

Engenharia e Arquitectura Naval

TECNOLOGIA DE ESTALEIRO

Textos de Apoio

Coligidos pelo Prof. Gonçalves de Brito e

Prof. José Manuel Gordo

2005/2006

I. Construção Naval - Navios metálicos

Os processos tecnológicos mais usados em estaleiros navais dedicados à construção estrutural são genericamente os seguintes:

Fase	Processos / Observações
<i>Projecto detalhado</i>	Partindo do anteprojecto do navio, realiza-se o projecto de detalhe que permite o estabelecimento da configuração do navio e a definição pormenorizada de todos os componentes a adquirir, a manufacturar e a montar; esta fase também permite a definição das necessidades do material a adquirir, permitindo a sua encomenda.
<i>Estudo e preparação do trabalho</i>	Elaboração dos documentos técnicos que permitem ordenar a execução dos trabalhos com o uso extensivo do apoio informático no projecto de engenharia; esta fase confunde-se cada vez mais com a anterior.
<i>Traçagem e planificação</i>	Obtenção de elementos informativos que permitem a definição geométrica dos componentes estruturais (painéis, reforços a outros); obtenção das dimensões antes das deformações; execução do aninhamento (nesting), que é o processo de decidir sobre o modo de aproveitamento do material.
<i>Marcação</i>	Operação onde se define de forma indelével a forma e as dimensões dos componentes a fabricar. Trata-se da operação física de inserir marcas nas superfícies externas do material através do uso de riscadores e punções. Com o uso cada vez mais extensivo do computador para apoiar o projecto e a manufactura é possível prescindir da marcação em operações fabris, designadamente o corte por meios automáticos; os elementos informativos são enviados directamente do projecto para a máquina ferramenta, maçaricos automáticos de corte, etc.
<i>Manufactura</i>	Fabricação de componentes individualizados a partir da matéria-prima; recorre-se sobretudo ao corte (térmico ou mecânico, sendo o primeiro mais generalizado) e à deformação plástica ou enformação. Por vezes, no caso de ser necessário fabricar perfis de dimensões não comercializadas, usa-se também a soldadura.
<i>Pré-fabricação</i>	Corresponde à união entre si de peças ou componentes simples, formando painéis reforçados e blocos bidimensionais (pavimentos, anteparas, etc.). Usa-se principalmente o processo de soldadura.

<i>Montagem de blocos</i>	Ligações de peças simples, de painéis e blocos bidimensionais entre si, formando blocos tridimensionais de diversas dimensões e complexidade consoante a estratégia de fabrico. Usa-se principalmente o processo de soldadura.
<i>Montagem do navio</i>	Posicionamento, alinhamento e ligação de blocos entre si. Usam-se principalmente os processos de soldadura e os meios de movimentação e elevação.
<i>Controle de qualidade</i>	Uso de técnicas de medição linear e de forma, de verificação de soldaduras, de pinturas, de estanqueidade e outras no âmbito da verificação de qualidade. Estas actividades tem em vista verificar a conformidade das peças e dos seus conjuntos com o que consta nos desenhos construtivos e na especificação técnica do navio.
<i>Protecção superficial</i>	Decapagem e pintura das peças e dos seus conjuntos; estes trabalhos são feitos em todas as fases. A pintura total do navio é feita no final da construção.

A. Outros processos tecnológicos usados em Construção Naval

Na fase de aprestamento são usados diversos processos tecnológicos de fabrico inerentes às diversas especialidades técnicas que são usadas: mecânica, electricidade, serralharia, carpintaria, isolamentos, construção de encanamentos, etc. . Esta última tem especificidades próprias na utilização em navios; em estaleiros bem apetrechados existem máquinas próprias para enformação de tubos bem como para o seu corte e a sua soldadura.

B. Evolução dos procedimentos em construção naval

1. Construção por sistemas

A montagem dos elementos estruturais realiza-se na carreira de construção, um a um. O aprestamento realiza-se parcialmente na carreira, mas sobretudo após o lançamento à água.

2. Construção por blocos

Os blocos do casco são executados em oficina, sendo posteriormente levados para a carreira de construção; a maior parte dos trabalhos estruturais realiza-se na oficina. Esta evolução é fundamentalmente baseada na evolução tecnológica dos processos de soldadura e está associada a uma maior capacidade dos meios de elevação e movimentação do estaleiro. O aprestamento realiza-se quando o casco estiver completo.

A quantidade de aprestamento realizado na carreira de construção aumenta relativamente ao procedimento anterior, contudo continua a prevalecer o aprestamento após o lançamento à água.

3. Pré-aprestamento e aprestamento por zonas

Neste procedimento, aproveitando as facilidades de acesso, introduzem-se nos blocos alguns elementos de aprestamento.

Os trabalhos de construção estrutural do casco e do aprestamento vão progredindo em paralelo, com uma significativa parcela de coordenação da Engenharia de Produção.

A informação de projecto é organizada principalmente por sistemas, começando-se a estabelecer módulos simples de equipamentos e começando-se a notar a necessidade de informação estruturada de outra forma mais de acordo com o procedimento de montagem. Começa-se a reduzir o período de aprestamento após o lançamento à água.

4. Construção integrada

Os trabalhos de construção estrutural, aprestamento e pintura progridem em simultâneo, segundo as possibilidades de realização local.

A informação técnica desenvolve-se baseando-se na divisão do navio em produtos intermédios.

Procura-se neste último caso a normalização e a construção modular. A evolução para este procedimento só é possível com a evolução para uso de sistemas CAD e com o recurso à gestão integrada de projecto e materiais. O tempo de aprestamento na carreira de construção e após o lançamento à água é reduzido, bem como o período total da construção.

Alguns conceitos básicos da construção integrada são os seguintes.

- Tudo o que se puder terminar antecipadamente, deve ser concretizado o mais cedo possível.
- Deve-se aproveitar o momento mais oportuno para realizar trabalhos, evitando-se esforços e posições incómodas, manobras e meios auxiliares.
- Sempre que possível deve-se induzir o efeito de série, procurando afinidades nas obras a realizar.

A concretização da construção integrada deve ter em consideração os conceitos referidos e deve observar a seguinte metodologia:

- Dividir o navio em zonas e considerar que estas devem ser concebidas como um conjunto de produtos intermédios.
- Definir o plano de execução de cada um dos produtos intermédios (notar que o navio completo é o “produto intermédio” de maior âmbito).
- Identificar os módulos estruturais, de aprestamento e outros e diligenciar a execução do maior número de trabalhos em boas condições em recintos cobertos.

- Orientar todo o projecto de produção para o produto e para o processo, em detrimento da visão funcional.

Com a construção integrada, pretende-se reduzir o período de construção, pela realização simultânea de maior número de trabalhos e pretende-se igualmente reduzir o custo porque o prazo de construção é reduzido, porque as condições de realizar os trabalhos são melhores e porque a coordenação entre tarefas é mais eficaz.

Através da construção integrada também se espera melhoria da qualidade, associada a melhoria das condições de execução.

Na tabela seguinte mostra-se um exemplo do avanço de uma construção na altura do lançamento à água usando ou o processo de construção tradicional (construção por blocos) ou o processo de construção integrada.

	Const. Tradicional (blocos)	Construção Integrada
Estrutura	90	99
Casa de Máquinas	30	92
Redes de encanamentos	30	93
Conduatas	30	97
Habitabilidade	10	64
Cabos eléctricos	5	40
Avanço no lançamento à água	39%	75%

II. Processos tecnológicos específicos da Reparação Naval

A. *Docagem do Navio*

- Entrada em doca, assentamento nos picadeiros e esgoto de água
- Lavagem do casco com jacto de água de alta pressão
- Inspeção para definição de trabalhos no casco
- Eventual decapagem
- Pintura do casco e porta do leme
- Inspeção e reparação das válvulas de fundo e de descarga
- Medição de folgas nos apoios das linhas de veios e no apoio da madre leme
- Trabalhos de inspeção e beneficiação dos ferros e das amarras
- Inspeção e beneficiação dos transdutores da sonda e do odómetro
- Apoio de meios de elevação e transporte
- Inspeção e eventual substituição dos ânodos de protecção catódica
- Inspeção e beneficiação dos hélices
- Alagamento da doca e saída do navio

III. Processos de aprestamento

A. Introdução

O aprestamento engloba todos os componentes não estruturais existentes no navio, designadamente:

- o Sistemas de propulsão e seus auxiliares;
- o Sistemas de governo - leme e respectivas máquinas de accionamento;
- o Sistemas de conversão de energia — eléctrico, vapor, hidráulico e respectivos dispositivos de comando controlo e protecção;
- o Sistemas de fluidos, compreendendo redes de encanamentos e respectivos acessórios, bombas, compressores, permutadores de calor, etc.;
- o Sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado, condutas e respectivos acessórios
- o Equipamento de áreas habitacionais (acomodações, alimentação, instalações sanitárias, etc.);
- o Equipamento de convés e de carga;
- o Outro equipamento específico, relacionado com a finalidade do navio.

O termo *aprestamento* refere-se ainda à fase de fabrico onde se processa a instalação do material acima referido. Nesta fase de fabrico interessa sobretudo a natureza do material e a sua localização física em detrimento da sua finalidade. Quem procede à instalação dos diversos órgãos e do equipamento não está necessariamente inteirado das respectivas implicações funcionais, logo tem de haver cuidadosas e detalhadas instruções de montagem, informação sobre os cuidados de manuseio e limpeza a observar, etc; as actividades cruciais devem ser executadas, acompanhadas ou supervisionadas por pessoal especializado consciente das referidas implicações funcionais.

Os processos de manufactura são exteriores ao processo de aprestamento; em geral são executados por entidades diferentes mais bem apetrechadas que o próprio estaleiro e com menores custos de estrutura, o que possibilita economias no cômputo geral do custo de aquisição do navio.

B. Instalações de máquinas

A prática normal dos estaleiros é a aquisição do equipamento de propulsão principal e máquinas auxiliares, havendo também casos em que estes equipamentos são fornecidos pelo armador. O estaleiro é responsável pela instalação de todo o equipamento, incluindo a construção e instalação dos respectivos suportes e fixes, a manufactura e montagem das redes de encanamentos e condutas e das necessárias instalações eléctricas, posicionamento, alinhamento e fixação e ensaios de funcionalidade.

A instalação de máquinas a bordo de navios emprega sobretudo soldadura de fixas (fixações), união mecânica por aparafusamento, aplicação de dispositivos de absorção de vibrações e operações de alinhamento com níveis de exigência decorrentes das especificações de operação. No caso de navios com características militares adopta-se, em algumas situações, calços antichoque.

Um aspecto a ter em conta na instalação de máquinas na generalidade dos navios é a exiguidade do espaço disponível, que implica o estudo dos percursos de acesso e o estabelecimento de folgas espaciais suficientes para o acesso na montagem e, sobretudo, nas futuras necessidades de desmontagem no decurso da vida útil do navio.

Um dos aspectos de maior importância na instalação de máquinas é a instalação e alinhamento dos veios de propulsão, caracterizado por técnicas específicas que são estudadas noutra disciplina.

O equipamento do estaleiro de construção para ocorrer às exigências da instalação de máquinas pode variar bastante, mas no limite mínimo não são necessários demasiados meios, salvo no que se refere a meios de movimentação e posicionamento de equipamentos, engenhos de furar e de mandrilar semiportáteis, meios de soldadura básica, jogos de ferramentas de uso generalizado por mecânicos e aparelhos de medida e de alinhamento de precisão.

C. Encanamentos e condutas

A manufactura e montagem de sistemas de encanamentos em navios representam uma das parcelas mais significativas da fase de aprestamento, não só qualitativamente como quantitativamente. As quarteladas de encanamentos são manufacturadas nas oficinas de tubos a partir dos troços fornecidos pelas fábricas, normalmente com seis metros de comprimento. Os processos de fabrico dos encanamentos, envolvem a traçagem, o corte e preparação de superfícies para soldadura, a enformação e a ligação com uniões mecânicas (pratos de união, braçadeiras metálicas ou uniões roscadas) ou soldadas. Os procedimentos específicos dependem dos requisitos funcionais relativos à aplicação; de qualquer forma é importante salientar que existem tolerâncias dimensionais para a ovalização dos tubos (derivada dos processos de fabrico com deformação plástica), cuidados especiais quanto à qualidade das soldaduras e brazagens efectuadas, requisitos exigentes quanto a defeitos no interior dos tubos (excesso de resíduos de soldadura, faltas de material, mossas e rincões) e exigências quanto à limpeza interna dos tubos, nomeadamente em secções reduzidas e em tubos destinados a fluidos gasosos.

Os materiais usados em encanamentos são bastante diversificados (aços não ligados e aços de liga, aços inoxidáveis, ligas de cobre, ligas de níquel, titânio e alumínio, materiais plásticos e materiais compósitos), influenciando significativamente os processos de fabrico, designadamente no que se refere ao corte e à ligação por soldadura ou brazagem.

Na instalação a bordo recorre-se à fixação com suportes metálicos rígidos ou flexíveis, ao uso de uniões flexíveis para aceitar dilatações lineares devido ao aumento de

temperatura e para amortecer vibrações. São aspectos importantes de tecnologia de fabrico e de instalação de encanamentos, as condições de acessibilidade para montagem e desmontagem, as soluções técnicas que garantem a estanqueidade e a resistência mecânica nas ligações ao costado e na passagem de anteparas e de pavimentos estanques. A identificação da natureza e do sentido de escoamento dos fluidos é igualmente um factor a considerar na fase de aprestamento, bem como as necessidades de isolamento térmico, acústico ou contra condensação.

Com abordagem assimilável aos encanamentos figuram as condutas de ventilação e de exaustão de gases de evacuação de máquinas térmicas. Nestes casos, há que considerar as seguintes diferenças: pressões de serviço mais baixas, ocupação de maiores volumes e cuidados específicos devidos aos esforços variáveis induzidos pela dilatação linear (no caso das condutas de ventilação).

D. Instalações eléctricas

O padrão normal de construção de instalações eléctricas a bordo de navios envolve a montagem de cabos eléctricos, a instalação de quadros, caixas com órgãos de comando, protecção e medida, aparelhagem diversa, conversores, transformadores, etc.; envolve igualmente a execução de terminais na cablagem eléctrica, a identificação dos respectivos circuitos e a correspondente ligação aos equipamentos, quer para alimentação eléctrica, -quer para transmissão de sinais electrónicos (neste último caso envolve igualmente os circuitos de fibra óptica que começam a ter aplicação em navios tal com têm tido em aplicações terrestres e aeronáuticas).

Em geral, os cabos eléctricos correm no interior do navio, fixados com braçadeiras em calhas eléctricas (em locais onde existam líquidos ou em porões, os cabos são instalados dentro de tubos; como já mencionado para os encanamentos, a passagem de anteparas e pavimentos estanques envolve dispositivos especiais, característicos de aplicações navais.

Um aspecto importante a considerar é a compatibilidade electromagnética dos diversos circuitos, em particular os circuitos de sinais de comando e controlo relativamente a cabos onde se transmitem radio frequências, em consequência dos estudos de compatibilidade electromagnética, há que usar cabos blindados em determinados circuitos para obviar os efeitos negativos das interferências, nomeadamente em circuitos de sinal de comando. O crescente uso de automatismo a bordo dos navios tem implicado um aumento significativo da importância das instalações eléctricas, que são vitais para a segurança de operação e para o eficaz funcionamento do navio.

E. Habitabilidade e aprestamento das áreas funcionais

O aprestamento dos compartimentos onde as tripulações exercem actividades, descansam e ingerem alimentos, implica sobretudo a aplicação de isolamentos térmicos e acústicos, de revestimentos funcionais ou estéticos, a instalação de iluminação, ventilação e climatização, e a instalação de mobiliário e de equipamentos específicos do local em causa.

O contributo de diversas especialidades profissionais para o aprestamento implica um elevado grau de coordenação e/ou um esforço de polivalência profissional; os aspectos

estéticos nas zonas de acomodação são muito importantes, bem como os aspectos ergonómicos nas zonas predominantemente funcionais (as preocupações ergonómicas não se cingem a aspectos dimensionais e físicos, devendo ser englobados num espectro mais amplo que envolva as condições ambientais (ruído, temperatura e humidade, iluminação e renovação do ar.

IV. Elementos a incluir num estaleiro de construção de embarcações em PRF

A. Nave industrial para fabrico do molde do casco e para laminagem

Deve ter espaço suficiente para permitir a desmoldagem e para manter dispositivos auxiliares da construção e ferramentas.

Deve ter meios próprios de elevação (pontes rolantes)¹

Deve ter um sistema de ventilação (extracção de vapores tóxicos de estireno e de outros gases)

Deve ter local destinado à gestão directa.

B. Oficinas de aprestamento

Sectores oficinais dotados de máquinas ferramentas e de outros acessórios destinados a permitir o aprestamento (serralharia, carpintaria, pintura, mecânica, electricidade, caldeiraria de tubos, etc.)

Nota: deve-se ter presente que estas oficinas também prestam apoio aos trabalhos realizados no cais acostável

C. Gabinete técnico de engenharia

- Projecto de produção (CAD/CAM)
- Planeamento da produção
- Estudo do trabalho (preparação do trabalho)
- Sector de garantia de qualidade

D. Sector administrativo

- Administração
- Sector comercial
- Sector de aquisições
- Gestão de pessoal
- Contabilidade, etc.
- Instalações previstas para inspectores e tripulações do armador

E. Armazéns de materiais diversos Armazéns de materiais

Ferramentarias

¹ Este e os outros sistemas eléctricos existentes na nave onde se existem contactores ou outros Órgãos onde podem ocorrer faíscas será preferível o accionamento (a motorização) com ar comprimido.

F. Armazém de reagentes químicos inflamáveis

Dotada de condições particulares de protecção e de prevenção contra incêndios e explosões

G. Armazém de material em trânsito

Parque transitório para materiais adquiridos e destinados directamente às construções

H. Meios de elevação

Guindastes

Gruas móveis

I. Meios de movimentação de materiais Empilhadores

Plataformas com rodados (zorras)

J. Infraestrutura de alagem

Plataforma elevatória, doca flutuante, doca seca, plano inclinado de alagem, etc.

Nota: a embarcação pode ser colocada na água ou já pronta, ou ainda na fase do aprestamento (normalmente em embarcações de maior dimensão o aprestamento é finalizado com a embarcação já a flutuar, embora, preferencialmente, do ponto de vista de qualidade e de rapidez seja preferível que todos os trabalhos sejam realizados com a embarcação em seco).

Embora não seja obrigatório, é vantajoso que exista um meio para colocar a embarcação em seco, caso seja necessário, durante o período do aprontamento final ou durante o período de garantia. No caso de não existir, se for necessário há que contratar o serviço de carenagem a um estaleiro que tenha esses meios.

K. Cais de atracação

Preferivelmente permitindo a atracação de dois navios da maior dimensão que possa ser construído no estaleiro

L. Redes de energia, fluídos e de efluentes

Energia eléctrica, ar comprimido e água; drenagem de esgotos industriais separada dos esgotos sanitários

M. Instalações de apoio aos trabalhadores

Vestiários/balneários

Cantina/local para refeições

N. Acessos e caminhos diversos

Dimensionados (em largura e raio de giração e em pressão no solo) em conformidade com as cargas previstas

V. Fases da actividade do Estaleiro de construção naval em PRF²

- o Celebração do contrato
- o Projecto de produção
- o Planeamento, escolha da estratégia construtiva e programação da construção
- o Escolha e encomenda dos materiais
- o Execução dos moldes (casco, superestrutura, e acessórios)
- o Construção estrutural (laminagem)- casco, superestrutura e outros elemento de dimensão significativa
- o Aprestamento (instalação de todos os equipamentos e acessórios necessários à utilização do navio)
- o Aprontamento (colocação em funcionamento pela primeira vez e execução de ajustamentos ao dito funcionamento)
- o Provas de entrega (a cais e no mar)
- o Entrega
- o Garantia

² De notar que as fases enunciadas não são estanques entre si, isto é, existe alguma sobreposição entre elas, variável caso a caso.

VI. Especialidades profissionais em construção e reparação naval

A. Introdução

A construção e reparação naval de navios metálicos exigem um número significativo de especialidades profissionais para executar as operações industriais necessárias.

Antes de enumerar as especialidades mais representativas referem-se alguns aspectos gerais.

Na construção naval existem operações fabris típicas de fabrico através da transformação de matérias-primas que permitem a obtenção de produtos complexos - figuram neste caso a construção estrutural (estruturas principais e secundárias), fabrico e instalações das redes de encanamentos e de condutas, a preparação e montagem de isolamentos e revestimentos, as pinturas e a execução da instalação eléctrica.

Existem outras operações com menor valor acrescentado, relacionadas com a instalação de máquinas, equipamentos e componentes diversos, fabricados por outras indústrias que em parte se designam por indústrias auxiliares.

Enquanto nas operações típicas de fabrico existe uma repartição de actividade entre as operações de transformação e as de instalação e montagem, nas segundas prevalece a instalação e montagem. No que se refere à reparação de navios, as actividades têm uma maior componente de prestação de serviços; grande parte dos trabalhos realiza-se no navio, com uma maior incidência de mão-de-obra.

Enquanto no passado se observava que os estaleiros detinham grande capacidade industrial de fabrico e de instalação e montagem em praticamente todas as especialidades necessárias, constata-se uma tendência para os estaleiros aligeirarem a capacidade própria de execução reforçando a componente de subcontratação.

A tendência de subcontratação não tem limites definidos; teoricamente, é possível considerar um estaleiro que apenas detenha a infra-estrutura, meios de planeamento, coordenação e controlo e serviços de apoio (meios de elevação e energia). Esta tendência de subcontratar está relacionada com a capacidade de produzir de forma mais racional reduzindo custos desnecessários, aligeirando os custos fixos do estaleiro em particular os encargos com máquinas ferramentas e com pessoal a quem dificilmente seria possível garantir plena actividade durante todo o tempo útil de laboração. Apesar do que ficou expresso anteriormente constata-se que um número significativo de actividades de construção e reparação naval continua a ser feito com pessoal próprio do estaleiro; existem algumas actividades que classicamente são subcontratadas, conforme se referirá a seguir.

A descrição do âmbito de actuação das diversas especialidades que se segue, não é exaustiva nem dogmática, isto é, além de existirem outras especialidades e da divisão de trabalho poder ser feita de outra forma, o que se indica, representa uma tendência genérica.

Caldeireiros navais - grupo profissional que se dedica ao fabrico das estruturas do casco e de superestruturas; como subespecialidades, encontram-se os operários que marcam as peças, que operam máquinas de deformação plástica e de corte mecânico. Todos os trabalhos auxiliares inerentes à construção de blocos e à montagem metalomecânica é também efectuada por operários caldeireiros navais; aqueles que trabalham em montagens estruturais são frequentemente designados por montadores de construção naval. Embora exista uma especialidade de executantes designada por maçariqueiros, que se dedicam ao corte térmico e ao desempenho com recurso à aplicação de calor nas estruturas, existem estaleiros onde estas tarefas e as de posicionar e de fixar as estruturas através de pequenos cordões de soldadura ("pingos" de soldadura) são também realizadas por caldeireiros navais. Na reparação naval, além da participação em reparações estruturais, os caldeireiros navais têm outras actividades relacionadas com montagem e desmontagem de grelhas de caixas de fundo, marcação da localização de ânodos de protecção catódica, abertura e fecho de tanque estruturais, desmontagem e montagem de fixos aparafusados, etc. Uma vez que o investimento em máquinas de deformação plástica é significativo, constata-se que com alguma frequência, os trabalhos de enformação de chapas são subcontratados.

Traçadores de construção naval - grupo profissional que se dedica à traçagem, à elaboração de cérceas e ao fornecimento de elementos para a manufactura de carcaças, suportes de blocos, etc. O uso de sistema CAD/CAM tem reduzido drasticamente a necessidade de traçagem física, pois os elementos informativos necessários ao "nesting", ao corte e à deformação plástica são directamente fornecidos as máquinas de corte e até de enformação.

Soldadores - trata-se que uma especialidade profissional muito importante em termos de qualidade de fabrico. Efectivamente, é uma das poucas especialidades onde é exigida a qualificação profissional através de certificação. Além dos soldadores manuais que agrupam o número mais elevado de operários desta especialidade, existem soldadores de arco submerso e soldadores especializados em soldaduras MIG, TIG e MAG, de ligas ferrosas e não ferrosas. Na construção naval as condições de trabalho são normalmente mais adequadas. Na reparação naval as condições de trabalho são normalmente mais difíceis, ainda que o grau de exigência de qualidade seja também grande. Além da soldadura de estruturas, tem bastante significado a soldadura de encanamentos, designadamente quando se trata de efectuar soldadura ou brazagem de ligas de cobre e soldadura de aços inoxidáveis. Em alguns estaleiros de reparação naval os soldadores também executam corte térmico.

Caldeireiros de tubos - grupo profissional (também designado por turbistas) que se dedica ao fabrico (traçagem, marcação e deformação plástica) e montagem de encanamentos e condutas. Dada a proliferação a bordo de redes de encanamentos e de condutas de ventilação e evacuação, esta especialidade profissional representa um importante núcleo de actividade em estaleiros. Devido à especificidade dos trabalhos de deformação plástica, os executantes destes são normalmente diferentes dos instaladores de encanamentos.

Serralheiros mecânicos - Este grupo profissional tem uma actividade significativa na montagem de máquinas e equipamentos nas construções. Nas reparações navais acresce

a parte de manutenção e reparação quer com os equipamentos instalados a bordo quer em trabalhos na bancada oficial. Existem algumas especializações a assinalar no que se refere a mecânicos diesel, técnicos de hidráulica e pneumática, e mecânicos de frio e de ar condicionado. Existe a tendência de, para lá da mecânica geral, subcontratar a actividade no que se refere a manutenção e reparação das máquinas e equipamentos. Com muita frequência os estaleiros contratam motoristas, condutores de máquinas e maquinistas marítimos para executar trabalhos da área de manutenção, instalação, alinhamento e colocação em funcionamento de instalações electromecânicas, redes de fluidos, etc.

Técnicos de electrónica - as actividades de instalação, colocação em funcionamento e manutenção dos equipamentos com predomínio electrónico, como equipamentos de comunicações, ajudas electrónicas à navegação, sistemas electrónicos de comando e controlo, etc., são normalmente subcontratadas.

Serralheiros civis - grupo profissional que se dedica a todos os trabalhos de metalomecânica ligeira e de acessórios metálicos, executando a continuidade dos trabalhos dos caldeireiros navais, no que se refere a estruturas secundárias. Um grupo significativo de trabalhos de serralharia civil é normalmente subcontratado, designadamente o que se refere a fabrico de mobiliário metálico, caixas, quadros etc. Os serralheiros civis têm também um papel importante na aplicação de fixações de isolamentos e de montagem de forros estruturais.

Electricistas - especialidade profissional com grande quantidade de trabalho nas construções, no que se refere à realização da instalação de cablagem e electrificação de equipamentos de força motriz e de iluminação. O fabrico de quadros eléctricos e afins é quase sistematicamente subcontratado. A intervenção de electricistas é também relevante em reparações navais.

Aplicadores de revestimentos, isolamentos e forros - trata-se de actividades com volume significativo de trabalho em construções e actividade moderada em reparações. Verifica-se que, nas construções, estes trabalhos são normalmente subcontratados.

Pintores - grupo profissional relevante em construção e também significativo em trabalhos de docagem. Trata-se de uma actividade que geralmente é subcontratada para trabalhos de grande monta.

Outras especialidades:

Doqueiros - serviços genéricos indiferenciados inerentes a docas e outros meios de alagem.

Decapadores - (normalmente subcontratado)

Operadores de equipamento de elevação - gruistas

Operários de movimentação de materiais

Montadores de andaimes

Operadores de máquinas ferramentas - (envolvidos sobretudo em trabalhos de reparação)

Bobinadores - reparação de motores eléctricos - trabalhos normalmente subcontratados.

Instrumentistas - reparação de instrumentos de medida - trabalhos normalmente subcontratados.

Carpinteiros – além dos trabalhos clássicos de carpintaria, também se efectuam trabalhos de apoio a outras especialidades, como manufactura de suportes, adaptação de picadeiros para docagem, manufactura de protecções em madeira, etc. (trabalhos normalmente subcontratados)

Tratamentos superficiais em metais - zincagem, cromagens, metalizações - trabalhos normalmente subcontratados. Para os trabalhos que envolvem deposição metálica electrolítica usa-se a designação de galvanoplasta.

Fundidores - trabalhos normalmente subcontratados.

Forjadores - trabalhos normalmente subcontratados.

Carpinteiros de moldes – execução de moldes. Trabalhos normalmente subcontratados.

Operadores de ensaios não destrutivos - técnicos de controlo de qualidade - serviços normalmente subcontratados em reparação naval e em pequenos estaleiros de construção. Estes técnicos têm de ser certificados por entidade reconhecida.

Ferramenteiros/reparadores de ferramentas

Indiferenciados – Trabalhadores sem profissão específica, necessários para limpeza, serventia, serviços de entrega de materiais, ferramentas e documentação, etc.

No que se refere a estaleiros dedicados à construção e reparação naval de navios em madeira e em materiais compósitos, em particular em plástico reforçado com fibra, existem especialidades profissionais específicas em acréscimo às que são comuns aos navios metálicos, como se segue.

- Na construção em madeira:

Carpinteiros navais - traçagem, marcação, aplicação e montagem das estruturas do navio.

Mecânicos de madeiras - operadores de máquinas ferramentas usadas na carpintaria naval.

Calafates - executantes de vedações para garantir estanqueidade de estruturas navais (trabalhos normalmente subcontratados).

- Na construção de plástico reforçado com fibra:

Laminadores -preparação dos moldes, aplicação das camadas de fibra e resina e desmoldagem das estruturas dos navios.

Uma última nota para referir que algumas das especialidades profissionais referidas têm um grau de afinidade e são frequentemente exercidas em regime de polivalência sobretudo em estaleiros de pequena dimensão dedicados à reparação naval.

A polivalência é aceitável desde que não ponha em causa a qualidade do serviço prestado e desde que contribua para racionalizar o uso da mão-de-obra e, consequentemente, reduzir encargos de produção.

VII. CONSTRUÇÃO DO CASCO POR BLOCOS

A. GENERALIDADES

No desenvolvimento do projecto estrutural de um navio aplicam-se os regulamentos das Sociedades Classificadoras e a experiência adquirida de forma a integrar de modo eficiente e simples, os diferentes componentes estruturais em conjuntos formando painéis, blocos e finalmente o casco. Este modo de proceder permite ainda aumentar as frentes de trabalho na montagem.

O grau de desenvolvimento do projecto estrutural depende dos seguintes elementos:

- definição dos blocos e métodos de montagem;
- tipo de traçagem;
- tipo de corte (manual ou por CN);
- extensão da soldadura automática;
- disponibilidade de uma instalação automática de fabricação de painéis;
- espaços e meios em geral.

Independentemente dos meios disponíveis no desenvolvimento do projecto tem de haver a preocupação constante de reduzir a mão-de-obra necessária para a construção do casco. Para se conseguir este objectivo é determinante fazer-se uma correcta definição dos blocos que vão formar o casco e dos pormenores estruturais.

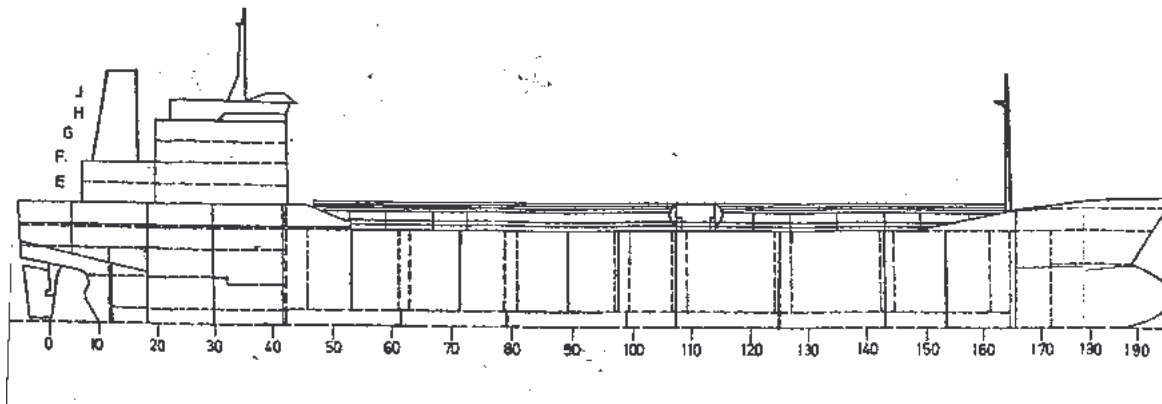


Figura 1 Divisão do navio em blocos (linhas a cheio)

A construção do casco faz-se normalmente em cinco níveis de operações de modo a otimizar o fluxo de trabalho e reduzir o tempo de montagem na carreira ou na doca.

1º Nível - Fabricação de peças (Figura 2).

Esta fabricação está distribuída pelas seguintes zonas:

- chapas direitas;
- chapas curvas;
- perfilados.

2º Nível - Montagem de peças (Figura 3)

Os trabalhos típicos deste nível são:

- montagem de perfilados de secções não oferecidas pela siderurgia;
- montagem de componentes como, por exemplo, de um esquadro ligado à aba de um perfilado.

3º Nível - Montagem de blocos de 2 dimensões (Figura 4 e Figura 5)

Esta montagem envolve, numa primeira fase, a construção do painel e, na segunda, a montagem sobre o painel dos elementos resistentes.

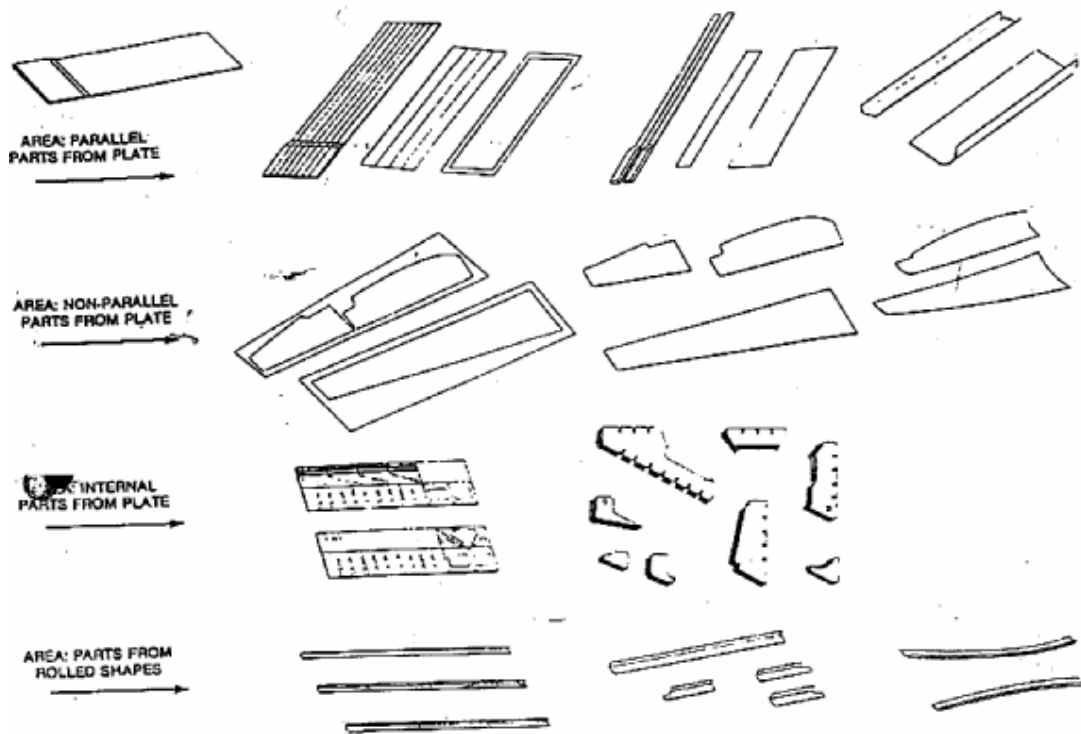


Figura 2 Fabricação de peças

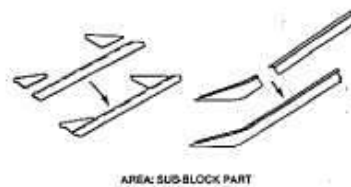


Figura 3 Montagem de peças

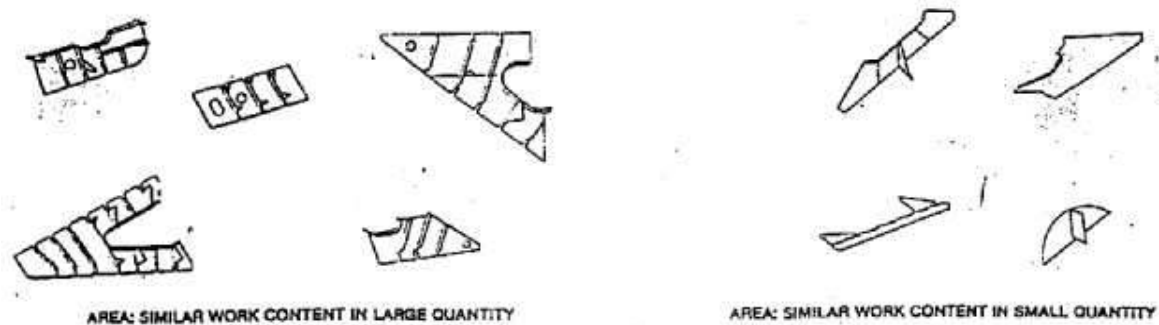


Figura 4 Montagem de sub-conjuntos

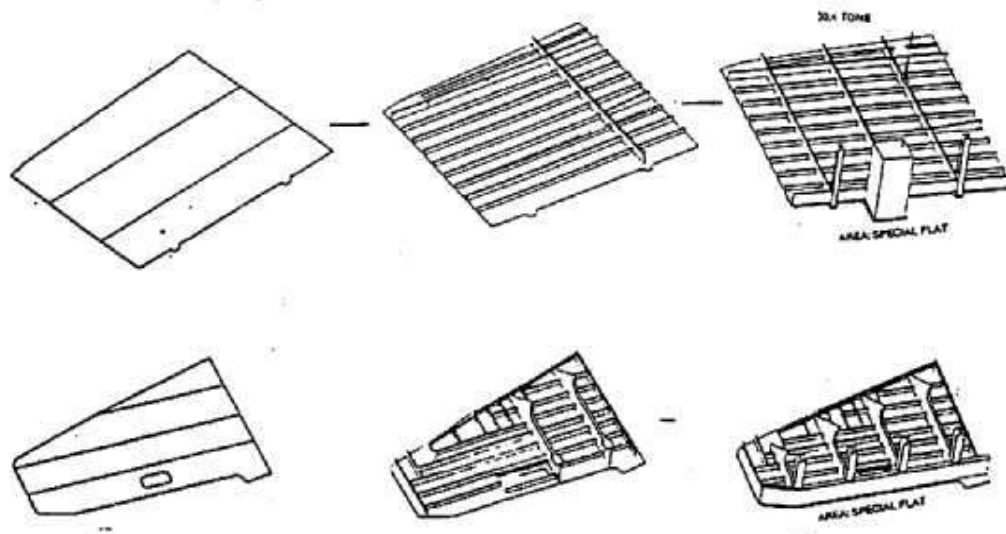


Figura 5 Montagem de painéis

4º Nível - **Montagem de blocos de 3 dimensões** (Figura 6 e Figura 7).

Esta montagem tem lugar normalmente em zonas distintas organizadas em função das necessidades operacionais, pelo que poderão existir as seguintes:

- de blocos direitos;
- de blocos curvos;
- de superestruturas.

5º Nível - **Montagem do casco.**

A montagem do casco em doca ou em carreira é o nível final. Consideram-se as seguintes áreas específicas:

- corpo de ré;
- casa da máquina;
- corpo cilíndrico;
- corpo de vante;
- superestrutura.

No sentido de se ter uma maior incorporação do aprestamento antes da montagem do casco utiliza-se, em alguns estaleiros, a montagem de anéis através de blocos de 3 dimensões. A montagem final do casco é assim realizada pela união dos diferentes anéis que o constituem.

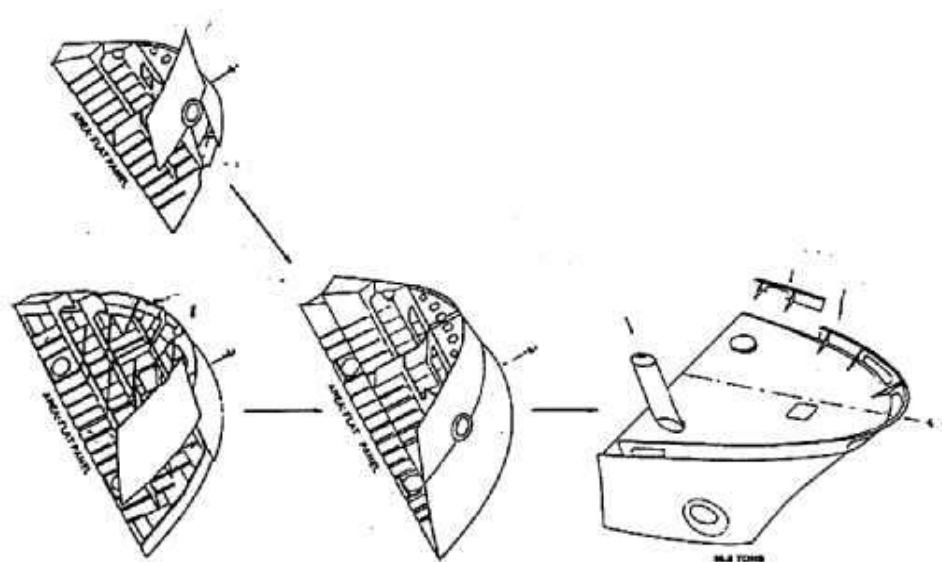


Figura 6 Montagem de Blocos (Castelo de Proa)

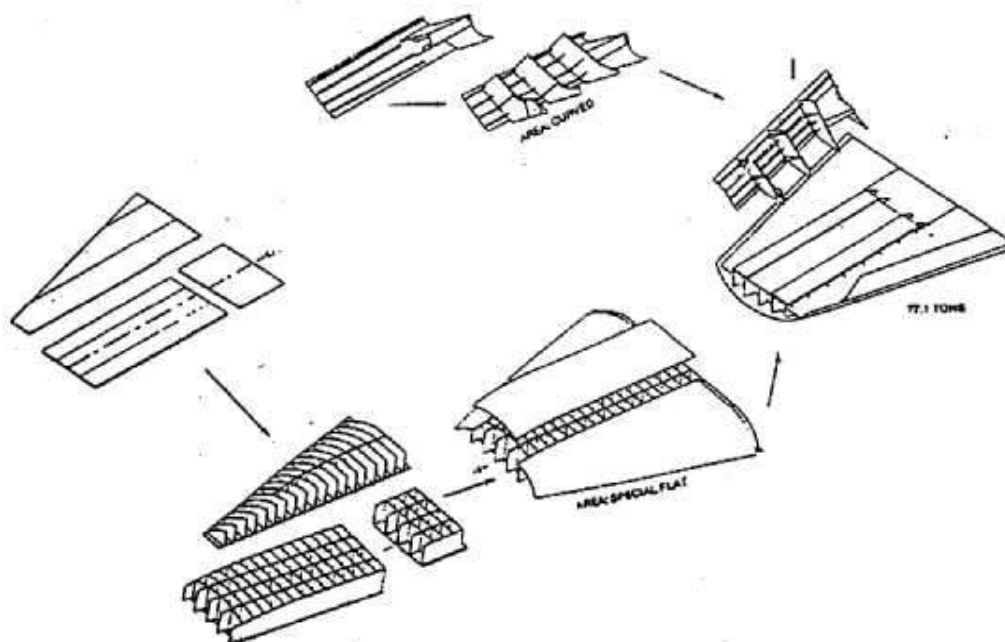


Figura 7 Montagem de Blocos (Roda de Proa)

B. DEFINIÇÃO DOS BLOCOS.

Na definição de um bloco tem de se ter em consideração:

- dimensões médias do bloco;
- peso máximo do bloco;
- limitações à viragem do bloco;
- bainhas e topos das chapas do forro;
- acesso às zonas de ligação entre blocos;
- possibilidade de utilização de máquinas de soldar automáticas;
- recurso a blocos auto-alinhantes;
- tipo de estrutura (transversal ou longitudinal);
- direcção das fiadas de chapa;
- bainhas alinhadas ou desencontradas;
- dimensões das chapas;
- aprontamento de tanques e espaços adjacentes;
- apoios dos blocos;
- olhais de suspensão;
- material em excesso para a montagem;
- redução do recurso a berços.

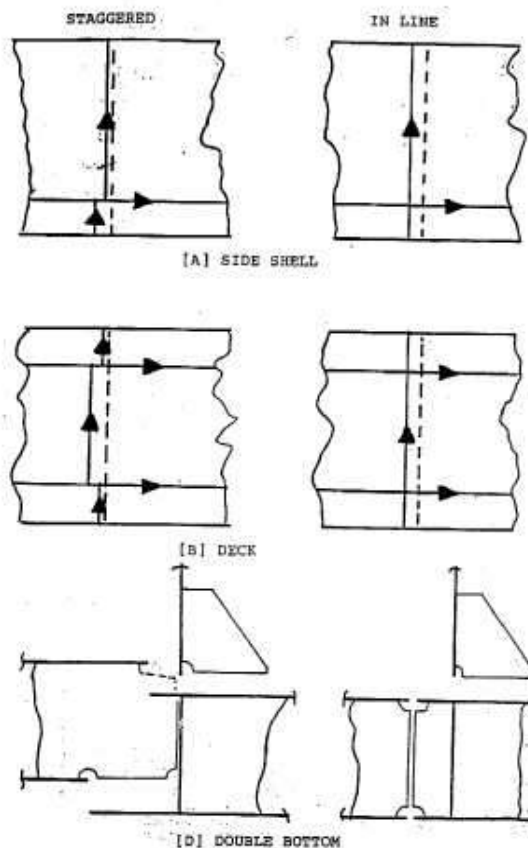


Figura 8 Ligação de blocos

O uso de bainhas desencontradas, em vez de alinhadas: tem interesse quando se utilizam blocos auto-alinhantes (Figura 8 e Figura 9). O uso de bainhas desencontradas

pode também ter interesse nos coferdames e na quilha em caixão (Figura 10). Consegue-se deste modo ter tanques ou outros espaços fechados prontos antes da montagem do casco na carreira ou na doca (Figura 11).

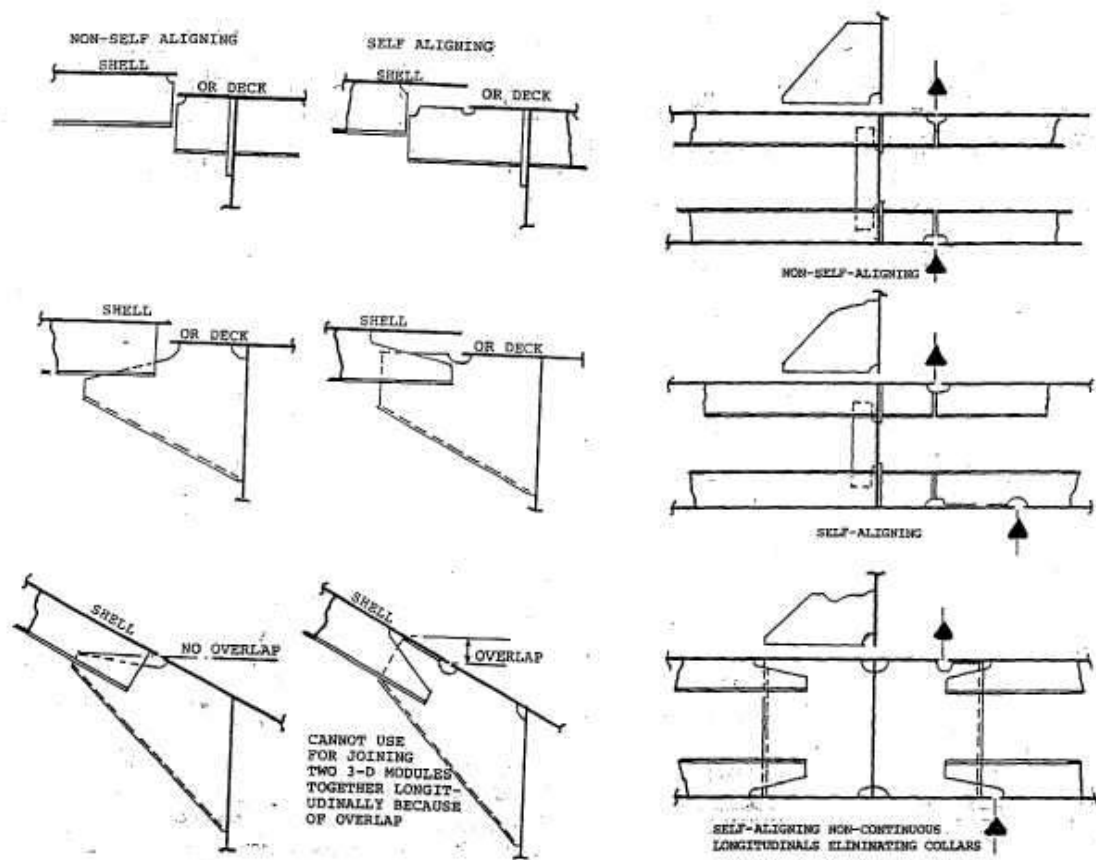


Figura 9 Ligação de detalhes estruturais e elementos resistentes longitudinais

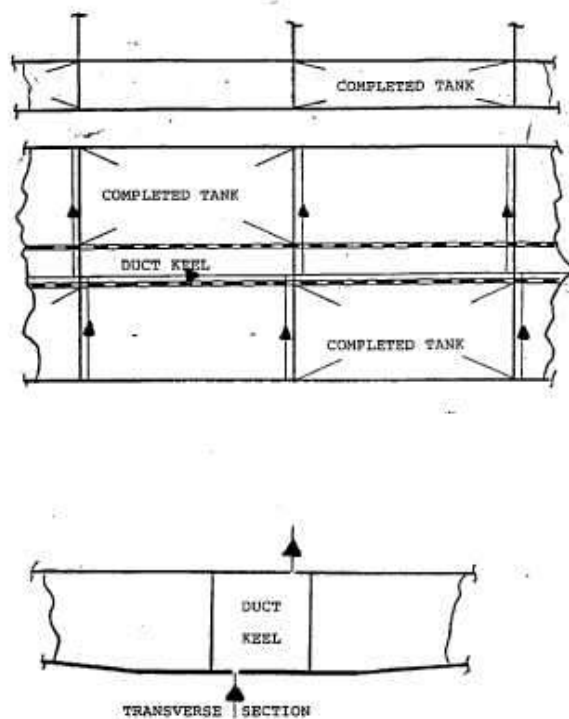


Figura 10 Utilização de coferdames na ligação entre blocos

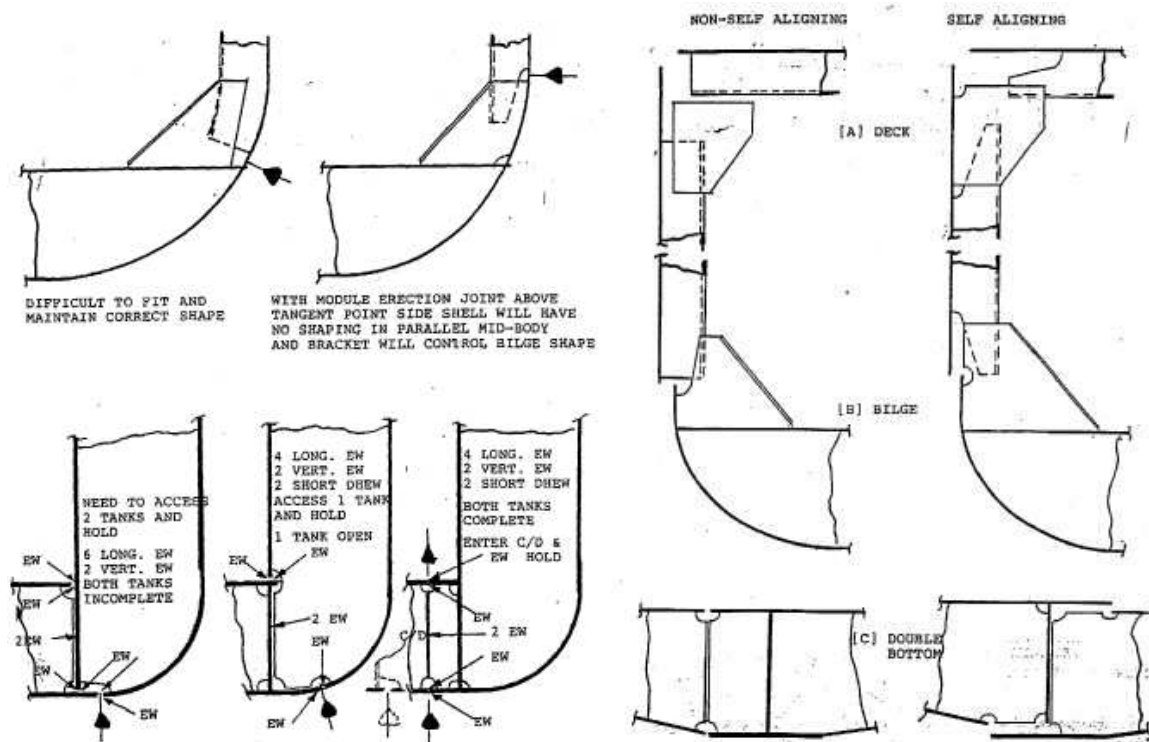


Figura 11 Ligação de blocos

A ligação dos blocos entre si pode envolver várias alternativas. Na solução a adoptar devem ser tomados em conta os seguintes pontos:

- comprimento dos cordões de soldadura usados na ligação dos blocos;
- posições em que são efectuadas as soldaduras;
- espaço disponível e sua acessibilidade para completar a ligação dos blocos;
- auto-alinhamento do bloco;
- número de peças envolvidas.

A direcção das fiadas de chapas depende do tipo de estrutura. É preferível que tanto a estrutura como as fiadas de chapas tenham a mesma direcção. Com esta opção elimina-se a necessidade de ter boeiras nos reforços sobre os cordões de ligação entre (Figura 12).

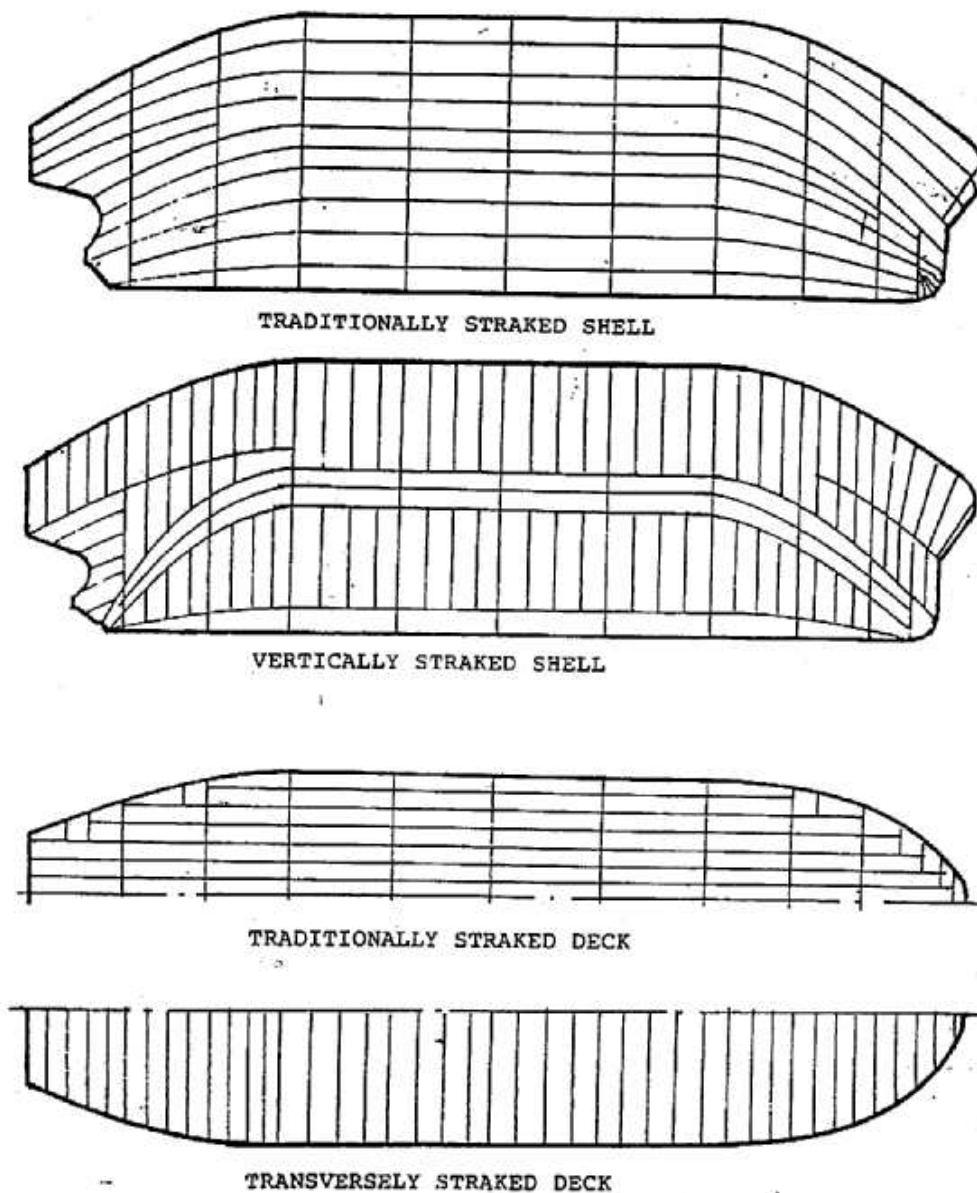


Figura 12 Distribuição das chapas

Nas anteparas, em que a espessura da chapa varia com a altura, pode ser vantajoso usar os reforços paralelos às fiadas de chapas. E mesmo com o prejuízo do aumento de peso, é muitas vezes preferível usar chapas de espessura constante nas fiadas e dispô-las na vertical (Figura 13).

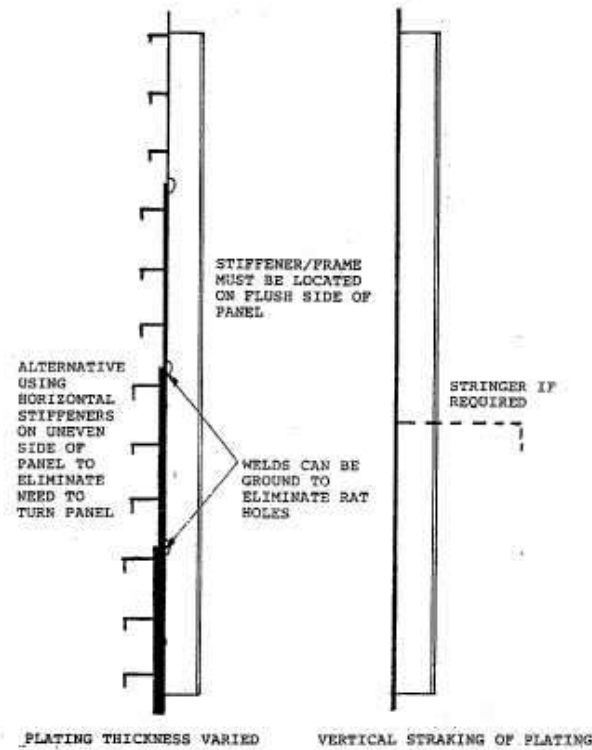


Figura 13 Reforços das anteparas

A ligação dos blocos deve fazer-se pelas bainhas e topos das chapas e deve corresponder ao trabalho de montagem mínimo. Nos navios de estrutura longitudinal é preferível ter os blocos compridos, enquanto nos navios de estrutura transversal os blocos devem ser mais largos a fim de se reduzir o comprimento de soldadura entre reforços, na ligação dos blocos (fig. 15, 16 e 17).

Os estaleiros dos países nórdicos desenvolveram a técnica da construção em camadas. Esta técnica permite aumentar a produtividade por maximizar as soldaduras de canto em detrimento das soldaduras de topo. As camadas tornam-se também planos de referência (fig. 15, 16 e 17).

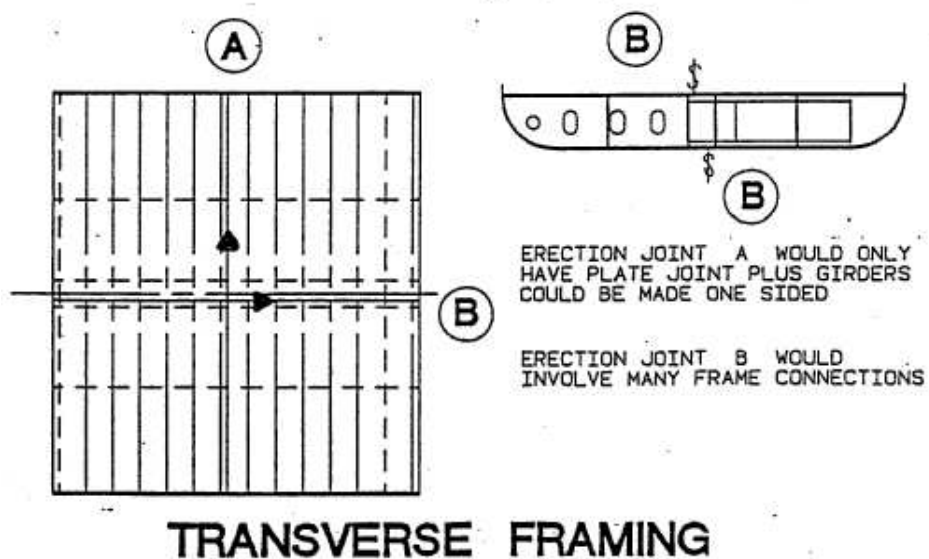
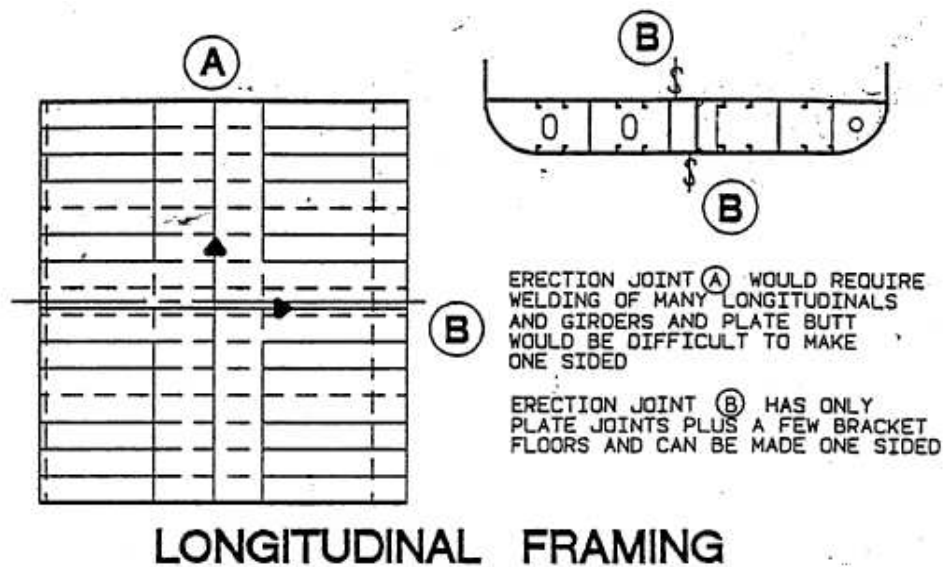


Figura 14 Tamanho dos blocos

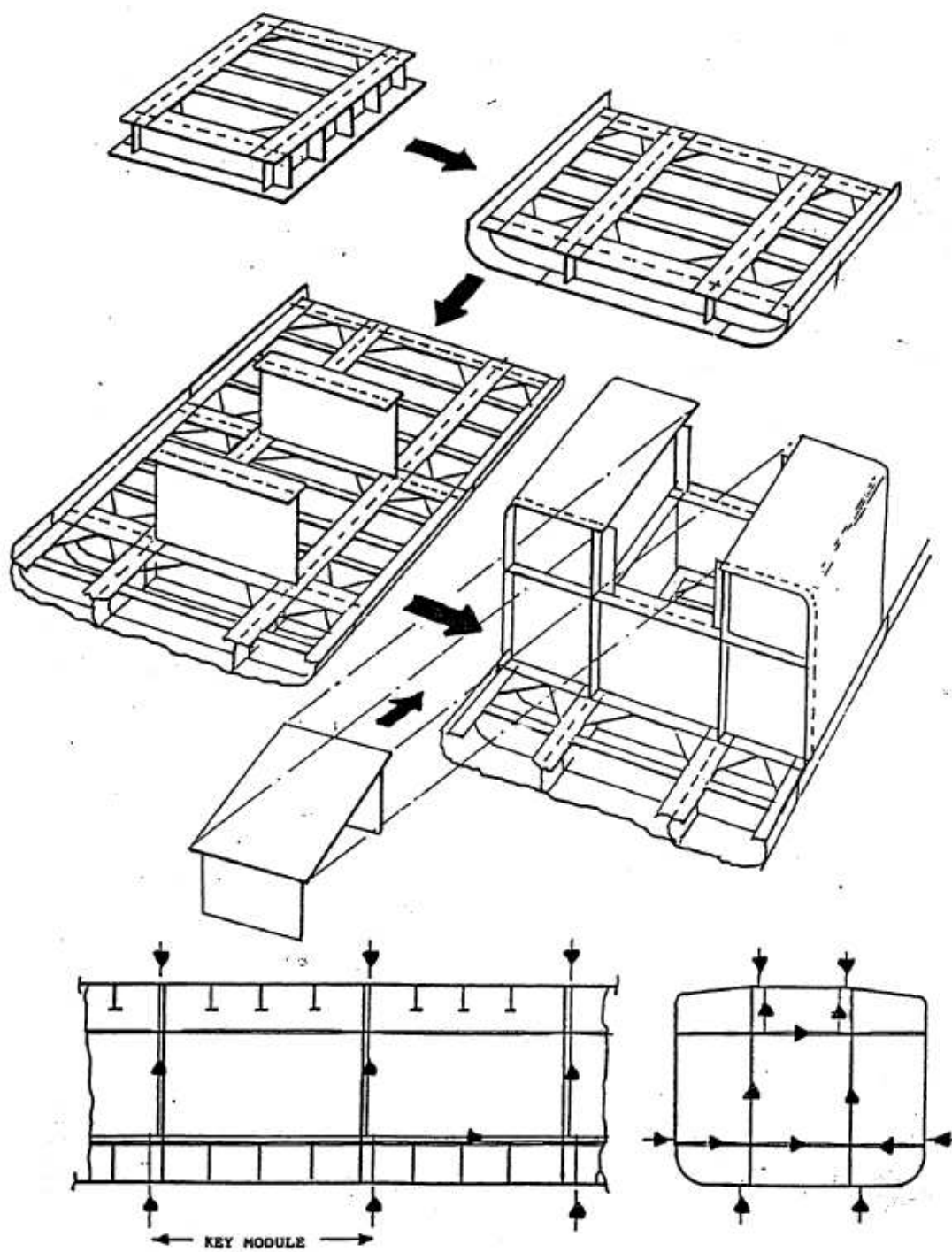


Figura 15 Método de construção em camadas

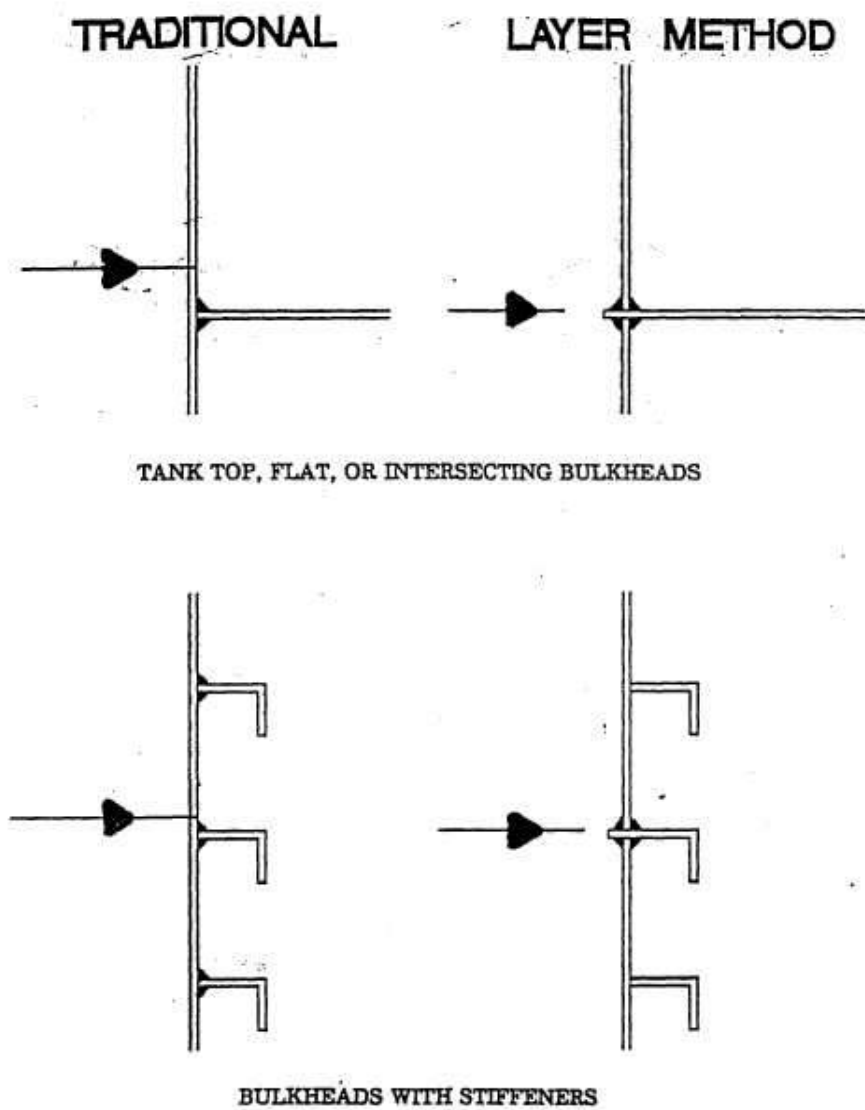


Figura 16 Método de construção em camadas

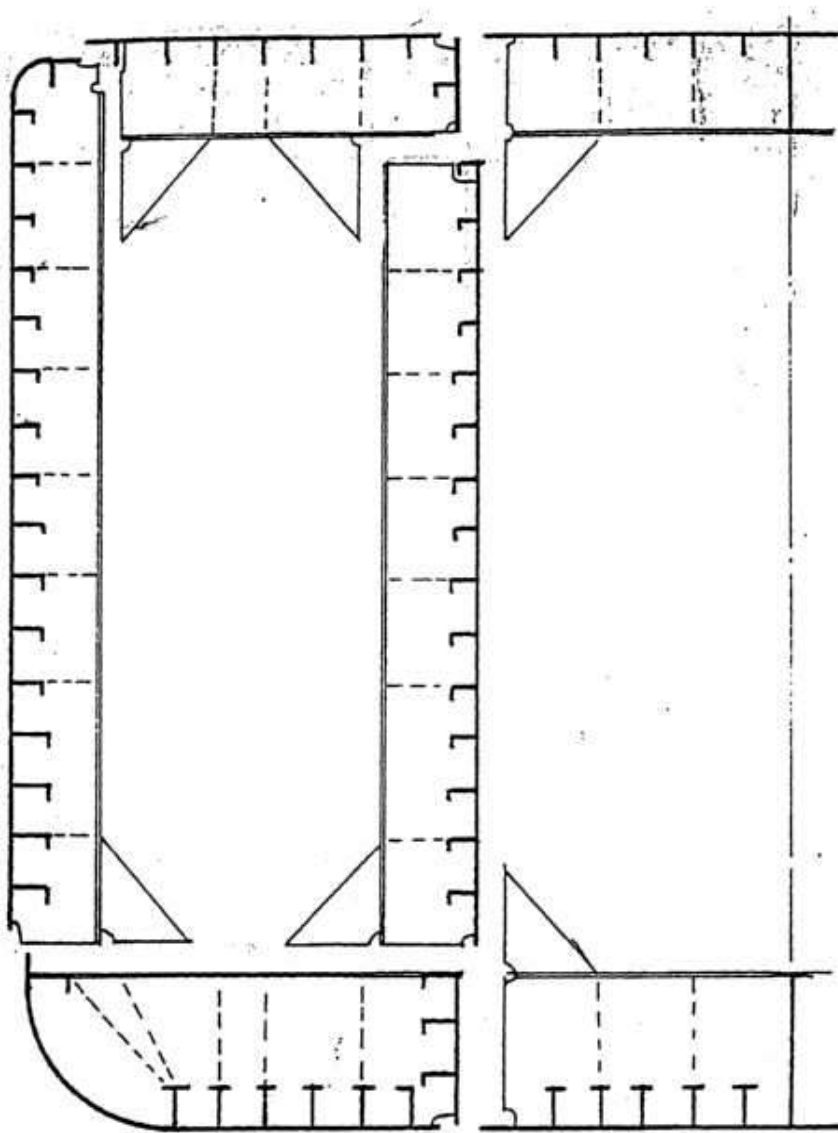


Figura 17 Método de construção em camadas

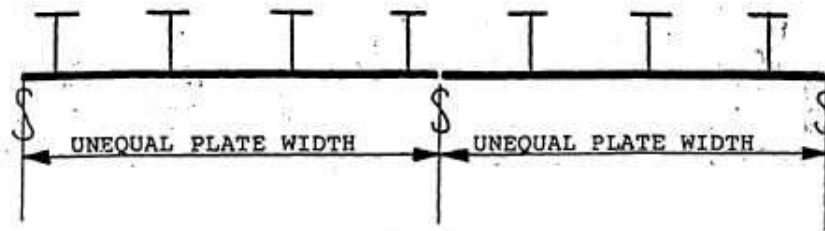
C. SOLUÇÕES ESTRUTURAIS

A quantidade de hHs dispendida na construção da estrutura de um navio pode ser reduzida grandemente se for dada a devida atenção às soluções estruturais.

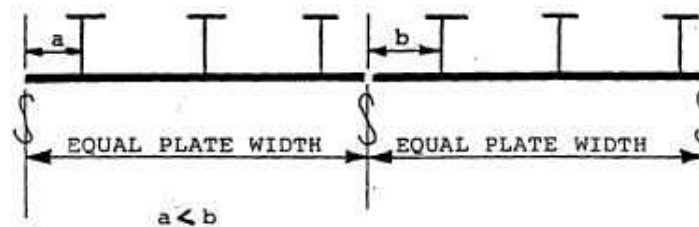
a) Chapas do forro.

Deve-se normalizar as chapas do forro tanto no que diz respeito às dimensões e espaçamentos para montagem de perfilados como ao tipo de chanfro. Um dos aspectos a considerar é o da localização, sempre que possível, dos reforços e das longarinas nas mesmas posições em cada chapa (Figura 18). São possíveis duas opções:

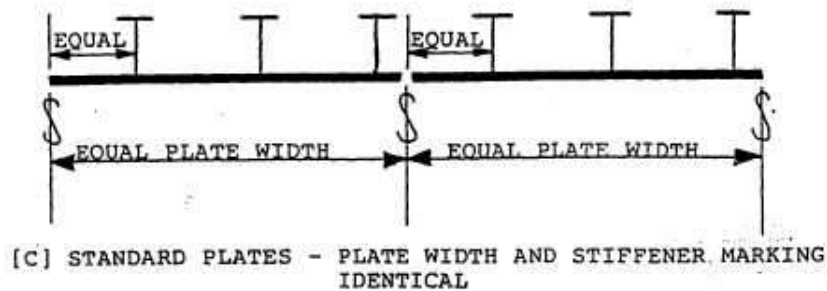
1. ou se considera o espaçamento entre reforços dependente do comprimento ou da largura máxima da chapa,
2. ou se selecciona o comprimento ou a largura da chapa tendo em consideração o espaçamento entre reforços.



[A] NON-STANDARD PLATE WIDTH AND NUMBER OF STIFFENERS



[B] ALSO NON-STANDARD DUE TO DIFFERENT STIFFENER MARKING



[C] STANDARD PLATES - PLATE WIDTH AND STIFFENER MARKING IDENTICAL

Figura 18 Normalização das chapas

b) Apoios dos blocos

Muitos blocos requerem um berço de apoio para a sua montagem o que se traduz num trabalho adicional. Com uma solução estrutural adequada podem ser eliminados muitos berços usando planos de apoio que servem também de planos de referência, como sejam os pavimentos e as anteparas (Figura 19).

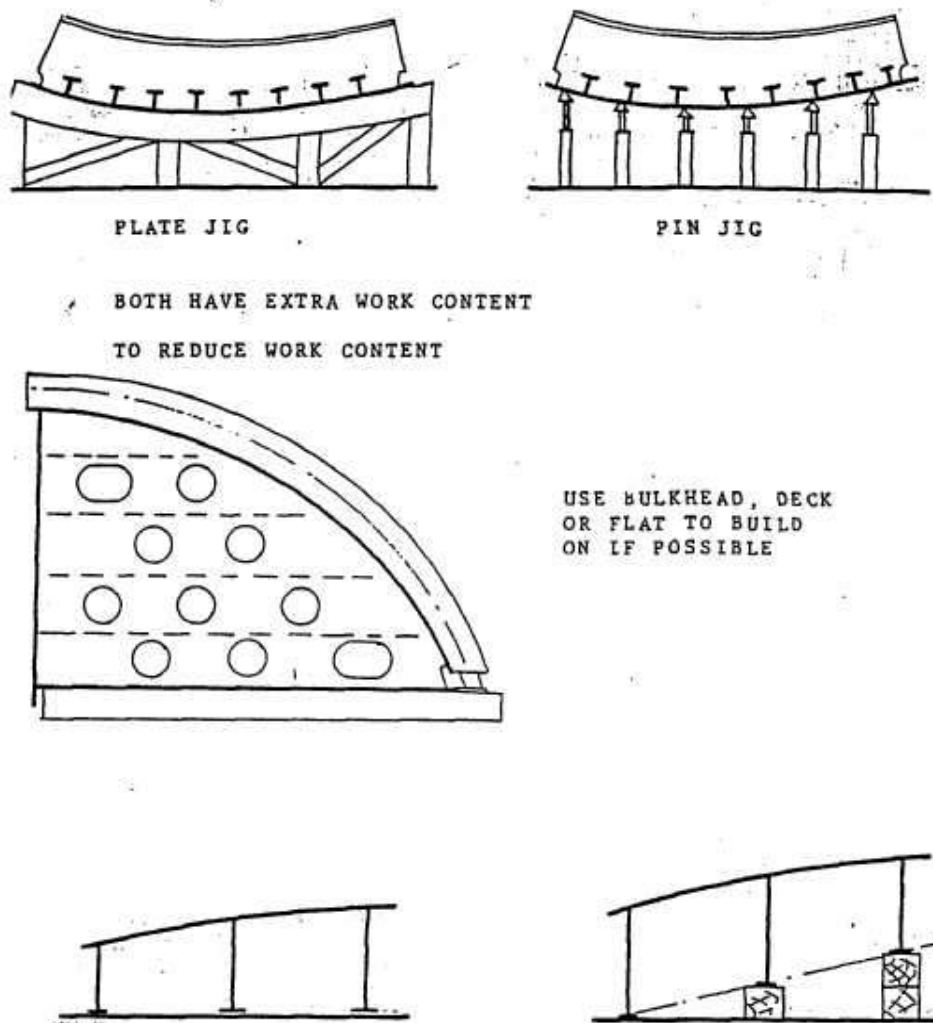
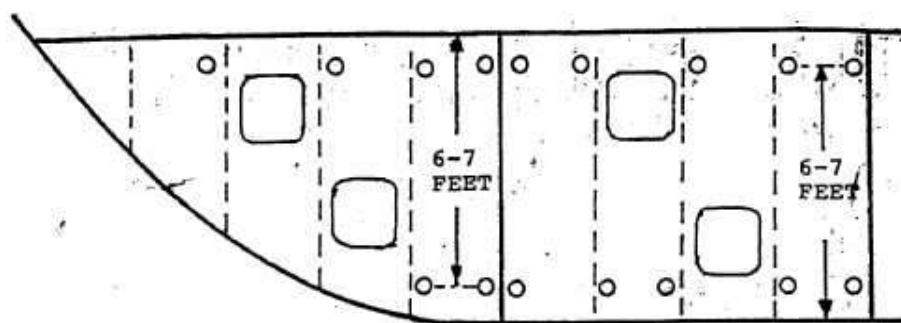


Figura 19 Apoio dos blocos

c) Acessos

A localização dos acessos no interior dos blocos contribui para o aumento da produtividade. Esta localização deve atender às diferentes posições que o bloco ocupa durante a sua construção. Por exemplo, embora tenha sido norma, não há razão para localizar as passagens de homem a meia altura do duplo fundo.

A montagem de andaimes também pode ser facilitada pela execução de furos que permitam a instalação provisória de tubos de suporte de pranchas durante a construção ou em futuras reparações.



STAGING PIPE HOLES IN DOUBLE BOTTOM FLOORS

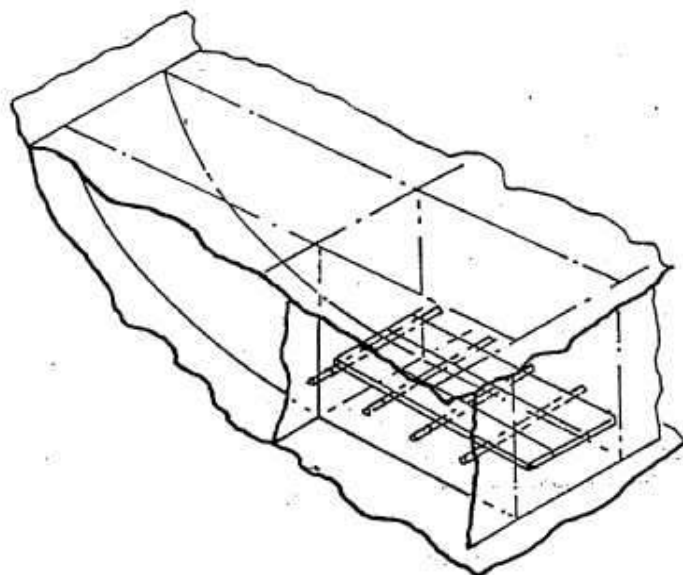


Figura 20 Acesso ao interior dos blocos

d) Painéis corrugados e canelados

Os painéis corrugados substituem com vantagem os painéis reforçados em que uma das faces não tem de ser plana, como é o caso das anteparas. Eliminam-se assim os perfilados de reforço e a sua soldadura.

Os painéis canelados usam-se principalmente em divisórias de chapa fina. Evitam-se assim os empenos resultantes da soldadura. A sua utilização pode ser alargada a superestruturas e pavimentos.

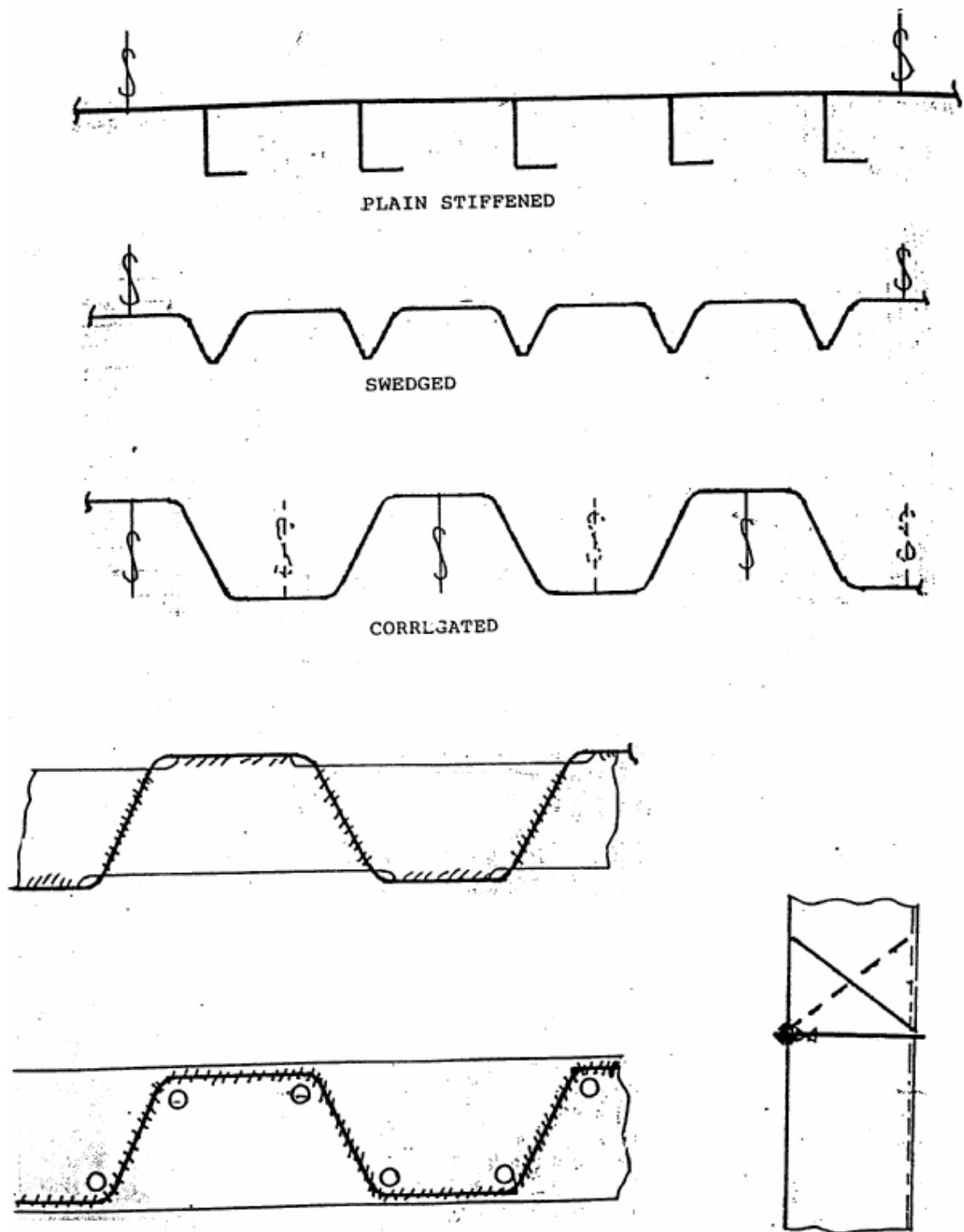


Figura 21 Painéis corrugados e canelados

e) Fixes

Na construção naval os fixes são normalmente do tipo pedestal, construídos de chapa e destinados a suportar um equipamento por fixe. Com a introdução do aprestamento nos blocos, começou-se também a adoptar o agrupamento de

vários equipamentos num só fixe, o que é vantajoso sob o ponto de vista da produtividade (Figura 22).

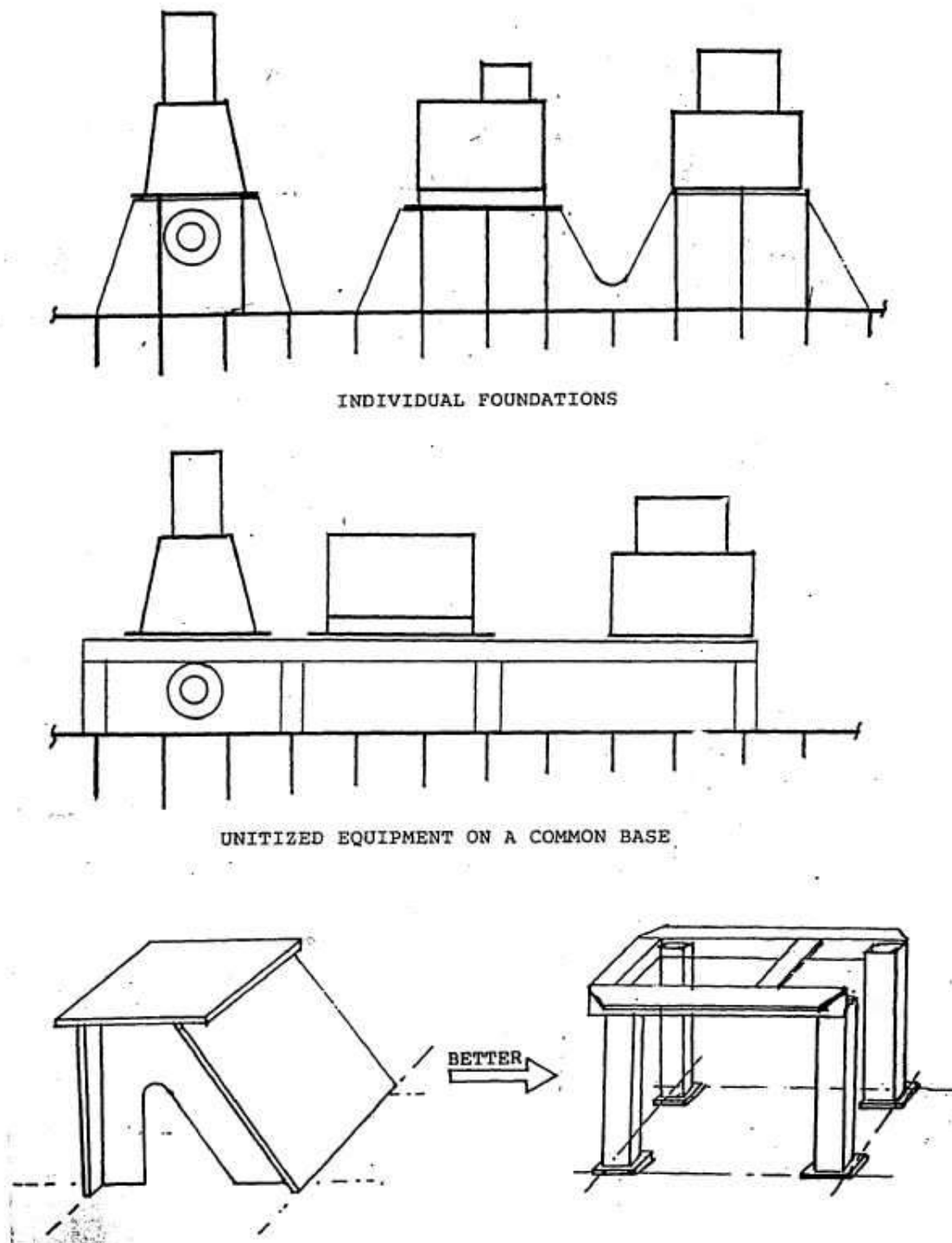


Figura 22 Fixes

De um modo geral, reduz-se o trabalho na construção dos fixes desde que se considerem os seguintes pontos:

- minimização do número de peças;

- não misturar chapas e perfilados;
- normalização da sua construção escolhendo alguns tipos de perfilados;
- optar por elementos de suporte verticais;
- o eventual reforço da estrutura para suporte do fixe deve ser integrado preferencialmente no próprio fixe;
- eliminar os acessórios de ligação. É preferível a sobreposição das peças a ligar. O desenho do fixe e o arranjo dos equipamentos devem ser analisados em comum, pois uma disposição racional pode facilitar a construção do fixe;
- para a fixação dos equipamentos por parafusos deve ser prevista uma boa acessibilidade. De outro modo utilizar pernos.

f) Acessórios estruturais

Sob o ponto de vista da produtividade, é essencial normalizar os acessórios estruturais. É muito dispendioso projectar de novo ou redesenhar, em cada nova construção, acessórios tais como escotilhas, balustradas, escadas, mastros de sinais e outros.