	

## **MATÉRIA - PRIMA (agregado miúdo)**

- Agregado Miúdo = Areia
- Desejável areia média
- Excesso de finos = queda de produtividade em extrusão. Maior consumo de cimento.
- Excesso de fração grossa = maior desgaste de equipamentos. Prejudicial ao acabamento especialmente pilares e vigas.
- Influência sobre o abatimento (Slump) do concreto fresco.

# MATÉRIA – PRIMA (agregado miúdo)

Curva Granulométrica do Agregado Miúdo



A análise do custo X benefício do material é determinante na otimização do traço. O custo real só é obtido através de dosagem experimental. Uma areia de baixo custo não é necessariamente a que reduzirá o custo do m<sup>3</sup> concreto.

# **MATÉRIA – PRIMA (agregado graúdo)**

- Diâmetro – máximo
- Dimensões da peça
- Espaçamento das armaduras
- Tipo de lançamento
- Consolos (concentração de armadura)



# MATÉRIA - PRIMA (cimento)

Cimento Portland Comum  
(CPI, CPI-S) NBR 5732

Cimento Portland Composto  
(CPII-E, CPII-Z, CPII-F) NBR 11578

Cimento Portland de Alto-Forno  
(CPIII) NBR 5735

Cimento Portland Pozolânico  
(CPIV) NBR 5736

**Cimento Portland de Alta Resistência Inicial NBR 5733**  
**(CPV-ARI)**

**Cimento Branco. Usado sobretudo para o Concreto**  
**Arquitetônico\*\*\* Não tem ainda Norma Brasileira\*\*\*.**

# MATÉRIA-PRIMA (cimento)



+

+



CP I ou CP V



CP II-F



CP II-E ou  
CP III ou  
CP V RS



CP II-Z ou  
CPIV ou  
CPV RS

**\*\* Mais informações –ABCP**

**[www.abcp.org.br](http://www.abcp.org.br) \*\***

# MATÉRIA – PRIMA (cimento)



# MATÉRIA – PRIMA (Aditivo)

- Aceleradores
- Incorporadores de ar
- Plastificantes
- Superplastificantes
- Hiperplastificantes ( Concreto Auto-adensável, já apresentado)
- Ação de superfície – Retardante  
(Painéis Arquitetônicos)

**Importante: Avaliação do produto em dosagem experimental , custo x benefício. Efeito desejado x consumo real.**



# MATÉRIA- PRIMA (Aço)

- Rastreabilidade do aço (lote x certificado correspondente x local de aplicação). Limites de escoamento, ruptura e alongamento).
- Armazenamento adequado (estrados/dormentes evitando contato direto com o chão e separados por bitola).
- Por logística próximo a central de armação.
- Cuidado com as cordoalhas :

Pontos de oxidação em aço para protensão.

Cuidado com proximidade com solda/maçarico.



# SEGURANÇA

**NR – 18 – Ampliar Visão em relação às estruturas Convencionais.**

**Fundamental em todas as etapas, mas considerando a logística ênfase deve ser dada as considerações de projeto principalmente em informações referente a situações transitórias durante a montagem.**

**Manutenção de Equipamentos.**



# LOGÍSTICA

- Transporte interno (local de produção para estocagem).
- Armazenamento.
- Tipo de transporte para obra.
- Formação das cargas em função do planejamento de montagem.
- Correta amarração das cargas.
- Tipos de equipamentos para içamento.
- Dispositivos auxiliares para montagem.
- Em alguns casos aquisição e armazenamento de matérias primas está agregado a logística .

Abcic

# LOGÍSTICA

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto





Curvas de  
Capacidade de  
equipamentos  
de montagem

**CAPACIDADE TOTAL** 50.000 Kg a 3.0 m

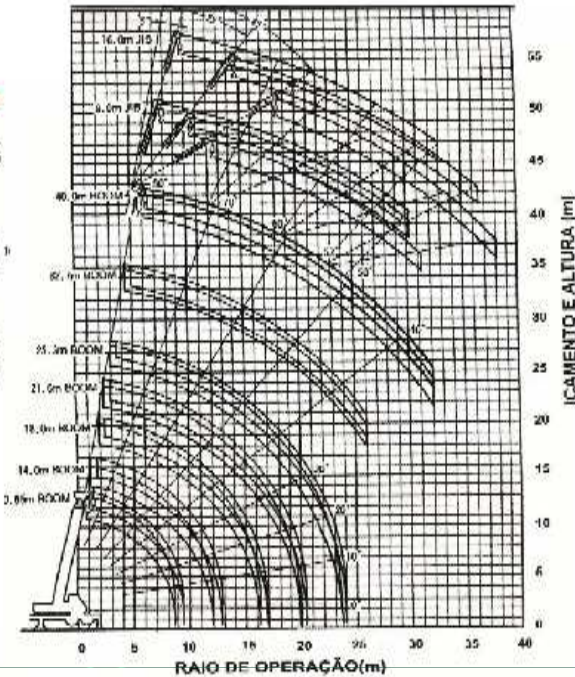
**LANÇA - PRINCIPAL** 5 estágios 10.65 - 40.0m  
**JIB / 2 estágios** 9.0 - 16.0m

**DIMENSÕES**

**Comprimento** aprox. 12.860 mm  
**Largura** aprox. 2.820 mm  
**Altura** aprox. 3.750 mm

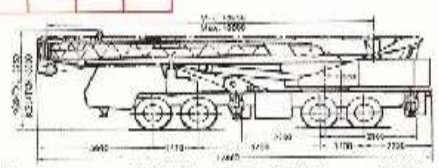
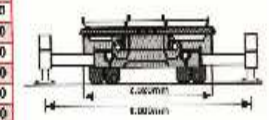
**PESOS**

**Peso bruto do veículo** aprox. 39.000 Kg  
**- dianteiro** aprox. 15.000 Kg  
**- traseiro** aprox. 24.000 Kg



Patola Integralmente Estendidas														
Patola Frontal Estendida (360°)														
Patola Frontal não Estendida (nas laterais e na traseira)														
B	A							C	E					
	10.65m	14.0m	18.0m	21.6m	25.3m	32.7m	40.0m		9.0m	16.0m				
								6°	25°	45°	50°	25°	45°	
3.0m	50.000	33.000	28.000	24.000				80°	3.500	2.300	1.200	2.300	1.100	600
3.5m	43.000	33.000	28.000	24.000				79°	3.500	2.200	1.200	2.300	1.100	590
4.0m	38.000	33.000	28.000	24.000	20.000			78°	3.500	2.200	1.200	2.300	1.100	600
4.5m	34.000	30.500	25.000	24.000	20.000			77°	3.320	2.140	1.190	2.180	1.070	580
5.0m	30.200	28.000	23.000	24.000	20.000			76°	3.130	2.080	1.180	2.060	1.050	560
5.5m	27.500	26.500	23.800	23.200	20.000	13.000		75°	2.970	2.020	1.170	1.960	1.020	580
6.0m	25.000	24.000	23.300	21.500	20.000	13.000		73°	2.680	1.910	1.150	1.780	970	570
6.5m	22.700	22.300	21.800	19.900	18.100	13.000	7.500	70°	2.330	1.740	1.110	1.560	910	560
7.0m	20.700	20.300	20.000	18.400	16.800	13.000	7.500	68°	2.150	1.640	1.080	1.440	870	540
7.5m	18.900	18.600	18.500	17.100	16.700	13.000	7.500	65°	1.910	1.490	1.070	1.270	810	530
8.0m	17.400	17.100	17.000	15.900	14.800	12.300	7.500	63°	1.780	1.380	1.030	1.180	780	510
9.0m	14.200	14.100	14.100	13.800	13.200	11.000	7.500	60°	1.600	1.260	1.000	1.080	740	500
10.0m		11.500	11.500	11.400	11.400	10.000	7.500	58°	1.300	1.180	880	980	720	490
11.0m		9.450	9.450	9.400	9.400	8.100	6.950	55°	900	850	800	700	600	470
12.0m		7.050	7.050	7.050	7.050	6.300	6.450	53°	700	650	600	550	450	400
14.0m			5.650	5.650	5.650	5.450	5.000	50°	400					
16.0m			4.100	4.100	4.050	4.000	4.000							
18.0m				2.800	2.800	2.750	4.100							
20.0m					1.600	1.600	2.050	3.400						
22.0m						1.200	2.100	2.650						
24.0m							1.500	2.050						
26.0m								1.900						
28.0m									1.150					
30.0m										800				
32.0m											500			

A: Altura da lança  
B: Raio de operação  
C: Comprimento do JIB  
D: Ângulo de inclinação do JIB  
E: Ângulo da lança com JIB montado



1. largura total..... 3.000 mm  
Raio de giro da vassela..... 3.800 mm  
Altura - Dianteira..... 2.400 mm  
Traseira..... 2.380 mm

## MONTAGEM (Planejamento)

- Conhecer detalhadamente os projetos.
- Conhecer o terreno (dimensões e possíveis interferências).
- Conhecer a redondeza identificando os melhores acessos.
- Interface intensa com a produção (engrenagem).
- Mudanças(necessidades de rever o planejamento)
- Necessidade de concretagens “in loco” (fundações , capeamento, ...).
- Interface com outras etapas da execução da obra como um todo (alvenaria, pisos,...).
- Possível necessidade do cliente na liberação parcial de determinadas áreas antes da conclusão da obra.
- Quando aplicável ,horários permitidos pela legislação do município. ( \*\*\* Zonas de tráfego Restrito \*\*\* )
- Otimizar a utilização da equipe e dos equipamentos.

# MONTAGEM

- Cravação de estacas e execução de blocos: acompanhamento de cravação e locação das estacas seguindo as diretrizes de projeto;
- Em execução de blocos ou sapatas garantir a correta locação e posicionamento da armadura;
- Montagem e chumbamento de pilares;
- Montagem e nivelamento das lajes;



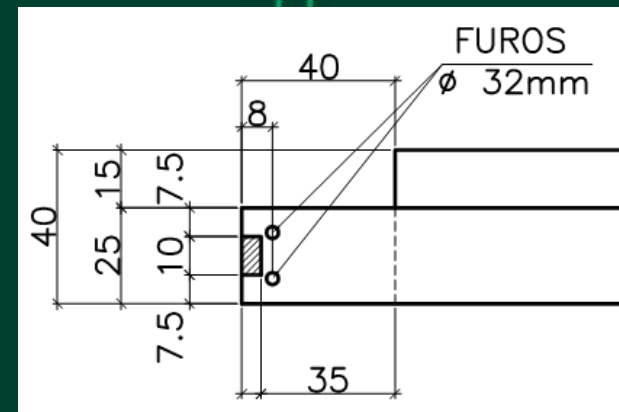
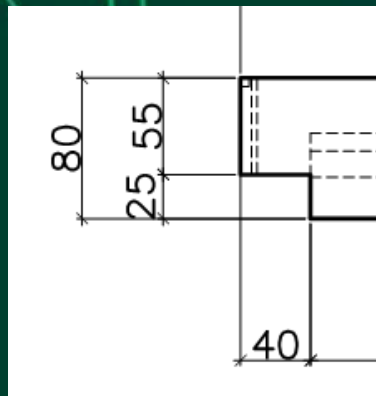
# MONTAGEM

- Montagem de telhas;
- Montagem do fechamento lateral;
- Acabamento composto por: solda, impermeabilização de juntas, corte de alças, reparos de eventuais danos decorrentes do transporte e da própria montagem.



## MONTAGEM (cuidados)

- Procedimentos de segurança de trabalho. (Ligações Provisórias e/ou escoramentos)
- As ligações nem sempre são efetuadas de imediato.
- Excentricidades.



# MONTAGEM (Equipamentos)



Autogrua sobre pneus.

Autogrua sobre esteiras.

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# MONTAGEM (Pilares)



Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# MONTAGEM ( Pilares )





# MONTAGEM (Pilares)



**Cálice de fundação**

**Encunhamento do Pilar  
Para posterior preenchimento.**

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

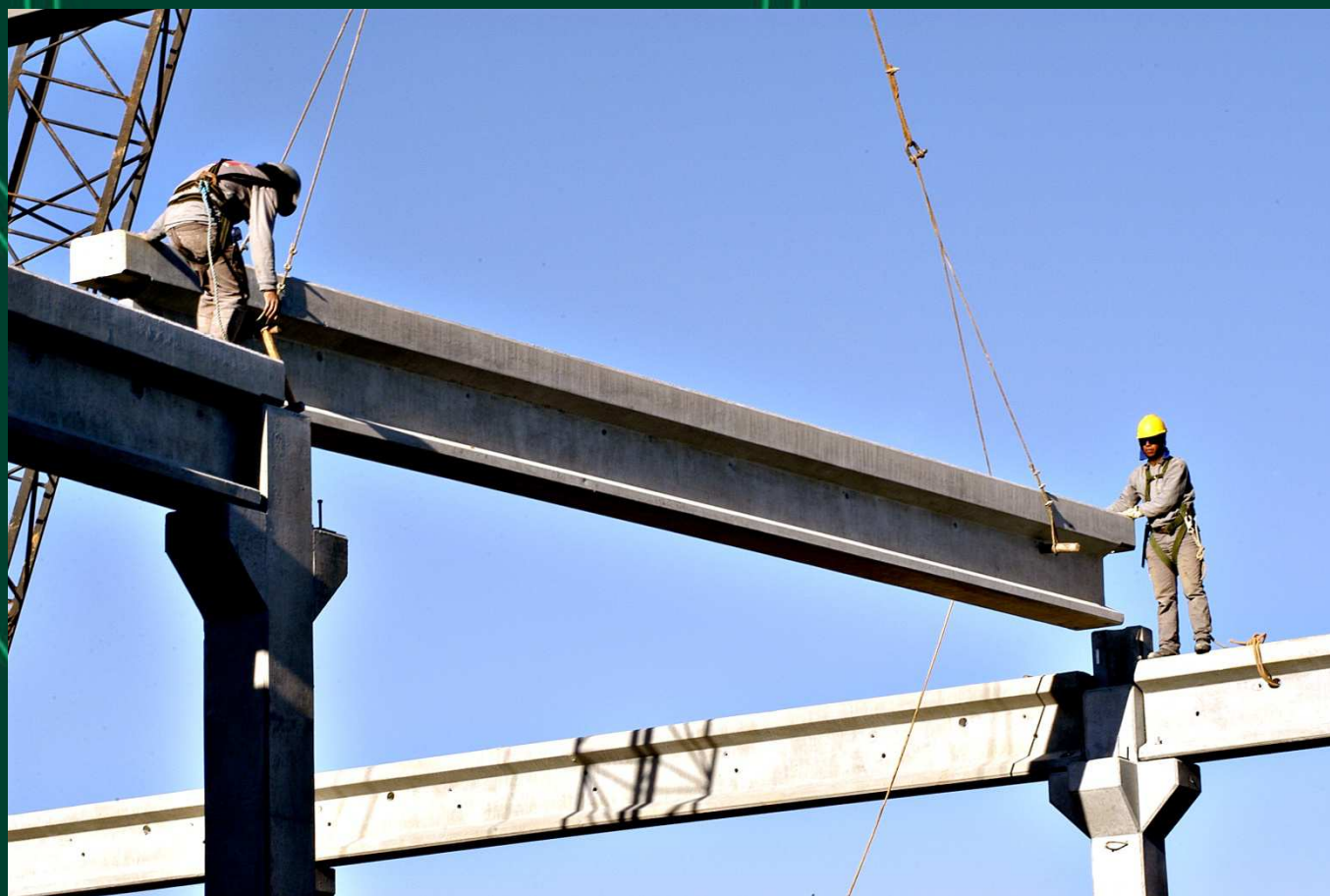
# MONTAGEM (Vigas)



Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# MONTAGEM (Vigas)





# MONTAGEM ( Lajes Alveolares)



**Equalização**

**Chaveteamento**

**Solidarização**

**Tela ou Concreto reforçado  
com fibras.**

**Capecamento (concretagem  
da capa). 5cm**





Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# MONTAGEM (LAJES ALVEOLARES)



Abcic

# 4º Módulo de Perguntas.

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# CONCLUSÃO

- A pré-fabricação no Brasil vive hoje um novo momento com perspectivas de crescimento. ( BOOM imobiliário, eventos esportivos 14 e 16, PAC dentre outros. )
- Alia cronogramas ousados e possibilidades de soluções inteligentes e ágeis .
- Qualificação e aprimoramento dos profissionais envolvidos, com excelentes oportunidades de desenvolvimento profissional.

# BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- Concreto Pré-Moldado: Fundamentos e Aplicações - Mounir Khalil El Debs
- Manual de Dosagem e Controle de Concreto - Paulo Helene/Paulo Terzian
- Manual Munte de Projetos em Pré-fabricados de Concreto  
Editora Pini ( 2ª edição ).
- Revista Ibracon. Pré-fabricados de concreto: Rapidez, economia e sustentabilidade na construção. Ed. 43 Jun, Jul e Ago 2006.
- PCI –MNL-120- Design Handbook ( 6<sup>th</sup> Edition ) /MNL-138-Connections Manual
- PCI – MNL-122-Architectural Precast Concrete ( 3<sup>rd</sup> Edition )
- CPCI – Design Manual ( 3<sup>rd</sup> Edition )
- fib – Bulletin 43 - Structural Connections for precast concrete buildings
- Site ABCIC: [www.abcic.org.br](http://www.abcic.org.br)
- Site ABCP : [www.abcp.org.br](http://www.abcp.org.br)
- Site PCI: [www.pci.org](http://www.pci.org)
- Site CPCI: [www.cpci.ca](http://www.cpci.ca)
- Site fib : [www.fib-international.org](http://www.fib-international.org)



Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# ENCERRAMENTO

## AGRADECEMOS SUA PRESENÇA!

Material Elaborado por: Eng. Íria Lícia Oliva Doniak  
D.O. Engenharia e Projetos  
[iria@abcic.org.br](mailto:iria@abcic.org.br)

Eng. Carlos Franco  
CAL-FAC Consultoria & Engenharia  
[carlos@calfac.com.br](mailto:carlos@calfac.com.br)

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# REALIZAÇÃO



[www.abcic.org.br](http://www.abcic.org.br)

# APOIO



PROMOVENDO SISTEMAS CONTRUTIVOS À BASE DE CIMENTO