



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL
PCC 2435 - Tecnologia da Construção de Edifícios I

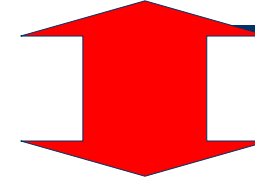
PROJETO DAS FÔRMAS

Profs. Fernando H. Sabbatini, Francisco F. Cardoso,
Luiz Sergio Franco e Mercia M. B. Barros

Aula 11

2007

PROJETO DAS FÔRMAS



RACIONALIZAÇÃO DA
PRODUÇÃO DA
ESTRUTURA DE
CONCRETO ARMADO

RACIONALIZAÇÃO E NA PRODUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

- ♦ **Ações sistêmicas**
 - mudanças na concepção arquitetônica e estrutural
 - alteração do processo de produção
 - mudanças na gestão do processo integrado
- ♦ **Ações específicas**
 - na etapa de formas
 - na etapa de armação
 - na etapa de concretagem
 - mudanças na gestão das etapas, em canteiro

Ações sistêmicas de racionalização
durante a etapa de concepção

- ♦ **Coordenação de Projeto**
- ♦ **Compatibilização da estrutura com demais subsistemas**
- ♦ **Coordenação modular**
- ♦ **Padronização da estruturas**

Ações sistêmicas de racionalização durante a etapa de concepção

COORDENAÇÃO DO PROJETO DO EDIFÍCIO ENTRE AS DIFERENTES ESPECIALIDADES



**ARQUITETURA
ESTRUTURAS
INSTALAÇÕES
REVESTIMENTOS**



**RACIONALIZAÇÃO
DA PRODUÇÃO DA
ESTRUTURA**

META: CONSTRUTIBILIDADE & DESEMPENHO

mudanças na concepção estrutural



Evitar formas complexas de execução

mudanças na concepção estrutural



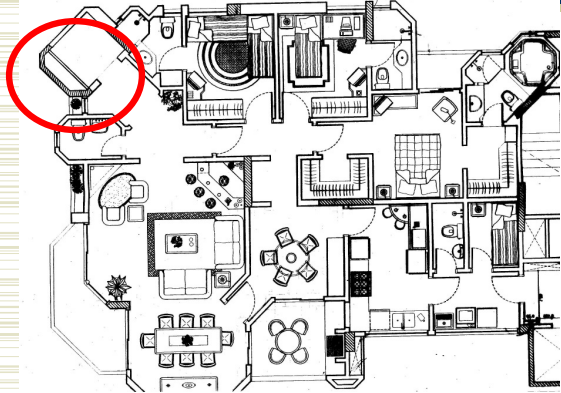
Escada – péssima solução

mudanças na concepção estrutural

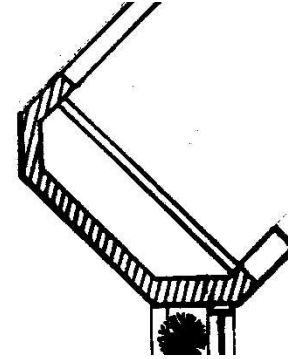


transições

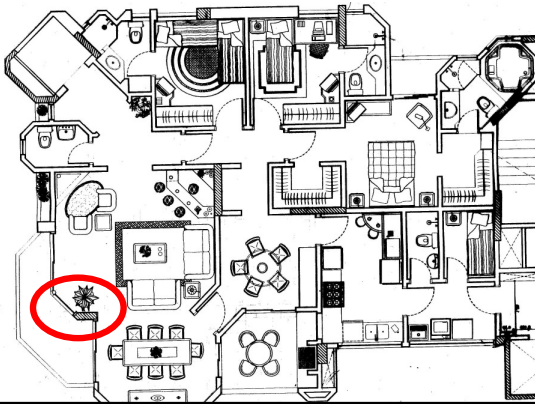
mudanças na concepção estrutural



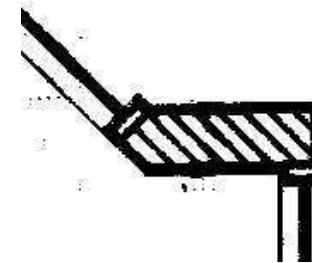
mudanças na concepção estrutural



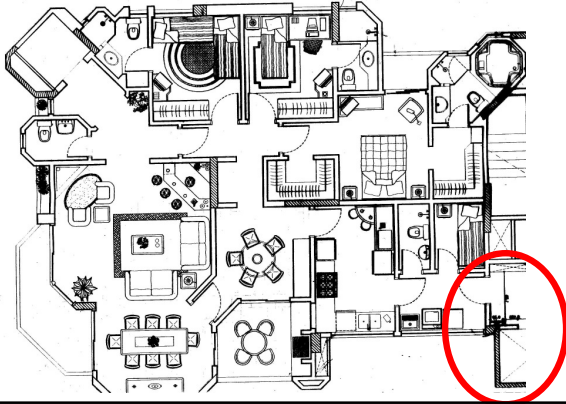
mudanças na concepção estrutural



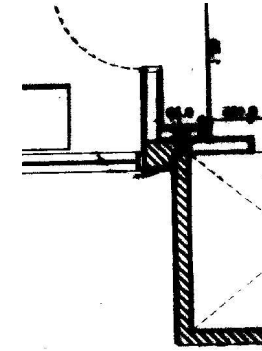
mudanças na concepção estrutural



mudanças na concepção estrutural



mudanças na concepção estrutural

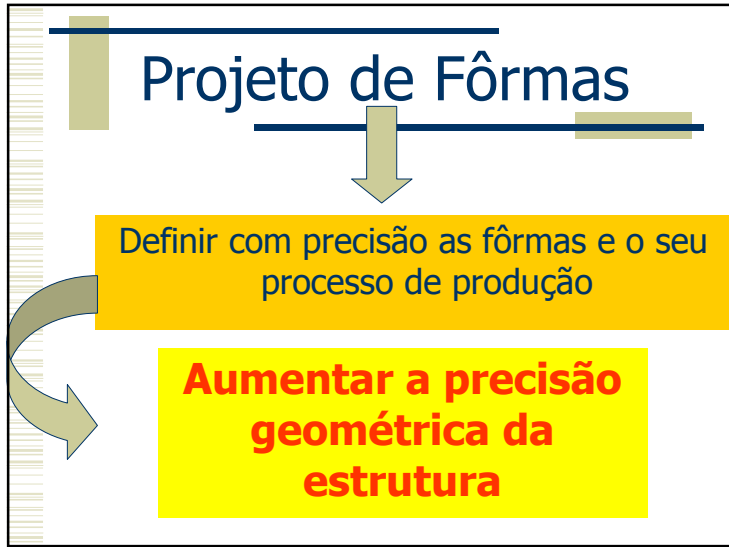


Compatibilização da estrutura com demais subsistemas

- Instalações (embutimentos, passagens, locação de prumadas e ramais, etc)
- Vedações (dimensões dos pórticos e dos elementos estruturais)
- Revestimentos e Impermeabilização (dimensões dos elementos estruturais)

mudanças na gestão do processo de produção

- ◆ **PLANEJAMENTO** DA SEQÜÊNCIA DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS NA MONTAGEM DAS FORMAS
- ◆ **CONTROLE** DO PROCESSO E DE ACEITAÇÃO FORMALIZADO E SISTÊMICO



Diretrizes: do Projeto de Fôrmas

- ♦ **Compatibilizar o sistema com o número de reutilizações necessárias**
- ♦ **Dimensionar as fôrmas: otimizar a produção e a segurança**
- ♦ **Racionalizar o corte dos painéis:** diminuir perdas de materiais

Diretrizes: do Projeto de Fôrmas

- ♦ Substituição de pregos por encaixes e cunhas
- ♦ Substituição de gravatas e sargentos por tensor+esticador ou barras de ancoragem
- ♦ Escoras e garfos metálicos ajustáveis

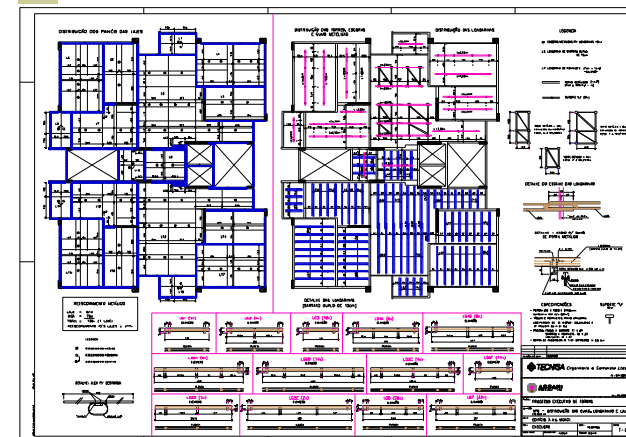
Facilidade de operação

Conteúdo de um Projeto de Fôrma

Detalhamento de todas as peças do sistema de fôrma

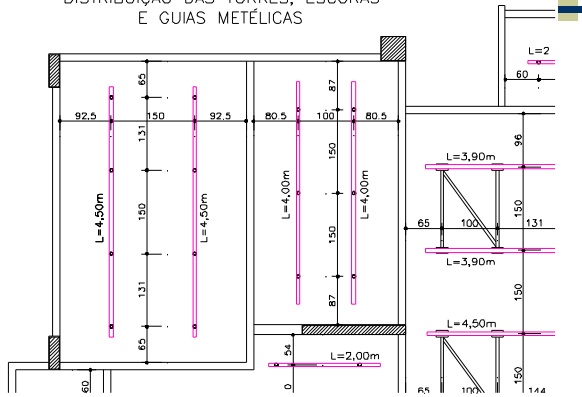
- posição dos ganchos, escoras e apuradores
- posição e distribuição das longarinas e travessas
- posição e distribuição das chapas de compensado

O projeto da fôrma

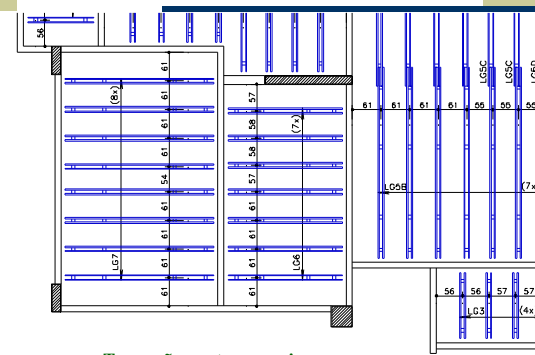


LOGARINAS E ESCORAS

DISTRIBUIÇÃO DAS TORRES, ESCORAS E GUIAS METÉLICAS



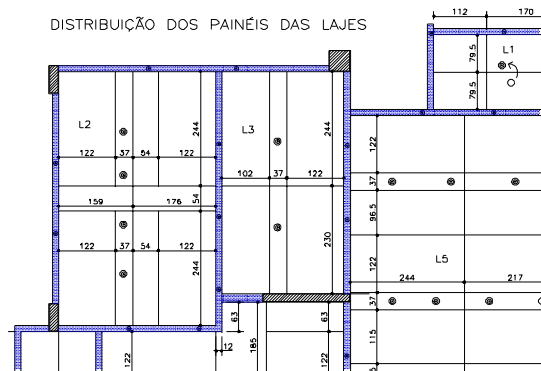
TRAVESSAS



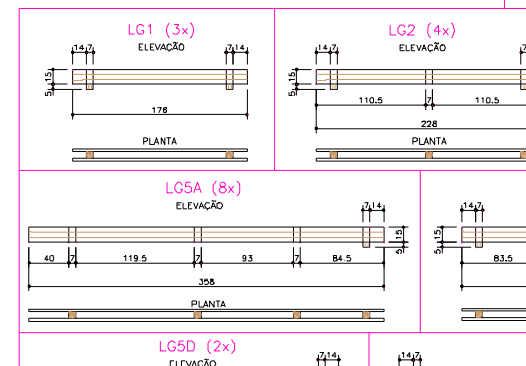
Travessões ou transversinas
(SARRAFO DUPLA DE 15cm)

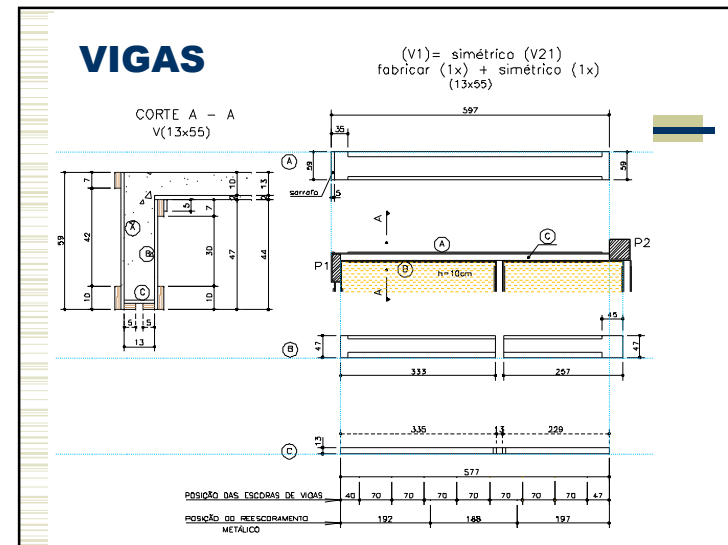
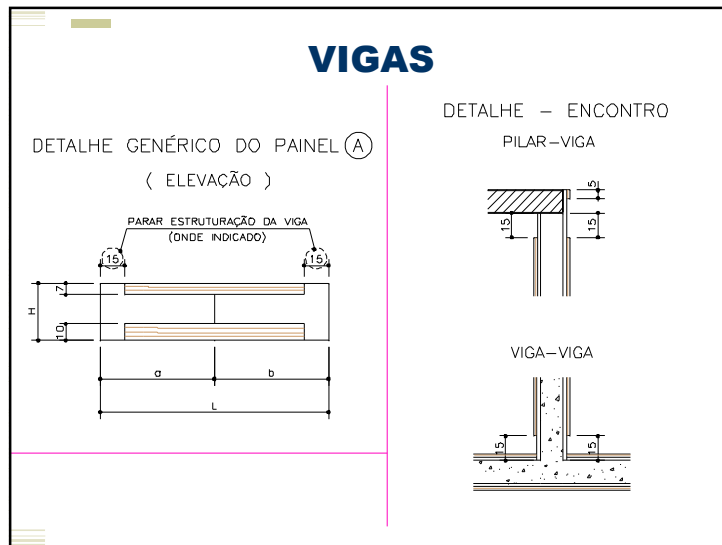
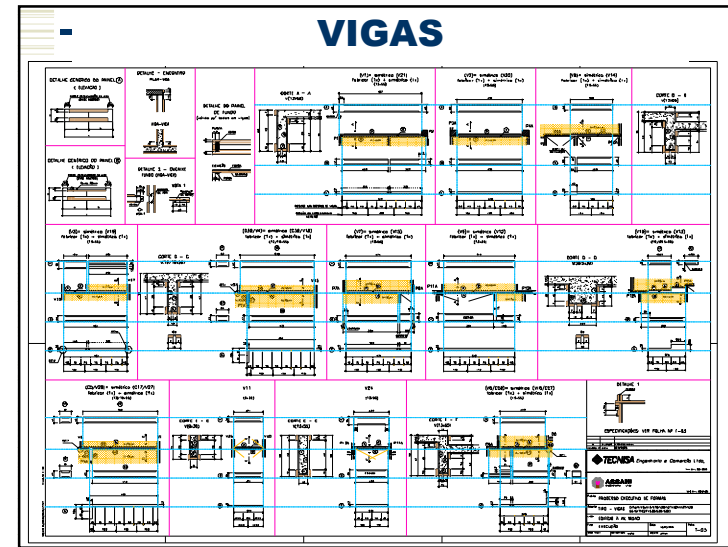
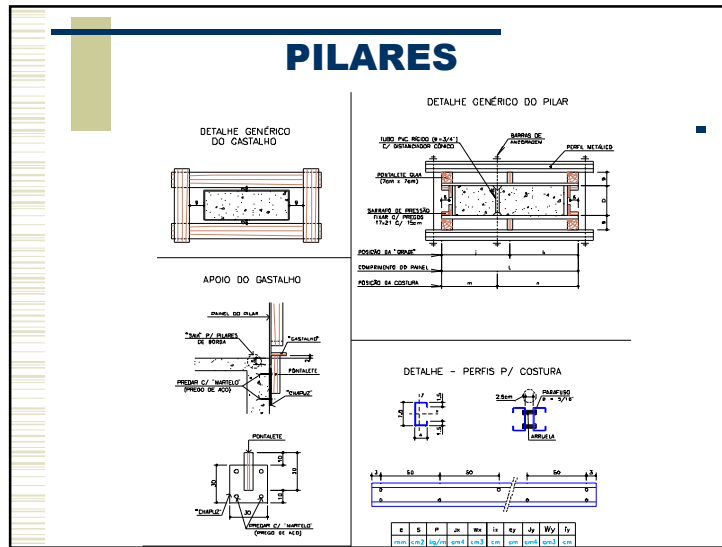
PAINÉIS E ESCORAS

DISTRIBUIÇÃO DOS PAINÉIS DAS LAJES



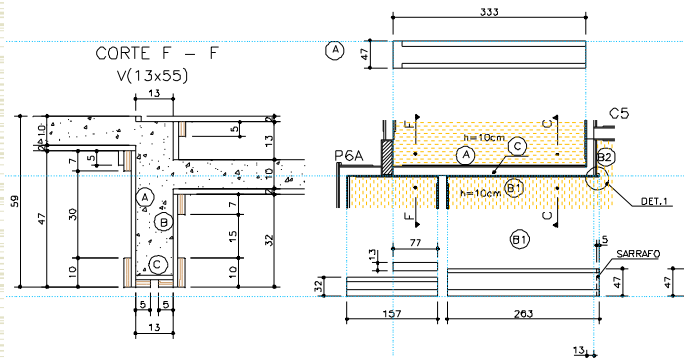
DETALHES DE FABRICAÇÃO DAS PEÇAS



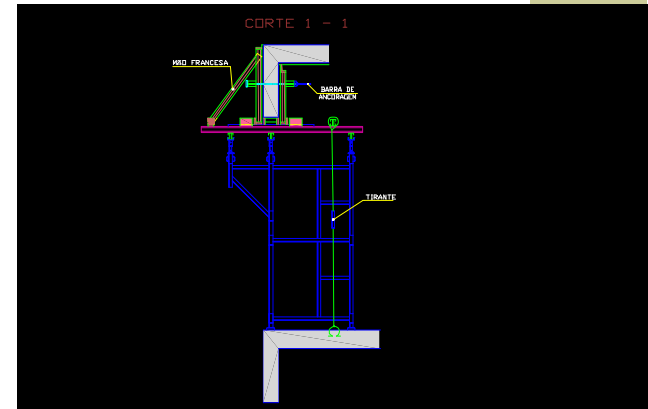


VIGAS

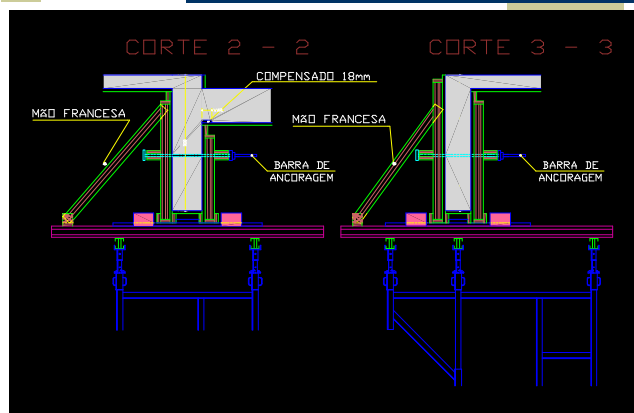
(V6/C28) = simétrico (V16/C27)
fabricar (1x) + simétrico (1x)
(13x55)



VIGAS

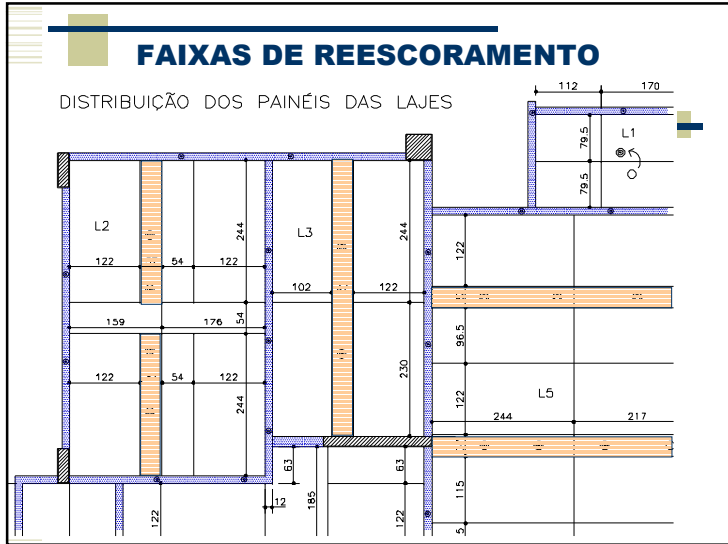


VIGAS

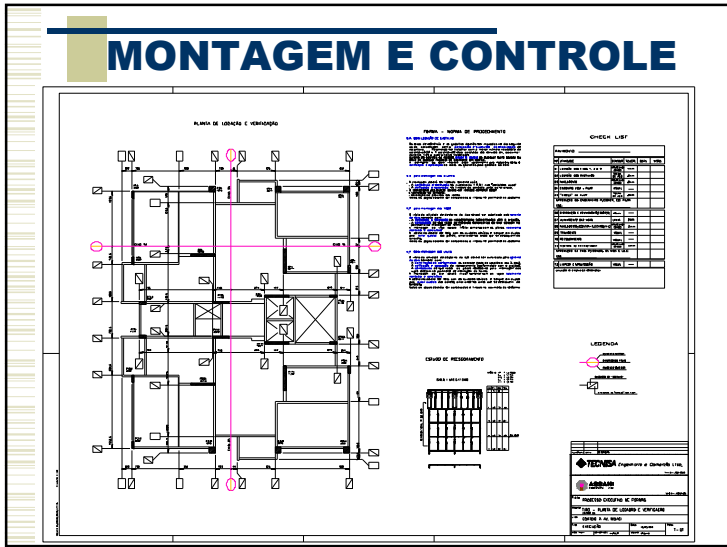


O projeto da fôrma

- Previsão de faixas de reescoramento
- Previsão de segundo jogo de fundo de vigas

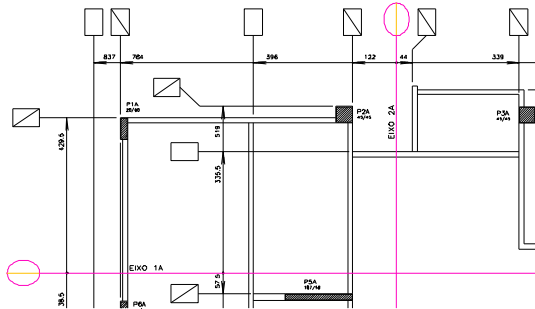


- ### Conteúdo de um Projeto de Fôrma
- Sequência de execução dos serviços na montagem dos painéis
 - Critérios de verificação, procedimentos e tolerâncias
 - Sistema de controle e liberação para concretagem
 - Procedimento de limpeza, preparação e de desforma



MONTAGEM E CONTROLE

PLANTA DE LOCAÇÃO E VERIFICAÇÃO



MONTAGEM E CONTROLE

FORMA — NORMA DE PROCEDIMENTO

N.P. para LOCAÇÃO DE GASTALHO

- Os eixos de referência e os gualhos deverão ser marcados no dia seguinte ao da concretagem com a participação e supervisão do encarregado de carpintaria. Recomenda-se trabalhar com o menor número necessário de carpinteiros (3 a 4 carpinteiros) para conclusão dos serviços em, aproximadamente, três a quatro horas trabalhadas.
- Durante os serviços de locação, **proibir o acesso** de qualquer outra pessoa ou envio de qualquer material ao pavimento em serviço.
- O pavimento só será liberado para recebimento dos materiais após a **verificação e aprovação** de todos os gualhos pela gerência da obra.

N.P. para montagem dos PILARES

- A montagem deverá ser liberada somente após:
 - A **conferência e aprovação** do nivelamento (R.N.) nos "pontaletes guias".
 - A **verificação e aprovação** da limpeza do concreto junto ao arranque.
- O fechamento dos pilares deverá ser liberado somente após:
 - Verificação da armação.
 - Colocação de pastilhas nos ferros.
- Todas as peças deverão ser conservadas e limpas no pavimento da desforma.

N.P. para montagem das VIGAS

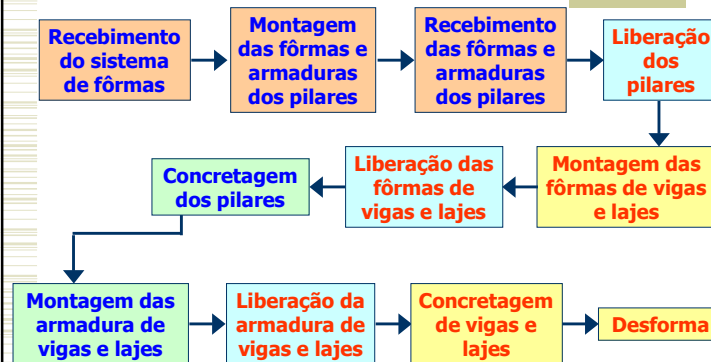
- O início da atividade de desforma da viga deverá ser autorizado pelo **gerente da obra** somente com:
 - A **verificação e aprovação** do reescoramento (conformidade com o projeto).
 - A **constatação** de que todos os materiais pertencentes ao pilar estejam no

MONTAGEM E CONTROLE

CHECK LIST

PAVIMENTO _____					
Nº	ATIVIDADE	SENSOR	TOLER.	DATA	VISTO
01	LOCAÇÃO DOS EIXOS 1, 2 e 3	APARELHO ÓTICO	1mm		
02	LOCAÇÃO DOS GASTALHOS	TRENA DE AÇO	2mm		
03	NIVELAMENTO	APARELHO ÓTICO	2mm		
04	ENCONTRO VIGA x PILAR	VISUAL	—		
05	"CABEÇA" DO PILAR	TRENA DE AÇO	2mm		
APROVAÇÃO DO ENGENHEIRO P/CONCR. DO PILAR ENG. _____					

Produção da Estrutura de C.A.



Recebimento do Sistema de Fôrmas

- ◆ Definição prévia do local de depósito
 - Coberto
- ◆ Verificação de:
 - Medida e corte das peças
 - Pintura das bordas do compensado
 - Quantidade das peças
 - Espaçamento entre sarrafos

Montagem do Sistema de Fôrmas: início

- ◆ Procedimento Cyrella
 - Marcação dos eixos de referência e dos gualhos
 - ◆ Dia seguinte à concretagem

Participação e supervisão do encarregado da carpintaria

Locação dos gualhos de pé de pilar

- ◆ Procedimento Cyrella
 - Marcação dos eixos de referência e dos gualhos
 - ◆ Proibição do acesso de outras pessoas ou envio de materiais ao pavimento em serviço
 - ◆ Verificação e liberação
 - Gerência de obras

MONTAGEM DAS FÔRMAS

- ◆ Locação ou transferência dos eixos

Posicionamento inicial dos eixos → Topografia

Transferência dos eixos

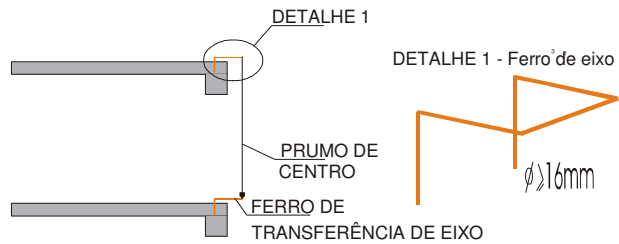
Teodolito

“Puxando os pontos”

MONTAGEM DAS FÔRMAS

- ♦ Locação ou transferência dos eixos

TRANSFERÊNCIA DE EIXOS



MONTAGEM DAS FÔRMAS

Ferramenta auxiliar para transferência de eixos

Locação ou transferência dos eixos



MONTAGEM DAS FÔRMAS

- ♦ Locação ou transferência dos eixos

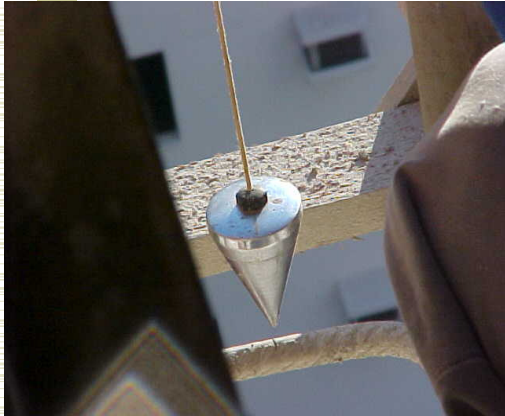


MONTAGEM DAS FÔRMAS

Locação ou transferência dos eixos

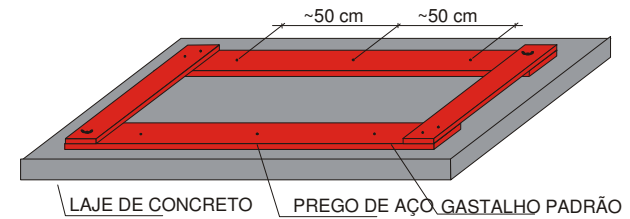


Locação ou transferência dos eixos



Locação dos gaxtalhos de pé de pilar

FIXAÇÃO DE GASTALHO



Locação dos gaxtalhos de pé de pilar



Locação dos gaxtalhos de pé de pilar

Verificar

Nivelamento e união

Limpeza da armadura de espera do pilar

Perpendicularidade de suas faces

Montagem das fôrmas dos pilares

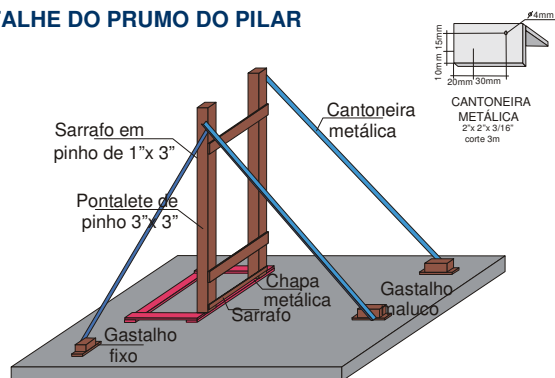
- ◆ Possui variações devido a:
 - ◆ Tipo de estruturação e travamento dos painéis
 - ◆ Interface entre fôrmas e armação
 - Armação colocada antes ou depois da fôrma

Montagem das fôrmas dos pilares

- Liberação para a montagem
 - Conferência e aprovação do nivelamento nos "pontaletes guias"
 - Aprovação da limpeza do concreto junto ao arranque

Montagem das fôrmas dos pilares

DETALHE DO PRUMO DO PILAR



Montagem das fôrmas dos pilares



Montagem das fôrmas dos pilares



Montagem das fôrmas dos pilares

- ◆ Posicionamento das três faces do pilar
 - ◆ Nivelamento e prumo
- ◆ Passar desmoldante nas três faces
- ◆ Posicionamento da armadura
 - ◆ Espaçadores e pastilhas

Montagem das fôrmas dos pilares



Montagem das fôrmas dos pilares

- ◆ Liberação para fechamento dos painéis
 - Verificação da armação
 - Colocação das pastilhas
- ◆ Fechamento da fôrma com sua 4ª face
 - ◆ Nivelamento, prumo e escoramento



Montagem das fôrmas de vigas

- Condição para início do serviço

Fôrmas dos pilares MONTADAS E TRAVADAS

- Posicionamento dos garfos
- Montagem dos fundos de viga
 - Apoio sobre os pontaletes, cavaletes ou garfos



Montagem das fôrmas de vigas

Montagem das fôrmas de vigas



Montagem das fôrmas de vigas

- Posicionamento das laterais das vigas
- Posicionamento das galgas, tensores e gravatas das vigas

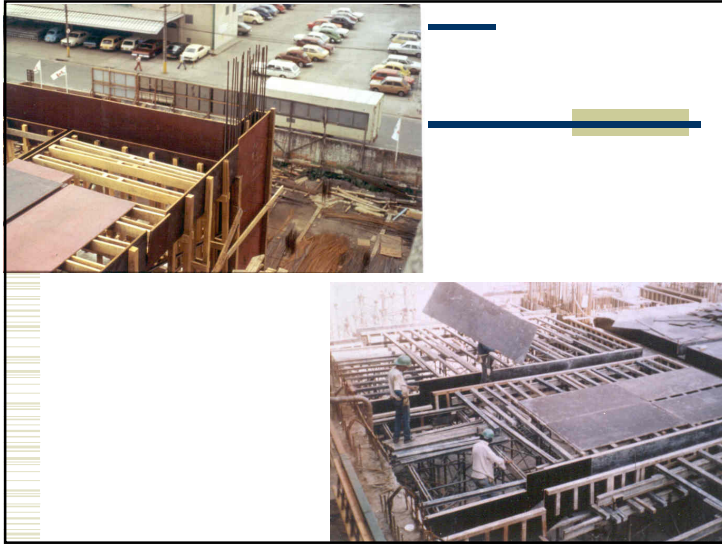
Montagem das fôrmas de vigas



Montagem das fôrmas de vigas


- Posicionamento das guias e escoras de apoio dos painéis da laje
- Posicionamento dos travessões
- Distribuição dos painéis da laje





Montagem das fôrmas de lajes

Trasferência dos eixos de referência do pavimento inferior



Montagem das fôrmas de lajes

- Fixação dos painéis de laje



Montagem das fôrmas de lajes

- Colocação das escoras das faixas de laje



Montagem das fôrmas de lajes

- Alinhamento das escoras de vigas e lajes



Montagem das fôrmas de lajes

- Nivelamento das vigas e lajes



Controle da Produção das Fôrmas

- ◆ Controle dos serviço de montagem das fôrmas

Porque controlar ao longo do processo ?

- dependência entre atividades;
- não acumulação de erros;
- Estabelecimento dos itens a verificar e do momento de verificação;
- Estabelecimento das tolerâncias.

Controle da Produção das Fôrmas

- ◆ **Itens de verificação**
 - Posicionamento do galgalho de pé-de pilar
 - Prumo e nível
 - Verificação da rigidez
 - ◆ Galgalhos ou gravatas
 - ◆ Tensores
 - ◆ Aprumadores

Controle da Produção das Fôrmas

- ◆ **Itens de verificação**
 - Encontro viga/pilar
 - ◆ Possíveis frestas
 - Posicionamento
 - ◆ Escoras das vigas
 - ◆ Laterais das vigas

Controle da Produção das Fôrmas

- ◆ **Itens de verificação**
 - Distribuição
 - ◆ dos travessões e longarinas de apoio da laje
 - ◆ de painéis
 - Conferência dos eixos de referência
 - Posicionamento das escoras de lajes

Controle da Produção das Fôrmas

- ◆ **Tabela de Tolerâncias (Cyrela)**

ATIVIDADE	INSTRUMENTO	TOLERÂNCIAS
● Eixos Principais Locação e transferência	Prumo de centro	0 mm
● Galgalho Medida, fixação, rigidez	Trena de aço	3 mm
● Nivelamento Nível de referência	Mangueira	3 mm
● Encontro de viga/pilar	Visual	-----

Controle da Produção das Fôrmas

♦ Tabela de Tolerâncias (Cyrela)

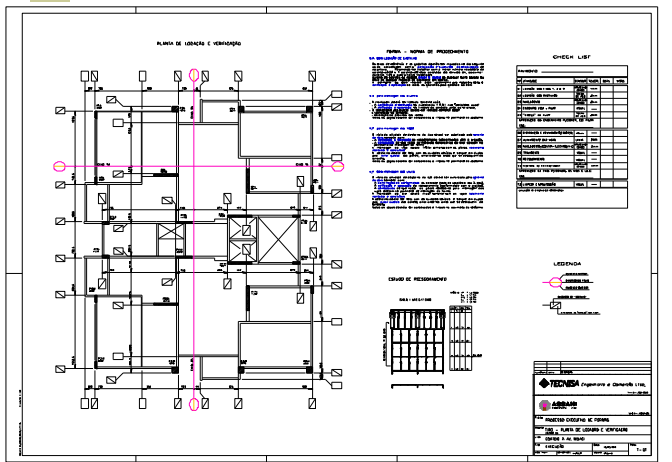
ATIVIDADE	INSTRUMENTO	TOLERÂNCIAS
• Transferência de eixos Sobre a fôrma	Prumo de centro	0 mm
• Boca do pilar Medidas	Trena de aço	3 mm
• Vigas Alinhamento Nivelamento	Linha e metro Aparelho laser	3 mm do aparelho

Controle da Produção das Fôrmas

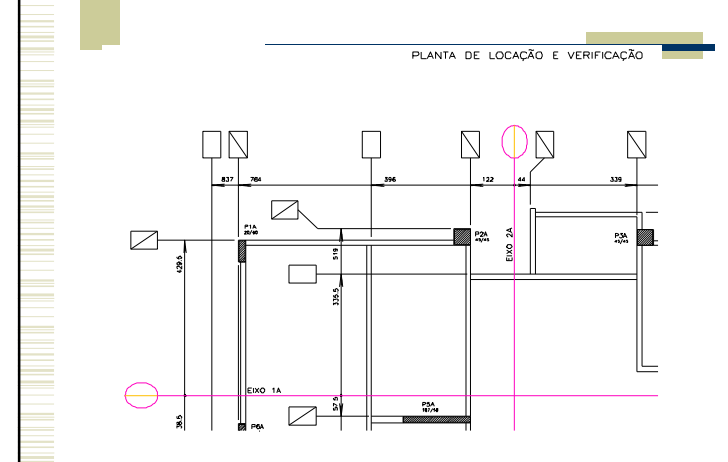
♦ Tabela de Tolerâncias (Cyrela)

ATIVIDADE	INSTRUMENTO	TOLERÂNCIAS
• Lajes Nivelamento	Aparelho laser	do aparelho
• Travamento Mão-francesa e fixação	Visual	-----
• Limpeza e conservação	Visual	-----
• Reescoramento Pavimentos inferiores	Visual e tato	-----
• Mestras de concretagem	Aparelho óptico	-----

MONTAGEM E CONTROLE



MONTAGEM E CONTROLE



MONTAGEM E CONTROLE

FORMA — NORMA DE PROCEDIMENTO

N.P. para LOCAÇÃO DE GASTALHO

- Os eixos de referência e os gualhos deverão ser marcados no dia seguinte ao da concretagem com a participação e supervisão do encarregado de carpintaria. Recomenda-se trabalhar com o menor número necessário de carpinteiros (3 a 4 carpinteiros) para conclusão dos serviços em, aproximadamente, três a quatro horas trabalhadas.
- Durante os serviços de locação, **proibir** o acesso de qualquer outra pessoa ou envio de qualquer material ao pavimento em serviço.
- O pavimento só será liberado para recebimento dos materiais após a **verificação e aprovação** de todos os gualhos pela gerência da obra.

N.P. para montagem dos PILARES

- A montagem deverá ser liberada somente após:
 - A conferência e aprovação do nivelamento (R.N.) nos "pontaletes guias".
 - A **verificação e aprovação** da limpeza do concreto junto ao arranque.
- O fechamento dos pilares deverá ser liberado somente após:
 - Verificação da armação.
 - Colocação de pastilhas nos ferros.
- Todas as peças deverão ser conservadas e limpas no pavimento da desforma.

N.P. para montagem das VIGAS

- O início da atividade de desforma da viga deverá ser autorizado pelo **gerente da obra** somente com:
 - A **verificação e aprovação** do reescoramento (conformidade com o projeto).
 - A **constatação** de que todos os materiais pertencentes ao pilar estejam no

MONTAGEM E CONTROLE

CHECK LIST

PAVIMENTO _____					
Nº	ATIVIDADE	SENSOR	TOLER.	DATA	VISTO
01	LOCAÇÃO DOS EIXOS 1, 2 e 3	APARELHO ÓTICO	1mm		
02	LOCAÇÃO DOS GASTALHOS	TRENA DE AÇO	2mm		
03	NIVELAMENTO	APARELHO ÓTICO	2mm		
04	ENCONTRO VIGA x PILAR	VISUAL	—		
05	"CABEÇA" DO PILAR	TRENA DE AÇO	2mm		
APROVAÇÃO DO ENGENHEIRO P/CONCR. DO PILAR ENG. _____					